

**PEMBANGUNAN MODUL BIOTEKNOLOGI
BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI
SEKOLAH MENENGAH**

RASHIDAH BEGUM BT GELAMDIN

**TESIS YANG DIKEMUKAKAN KEPADA FAKULTI PENDIDIKAN,
UNIVERSITI MALAYA SEBAGAI MEMENUHI KEPERLUAN
UNTUK PENGANUGERAHAN IJAZAH DOKTOR FALSAFAH**

**FAKULTI PENDIDIKAN
UNIVERSITI MALAYA
KUALA LUMPUR**

2016

UNIVERSITI MALAYA
PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Nama: : RASHIDAH BEGUM BT GELAMDIN

No. Pendaftaran/Matrik: PHA 100026

Nama Ijazah: DOKTOR FALSAFAH

Tajuk Kertas Projek/Laporan Penyelidikan/Disertasi/Tesis (“Hasil Kerja ini”):

PEMBANGUNAN MODUL BIOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH.

Bidang Penyelidikan: PENDIDIKAN SAINS

Saya dengan sesungguhnya dan sebenarnya mengaku bahawa:

- (1) Saya adalah satu-satunya pengarang/penulis Hasil Kerja ini;
- (2) Hasil Kerja ini adalah asli;
- (3) Apa-apa penggunaan mana-mana hasil kerja yang mengandungi hakcipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hakcipta telah dinyatakan dengan sejelasnya dan secukupnya dan satu pengiktirafan tajuk hasil kerja tersebut dan pengarang/penulisnya telah dilakukan di dalam Hasil Kerja ini;
- (4) Saya tidak mempunyai apa-apa pengetahuan sebenar atau patut semunasabahnya tahu bahawa penghasilan Hasil Kerja ini melanggar suatu hakcipta hasil kerja yang lain;
- (5) Saya dengan ini menyerahkan kesemua dan tiap-tiap hak yang terkandung di dalam hakcipta Hasil Kerja ini kepada Universiti Malaya (“UM”) yang seterusnya mula dari sekarang adalah tuan punya kepada hakcipta di dalam Hasil Kerja ini dan apa-apa pengeluaran semula atau penggunaan dalam apa jua bentuk atau dengan apa juga cara sekalipun adalah dilarang tanpa terlebih dahulu mendapat kebenaran bertulis dari UM;
- (6) Saya sedar sepenuhnya sekiranya dalam masa penghasilan Hasil Kerja ini saya telah melanggar suatu hakcipta hasil kerja yang lain sama ada dengan niat atau sebaliknya, saya boleh dikenakan tindakan undang-undang atau apa-apa tindakan lain sebagaimana yang diputuskan oleh UM.

Tandatangan Calon

Tarikh :

Diperbuat dan sesungguhnya diakui di hadapan,

Tandatangan Saksi

Tarikh :

Nama :

Jawatan :

PEMBANGUNAN MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan membangunkan Modul Bioteknologi bagi mata pelajaran Biologi sekolah menengah. Kajian pembangunan ini berasaskan Model Pengajaran Isman yang melibatkan fasa *input*, proses, *output* dan maklum balas serta Sembilan Langkah Pengajaran Gagne berkaitan dengan proses pengajaran.

Dalam fasa input, analisis keperluan melibatkan sesi temu bual guru Biologi Tingkatan empat dan lima dan soal selidik kepada pelajar Tingkatan lima; penentuan tahap pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi guru Biologi serta analisis kandungan sukatan pelajaran Biologi dari negara Indonesia, China (Hong Kong), Singapura dan Malaysia. Fasa proses melibatkan proses pembangunan Modul Bioteknologi melalui penggunaan dua pusingan satu Teknik Delphi Ubahsuaian. Fasa output melibatkan pelaksanaan dan penilaian Modul Bioteknologi didahului dengan satu kajian rintis. Ini disusuli dengan kaedah penyelidikan secara kuasi eksperimen melibatkan aktiviti pengajaran sebenar selama 10 minggu menggunakan dua sekolah dengan dua buah kelas di setiap sekolah yang setiap satunya dijadikan sebagai kumpulan kawalan dan rawatan. Kedua-dua sekolah ini merupakan sekolah di jalur (*band*) dua dengan pelajar berprestasi tinggi dan sekolah di jalur (*band*) enam dengan pelajarnya berprestasi rendah. Pelajar dalam kumpulan rawatan diajar dengan menggunakan Modul Bioteknologi yang dibangunkan oleh pengkaji. Manakala pelajar dalam kumpulan kawalan mengikuti pembelajaran secara biasa dan dikendalikan oleh guru yang sama.

Modul Bioteknologi dibangunkan melibatkan 6 elemen dan 18 sub elemen dan aktiviti pengajaran yang dicadangkan adalah berbentuk kuliah, tayangan video, amali secara *hands-on* dan perbahasan/forum. Analisis dan penilaian keberkesanan Modul Bioteknologi dilakukan menggunakan ujian-*t* berpasang dan Ujian ANCOVA menunjukkan terdapat perbezaan di antara pencapaian kumpulan pelajar berprestasi rendah dan pelajar berprestasi tinggi. Terdapat perbezaan yang signifikan kesan dari pengajaran dengan menggunakan Modul Bioteknologi terhadap pencapaian dalam kalangan para pelajar berprestasi rendah dan tinggi; di mana pelajar dari kumpulan prestasi tinggi menunjukkan peningkatan yang lebih ($M = 30.13$, $SP = 9.00$) berbanding pelajar dari kumpulan berprestasi rendah ($M = 19.51$, $SP = 7.52$). Ini mengimplikasikan bahawa Modul Bioteknologi telah meningkatkan pengetahuan kedua-dua kumpulan pelajar. Temu bual dua guru dan empat pelajar dari setiap sekolah yang telah didedahkan kepada pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi menunjukkan ianya sesuai dan memudahkan pemahaman konsep bioteknologi yang bersifat abstrak. Kedua-dua guru menyatakan Modul Bioteknologi yang dibangunkan membantu meningkatkan pengetahuan mereka dan memudahkan mereka mengajar aspek bioteknologi berkenaan. Beberapa faktor berkaitan dengan masalah teknikal serta kemudahan prasarana yang ada di sekolah perlu diberi perhatian agar aktiviti yang dirancang dapat dijalankan secara lancar. Pemerhatian pengkaji semasa latihan dua orang guru juga menunjukkan tahap PTPK mereka adalah rendah di peringkat awal. Hasilnya di dapati penggunaan Modul Bioteknologi mampu meningkatkan tahap PTPK kedua guru terlibat. Ini menyebabkan Manual PTPK dibina oleh pengkaji untuk kegunaan guru semasa pengajaran.

DEVELOPMENT OF A BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL BIOLOGY

ABSTRACT

This study aimed to develop a Biotechnology Module for secondary school Biology. This developmental study was based upon Isman's Instructional Model which involves the input, process, output, and feedback phases and Gagne's Nine instructional steps related to the teaching process.

In the input phase, a needs analysis involved conducting interviews with Form 4 and 5 Biology teachers and administering a survey to students in Form 5; determination of the level of knowledge of technology, pedagogy and biotechnology of biology teachers, content analysis of the Biology syllabus from Indonesia, China (Hong Kong), Singapore and Malaysia. The Process Phase involved the development of a Biotechnology Module through two rounds of a Modified Delphi technique. The Output Phase involved the implementation and evaluation of the Biotechnology Module in a pilot study. This was followed by a quasi-experimental research involving teaching activities for ten weeks using two schools with two classes from each school; each used as the control and treatment groups. One school was a band two school with high performing students and the other a band six school with low performing students. Students in the treatment group were taught using the Biotechnology Module developed by the researcher. While students in the control group were taught in a normal manner and implemented by the same teacher.

The Biotechnology Module developed involved 6 elements and 18 sub-elements and the proposed teaching activities include lectures, video screenings, hands-on activities and debates /forums. Analysis and evaluation of the effectiveness of the Biotechnology Module were performed using the paired t test and ANCOVA which showed a significant difference between the performance of high and low performing students. Students from the high achiever group showed a greater difference ($M = 30.13$, $SP = 9.00$) compared to the low achiever group ($M = 19.51$, $SP = 7.52$). This result implies that the Biotechnology Module can enhance the knowledge of both the groups involved. Interviews with the two teachers involved and four students from each school who were exposed to learning using the Biotechnology Module showed that it is appropriate and it facilitates students' understanding of abstract concepts of biotechnology. Several factors related to technical problems as well as existing infrastructure in schools is noteworthy so that the activities planned could be conducted smoothly. Observations during training of the two teachers also showed their PTPK level is low at the initial stage. As a result, it was found that the use of Biotechnology Module improved TPCK level of both teachers involved. This causes a PTPK (TPCK) Manual was developed by researcher to be used during lesson.

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah Ya Allah, di atas limpah kurnia Mu dan keizinan Mu membolehkan terhasilnya tesis ini.

Di kesempatan ini, ingin saya merakamkan ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada Kementerian Pendidikan Malaysia kerana menganugerahkan cuti belajar bagi membolehkan saya mengikuti pengajian ini dengan lancar.

Ucapan terima kasih yang tidak berbelah bahagi ditujukan kepada penyelia saya, Professor Dr. Esther Daniel di atas segala tunjuk ajar yang telah diberikannya sepanjang saya menyelusuri perjalanan pembelajaran ini. Banyak ilmu yang amat bermanfaat yang telah beliau kongsi dan ianya amat berharga buat saya. Tidak dilupakan, semangat kesabaran, pembacaan yang teliti, minat terhadap kajian ini serta maklum balas beliau yang menyakinkan amat membantu saya menyempurnakan tesis ini.

Sekalung penghargaan saya tujukan kepada Prof Datuk Dr Mahani Clyde dan Prof Dr Norzulani Khalid yang banyak memberi bimbingan, nasihat dan menjadi tempat rujukan apabila saya menghadapi sebarang kekeliruan berkaitan dengan bidang bioteknologi dan kajian ini.

Tidak dilupakan, ribuan terima kasih diucapkan kepada panel pakar yang terlibat, barisan pengetua sekolah, guru-guru dan pelajar yang terlibat dalam kajian ini. Semoga Allah memberi ganjaran di atas segala pengorbanan masa dan tenaga yang telah kalian berikan. Tanpa kalian, tidak mungkin saya dapat menyempurnakan penyelidikan ini.

Selanjutnya, ucapan terima kasih juga dirakamkan kepada Prof Dr Saedah Siraj, Prof Madya Dr Rohaida, Dr Norlidah, Dr Ghazali, Dr Husaina, Dr Zaharah, Dr Dorothy, Dr Ros Amnah, Dr Renuka, Dr Selvarani dan Puan Alina yang telah memberikan saya peluang menimba ilmu yang begitu berharga dan juga pendedahan kepada selok belok melaksanakan sesuatu kajian.

Penghargaan yang tidak berbelah bahagi dan rasa kesyukuran yang amat tinggi saya kalungkan kepada kedua ibu bapa saya yang tanpa jemu memberikan motivasi dan dorongan untuk saya meneruskan perjalanan pembelajaran ini. Walaupun ada kalanya saya hilang arah, namun mereka tidak pernah jemu menyuntik semangat agar saya tidak menyerah kalah dan terus berusaha sehingga mencapai kejayaan.

Seterusnya, dipanjatkan kesyukuran kepadamu Ilahi kerana dikurniakan dengan anak-anak dan suami yang begitu memahami perjuangan ini. Muhammad Shahrin, Muhammad Shazwan dan Muhammad Shahmir, maafkan ibu jika ibu telah mengabaikan sedikit tanggungjawab yang telah diamanahkan dalam mengejar cita-cita ini. Kepada suami Mohd Shaffi, terima kasih kerana mengizinkan saya menimba ilmu serta banyak mengajar saya erti kesabaran dan redha dengan segala ketentuan yang telah ditakdirkan oleh Allah s.w.t. Ke semua dugaan yang saya lalui sepanjang perjalanan phd ini menjadikan saya seorang yang lebih cekal dan kuat untuk terus berusaha sehingga mencapai kejayaan.

Tidak terkecuali, ucapan terima kasih saya tujukan kepada rakan karib, Dr Norlidah yang sentiasa memberikan kata-kata semangat dan nasihat yang amat saya perlukan diketika saya merasa amat tertekan. Tidak dilupakan rakan-rakan seperjuangan; Dr Nazri, Dr Aniza, Dr Yusny, Shahriza, Wee Seng Leong, dan selainnya yang tidak dapat saya nyatakan di sini. Kehadiran kalian menjadikan hari-hari yang berlalu menggamit memori indah yang akan disimpan disudut hati ini selamanya.

SENARAI KANDUNGAN

TAJUK

MUKA SURAT

BAB 1: PENDAHULUAN

Pendahuluan	1
Latar Belakang Kajian	3
Penyataan Masalah	7
Objektif Kajian	11
Persoalan Kajian	14
Rasional Kajian	18
Signifikan Kajian	19
Definisi Istilah	21
Skop Kajian	24
Limitasi Kajian	24
Ringkasan	25

BAB 2: KAJIAN LITERATUR

Pendahuluan	26
Sejarah Bidang Bioteknologi	27
Skop Mata Pelajaran Biologi Menengah Atas di Malaysia	30
Kandungan Sukatan Pelajaran Biologi Menengah Atas	31
Komponen Bioteknologi di dalam Sistem Pendidikan	33
Pendidikan Teknologi	33
Pendidikan Biologi	33
Pendidikan Sains, Teknologi dan Masyarakat	34
Pendidikan Sains Kesihatan	34
Pendidikan Sains	34
Masalah Pelaksanaan Pendidikan Bioteknologi dalam Kalangan Pelajar	35
Masalah Pelaksanaan Pendidikan Bioteknologi dalam Kalangan Guru	41
Modul Pengajaran Pendidikan Bioteknologi	44
Modul Artikel Primer yang Di adaptasi (Adapter Primary Literature, APL)	44
Genomic Analogy Model for Educators (GAME)	46
Model Kurikulum Bertajuk 'Read the Language of the Tumour'	47
Modul Kesedaran Bioteknologi	48
Pendidikan Bioteknologi di Malaysia	50

Model Teknologi, Pedagogi, dan Kandungan Pengetahuan (Technology, Pedagogy, Content Knowledge)	53
Teknik Delphi	58
Kajian Pembangunan	62
Model Reka Bentuk Pengajaran	64
Model Reka Bentuk Pengajaran Morrison, Ross, Kalman dan Kemp	64
Model Reka Bentuk Pengajaran ADDIE	67
Model Dick dan Carey	68
Model ASSURE	68
Model Reka Bentuk Pengajaran İşman	69
Sembilan Langkah Pengajaran Gagne	70
Ringkasan	72
BAB 3: PENGKONSEPAN KAJIAN	
Pendahuluan	73
Kerangka Konsep Kajian	74
Cadangan Kerangka Teori Untuk Pembangunan Modul Bioteknologi bagi Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah	78
Fasa Input	80
Fasa Proses	82
Sembilan Langkah Pengajaran dan pembelajaran menurut Gagne	84
Fasa Output	95
Fasa Maklum Balas	95
Ringkasan	96
BAB 4: KAEDAH KAJIAN	
Pendahuluan	97
Fasa Input	97
Menenal pasti Keperluan	99
Kajian kebolehlaksanaan (Feasibility)	99
Dapatan daripada temu bual dengan guru	100
Analisis keperluan guru Biologi	106
Kaedah menjalankan analisis keperluan guru	106
Analisis keperluan pelajar	108
Kaedah menjalankan analisis keperluan pelajar	109

Pemilihan pelajar untuk analisis keperluan	111
Mengutip data analisis keperluan pelajar	112
Perkaedahan menganalisis data analisis keperluan pelajar	112
Penentuan tahap pengetahuan dan penggunaan teknologi, pengetahuan pedagogi dan kandungan pengetahuan Bioteknologi (PTPK) guru Biologi	113
Penentuan kesahan Instrumen PTPK	113
Penyediaan rubrik pemarkahan untuk Instrumen PTPK	114
Persampelan guru untuk penentuan tahap PTPK	114
Analisis dapatan penentuan tahap PTPK guru	115
Mengenal pasti kandungan	116
Penentuan kandungan elemen bioteknologi yang terdapat dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan Empat dan Lima	116
Analisis sukatan pelajaran Biologi negara Singapura, Indonesia, China (Hong Kong) dan Malaysia	117
Mengenal pasti tujuan penyediaan alat	117
Menentukan rekod unit	117
Menentukan kandungan alat	117
Kaedah penilaian pengekodan sukatan pelajaran dari empat negara	118
Borang pengekodan sukatan pelajaran yang dibina	118
Kesahan borang pengekodan	118
Prosedur menjalankan pengekodan sebenar	120
Analisis dapatan dari pengekodan sebenar sukatan pelajaran Biologi empat negara	121
Perbandingan sukatan pelajaran Biologi empat negara	121
Mengenal pasti matlamat, objektif pembelajaran, kaedah pengajaran dan media pengajaran untuk Modul Bioteknologi	128
Penentuan Ciri-ciri Modul Bioteknologi yang Dibangunkan	128
Teknik Delphi	128
Penyediaan borang soal selidik elemen bioteknologi	129
Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama	130
Penghasilan Instrumen Teknik Delphi Ubah suaian	

Pusingan Pertama	131
Prosedur pengumpulan dan penganalisan data	
Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama	132
Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Kedua	132
Prosedur pengumpulan dan penganalisan data	
Teknik Delphi Ubahsuaian Pusingan Kedua	134
Prosedur menentukan aras konsistensi antara pakar dalam pusingan satu dan dua Teknik Delphi Ubah suaian	134
Fasa Proses	136
Pembinaan Modul Bioteknologi	136
Penyediaan soalan Ujian Pengetahuan Bioteknologi	137
Kajian rintis penggunaan soalan Ujian Pengetahuan Bioteknologi	140
Menguji prototaip Modul Bioteknologi yang dibangunkan	139
Kajian rintis menggunakan Modul Bioteknologi	140
Mereka bentuk semula Modul Bioteknologi hasil maklum balas guru selepas pengujian modul di sekolah	141
Menjalankan pengajaran sebenar	142
Fasa Output	147
Kaedah penilaian pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi	147
Fasa Maklum balas	150
Menentukan pandangan guru dan pelajar mengenai kebolegunaan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK	150
Penambahbaikan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK berdasarkan maklum balas guru dan pelajar	150
Prosedur menentukan perkembangan PTPK guru sebelum dan selepas menggunakan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK	151
Ringkasan	152
BAB 5: ANALISIS KEPERLUAN DAN ANALISIS KANDUNGAN	
Pendahuluan	153
Keperluan Guru Biologi Tingkatan empat dan lima Berkenaan Pengajaran	
Komponen Bioteknologi	153
Cara dan tahap pendedahan kepada Bioteknologi	153
Ketidakpastian dan kekeliruan guru tentang komponen Bioteknologi dalam sukatan pelajaran Biologi	156

Kekurangan bahan bantu mengajar	159
Kurangnya pengetahuan guru tentang pedagogi	161
Kurangnya pengetahuan guru tentang bioteknologi	162
Kurangnya pengetahuan guru tentang penggunaan teknologi	164
Cara untuk pemurnian pengajaran bioteknologi	165
Keperluan Pelajar Berkenaan Pembelajaran Komponen Bioteknologi dalam Mata pelajaran Biologi Tingkatan Empat dan Lima	168
Tahap pengetahuan bioteknologi pelajar	168
Komponen gen dan kromosom	169
Komponen kejuruteraan genetik	170
Komponen Cap Jari DNA	172
Komponen Projek Genom Manusia	173
Komponen Penyelidikan Sel Stem	173
Minat pelajar berkaitan pembelajaran komponen bioteknologi	174
Cadangan penambah baikan yang diutarakan oleh pelajar untuk pembelajaran bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi sekolah menengah	176
Sumber informasi berkaitan bioteknologi	180
Tahap Pengetahuan dan Penggunaan Teknologi, Pengetahuan Pedagogi dan Kandungan Pengetahuan Bioteknologi (PTPK) Guru- guru Semasa Mengajar Elemen Bioteknologi dalam Mata pelajaran Biologi Tingkatan Empat dan Lima	183
Analisis kuantitatif dapatan kajian menggunakan Instrumen PTPK guru	183
Analisis kualitatif dapatan kajian menggunakan Instrumen PTPK guru	184
BAB 6: PEMBANGUNAN MODUL BIOTEKNOLOGI	
Pendahuluan	191
Pembangunan Soalan Soal selidik untuk Teknik Delphi Ubah suaian Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama	196
Analisis Dapatan Pusingan Pertama Teknik Delphi Ubah suaian dari Respon Panel Pakar	197
Elemen Bioteknologi yang Sesuai dimuatkan di dalam Modul Bioteknologi	198

Elemen1: Pengenalan kepada Bioteknologi	198
Elemen 2: Teknik Tisu Kultur dan Kejuruteraan Genetik	199
Elemen 3: Bioteknologi dalam perubatan	200
Elemen 4: Bioteknologi dalam pertanian	201
Elemen 5: Bioteknologi berkaitan dengan penghasilan produk	202
Elemen 6: Impak sosial bioteknologi	203
Kaedah pengajaran yang sesuai dimuatkan di dalam Modul Bioteknologi	204
Elemen 1: Pengenalan kepada bioteknologi	204
Sub elemen: Sejarah Bioteknologi	204
Sub elemen: Konsep Asas Gen dan DNA	205
Elemen 2: Teknik Tisu Kultur dan Kejuruteraan Genetik	206
Sub elemen: Kultur tisu	206
Sub elemen: Kejuruteraan Genetik haiwan dan tumbuhan	207
Sub elemen: Analisis DNA dalam Kejuruteraan Genetik	208
Sub elemen: Projek Genom	209
Sub elemen: Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik	210
Elemen 3: Bioteknologi dalam Perubatan	211
Sub elemen: Potensi Kajian Sel Stem	211
Sub elemen: Potensi Terapi Gen	212
Sub elemen: Perubatan Molekul	213
Sub elemen: Forensik	214
Elemen 4: Bioteknologi dalam pertanian	215
Sub elemen: Akuakultur	215
Sub elemen: Aplikasi Mikrob dalam pertanian	216
Elemen 5: Bioteknologi berkaitan dengan penghasilan produk	217
Sub elemen: Fermentasi dalam Biopemprosesan	217
Sub elemen: Penghasilan Bioproduk	218
Sub elemen: Aplikasi Mikrobial dalam Biopemprosesan	219
Sub elemen: Sains Makanan	220
Elemen 6: Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan	221
Sub elemen: Kebaikan dan Keburukan Bidang Bioteknologi	221
Rumusan Dapatan dari Teknik Delphi Ubahsuaian Pusingan Pertama	222

Analisis Dapatan Pusingan Kedua Teknik Delphi Ubah suaian dari Respon Panel Pakar	223
Elemen 1: Pengenalan kepada Bioteknologi	224
Sub elemen: Sejarah Bioteknologi	224
Sub elemen: Struktur Gen dan DNA	226
Elemen 2: Teknik Tisu Kultur dan Kejuruteraan Genetik	228
Sub elemen: Kultur Tisu	228
Sub elemen: Kejuruteraan Genetik dalam haiwan dan tumbuhan	230
Sub elemen: Analisis DNA dalam Kejuruteraan Genetik	231
Sub elemen: Projek Genom	233
Sub elemen: Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik	234
Elemen 3: Bioteknologi dalam perubatan	236
Sub elemen: Potensi Kajian Sel Stem	236
Sub elemen: Potensi Terapi Gen	238
Sub elemen: Perubatan Molekul	240
Sub elemen: Forensik	241
Elemen 4: Bioteknologi dalam pertanian	243
Sub elemen: Akuakultur	243
Sub elemen: Aplikasi mikrob dalam pertanian	244
Elemen 5: Bioteknologi Berkaitan dengan penghasilan produk	246
Sub elemen: Fermentasi dalam Biopemprosesan	246
Sub elemen: Penghasilan Bioproduk	247
Sub elemen: Aplikasi mikrobial dalam Biopemprosesan	249
Sub elemen: Sains Makanan	250
Elemen 6: Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan	252
Sub elemen: Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi	252
Rumusan Dapatan dari Pusingan Satu dan Dua Teknik Delphi Ubah suaian	253
Pembangunan Modul Bioteknologi	259
Ciri Modul Bioteknologi yang dibangunkan untuk mata pelajaran Biologi Tingkatan Empat dan Lima dari aspek Elemen Bioteknologi, aktiviti pembelajaran dan strategi pengajaran	260
Elemen Bioteknologi	260
Aktiviti pembelajaran dan strategi pengajaran	261
Kajian rintis penggunaan Modul Bioteknologi yang dibangunkan	265

Ringkasan	265
BAB 7: PERLAKSANAAN DAN PENILAIAN	
Pendahuluan	266
Menjalankan aktiviti pengajaran yang sebenar	266
Menentukan Keberkesanan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	267
Perbandingan tahap pengetahuan pelajar berprestasi tinggi dan rendah selepas mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi dan pembelajaran biasa	267
Kenormalan Data	267
Homogeiniti/ Kesamaan Variasi	271
Perbandingan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi	272
Perbandingan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi	273
Perbandingan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi	275
Perbandingan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi	276
Perbandingan antara tahap peningkatan pengetahuan (<i>Gain Score</i>) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi dan rendah kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi	279
Pandangan Pelajar dan Guru Mengenai Modul Bioteknologi	280
Kesesuaian jangka masa pelaksanaan aktiviti Modul Bioteknologi	281
Kesesuaian tajuk/tema yang dipilih dalam Modul Bioteknologi	283
Kesesuaian strategi pengajaran dan pembelajaran yang dipilih dalam Modul Bioteknologi	285
Aktiviti yang menyeronokkan	287
Penambahbaikan ke atas Modul Bioteknologi	288
Ringkasan	293
BAB 8: PEMBANGUNAN MANUAL PTPK	
Pendahuluan	294
Perkembangan PTPK Guru Biologi Sebelum Menggunakan Modul	

Bioteknologi dan Manual PTPK	294
Pengetahuan bioteknologi guru	295
Pengetahuan pedagogi guru	296
Pengetahuan teknologi guru	297
Pengetahuan bioteknologi dan pedagogi guru	298
Pengetahuan bioteknologi dan teknologi guru	298
Pengetahuan pedagogi dan teknologi guru	299
Pengetahuan pedagogi, bioteknologi dan teknologi guru	300
Penghasilan Manual PTPK	301
Perkembangan PTPK Guru Biologi Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	302
Pengetahuan bioteknologi guru	302
Pengetahuan pedagogi guru	304
Pengetahuan teknologi guru	305
Pengetahuan bioteknologi dan pedagogi guru	306
Pengetahuan bioteknologi dan teknologi guru	307
Pengetahuan pedagogi dan teknologi guru	307
Pengetahuan pedagogi, bioteknologi dan teknologi guru	308
Rumusan dari Ujian PTPK Guru Sebelum dan Selepas Penggunaan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK	309
Pemerolehan Pengetahuan Teknologi, Pedagogi dan Bioteknologi	310
BAB 9: KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KAJIAN	
Pendahuluan	312
Ringkasan Kajian	312
Analisis keperluan dan analisis kandungan	312
Pembangunan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK	314
Pelaksanaan dan penilaian Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK	315
Perbandingan di antara Modul Bioteknologi yang dibangunkan Dengan Modul yang dihasilkan oleh pengkaji lain	317
Cadangan untuk Kajian Lanjutan	319
Implikasi Kajian	320
Kesimpulan	322
BIBLIOGRAFI	324
LAMPIRAN	336

SENARAI JADUAL

JADUAL	MUKA SURAT
2.1 Tema dan Bidang Pembelajaran Biologi KBSM	31
2.2 Sembilan Langkah Pengajaran Berkaitan dengan Proses Pembelajaran Individu	71
3.1 Kajian Tentang Pelajar dan Masalah Berkaitan dengan Pendidikan Bioteknologi	75
3.2 Kajian tentang guru dan masalah berkaitan dengan pendidikan Bioteknologi	75
4.1 Keperluan dan Kekurangan dari Soalan Temu bual Analisis Keperluan Guru	105
4.2 Agihan Soalan dalam Instrumen kepada Pelajar Berkenaan Bioteknologi	109
4.3 Tajuk Pembelajaran Elemen Bioteknologi dalam Sukatan Pelajaran Empat Negara	121
4.4 Objektif Pembelajaran Elemen Bioteknologi dalam Sukatan Pelajaran Empat Negara	122
4.5 Hasil Pembelajaran Elemen Bioteknologi dari Sukatan Pelajaran Empat Negara	124
4.6 Aktiviti yang Dicadangkan dari Sukatan Pelajaran Empat Negara	126
4.7 Taburan Panel Pakar yang Terlibat Dalam Kajian	128
4.8 Ringkasan Kajian bagi Fasa input	135
4.9 Agihan Soalan Ujian Pengetahuan Bioteknologi Mengikut Taksonomi Bloom	137
4.10 Senarai Soalan dan Hipotesis Kajian	148
4.11 Ringkasan Cara Analisis Data dilakukan untuk Fasa Output	149
4.12 Ringkasan Cara Analisis Dilakukan bagi Fasa Maklum balas	152
5.1 Agihan Soalan Berkenaan Pengetahuan Bioteknologi	168
5.2 Pengetahuan Pelajar Berkaitan Gen dan Kromosom	169
5.3 Pengetahuan Pelajar Berkaitan Kejuruteraan Genetik	171
5.4 Pengetahuan Pelajar Berkaitan Cap Jari DNA	172
5.5 Pengetahuan Pelajar Berkaitan Projek Genom Manusia	173
5.6 Pengetahuan Pelajar Berkaitan Penyelidikan Sel Stem	173

5.7	Minat Pelajar Berkaitan Bioteknologi	175
5.8	Cadangan dan Pandangan Pelajar Berkaitan Aktiviti Pembelajaran Dalam Kelas	177
5.9	Cadangan dan Pandangan Pelajar Berkaitan Penambahbaikan Bahan Pembelajaran dalam Buku Teks	178
5.10	Cadangan dan Pandangan Pelajar Berkaitan Kemudahan Infrastruktur dan Sumber Manusia	180
5.11	Kekerapan Penggunaan Sumber Informasi Berkaitan Bioteknologi	181
5.12	Sumber Perolehan Informasi Berkaitan Bioteknologi	181
5.13	Analisis Instrumen TPCCK Guru: Set A dan B	184
5.14	Contoh Jawapan Bagi Setiap Senario	189
6.1	Agihan Elemen Berkaitan Bioteknologi	192
6.2	Agihan Elemen dan Sub elemen Berkaitan Bioteknologi yang Dicadangkan oleh Pakar	194
6.3	Komponen Bioteknologi Bagi Elemen 1: Pengenalan Kepada Bioteknologi	198
6.4	Komponen Bioteknologi bagi Elemen 2: Teknik Kultur Tisu dan Kejuruteraan Genetik	199
6.5	Komponen Bioteknologi bagi Elemen 3: Bioteknologi dalam Perubatan	201
6.6	Komponen Bioteknologi bagi Elemen 4: Bioteknologi dalam Pertanian	202
6.7	Komponen Bioteknologi bagi Elemen 5: Bioteknologi Berkaitan dengan Penghasilan Produk	203
6.8	Komponen Bioteknologi bagi Elemen 6: Impak Bidang Bioteknologi kepada Kehidupan	203
6.9	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Sejarah Bioteknologi	205
6.10	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Konsep Gen dan DNA	206
6.11	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Kultur Tisu	207
6.12	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Kejuruteraan Genetik Haiwan dan Tumbuhan	208
6.13	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Analisis DNA dalam Kejuruteraan Genetik	209
6.14	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Projek Genom	210
6.15	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Sistem Vektor Organisma yang Terlibat dalam Kejuruteraan Genetik	211

6.16	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Potensi Kajian Sel Stem	212
6.17	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Potensi Terapi Gen	213
6.18	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Perubatan Molekul	214
6.19	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Forensik	215
6.20	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Akuakultur	216
6.21	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen Aplikasi Mikrob dalam Pertanian	217
6.22	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Fermentasi dalam Bio pemprosesan	218
6.23	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Penghasilan Bioproduct	219
6.24	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Aplikasi Mikrobial dalam Bio pemprosesan	220
6.25	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Sains Makanan	221
6.26	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Kebaikan dan Keburukan Bidang Bioteknologi	222
6.27	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Sejarah Bioteknologi	225
6.28	Kesesuaian Kaedah Pengajaran bagi Sub elemen: Sejarah Bioteknologi	226
6.29	Kesesuaian Sub elemen: Struktur Gen dan DNA	227
6.30	Kesesuaian Kaedah Pengajaran bagi Sub elemen: Konsep Gen dan DNA	227
6.31	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Teknik Kultur Tisu	228
6.32	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Kultur Tisu	229
6.33	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Kejuruteraan Genetik dalam Haiwan dan Tumbuhan	230
6.34	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Kejuruteraan Genetik Haiwan dan Tumbuhan	231
6.35	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Analisis DNA dalam Kejuruteraan Genetik	232
6.36	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Analisis DNA dalam Kejuruteraan Genetik	233
6.37	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Projek Genom	233

6.38	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Projek Genom	234
6.39	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Sistem Vektor Organisma yang Terlibat dalam Kejuruteraan Genetik	235
6.40	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Sistem Vektor Organisma yang Terlibat dalam Kejuruteraan Genetik	236
6.41	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Potensi Kajian Sel Stem	237
6.42	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Potensi Kajian Sel Stem	238
6.43	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Potensi Terapi Gen	239
6.44	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Potensi Terapi Gen	240
6.45	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Perubatan Molekul	241
6.46	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Perubatan Molekul	241
6.47	Kesesuaian dan Cadangan sub komponen bagi Sub elemen: Forensik	242
6.48	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Forensik	242
6.49	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen Bioteknologi bagi Sub elemen: Akuakultur	243
6.50	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Akuakultur	244
6.51	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen Bioteknologi bagi Sub elemen: Aplikasi Mikrob dalam Pertanian	245
6.52	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Aplikasi Mikrob dalam Pertanian	246
6.53	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Fermentasi dalam Bio pemprosesan	246
6.54	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Fermentasi dalam Bio pemprosesan	247
6.55	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Penghasilan Bio produk	248
6.56	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Penghasilan Bio produk	249
6.57	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Aplikasi Mikrobial dalam Bio pemprosesan	249

6.58	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Aplikasi Mikrobial dalam Bio pemprosesan	250
6.59	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Sains Makanan	251
6.60	Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub elemen: Sains Makanan	251
6.61	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Kebaikan dan Keburukan Bidang Bioteknologi dalam Kehidupan	252
6.62	Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen bagi Sub elemen: Impak Bidang Bioteknologi kepada Kehidupan	253
6.63	Peruntukan Kaedah Pengajaran bagi Sub elemen Bioteknologi yang Dipersetujui oleh Pakar	254
6.64	Agihan Elemen, Sub elemen dan Hasil Pembelajaran yang Ingin Dicapai di dalam Modul Bioteknologi yang Disepakati oleh Pakar	261
6.65	Aktiviti Pembelajaran dan Strategi Pengajaran Modul Bioteknologi yang Disepakati oleh Pakar	262
7.1	Dapatan Ujian Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro Wilks	268
7.2	Dapatan Ujian Levene	271
7.3	Ujian-t bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan dalam Kalangan Pelajar berprestasi Tinggi Sebelum Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi	272
7.4	Ujian-t bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Tinggi Selepas Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi	273
7.5	Analisis Kovarian Sehala (ANCOVA) bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Tinggi	274
7.6	Ujian-t bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Rendah Sebelum Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi	276
7.7	Ujian-t bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Rendah Selepas Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi	277
7.8	Analisis Kovarian Sehala (ANCOVA) bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Rendah	277

7.9	Ujian-t bagi Peningkatan Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Rendah dan Tinggi Selepas Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi	279
8.1	Pengetahuan Bioteknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	295
8.2	Pengetahuan Pedagogi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	296
8.3	Pengetahuan Teknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	297
8.4	Pengetahuan Bioteknologi dan Pedagogi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	298
8.5	Pengetahuan Bioteknologi dan Teknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	299
8.6	Pengetahuan Pedagogi dan Teknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	299
8.7	Pengetahuan Pedagogi, Bioteknologi dan Teknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	300
8.8	Pengetahuan Bioteknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	303
8.9	Pengetahuan Pedagogi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	304
8.10	Pengetahuan Teknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	305
8.11	Pengetahuan Bioteknologi dan Pedagogi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	306
8.12	Pengetahuan Bioteknologi dan Teknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	307
8.13	Pengetahuan Pedagogi dan Teknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	308
8.14	Pengetahuan Pedagogi, Bioteknologi dan Teknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK	309
8.15	Perbandingan antara Modul Bioteknologi yang dibangunkan dengan modul yang dihasilkan oleh pengkaji lain	318

SENARAI RAJAH

RAJAH	MUKA SURAT	
2.1	Pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan	55
2.2	Proses Tipikal Delphi Tiga Pusingan	60
2.3	Komponen Reka bentuk Pengajaran Morrison, Ross, Kalman & Kemp.	65
3.1	Masalah pelaksanaan pendidikan bioteknologi dan jurang yang wujud	77
3.2	Kerangka Teori Pembangunan Modul Bioteknologi	79
3.3	Langkah dalam Fasa Input	81
3.4	Langkah dalam Fasa Proses	83
3.5	Persediaan guru sebelum melakukan pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi	84
3.6	Guru mendapatkan perhatian pelajar prestasi tinggi dan rendah	85
3.7	Guru memaklumkan hasil pembelajaran yang diharapkan kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah	86
3.8	Guru meransang pembelajaran terdahulu pelajar prestasi tinggi dan rendah	87
3.9	Guru mempersembahkan kandungan pelajaran mengenai mitosis kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah	87
3.10	Guru menyampaikan kandungan pelajaran mengenai pertumbuhan dan mitosis kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah	88
3.11	Guru menyampaikan kandungan pelajaran mengenai Kultur Tisu kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah	89
3.12	Guru mengajar mengenai Teknik Kultur Tisu kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah	89
3.13	Guru menggalakkan persembahan pelajar prestasi tinggi dan rendah	91
3.14	Guru memberi maklum balas dan menilai persembahan pelajar prestasi tinggi dan rendah	92
3.15	Guru meransang pelajar berprestasi tinggi dan rendah mengingat semula dan membuat generalisasi	93
3.16	Langkah dalam Fasa Output	95
4.1	Reka bentuk kajian Kuasi Eksperimental	147
7.1	Histogram pencapaian ujian pra bagi pelajar berprestasi rendah menggunakan kaedah pengajaran biasa (Kumpulan Kawalan)	268

7.2	Histogram pencapaian ujian pasca oleh pelajar berprestasi rendah menggunakan kaedah pengajaran biasa (Kumpulan Kawalan)	269
7.3	Histogram pencapaian ujian pra bagi pelajar berprestasi rendah menggunakan kaedah pengajaran dengan Modul Bioteknologi (Kumpulan Rawatan)	269
7.4	Histogram pencapaian ujian pasca bagi pelajar berprestasi rendah menggunakan kaedah pengajaran dengan Modul Bioteknologi (Kumpulan Rawatan)	269
7.5	Histogram pencapaian ujian pra bagi pelajar berprestasi tinggi menggunakan kaedah pengajaran biasa (Kumpulan Kawalan)	270
7.6	Histogram pencapaian ujian pasca bagi pelajar berprestasi tinggi menggunakan kaedah pengajaran biasa (Kumpulan Kawalan)	270
7.7	Histogram pencapaian ujian pra bagi pelajar berprestasi tinggi menggunakan kaedah pengajaran dengan Modul Bioteknologi (Kumpulan Rawatan)	270
7.8	Histogram pencapaian ujian pasca bagi pelajar berprestasi tinggi menggunakan kaedah pengajaran dengan Modul Bioteknologi (Kumpulan Rawatan)	271

BAB 1

PENDAHULUAN

Pendahuluan

Bidang Bioteknologi adalah satu cabang sains yang menggabungkan bidang biologi dan teknologi di mana ia melibatkan proses penggunaan keseluruhan atau sebahagian sistem hidup organisma bagi tujuan memanipulasian proses semula jadi sesuatu sistem atau alam sekitar untuk menghasilkan produk baru dengan kandungan genetik yang berbeza dari organisma induknya (Moreland, Jones, & Cowie, 2006). Bidang ini mampu memberikan impak kepada pelajar dan generasi akan datang, di samping kepada ekonomi sesebuah negara (Kirkpatrick, Orvis, & Pittendrigh, 2002; Simpkins, Davis-Kean & Eccles, 2006). Bidang bioteknologi telah membawa kemajuan dalam bidang sains dan telah merubah cara manusia mengatasi penyakit, menanam tanaman, serta menyediakan makanan kepada manusia dan hidupan selainnya (Dawson, 2007; Kirkpatrick et al., 2002).

Kesan dari pentingnya bidang bioteknologi pada abad ke 21 ini, beberapa negara telah memasukkannya sama ada sebagai satu topik khusus ataupun sebagai satu mata pelajaran baru di dalam kurikulum pendidikan sedia ada di sekolah (France, 2007). Komponen bioteknologi ini diterapkan ke dalam mata pelajaran Sains dan Sains Tulin seperti Biologi ataupun diajar sebagai satu mata pelajaran baru yang khusus, dikenali sebagai Teknologi atau Pertanian (Hanegan & Bigler, 2009; Steele & Aubusson, 2004).

Namun demikian, wujud beberapa masalah dalam pelaksanaan pendidikan bioteknologi di sekolah. Antaranya adalah guru kurang pengetahuan pedagogi (Bryce & Gray, 2004; Fonseca, Costa, Lencastre, & Tavares, 2012; Kamisah Osman, Zanaton Iksan, & Lilia Halim, 2007; Kwon & Chang, 2009; Maekawa & Macer, 2004; Niess, 2005; Steele & Aubusson, 2004), guru kurang pengetahuan teknologi (Groff & Mouza,

2008; Mehlinger & Powers, 2002; Niess, 2005), guru kurang pendedahan dan latihan berkaitan bioteknologi (Bryce & Gray, 2004; Maekawa & Macer, 2004; Steele & Aubusson, 2004) dan guru kurang pengetahuan bioteknologi (Nor Arizah Masiron, 2008; Prokop, Leskova, Kubiato, & Diran, 2007). Di samping itu, kekurangan bahan bantu mengajar di sekolah menyebabkan aktiviti secara *hands-on* tidak dapat dijalankan (Murniza Muhamad, Halimah Badioze Zaman, & Azlina Ahmad, 2010; Nor Arizah Masiron, 2008). Semua faktor yang dinyatakan ini seterusnya menyebabkan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar rendah dan kurang tepat (Chabalengula, Mumba, & Chitiyo, 2011; Dawson, 2007; Fonseca et al., 2012; Prokop et al., 2007; Usak, Erdogan, Prokop, & Ozel, 2009) serta pelajar mempunyai konsep bioteknologi yang salah (Falk, Brill, & Yarden, 2008).

Memandangkan peri pentingnya bidang bioteknologi ini, kurikulum Sains dan Biologi khususnya di peringkat sekolah menengah di Malaysia juga telah diolah bagi memberikan pelajar pengetahuan, kemahiran sains dan teknologi serta kebolehan menyelesaikan masalah, membuat keputusan yang tepat dalam menangani masalah kehidupan seharian mereka berdasarkan sikap saintifik dan nilai murni yang berkaitan (Kementerian Pelajaran, 2005; Norris & Phillips, 2003). Pendidikan Sains juga di dapati berperanan penting bagi meningkatkan literasi saintifik, di samping memupuk kebolehan pelajar membuat keputusan bermakna mengenai sesuatu isu sosio-saintifik dan seterusnya menjadikan mereka warganegara yang aktif dan seimbang (Bryce & Gray, 2004; Millar, 2006; Sadler & Zeidler, 2004). Bidang Sains dan Teknologi yang berkait rapat dengan bidang Bioteknologi menyebabkan bidang bioteknologi mula diberi perhatian yang penting dalam bidang pendidikan (Hanegan & Bigler, 2009; Steele & Aubusson, 2004). Dari pengalaman dan pemerhatian pengkaji sendiri sebagai guru biologi, masalah dalam penerapan bidang bioteknologi ke dalam kurikulum sekolah seperti mana yang telah dinyatakan dalam dapatan kajian pengkaji sebelum ini juga dialami oleh pengkaji sendiri.

Oleh itu, semua masalah yang dinyatakan ini perlu diperhalusi dan ditangani dengan sebaik mungkin kerana aspek pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan (PTPK) bioteknologi guru yang kukuh mempengaruhi pencapaian objektif pembelajaran bioteknologi pelajar. Justeru itu di bahagian selanjutnya, perbincangan dilakukan bagi meninjau perkara ini secara lebih mendalam.

Latar Belakang Kajian

Kejayaan sesuatu sistem pendidikan banyak bergantung kepada pelaksanaan secara sistematik sesuatu kurikulum yang telah digubal. Namun demikian, adalah amat mendukacitakan sekiranya kurikulum yang telah dirangka dengan baik tidak mampu dilaksanakan dengan jayanya dan akhirnya objektif pembelajaran yang telah digariskan tidak akan tercapai (Ee Ah Meng, 2003). Contohnya, kajian oleh Murniza et al. (2010) melaporkan bahawa guru sains tidak menjalankan eksperimen semasa sesi pengajaran kerana kebanyakan makmal di sekolah mempunyai alatan radas yang tidak mencukupi dan rosak. Ini menyukarkan guru untuk menyampaikan pengajaran sesuatu konsep dengan baik memandangkan terdapat guru yang mempunyai pengetahuan pedagogi dan kandungan mata pelajaran yang tidak kukuh.

Di samping itu, pelajar juga di dapati tidak biasa menggunakan alatan radas makmal kerana guru kurang memberi pendedahan melalui aktiviti eksperimen. Antara faktor lain yang dilihat menyumbang kepada senario ini adalah kerana guru perlu menghabiskan sukatan pelajaran tepat pada masanya serta masa yang banyak diperlukan untuk membuat persediaan bahan pengajaran menyebabkan aktiviti eksperimen secara *hands-on* tidak dapat dilaksanakan oleh guru. Justeru itu, hasrat Kementerian Pendidikan Malaysia seperti mana yang termaktub di dalam Falsafah Pendidikan Kebangsaan (FPK) sukar dicapai. Oleh yang demikian, bagi mengatasi masalah ini, guru perlu dibekalkan dengan ilmu pengetahuan berkaitan teknologi, pengetahuan pedagogi serta pengetahuan

kandungan bioteknologi khususnya bagi memudahkan mereka menyampaikan isi pengajaran secara berkesan. Sehubungan ini, beberapa kajian yang telah dijalankan oleh pengkaji luar negara juga menunjukkan bahawa guru perlu dibimbing dan diberi peneguhan dari aspek pengetahuan teknologi, pedagogi dan pengetahuan bioteknologi (Chabalengula, et al., 2011; Fonseca et al., 2012; Jones, Harlow, & Cowie, 2004; Kwon & Chang, 2009; Prokop, Leskova, Kubiato & Diran, 2007). Di samping itu, kekurangan latihan akademik (Grayford, 1987) dan latihan praktikal (Thomas et al., 2002) yang dihadapi oleh guru juga perlu ditangani segera.

Seperti mana perubahan yang berlaku di negara lain, bidang bioteknologi di Malaysia juga mula mendapat perhatian daripada pelbagai pihak. Antara kajian yang dilaporkan adalah berkaitan dengan penerimaan bioteknologi masyarakat Malaysia (Latifah Amin, Hasrizul Hashim, Nik Marzuki Sidik, Zinatul A. Zainol, & Nurina Anuar, 2011a; Latifah Amin & Jamaluddin Md. Jahi, 2006; Latifah Amin, Zinatul A. Zainol, Jamaluddin Md. Jahi, Abd Rahim Md Nor, Mohamad Osman & Nor Muhammad Mahadi, 2011b), persepsi masyarakat berkaitan dengan etika bioteknologi (Latifah Amin, Noor Ayuni Ahmad Azlan, Jamil Ahmad, Hasrizul Hashim, Abdul Latif Samian & Mohamad Sobri Haron, 2011c; Latifah Amin, Noor Ayuni Ahmad Azlan, Hasrizul Hashim, & Jamil Ahmad, 2011d) serta kesedaran dan pengetahuan bioteknologi masyarakat Malaysia (Latifah Amin, Noor Ayuni Ahmad Azlan, Mohd Fadhli Hamdan, Abdul Latif Samian, & Mohamad Sabri Haron, 2011e).

Namun demikian, ke semua kajian yang dinyatakan ini hanya membincangkan mengenai aspek bioteknologi yang dikaitkan dengan masyarakat Malaysia sahaja. Hanya beberapa kajian yang telah dijalankan sahaja yang membabitkan guru dan pelajar serta masalah pelaksanaan pendidikan bioteknologi di sekolah (Tamby Subahan Mohd Meerah, Mohd Fairuz Ahmad Harail, & Lilia Halim, 2012; Nor Arizah Masiron, 2008; Mohd. Firdaus-Raih et al., 2005; Rashidah Begum Gelamdin & Norlidah Alias, 2012).

Kajian oleh Tamby Subahan et al. (2012) melibatkan penentuan tahap pengetahuan dan sikap pelajar sekolah menengah manakala Nor Arizah Masiron (2008) pula menentukan kefahaman dan sikap guru pertanian terhadap bidang bioteknologi. Rashidah Begum Gelamdin dan Norlidah Alias (2012) pula menentukan masalah dalam pelaksanaan pendidikan bioteknologi di sekolah, di dapati antara faktor yang menyumbang kepada masalah perlaksanaannya adalah kurangnya pengetahuan bioteknologi dan pedagogi guru, kurangnya kemudahan infrastruktur dan bahan bantu mengajar yang boleh digunakan semasa mengajar konsep bioteknologi. Walaupun bioteknologi merupakan satu komponen kecil dalam sukatan pelajaran biologi di Malaysia, namun ia memberi impak yang besar kepada manusia dan alam sekelilingnya dan ia perlu diberi perhatian yang sewajarnya.

Daripada kajian-kajian yang telah dinyatakan ini, masih banyak lagi ruang yang perlu dilihat secara lebih mendalam. Umpamanya, aspek guru dalam perkhidmatan yang sedang mengajar di sekolah, aspek pedagogi, kemahiran manipulatif dan kandungan pengetahuan guru berkaitan Bioteknologi perlu dilihat secara lebih dekat. Selain itu, pengaplikasian teknologi terkini dalam proses pengajaran dan pembelajaran dalam kelas juga perlu dilihat dengan lebih terperinci. Di samping itu, dalam konteks pelajar pula, di dapati masih banyak lagi aspek lain yang perlu dilihat; umpamanya aspek pengetahuan, penerimaan dan minat pelajar berhubung dengan isu-isu Bioteknologi.

Kajian lepas menunjukkan bahawa modul pembelajaran komponen bioteknologi disediakan bagi membantu pelajar memahami konsep kejuruteraan genetik dan genom (Falk, Piontkovitz, Brill, Baram, & Yarden, 2003; Kirkpatrick et al., 2002; Klop, Severiens, Knipples, Van Mil, & Ten Dam, 2010; Mohd Firdaus-raih et al., 2005). Walaupun modul yang dihasilkan oleh Mohd Firdaus-raih et al. (2005) adalah untuk kegunaan pelajar di Malaysia, namun ia di dapati lebih sesuai untuk kegunaan pelajar di tingkatan enam dan tidak bagi kegunaan pelajar Tingkatan empat dan lima. Selain itu,

modul yang dihasilkan oleh Klop et al. (2010) pula melibatkan kolaborasi antara sekolah dan universiti di mana pelajar menjalankan aktiviti di universiti yang melibatkan aktiviti secara *hands-on* dan perbincangan. Namun demikian, pendekatan seperti ini sukar dilakukan dalam sistem persekolahan di Malaysia kerana wujudnya kekangan di mana tidak ramai pelajar yang boleh dilibatkan dan ia memerlukan kos yang tinggi. Adalah lebih sesuai jika aktiviti pengajaran dan pembelajaran bioteknologi ini dijalankan di sekolah sahaja.

Selain itu, kurang penekanan yang dilihat sehingga kini bagi membimbing guru melaksanakan pengajaran komponen bioteknologi di sekolah; yang mengambil kira aspek pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi yang mereka miliki walaupun keperluan akan perkara ini telah dilaporkan oleh beberapa pengkaji (Fonseca et al., 2012; Grayford, 1987; Kwon & Chang, 2009; Prokop et al., 2007). Oleh yang demikian, kajian ini adalah penting dijalankan memandangkan guru berperanan untuk memupuk dan menyemai pengetahuan dan minat pelajar mempelajari bioteknologi dan seterusnya membantu dalam penghasilan modal insan yang akan menjadi bakal pemimpin negara, penggubal dasar, pembuat keputusan serta menjadi pengguna yang bijak pada masa akan datang (Tamby Subahan Mohd Meerah et al., 2012). Generasi akan datang haruslah mempunyai keupayaan untuk membuat sesuatu keputusan yang konkrit; berasaskan ciri-ciri saintifik apabila mereka berdepan dengan isu-isu bioteknologi yang berkaitan dengan nilai-nilai etika dan nilai murni sejajar dengan pegangan hidup mereka. Usaha ini juga diharap akan berjaya membentuk anak-anak didik di negara ini yang menjadi warga yang dapat menyuntik idea baru dalam bidang bioteknologi serta dapat menyumbangkan kepakaran di persada antarabangsa, berlandaskan nilai-nilai murni dan saintifik yang telah sebatikan dalam diri mereka.

Penyataan Masalah

Matlamat pendidikan Sains sekarang ini bukan hanya bertujuan untuk melatih pelajar menjadi generasi saintis pada masa akan datang, malahan juga mampu menangani ke semua masalah global yang dihadapi oleh manusia sejagat, umpamanya berkaitan dengan pemanasan global dan kesan rumah hijau. Di samping itu, pengetahuan bioteknologi amat penting didedahkan kepada pelajar kerana merekalah yang perlu membuat sesuatu keputusan yang bijak dengan disokong dengan kefahaman saintifik semasa menangani sesuatu isu berkaitan; umpamanya mengenai penghasilan organisma yang telah termodifikasi kandungan genetiknya. Kesemua ini memerlukan pelajar menggunakan kebolehan kognitif, mempunyai nilai dan motivasi diri untuk menyelesaikan isu-isu berkaitan dengan sosio saintifik seperti isu berkenaan bioteknologi (Holbrook & Rannikmae, 2007).

Dalam konteks pendidikan di Malaysia, amalan dalam sistem pendidikan yang berorientasikan peperiksaan tidak menyediakan persekitaran yang kondusif ke arah pembudayaan literasi sains di sekolah. Pendekatan yang berorientasikan peperiksaan menyebabkan guru menghabiskan sukatan pelajaran yang telah ditetapkan oleh Kementerian Pendidikan dalam kerangka masa persekolahan. Ini menyebabkan mereka mengutamakan penguasaan pengetahuan serta konsep-konsep sains yang diuji dalam peperiksaan dan mengurangkan penekanan ke atas penguasaan kemahiran saintifik. Pengajaran sains juga di dapati masih mengekalkan kaedah pemindahan fakta dan kurang usaha untuk menggunakan kaedah inkuiri serta lain-lain pendekatan pengajaran yang boleh memupuk minat pelajar untuk mempelajari sains, sekali gus menanamkan sikap saintifik yang positif dalam diri mereka (Kamisah Osman, Zanaton Iksan, & Lilia Halim, 2007).

Sehubungan itu, komponen bioteknologi yang dimuatkan ke dalam sistem pendidikan di dalam mata pelajaran tertentu di dapati tidak mencapai hasrat yang

diinginkan dalam pengajaran dan pembelajaran (Murniza et al., 2010; Steele & Aubusson, 2004). Antara faktor penyebab yang menyumbang kepada keadaan ini adalah konsep bioteknologi bersifat abstrak dan kompleks (Knippels, Waarlo, & Boersma, 2005; Harms, 2002; Murniza et al., 2010) menyebabkan pengajarannya tidak dilakukan oleh guru dan menyebabkan pelajar tidak berjaya menguasai pengetahuan ini. Perkembangan terlalu pesat dalam bidang ini juga menyebabkan guru ketinggalan dari aspek pengetahuan bioteknologi sedia ada dan ini menyukarkan pengajaran dan pembelajaran komponen ini (Dunham, Wells & White, 2002). Selain itu, pengetahuan pelajar berkaitan dengan konsep dan prosedur bioteknologi juga di dapati agak rendah dan kurang tepat (Chabalengula et al., 2011; Dawson, 2007; Fonseca et al., 2012; Prokop et al. 2007; Usak et al., 2009). Fonseca et al. (2012) serta Falk et al. (2008) juga mendapati bahawa pelajar yang terlibat dalam kajian mereka mempunyai konsep yang salah dan sering terkeliru mengenai isu bioteknologi yang kompleks.

Selain itu, dapatan dari kajian yang telah dijalankan di negara-negara seperti Scotland, Spain dan New Zealand juga menunjukkan bahawa guru di negara tersebut tidak mengajar topik berkaitan dengan bioteknologi kerana mereka tidak mempunyai sumber peralatan yang mencukupi untuk menjalankan aktiviti eksperimen; di samping tidak mendapat latihan akademik secukupnya untuk menyampaikan aktiviti pengajaran dengan baik (Bryce & Gray, 2004; Maekawa & Macer, 2004; Steele & Aubusson, 2004), kurang pengetahuan konsep bioteknologi dan proses yang berkaitan dengannya (Prokop et al., 2007), serta kurang kefahaman berhubung dengan konsep bioteknologi (Chabalengula et al., 2011). Keadaan ini berkemungkinan disebabkan oleh pengetahuan sedia ada guru yang diperolehi semasa di peringkat universiti mengenai bioteknologi ini sudah lapuk dan tidak relevan dengan penemuan–penemuan terbaru yang dilaporkan sekarang ini (Chabalengula et al., 2011). Di samping itu, faktor kurangnya pengetahuan dari aspek pedagogi (Bryce & Gray, 2004; Fonseca et al., 2011; Kwon & Chang, 2009), kekangan

masa, dan kekurangan dana juga merupakan faktor yang menghalang usaha guru untuk mengajar topik berkaitan bioteknologi ini (Bryce & Gray, 2004; Hanegan & Bigler, 2009; Kwon & Chang, 2009; Steele & Aubusson, 2004).

Sehubungan itu, pengajaran dan pembelajaran bioteknologi ini akan hanya berjaya dilaksanakan jika tenaga pengajarnya mempunyai kemahiran yang tinggi dari segi pedagogi dan kandungan pengetahuannya (Falk et al., 2008; Wallace & Kang, 2004). Faktor ini perlu diberi perhatian yang serius memandangkan kandungan pengetahuan yang guru punyai ini akan mempengaruhi bagaimana berjayanya mereka mengajar dan adakah pelajar mampu mempelajari dan memahami sesuatu konsep yang diajar (Lilia Halim & Tamby Subahan Mohd Meerah, 2002; Roehrig & Luft, 2004). Berakar umbi dari perkara ini juga, pengetahuan kandungan guru yang lemah akan menyebabkan guru tidak begitu peka akan kesalahan konsep dalam kalangan pelajarannya (Lilia Halim & Tamby Subahan Mohd Meerah, 2002) dan pelajar akan terus membawa kesalahan konsep mereka ini ke peringkat pengajian yang lebih tinggi atau digunakan dalam menyelesaikan masalah dan isu yang berkaitan dengan bioteknologi.

Dari pengalaman pengkaji sendiri mengajar komponen ini dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima, di dapati sukar bagi guru menyampaikan kandungan pengajaran bioteknologi kepada pelajar. Antara faktor yang menyumbang kepada fenomena ini adalah komponen Bioteknologi ini tidak diberi penekanan yang sewajarnya dalam sukatan pelajaran, ciri semula jadi komponen ini yang bersifat abstrak, kaedah penyampaian yang kurang berkesan, kekurangan pengetahuan terkini mengenai aplikasi bioteknologi serta penyusunan dan penyampaian komponen ini di dalam bab-bab yang terpilih dalam buku teks di dapati tidak memperlihatkan kesinambungannya.

Oleh itu, sebagai salah satu jalan penyelesaian, guru haruslah mempunyai pengetahuan teknologi yang merangkumi teknologi pendidikan asas seperti penggunaan buku teks, papan tulis, sehinggalah kepada penggunaan teknologi terkini seperti

komputer, internet, multimedia, papan interaktif dan seumpamanya bagi memudahkan proses pengajaran dan pembelajaran serta membantu pelajar memahami mata pelajaran yang diajar (Rozaiman Makmun, Zamri Mahamod, Noor Izam Mohd Taib, & A. Rahman Haron, 2011). Guru juga sewajarnya boleh mengendali dan menggunakan alatan radas bermula dari tabung uji sehinggalah kepada peralatan lain yang lebih canggih yang terdapat di dalam makmal. Melalui keupayaan guru membangunkan aspek pengetahuan teknologi, pedagogi dan pengetahuan kandungan (PTPK) sesuatu sumber ilmu, maka ianya akan memudahkan proses pembelajaran pelajar dan seterusnya meningkatkan perkembangan pengetahuan pelajar (Niess, 2005), terutamanya dalam konteks kajian ini yang merujuk kepada pengetahuan bioteknologi.

Di samping pengetahuan kandungan bioteknologi dan pedagogi yang sesuai, pengetahuan teknologi dalam kalangan guru juga perlu diberi perhatian. Melalui pengetahuan teknologi guru yang jitu, guru akan dapat mereka bentuk, membangun, menyimpan, mengedar dan mengakses bahan bantu mengajar secara cekap (Chou & Tsai, 2002). Namun demikian, fenomena yang bersifat ideal ini di dapati tidak mencapai sasaran dan di dapati teknologi dalam bidang pendidikan ini tidak diintegrasikan secara komprehensif di dalam bilik darjah oleh guru-guru (Groff & Mouza, 2008; Levin & Wadmany, 2008; Songer, 2007). Beberapa kajian juga menunjukkan bahawa guru tidak dapat menggunakan teknologi secara berkesan semasa menyampaikan pengajaran di sebabkan oleh faktor kurangnya pengalaman serta pengetahuan mereka tentang komputer dan ini mengganggu proses pengajaran dan pembelajaran (Groff & Mouza, 2008; Mehlinger & Powers, 2002; Niess, 2005).

Seperkara lagi adalah kerap kali, pelajar yang berprestasi rendah dikaitkan dengan kelemahan mereka memahami dan menguasai konsep yang bersifat abstrak dan melibatkan kemahiran berfikir pada aras tinggi; berbanding dengan pelajar berprestasi tinggi (Lee Shu Shing, 2013; Zohar & Dori, 2003). Lee Shu Shing (2013) dalam kajiannya

mendapati bahawa pelajar berprestasi tinggi mahupun rendah yang mengikuti pembelajaran berkaitan Teori Sel yang pada mulanya hanya mempunyai proses kognitif ringkas telah menunjukkan kemampuan mencapai kognitif kompleks di akhir kajiannya. Sehubungan ini, memandangkan komponen bioteknologi juga melibatkan penguasaan kemahiran berfikir pada aras tinggi, maka adalah perlu kajian ini dilakukan bagi melihat sejauh mana peningkatan tahap pengetahuan bioteknologi kedua-dua kumpulan pelajar berprestasi tinggi dan rendah semasa mereka menyelesaikan masalah, berdebat, mengambil keputusan dan membuat kesimpulan. Kerap dikatakan bahawa pelajar berprestasi tinggi lebih bersedia menangani pembelajaran konsep yang kompleks seperti yang terdapat dalam bidang bioteknologi dan berupaya membuat keputusan yang sewajarnya; berbanding dengan keupayaan pelajar berprestasi rendah.

Oleh yang demikian, kesemua faktor yang dibincangkan ini menyebabkan pengkaji mengambil inisiatif untuk menjalankan kajian bagi melihat tahap PTPK sedia ada dalam kalangan guru Biologi semasa menyampaikan konsep berkaitan dengan bioteknologi. Kajian ini juga berfokus kepada pengajaran konsep bioteknologi kepada bukan sahaja pelajar berprestasi tinggi, malahan juga kepada pelajar berprestasi rendah yang mengikuti pembelajaran berpandukan aktiviti yang terdapat di dalam Modul Bioteknologi yang telah dibina dalam kajian ini.

Objektif Kajian

Berasaskan kenyataan masalah yang telah dibincangkan, tujuan utama kajian ini adalah untuk membangunkan Modul Bioteknologi serta menentukan keberkesanan modul ini dalam meningkatkan pengetahuan bioteknologi pelajar yang terlibat. Selain itu, kajian ini juga mengesan perkembangan PTPK guru yang terlibat dalam kajian ini, menentukan tahap pengetahuan pelajar, minat dan sumber perolehan maklumat berkaitan

bioteknologi. Dalam kajian ini, Model Pengajaran Isman (2011) telah diadaptasikan.

Oleh itu, objektif khusus kajian ini diperihalkan seperti berikut:

Fasa Input: Analisis keperluan dan analisis kandungan

1. Untuk mengenal pasti keperluan guru yang mengajar mata pelajaran Biologi berkaitan dengan komponen Bioteknologi.
2. Untuk mengenal pasti keperluan pelajar yang mengikuti pengajaran mata pelajaran Biologi berkaitan dengan Komponen Bioteknologi.
3. Untuk mengenal pasti tahap kandungan pengetahuan teknologi, pedagogi dan pengetahuan kandungan (PTPK) bioteknologi guru-guru Biologi semasa mengajar elemen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima.
4. Untuk membandingkan elemen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran Biologi negara Singapura, Indonesia, China (Hong Kong) dan Malaysia.
5. Untuk menentukan isi kandungan Modul Bioteknologi yang dibangunkan untuk mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima dari aspek:
 - i. elemen Bioteknologi
 - ii. aktiviti pembelajaran
 - iii. strategi pengajaran

Fasa Proses: Pembangunan Modul Bioteknologi

6. Untuk membina dan menguji rintis prototaip Modul Bioteknologi, mereka bentuk semula dan aktiviti pengajaran sebenar.

Fasa Output: Penilaian keberkesanan Modul Bioteknologi.

7. Untuk menentukan sekiranya ada perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan (mengikuti pembelajaran biasa) dan rawatan (mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) sebelum dan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

8. Untuk menentukan sekiranya ada perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) antara kumpulan kawalan (mengikuti pembelajaran biasa) dan rawatan (mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) sebelum dan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.
9. Untuk menentukan sekiranya ada perbezaan yang signifikan peningkatan tahap pengetahuan (*gain score*) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan (mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Fasa Maklum balas : Maklumat tentang kebolegunaan Modul Bioteknologi

10. Untuk mendapatkan pandangan guru dan pelajar tentang kebolegunaan Modul Bioteknologi.

Objektif asal kajian ini adalah setakat pembinaan Modul Bioteknologi untuk pengajaran dan pembelajaran. Sehubungan ini semasa menjalankan kajian, selain dari mendapat tahu tentang masalah dan cabaran yang dihadapi oleh guru, pengkaji juga telah menentukan tahap PTPK dua guru yang terlibat sebelum bermula kajian. Seterusnya, pemerhatian ke atas kedua orang guru semasa latihan dan juga sepanjang mereka mengajar pelajar menggunakan modul yang dibina ini, di dapati bahawa PTPK mereka semakin meningkat. Melihat kepada keadaan ini, pengkaji seterusnya telah membangunkan Manual PTPK yang disusun melibatkan prosedur, teknik, bahan bantu mengajar dan kaedah bagi membantu guru melaksanakan aktiviti yang terdapat di dalam Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan. Oleh yang demikian, pengkaji telah menambah dua lagi objektif kajian seperti yang dinyatakan:

11. Untuk menentukan tahap PTPK guru-guru Biologi sebelum dan selepas menggunakan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK
12. Untuk menyediakan Manual PTPK

Persoalan Kajian

Rentetan daripada objektif kajian yang telah dinyatakan di atas, kajian yang dijalankan ini menjawab persoalan kajian berikut berdasarkan fasa-fasa kajian yang telah dinyatakan.

Fasa Input:

- Soalan 1. Apakah keperluan guru berkenaan pembelajaran komponen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima?
- Soalan 2. Apakah keperluan pelajar berkenaan pembelajaran komponen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima?
- Soalan 3. Apakah tahap pengetahuan dan penggunaan teknologi, pengetahuan pedagogi dan kandungan pengetahuan Bioteknologi (PTPK) guru Biologi semasa mengajar elemen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima?
- Soalan 4. Apakah isi kandungan Modul Bioteknologi yang dibangunkan untuk mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima dari aspek:
 - i. elemen Bioteknologi
 - ii. aktiviti pembelajaran
 - iii. strategi pengajaran

Fasa Output:

- Soalan 5a. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan (pembelajaran biasa) dan kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan

Modul Bioteknologi) sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?

H₀₁: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₁: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Soalan 5b. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan (pembelajaran biasa) dan kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?

H₀₂: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₂: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Soalan 6a. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) antara kumpulan kawalan (pembelajaran biasa) dan kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?

H₀₃: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₃: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Soalan 6b. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan kawalan (pembelajaran biasa) dan kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?

H₀₄: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₄: Terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Soalan 7. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan (*gain score*) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan

berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?

H₀₅: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan (gain score) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₅: Terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Fasa Maklum balas:

Soalan 8. Apakah pandangan guru tentang Modul Bioteknologi?

Soalan 9: Apakah pandangan pelajar tentang Modul Bioteknologi?

Oleh kerana pemerhatian pengkaji sepanjang implementasi Modul Bioteknologi ini terhadap guru menunjukkan PTPK mereka bertambah baik, maka terdapat tambahan soalan kajian yang dikemukakan oleh pengkaji seperti berikut:

Soalan 10. Apakah perkembangan PTPK guru Biologi sebelum dan selepas menggunakan Modul Bioteknologi?

Soalan 11. Bagaimanakah berkesannya Manual PTPK sebagai panduan guru untuk mengajar bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi?

Rasional Kajian

Perubahan dalam proses bioteknologi yang berlaku sehingga kini telah memberi impak yang besar kepada kehidupan individu dan masyarakat; khususnya dalam bidang kesihatan, pertanian, industri makanan dan perubatan (Dawson, 2007). Merujuk kepada kepentingan bioteknologi dan pernyataan masalah yang telah dinyatakan sebelum ini, adalah menjadi satu keperluan agar guru mempunyai pengetahuan bioteknologi yang padu bagi membolehkan pengajaran dilakukan secara berkesan dan sistematik. Di samping itu, guru juga perlu mempunyai kemahiran dan pengetahuan pedagogi yang bersesuaian semasa menyampaikan pengajaran elemen bioteknologi kepada kumpulan pelajar berprestasi tinggi mahupun rendah.

Sehubungan itu, guru haruslah mempunyai pengetahuan berkaitan dengan pelbagai teknologi yang boleh digunakan sebagai pemudah cara dalam usaha penyampaian sesuatu komponen bioteknologi kepada pelajar. Namun demikian, di dapati bahawa guru-guru mempunyai kekangan iaitu dari aspek kekurangan masa mengajar dan bahan pengajaran yang relevan; menjadikannya halangan utama dalam pengajaran berkesan sesuatu isu yang berkaitan. Sebagai perantara bagi pelaksanaan sesuatu kurikulum; persepsi dan kepercayaan yang dipunyai oleh guru adalah menjadi pangsi utama terhadap penyampaian berkesan sesuatu bahan kurikulum (Lee, Abd-El-Khalick, & Choi, 2006). Di samping itu, guru juga merupakan agen yang bakal melahirkan modal insan yang akan menjadi peneraju masa depan negara.

Berdasarkan Laporan Rancangan Malaysia ke-10 (RMK 10, 2010), modal insan merupakan sumber paling penting bagi membolehkan Malaysia beralih kepada keadaan ekonomi yang lebih memberangsangkan dan diterajui oleh inovasi. Bagi membolehkan Malaysia bersaing di peringkat global dan memacu ekonomi yang diterajui oleh inovasi, negara perlu memupuk, menarik dan mengekalkan modal insan yang cemerlang. Pembangunan modal insan merupakan asas utama untuk menjayakan transformasi ke arah

negara berpendapatan tinggi (Laporan RMK 10, 2010, ms. 18). Oleh itu, hasrat yang ingin dicapai ini adalah bergantung sepenuhnya kepada keupayaan guru untuk menarik minat dan membentuk pelajar untuk berusaha menimba pengetahuan bioteknologi; tidak kira sama ada pelajar tersebut adalah pelajar berprestasi tinggi mahupun rendah.

Secara tuntasnya, daripada apa yang telah diutarakan ini, dapat dikatakan bahawa aspek kesediaan guru dan pelajar perlu diberi perhatian sewajarnya bagi membolehkan pendidikan bioteknologi dijalankan secara lebih terancang. Justeru itu, apa yang telah dinyatakan oleh pengkaji di dalam persoalan kajian diharap berupaya memberikan satu dimensi baru yang akan menjadi titik tolak kepada kejayaan yang ingin dicapai seperti mana yang diharapkan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia.

Signifikan Kajian

Signifikan kajian yang dijalankan ini adalah seiring dengan objektif pendidikan Biologi yang telah termaktub dalam Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KPM, 2012). Antara objektif yang ingin dicapai adalah untuk membolehkan pelajar memperoleh pengetahuan dan kefahaman tentang konsep dan prinsip Biologi serta boleh menghubungkan pengetahuan ini dengan fenomena alam semula jadi, bidang teknologi dan kehidupan seharian. Ia juga diharap dapat membolehkan pelajar menguasai dan mengaplikasi pengetahuan sains, kemahiran berfikir dan kemahiran saintifik secara kritis dan kreatif berasaskan sikap saintifik dan nilai murni dalam penyelesaian masalah dan membuat keputusan yang berkaitan. Seterusnya, pelajar juga diharap dapat menggunakan pengetahuan untuk meningkatkan status kesihatan, menangani cabaran sains dan teknologi, menghargai dan mampu menyumbang terhadap pembangunan negara dan kesejahteraan manusia sejagat.

Bagi mencapai objektif yang dinyatakan ini, adalah wajar bagi pendidikan Bioteknologi diberi penekanan yang lebih; agar sistem pendidikan ini mampu melahirkan

warganegara yang berinformasi dan mampu membuat keputusan berlandaskan pengetahuan Bioteknologi. Ia juga diharap dapat menghasilkan tenaga kerja mahir dan separa mahir dalam bidang Bioteknologi yang diperlukan bagi menjana ekonomi negara dan menyediakan negara menjadi negara maju pada masa akan datang (Tamby Subahan et al., 2012).

Dalam konteks guru, memandangkan mereka adalah agen transformasi dan sumber pemerolehan maklumat berkaitan bioteknologi, maka amat perlu agar guru mempunyai pengetahuan bioteknologi, pedagogi dan pengetahuan teknologi terkini. Ini penting bagi membolehkan mereka menyampaikan maklumat terkini dengan menggunakan kaedah yang pelbagai; bersesuaian dengan keupayaan pelajar yang berbeza prestasi. Usaha guru menerapkan pengajaran bioteknologi dipengaruhi oleh tahap pengetahuan mereka berkaitan pedagogi, kepercayaan mereka mengenai bidang bioteknologi serta amalan pengajaran mereka sendiri (Falk et al., 2008). Komponen teknologi, pedagogi dan kandungan pengetahuan yang dimiliki oleh guru membolehkan mereka menyesuaikan strategi pembelajaran dengan teknik pengajaran yang spesifik melalui penggunaan teknologi yang bersesuaian (Archambault & Crippen, 2009; Koh, Chai & Tsai, 2010). Sehubungan itu, strategi pembelajaran yang digandingkan dengan teknologi tertentu mampu meningkatkan pengalaman pembelajaran pelajar yang berbeza tahap prestasi mereka (Norlidah Alias, Dorothy Dewitt & Saedah Siraj, 2013). Ini juga secara langsung dapat meningkatkan pencapaian akademik dan motivasi sendiri pelajar di dalam kelas (Franzoni & Assar, 2009).

Oleh itu amat bertepatanlah kajian ini dijalankan dengan harapan ia dapat memberi maklumat yang diperlukan untuk melihat secara mendalam pendekatan dan aspek yang sesuai digunakan oleh guru bagi membantu dan meningkatkan secara langsung pengetahuan serta kefahaman pelajar; dan minat pelajar mempelajari bidang berkaitan bioteknologi ini. Secara tidak langsung, pemilihan bidang Bioteknologi oleh

pelajar sebagai saluran untuk meningkatkan pengajian ke peringkat yang lebih tinggi setelah menamatkan persekolahan mereka dapat menyumbang ke arah kecemerlangan negara amnya dengan terhasilnya pakar-pakar dalam bidang Bioteknologi ini serta warga yang berpengetahuan berkenaan teknologi ini.

Definisi Istilah

Beberapa istilah digunakan dalam kajian ini dan penjelasan setiap istilah yang digunakan diberikan secara lebih mendalam di bahagian ini.

i. Bioteknologi

Bioteknologi adalah satu cabang sains yang menggabungkan bidang biologi dan teknologi di mana ia melibatkan proses penggunaan keseluruhan atau sebahagian sistem hidup organisma bagi tujuan memanipulasian proses semula jadi sesuatu sistem atau alam sekitar untuk menghasilkan produk baru dengan kandungan genetik yang berbeza dari organisma induknya (Moreland, Jones, & Cowie, 2006).

Dalam konteks kajian yang dijalankan, bioteknologi merujuk kepada pengetahuan, teknik-teknik yang digunakan serta proses-proses yang terlibat dalam kejuruteraan genetik, terapi gen, kajian sel stem, penghasilan bahan dalam industri makanan dan perubatan; seperti mana yang terdapat dalam mata pelajaran Biologi.

ii. Pengetahuan Teknologi, Pedagogi dan Kandungan Pengetahuan (PTPK)

PTPK adalah merujuk kepada tiga komponen yang bertindih di antara satu sama lain yang mewakili pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan kandungan (Mishra & Koehler, 2006). Dalam konteks kajian ini ia merujuk kepada pengetahuan Bioteknologi, strategi pedagogi dan pengetahuan teknologi yang dimiliki guru untuk mengajar konsep Bioteknologi. Tahap PTPK guru terlibat diukur

menggunakan Instrumen PTPK yang terdiri daripada 14 soalan seperti mana yang ditunjukkan dalam Lampiran A.

iii. Modul Bioteknologi

Modul Bioteknologi merujuk kepada suatu set aktiviti pembelajaran yang meliputi komponen seperti tajuk, konsep, aktiviti, kemahiran saintifik iaitu kemahiran manipulatif, kemahiran berfikir iaitu mengkonsepsikan, membuat keputusan dan menyelesaikan masalah berkaitan dengan pendidikan dan isu-isu berhubung dengan bioteknologi. Modul Bioteknologi digunakan oleh pelajar semasa pengajaran guru membolehkan mereka mempelajari komponen bioteknologi seperti yang ditunjukkan dalam Lampiran C.

iv. Manual PTPK

Manual PTPK merupakan satu manual berkenaan kaedah menjalankan pengajaran Modul Bioteknologi bagi membolehkan guru memperoleh dan membina pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan bioteknologi untuk digunakan semasa pengajaran seperti mana ditunjukkan dalam Lampiran B.

v. Pandangan Pelajar

a) Berkaitan dengan Modul Bioteknologi

Merujuk kepada Tuan (1990), pandangan melibatkan gerak balas rangsangan luar dan aktiviti berpandu yang mana beberapa fenomena tertentu adalah tersenarai dengan jelas manakala yang lainnya terlindung atau terhalang. Dalam konteks kajian ini, pandangan yang dimaksudkan di sini adalah pandangan pelajar tentang kebolegunaan Modul Bioteknologi yang telah dibina dan diukur menggunakan soalan temu bual (Lampiran S).

b) Berkaitan dengan bidang Bioteknologi

Menurut Fonseca et al. (2012), pandangan merujuk kepada penilaian keseluruhan pelajar mengenai impak, kegunaan, pembelajaran dan limitasi Bioteknologi, seperti mana ditunjukkan melalui interaksi di antara pengetahuan, sikap dan aspek motivasi; terutamanya minat dan kepentingannya kepada Bioteknologi. Dalam kajian ini, pandangan merujuk kepada tahap pengetahuan, minat dan sumber perolehan maklumat berkaitan bioteknologi yang diukur menggunakan soalan soal selidik seperti yang ditunjukkan pada Lampiran F.

iv. Pandangan Guru

a) Berkaitan dengan Bioteknologi

Ia merujuk kepada pandangan guru mengenai pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi, pengetahuan kandungan Bioteknologi dan masalah yang dihadapi semasa pengajaran konsep Bioteknologi kepada pelajar pada peringkat penentuan kajian kebolehlaksanaan dan analisis keperluan. Pandangan guru pada peringkat kebolehlaksanaan ditentukan menggunakan soalan temu bual seperti yang ditunjukkan pada Lampiran D. Pandangan guru bagi tujuan analisis keperluan ditentukan dengan pelaksanaan temu bual berdasarkan kepada soalan yang dikemukakan dalam Lampiran E.

b) Berkaitan dengan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK

Dalam konteks kajian ini, pandangan yang dimaksudkan di sini adalah merujuk kepada pandangan guru mengenai kebolehgunaan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK yang dibina dan digunakan dalam kajian. Ianya ditentukan menggunakan kaedah temu bual berdasarkan soalan yang tertera pada Lampiran T.

Skop Kajian

Pada mulanya kajian ini dijalankan bertujuan untuk membangun dan menilai kebolegunaan Modul Bioteknologi yang dihasilkan bagi kegunaan pengajaran elemen Bioteknologi di dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima di sekolah menengah. Namun demikian, data yang timbul sepanjang kajian tentang tahap pengetahuan teknologi, pedagogi dan pengetahuan bioteknologi (PTPK) guru-guru yang terpilih dalam kajian ini telah mendorong pengkaji untuk menyediakan satu Manual PTPK tambahan sebagai panduan guru.

Limitasi Kajian

Kajian yang dijalankan ini hanya melibatkan pelajar dan guru di beberapa buah sekolah sekitar Selangor dan dapatanya tidak boleh digeneralisasi kepada semua pelajar dan guru yang mengikuti ataupun mengajar mata pelajaran Biologi sekolah menengah di negeri-negeri lain di Malaysia. Selain itu, Instrumen PTPK yang telah diberikan kepada guru selama seminggu untuk dilengkapkan memungkinkan perolehan jawapan dari sumber lain selain dari pengetahuan sedia ada guru yang terlibat dalam kajian ini. Di samping itu, Model Pengajaran Isman yang digunakan telah diubahsuai dimana empat dari lima langkah iaitu input, proses, output dan maklum balas sahaja dijalankan. Langkah pembelajaran dalam Model Pengajaran Isman tidak dijalankan.

Memandangkan kajian ini juga melibatkan guru Biologi setiap satu dari sekolah berprestasi tinggi dan berprestasi rendah mengajar pelajar dari kumpulan kawalan (pembelajaran menggunakan kaedah biasa) dan kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) dari sekolah masing-masing, maka ini mungkin akan memberi kesan dalam pengajaran yang disampaikan oleh guru berkenaan kepada pelajar masing-masing.

Ringkasan

Di dalam bab ini, pengkaji telah membincangkan beberapa perkara iaitu mengenai latar belakang kajian, pernyataan masalah, objektif kajian, persoalan kajian, rasional kajian dan signifikan kajian. Pada bab dua, pengkaji akan memperincikan lagi perbincangan mengenai pendidikan Bioteknologi dengan menyentuh mengenai sejarah kemunculannya dalam sistem pendidikan di dalam dan luar negara serta isu-isu yang timbul dalam pelaksanaan pendidikan Bioteknologi ini di peringkat sekolah. Di samping itu, pengkaji juga akan menjelaskan secara lebih terperinci mengenai konsep kajian pembangunan serta teknik Delphi yang digunakan dalam kajian ini.

University of Malaysia

BAB 2

KAJIAN LITERATUR

Pendahuluan

Kemunculan bidang Bioteknologi dalam bidang sains dan teknologi pada pertengahan abad ke-21 mencetuskan banyak perubahan dalam bidang pertanian, perubatan, dan perindustrian. Perubahan ini telah memberikan tekanan kepada bidang pendidikan untuk diketengahkan pendidikan Bioteknologi ke dalam kurikulum sedia ada di sekolah. Di antara matlamat utama pendidikan Bioteknologi di sekolah adalah bagi menghasilkan pelajar yang akan menjadi warganegara yang memiliki kefahaman mengenai konsep asas Bioteknologi dan mampu membuat keputusan yang bermaklumat bagi menyelesaikan isu aplikasi bidang ini dalam kehidupan seharian mereka (Fonseca et al., 2012).

Hasrat ini adalah selaras dengan matlamat Falsafah Pendidikan Kebangsaan yang telah dijadikan panduan bagi menentukan hala tuju pendidikan di negara ini. Antara intipati yang terkandung dalam Falsafah Pendidikan Kebangsaan adalah seperti berikut:

Pendidikan di Malaysia adalah suatu usaha berterusan ke arah memperkembangkan potensi individu secara menyeluruh dan bersepadu untuk menghasilkan insan yang seimbang dan harmonis dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani berdasarkan kepercayaan dan kepatuhan kepada Tuhan. Usaha ini adalah bagi melahirkan rakyat Malaysia yang berilmu pengetahuan, berketerampilan, berakhlak mulia, bertanggungjawab dan berkeupayaan mencapai kesejahteraan diri serta memberi sumbangan terhadap keharmonian masyarakat dan negara.

Melihat kepada Falsafah Pendidikan ini, tidak hairanlah kalau dikatakan bahawa usaha untuk menerapkan pendidikan Bioteknologi adalah suatu usaha yang perlu dijalankan bagi menjamin pelajar yang meninggalkan bangku persekolahan kelak bukan

sahaja mempunyai ilmu pengetahuan tetapi juga mampu melahirkan pakar tenaga mahir dan separa mahir khususnya dalam bidang Bioteknologi, yang seterusnya akan menyumbang kepada kemakmuran negara di masa akan datang.

Bagi mencapai hasrat ini, guru-guru haruslah mempunyai pengetahuan dari aspek kandungan berkenaan bioteknologi; pengetahuan berkaitan dengan pedagogi, iaitu bagaimana untuk menyampaikan dan menjadikan aktiviti pengajaran dan pembelajaran lebih berkesan dan bermakna kepada pelajar. Pada masa kini, perubahan pesat dilihat berlaku dalam bidang teknologi maklumat dan internet. Pengaplikasian teknologi dalam pengajaran dan pembelajaran termasuk penggunaan media dan teknologi digital telah membantu guru dalam menghasil dan mengorganisasikan persekitaran pembelajaran yang terdiri daripada aspek pembentukan objektif pengajaran, perancangan kurikulum, mereka bentuk dan melaksanakan strategi pengajaran, penilaian ke atas pembelajaran dan seterusnya menentukan pencapaian pelajar (Ajitha Nayar, 2012).

Justeru itu, bab ini akan membincangkan berkenaan dengan sains dan literasi saintifik yang amat penting diterapkan dalam diri pelajar di sekolah. Selain itu, bab ini juga akan menerangkan mengenai bagaimana timbulnya pendidikan Bioteknologi dalam sistem pendidikan di dalam dan luar negara dan masalah yang timbul semasa perlaksanaannya di sekolah. Sedikit aspek berkaitan kaedah penyelidikan yang dijalankan juga akan dibincangkan. Sebagai permulaan, pengkaji akan terlebih dahulu meninjau berkenaan sejarah awal penemuan bidang bioteknologi ini.

Sejarah Bidang Bioteknologi

Bioteknologi merupakan suatu kaedah yang melibatkan penggunaan sistem hidup, organisma secara keseluruhan atau sebahagian daripadanya bagi tujuan memanipulasikan proses semula jadi sesuatu sistem, alam sekitar atau untuk menghasilkan sesuatu produk (Moreland, Jones, & Cowie, 2006). Bioteknologi telah diterima umum dan menjadi asas

kepada pengetahuan mengenai manusia dan penyakit, serta meliputi pelbagai perkembangan baru dalam bidang perubatan, pertanian dan perindustrian.

Perkembangan dalam bidang bioteknologi boleh dibahagikan kepada tiga era iaitu era klasik, moden dan baru. Bioteknologi dalam era klasik berlaku beribu tahun dahulu apabila manusia menggunakan bioteknologi secara cuba-cuba (*trial-and-error*) untuk menghasilkan bir, keju dan roti; serta bagi menghasilkan baka tumbuhan dan haiwan yang lebih bermutu. Yis adalah mikrob tertua yang telah digunakan oleh manusia untuk kepentingan mereka (Verma, Agrahari, Rastogi, & Singh, 2011) dan digunakan dalam pembuatan roti dan produk fermentasi seperti minuman beralkohol. Selain yis, cuka juga digunakan dalam pengawetan makanan kerana ia mampu menghalang pembiakan sesetengah mikrob. Manusia yang hidup di waktu itu tidak memahami konsep sains di sebalik penggunaan yis dan cuka ini, tetapi ianya telah membantu mereka untuk terus hidup.

Era kedua iaitu era moden pula berlaku dari tahun 1800 hingga ke pertengahan abad ke-20 dan ia memperlihatkan banyak bukti penemuan sains yang berjaya memberi makna kepada fenomena yang berlaku sebelum ini. Antaranya adalah Gregor John Mendel (1822–1884) yang juga dikenali sebagai bapa genetik; yang telah mengemukakan Teori Perwarisan kepada 'Natural Science Society' di Brunn, Austria melalui kajiannya ke atas kacang *pea*. Beliau mencadangkan bahawa suatu unit asas yang tidak dapat dilihat di dalam sel bertindak mengawal ciri-ciri tumbuhan dan unit asas ini dipindahkan dari satu generasi ke generasi yang lain dan telah dikenal pasti bahawa unit ini adalah gen.

Sezaman dengan Mendel pada tahun 1868, dua ahli sains yang sama hebatnya iaitu Robert Brown dan Friedrich Miescher juga telah menyumbang kepada penerokaan dalam bidang Bioteknologi ini. Robert Brown telah menemui nukleus di dalam sel manakala Friedrich Miescher pula, seorang ahli Biologi Swiss telah menemui sel darah putih. Kedua-dua penemuan dari ahli-ahli sains ini telah menjadi asas dalam bidang Biologi

Molekul moden, umpamanya penemuan Asid Deoksiribonukleik (DNA) sebagai bahan asas genetik dan ia boleh memindahkan maklumat genetik dari satu generasi ke generasi yang lain. Pada masa yang sama di Britain, Alexander Fleming telah menemui antibiotik *penicillin* yang merupakan bahan toksin antibakteria yang dihasilkan oleh bakteria *Penicillium notatum* dan ianya digunakan sebagai ubat bagi menentang jangkitan penyakit. Namun demikian, penemuan dari ahli sains yang dinyatakan ini tidak sama sekali dikaitkan dengan bidang bioteknologi pada waktu itu. Istilah bioteknologi telah julung kali digunakan oleh seorang jurutera pertanian berbangsa Hungari bernama Karl Ereky pada tahun 1919 dalam penulisannya (Fari & Kralovanszky, 2006). Karl Ereky banyak menjalankan penyelidikan bagi meningkatkan hasil pertanian di negaranya serta membincangkan perhubungan di antara asid nukleik dan bidang Bioteknologi.

Selepas Perang Dunia Kedua iaitu pada era baru, lebih banyak penemuan-penemuan sains yang penting berlaku. Pada tahun 1953, Watson dan Crick telah pertama kalinya memberikan pandangan yang jelas berkenaan dengan struktur DNA; di mana mereka telah mengemukakan Model DNA Heliks Ganda dua. Penemuan Model DNA ini telah membolehkan banyak penjelasan berkenaan replikasi DNA dan peranan perwarisan dalam kehidupan dilakukan. Di samping itu, Ian Wilmut iaitu seorang ahli sains Irish pula telah berjaya mengklon haiwan dewasa iaitu seekor biri- biri, dikenali sebagai Dolly pada tahun 1996. Manakala Craig Venter pada tahun 2000 pula telah berjaya memperoleh sekuen bagi genom manusia. Rentetan dari semua penemuan ini, bidang bioteknologi yang selama ini lebih dikenali dalam kalangan ahli sains telah mula mendapat perhatian semua pihak dan usaha bagi menghasilkan penemuan baru masih terus dilakukan sehinggalah ke hari ini. Penemuan-penemuan ini juga telah menyumbang kepada kemajuan dalam bidang sains dan seterusnya berjaya menunjukkan pentingnya bidang bioteknologi dibawa ke dalam sistem pendidikan sesebuah negara; dalam konteks ini di

dalam mata pelajaran Biologi; seperti mana yang akan diterangkan di bahagian seterusnya.

Skop Mata Pelajaran Biologi Menengah Atas di Malaysia

Kurikulum Biologi direka bentuk bagi menghasilkan pelajar yang celik sains, berinovatif dan berupaya mengaplikasikan pengetahuan sains dalam membuat keputusan dan menyelesaikan masalah dalam kehidupan seharian. Mata pelajaran sains elektif ini menyediakan pelajar yang cenderung dalam bidang sains untuk menceburi kerjaya dalam bidang sains dan teknologi dan seterusnya menjadi sumber tenaga manusia yang akan memainkan peranan yang penting dalam pembangunan negara (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2012).

Matlamat kurikulum Biologi sekolah menengah adalah untuk membekalkan pelajar dengan pengetahuan, kemahiran sains dan teknologi serta membolehkan mereka menyelesaikan masalah dan membuat keputusan dalam kehidupan seharian berdasarkan sikap saintifik dan nilai murni. Pelajar juga diharap akan menguasai pengetahuan asas bagi membolehkan mereka memperoleh pendidikan lanjutan dalam Sains dan Teknologi secara rasmi dan tidak rasmi. Kurikulum ini juga bertujuan untuk membangunkan masyarakat yang bertanggungjawab, dinamik dan berdaya maju serta mampu membudayakan aspek Sains dan Teknologi secara semula jadi dalam menangani isu pemeliharaan dan pemuliharaan alam sekitar (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2012).

Jika diperhatikan, strategi pengajaran dan pembelajaran dalam kurikulum Biologi di Malaysia adalah lebih mengutamakan kepada pembelajaran berfikir; iaitu proses pemerolehan dan penguasaan kemahiran dan ilmu pengetahuan yang dapat mengembangkan minda pelajar ke tahap optima. Aktiviti yang dirancang juga dapat mencetuskan pemikiran kritis dan kreatif pelajar. Pelajar dilibatkan secara aktif dalam pengajaran dan pembelajaran yang mengintegrasikan kaedah pemerolehan pengetahuan,

penguasaan kemahiran dan penerapan nilai murni dan sikap saintifik (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2012).

Di bahagian selanjutnya, kandungan sukatan pelajaran Biologi menengah atas akan dijelaskan dengan lebih terperinci.

Kandungan Sukatan Pelajaran Biologi Menengah Atas

Kandungan sukatan pelajaran Biologi KBSM menengah atas yang terdiri dari Tingkatan empat dan lima ini boleh dibahagikan kepada dua komponen teras; iaitu tema dan bidang pembelajaran. Terdapat lima tema dan 15 bidang pembelajaran kesemuanya yang meliputi pelajaran di tingkatan empat dan lima seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 2.1.

Jadual 2.1
Tema dan Bidang Pembelajaran Biologi KBSM

Tingkatan	Tema	Bidang Pembelajaran
Empat	Pengenalan kepada biologi	Pengenalan kepada biologi
	Menyiasat sel sebagai unit asas kehidupan	Struktur dan organisasi sel Pergerakan bahan merentas membran plasma Komposisi kimia dalam sel Pembahagian sel
	Menyiasat fisiologi hidupan	Nutrisi Respirasi
Lima	Menyiasat perhubungan hidupan dengan persekitaran	Ekosistem dinamik Ekosistem terancam Sistem pengangkutan Pergerakan dan sokongan
	Fisiologi kehidupan	Koordinasi dan gerak balas Pembiakan dan pertumbuhan
	Variasi dan perwarisan	Pewarisan Variasi

Daripada analisis topik- topik yang membincangkan aspek bioteknologi di dalam sukatan pelajaran, pengkaji mendapati bahawa tidak semua bidang pembelajaran yang

menyentuh topik ini. Hanya lapan bidang pembelajaran sahaja yang memuatkan topik berkaitan dengan Bioteknologi di tingkatan empat dan lima yang terdiri daripada pengenalan kepada biologi, struktur dan organisasi sel, komposisi kimia dalam sel, pembahagian sel, nutrisi, respirasi dan ekosistem dinamik yang terdapat dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat. Bagi Tingkatan lima pula, bidang pembelajaran yang memuatkan topik Bioteknologi adalah perwarisan.

Cadangan aktiviti yang dikemukakan oleh Kementerian Pendidikan Malaysia yang boleh digunakan oleh guru semasa pengajaran topik ini adalah berkaitan dengan aktiviti mengumpul maklumat, mengadakan lawatan ke institusi penyelidikan, menjalankan perbahasan atau forum, perbincangan berkumpulan, menyediakan folio, menjalankan eksperimen, mengumpul maklumat, melapur dan membentangkan hasil kajian.

Dapatan dari analisis ini menunjukkan bahawa hanya aktiviti melibatkan pengendalian eksperimen berkaitan bioteknologi melibatkan penyiasatan respirasi anaerobik dalam yis sahaja yang didedahkan, walaupun terdapat banyak aktiviti bercorak eksperimen yang boleh didedahkan kepada pelajar. Aktiviti yang dicadangkan di dalam buku teks lebih menumpukan kepada aspek pelaporan; iaitu dalam tajuk penggunaan mikroorganisma dalam bioteknologi dengan menggunakan contoh yang sesuai. Tidak banyak aktiviti yang dicadangkan melibatkan penggunaan kaedah secara *hands-on* atau aktiviti yang bersifat perdebatan atau interaktif. Ini menunjukkan bahawa cadangan aktiviti bagi pengajaran dan pembelajaran berkaitan pendidikan Bioteknologi yang terdapat di dalam buku teks perlu dinilai semula dan dimurnikan lagi dengan penambahan aktiviti yang lebih bermakna di mana pelajar akan dapat memperoleh dan mampu menggunakan pengetahuan dan kefahaman mereka secara lebih optimum.

Untuk mendapatkan gambaran lebih jelas mengenai pendidikan Bioteknologi di dalam sistem pendidikan negara lain, bahagian seterusnya akan membincangkan usaha-

usaha yang telah dilakukan oleh beberapa negara dalam mengintegrasikan komponen bioteknologi ke dalam sistem pendidikan negara masing-masing.

Komponen Bioteknologi di dalam Sistem Pendidikan

Berkaitan dengan pendidikan, komponen bioteknologi ini telah dimuatkan ke dalam sistem persekolahan sama ada sebagai satu mata pelajaran elektif di bawah pendidikan Teknologi, Pertanian atau Bioteknologi; ataupun ianya menjadi salah satu komponen dalam mata pelajaran Sains, Biologi, Fizik atau Kimia seperti mana yang dijelaskan dengan lebih lanjut di bahagian ini.

Pendidikan Teknologi

Di Amerika Syarikat, pendidikan Teknologi diajar hampir di semua sekolah menengah dan tinggi di negara ini (Rogers & Rogers, 2005). Ianya wujud sebagai suatu mata pelajaran elektif di sekolah menengah dan direka bentuk mengikut '*Standard of Technological Literacy*' (Derham, 2012). Pendidikan Teknologi Modular (*Modular Technology Education*, MTE) merupakan kaedah penyampaian kursus pendidikan Teknologi di sekolah menengah semenjak pertengahan tahun 1980-an dan ianya melibatkan penggunaan modul berasaskan teknologi maklumat.

Pendidikan Biologi

Di Australia Barat, pendidikan Bioteknologi wujud dalam mata pelajaran Biologi Tahun 10 yang diajar selama 10 minggu setiap empat jam seminggu sebagai alternatif kepada topik berkaitan genetik. Tiada suatu sukatan khusus bagi mengajar pendidikan bioteknologi di sekolah. Antara tajuk yang kerap dibincangkan oleh guru meliputi tajuk DNA dan sintesis protein, struktur enzim dan fungsinya, kejuruteraan genetik, cap jari

DNA forensik, isu etika, terapi gen, sel stem, makanan termodifikasi kandungan genetik, pengklonan, persenyawaan *in vitro* dan penyakit-penyakit genetik.

Pendidikan Sains, Teknologi dan Masyarakat

Pendidikan Bioteknologi juga terdapat di dalam mata pelajaran Pendidikan Sains, Teknologi dan Masyarakat (STM) dan ianya ditawarkan kepada pelajar sekolah menengah di Sepanyol sebagai satu mata pelajaran elektif. Pengajaran elemen bioteknologi dilakukan dengan menggunakan modul dari '*European Initiative for Biotechnology Education*, (EIBE) yang terdiri daripada 18 unit aktiviti pembelajaran. Hanya empat daripada 18 aktiviti pembelajaran yang dicadangkan sahaja digunakan semasa melaksanakan pendidikan bioteknologi, iaitu yang berkaitan dengan isu-isu genetik manusia, teknologi fermentasi, kaedah imunologi dan tumbuhan transgenik.

Pendidikan Sains Kesihatan

Di Sepanyol, oleh kerana negara ini juga berada di rantau benua Eropah, selain dari pendidikan STM yang telah dijelaskan sebelum ini; pendidikan Bioteknologi juga wujud dalam pendidikan Sains Kesihatan dan ditawarkan kepada pelajar-pelajar sekolah menengah. Pengajaran komponen ini juga menggunakan Modul EIBE yang sama dan aktiviti pembelajaran yang digunakan adalah lebih menjurus kepada sumbangan bioteknologi dalam pendidikan sains kesihatan.

Pendidikan Sains

Pendidikan Bioteknologi juga dibincangkan dalam pendidikan Sains, seperti mana yang dilihat di negara Belanda dan Scotland. Di Belanda, pengajaran Bioteknologi menggunakan modul yang terdiri dari empat aktiviti; iaitu pengenalan, dua aktiviti amali (*hands-on*) dan refleksi untuk kegunaan pelajar sekolah menengah atas. Modul yang

digunakan di negara ini bertajuk *Read the language of the tumour* (Klop et al., 2010). Manakala di Scotland, pengajaran komponen bioteknologi ini diterapkan dalam bidang sains gunaan yang membincangkan isu sosial dan etika yang berkaitan dengan bioteknologi (Bryce & Gray, 2004).

Secara amnya, dari contoh-contoh yang telah diterangkan, pengajaran bioteknologi secara keseluruhannya dijalankan dengan melibatkan pelajar mengikuti aktiviti-aktiviti yang dirancang. Penglibatan guru dalam pengajaran komponen bioteknologi ini adalah sama ada secara keseluruhan atau guru hanya bertindak sebagai pemudah cara sahaja. Walaupun usaha menerapkan pendidikan Bioteknologi ke dalam sistem persekolahan di negara yang dibincangkan ini adalah menggalakkan; namun ia melalui jalan yang sukar kerana terdapat beberapa masalah yang wujud melibatkan guru dan pelajar. Oleh itu, bahagian seterusnya akan membincangkan permasalahan yang dihadapi oleh guru dan pelajar dalam merealisasikan pendidikan Bioteknologi seperti mana yang telah dilaporkan oleh pengkaji-pengkaji lain di luar negara.

Masalah Pelaksanaan Pendidikan Bioteknologi dalam Kalangan Pelajar

Penemuan dan aplikasi bioteknologi yang ada telah diketengahkan menyebabkan wujudnya pelbagai kontroversi berkaitan isu pengaplikasian prosedur bioteknologi dan kesannya kepada nilai etika dalam kalangan orang awam. Justeru itu, adalah penting agar masyarakat dibimbing untuk mempunyai kefahaman mengenai komponen bioteknologi serta mengetahui implikasinya kepada semua pihak yang terlibat. Melihat kepada senario ini, maka amatlah bertepatan usaha dilakukan bagi memasukkan topik Bioteknologi ke dalam kurikulum di sekolah agar anak-anak di bangku persekolahan terdidik dengan isu berkaitan komponen bioteknologi (Hanegan & Bigler, 2009; Steele & Aubusson, 2004). Namun demikian, secara realitinya terdapat beberapa pengkaji yang menunjukkan bahawa pelajar masih mempunyai pengetahuan yang terhad serta bersikap negatif

terhadap penerimaan komponen bioteknologi (Dawson, 2007; Prokop et al., 2007; Sáez, Niño, & Carretero, 2008). Umpamanya, kajian oleh Simonneux (2000) mendapati bahawa pelajar tidak pasti dan kabur akan pengetahuan mereka mengenai sifat semula jadi mikrob. Pelajar juga tidak dapat membayangkan bagaimana mikrob yang terdiri dari bakteria dan virus yang biasanya dianggap berbahaya ini boleh diguna dan dimanfaatkan dalam industri pembuatan makanan seperti dalam proses fermentasi yang berlaku di dalam penghasilan keju.

Beberapa kajian lain juga menunjukkan bahawa pelajar sekolah tidak memahami proses atau implikasi bioteknologi kepada diri mereka sendiri (Chen & Raffan, 1999; Gunter, Kinderlerer & Beyleverd, 1998), di samping kefahaman mereka berkenaan aspek bioteknologi, kejuruteraan genetik dan pengklonan juga di dapati masih rendah (Dawson & Schibeci, 2003). Pelajar juga dilihat tidak dapat membuat perhubungan di antara konsep baru dan konsep sedia ada dalam pemikiran mereka berhubung dengan bioteknologi (Lewis, Leach, & Wood-Robinson, 2000).

Daripada kajian yang telah dilaporkan juga kelihatan bahawa pengetahuan pelajar terutamanya mengenai konsep dan prosedur bioteknologi adalah tidak mencukupi dan tidak tepat (Dawson, 2007; Prokop et al., 2007; Uşak et al., 2009). Sehubungan itu, sikap pelajar berkaitan bioteknologi yang diukur menggunakan dimensi kebaikan dan keburukannya, kepercayaan dan penerimaannya (Dawson, 2007; Klop & Severien, 2007) telah dilaporkan menunjukkan kepelbagaian daripada menyokong sepenuhnya kepada penolakan secara total (Dawson, 2007; Klop & Severien, 2007; Sáez et al., 2008).

Beberapa kajian telah dijalankan berkenaan dengan sikap pelajar (Dawson & Schibeci, 2003; Dawson & Soames, 2006; Herodotou et al., 2011; Klop & Severiens, 2007; Klop et al., 2010; Sáez et al., 2008). Dawson dan Schibeci (2003) telah menjalankan kajian bagi menentukan sikap pelajar yang berumur 15–16 tahun di Australia Barat mengenai proses bioteknologi dan mereka mendapati bahawa pelajar mempunyai

pelbagai pandangan mengenai penggunaan bioteknologi. Hampir 6% dari jumlah keseluruhan pelajar dalam kajian ini tidak bersetuju dengan penggunaan sebarang organisma hidup dalam bioteknologi manakala 14% bersetuju dan selebihnya bersikap berkecuali. Timbul persoalan di sini mengapa pelajar mempunyai sikap yang sedemikian. Adakah ianya disebabkan oleh faktor kurangnya pengetahuan berkaitan dengan bioteknologi yang didedahkan oleh guru atau agensi tertentu menyebabkan mereka tidak dapat memberikan pendirian mereka yang sebenarnya berkaitan dengan isu bioteknologi yang diketengahkan dalam kajian ini? Oleh itu, penyelidik kajian ini mencadangkan agar proses bioteknologi dan isu yang berkaitan dengannya dimasukkan ke dalam kurikulum sains di negara berkenaan.

Pada tahun 2006, Dawson dan Soames telah menjalankan kajian yang sama untuk melihat faktor sikap dan kefahaman pelajar di Australia Barat mengenai proses berkaitan bioteknologi. Selepas mengikuti pengajaran bioteknologi, walaupun kefahaman pelajar meningkat tetapi sikap mereka berkaitan dengan isu bioteknologi di dapati kekal tidak berubah. Pelajar masih tidak dapat menunjukkan suatu sikap yang wajar; sama ada menerima atau menolak penggunaan bahan berkaitan dengan bioteknologi ini walaupun di dapati terdapat peningkatan dalam tahap pengetahuan mereka.

Fenomena yang sama juga dilihat dalam kajian oleh Klop et al. (2010) di mana mereka melaporkan bahawa pelajar yang didedahkan kepada modul Sains mengenai kanser dan bioteknologi moden menunjukkan kesan yang signifikan terhadap sikap, walaupun hanya menyokong dan tidak mempunyai pendirian yang kukuh terhadap isu-isu yang kritikal. Oleh itu, pengkaji ini telah mencadangkan penggunaan modul sains bagi menggalakkan pelajar mempunyai sikap yang lebih berhati-hati dan kritikal mengenai bioteknologi moden.

Jika dilihat kepada pola kajian yang dijalankan sebelum ini, di dapati kebanyakannya memfokuskan kepada aspek sikap pelajar. Fokus kajian yang dijalankan

oleh Herodotou et al. (2011) di dapati berlainan sedikit dari kajian sebelumnya di mana mereka telah membangunkan instrumen bagi mengukur sikap pelajar sekolah menengah berkenaan penerimaan mereka terhadap organisma yang terubah genetikanya. Instrumen ini terdiri daripada 16 item berskala Likert dengan lima poin dan mempunyai konsistensi dalaman dan kesahan diskriminasi yang memuaskan. Apabila instrumen ini digunakan dan data pelajar sekolah menengah di Cyprus dianalisis, keputusan menunjukkan bahawa pelajar-pelajar ini mempunyai sikap yang tidak menyokong kepada penghasilan dan penggunaan organisma yang terubah genetikanya. Secara umumnya, kajian ini menunjukkan bahawa pelajar masih tidak dapat menerima penggunaan organisma yang terubah kandungan genetikanya. Maka, penelitian secara lebih mendalam dijalankan untuk melihat apakah punca yang menyebabkan pelajar menunjukkan sikap yang sedemikian.

Selain itu, terdapat juga kajian yang menilai persepsi pelajar sekolah seperti mana yang dilaporkan oleh Bonaccorsi, Levi, Bassetti, Sabatini, Comodo, dan Lorini (2010). Mereka menjalankan kajian bagi menyiasat persepsi pelajar berkaitan faktor risiko penggunaan bioteknologi dan organisma yang terubah genetik. Mereka mendapati bahawa pelajar dilihat agak keliru dengan kedua-dua konsep ini. Bagi mengatasi masalah ini, dicadangkan agar latihan perguruan perlu diadakan bagi melatih bakal guru akan aspek pedagogi mengajar konsep bioteknologi. Selain itu, sekolah juga dicadangkan untuk menjalin rangkaian melalui mana ahli perubatan dan profesional lain berkaitan dengan bioteknologi boleh bekerjasama membantu menyalurkan informasi berkaitan bioteknologi yang berguna kepada pelajar.

Kajian oleh Vanderschuren et al. (2010) merupakan suatu kajian *cross-sectional* ke atas 1410 pelajar berumur dalam lingkungan 16-20 tahun dari enam negara Eropah untuk mengkaji persepsi, kepedulian, pengetahuan saintifik dan kesedaran mereka berkaitan dengan bioteknologi. Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa pelajar kurang

pengetahuan spesifik mengenai aplikasi bioteknologi dan minat mereka dalam bioteknologi adalah saling bersandar kepada tahap pengetahuan yang mereka punyai.

Selain kajian di atas, Dawson dan Schibeci (2003) telah menentukan kefahaman 1116 pelajar tahun 10 dari Australia Barat, di dapati satu pertiga (33.5%, 374) daripada jumlah pelajar tidak dapat memberikan sebarang contoh berkaitan bioteknologi. Seramai 23.3% (250) pelajar juga tidak dapat memberikan contoh bagi kejuruteraan genetik dan hampir 19.0% (204) pelajar pula tidak dapat memberikan contoh bagi pengklonan. Secara keseluruhannya, satu pertiga dari jumlah pelajar yang terlibat dalam kajian ini mempunyai sedikit atau tiada langsung kefahaman mengenai bioteknologi. Kebanyakan pelajar tersilap akan penggunaan bioteknologi dalam masyarakat; di mana mereka terkeliru di antara kegunaan semasa bioteknologi dengan kemungkinan aplikasi kegunaannya di masa akan datang.

Dawson (2007) pula yang telah menjalankan kajian *cross-sectional* mengkaji perkembangan aspek kefahaman dan sikap mengenai proses bioteknologi pelajar yang berumur dari 12-17 tahun melalui temu bual dan seterusnya menjawab soal selidik bertulis. Dapatan kajian ini menunjukkan bahawa kebolehan pelajar berumur 12-13 tahun dalam memberikan definisi dan contoh berkenaan bioteknologi, pengklonan dan makanan termodifikasi genetik adalah lemah tetapi ianya bertambah baik dalam kalangan pelajar yang lebih dewasa. Kebanyakan pelajar menerima penggunaan proses bioteknologi yang melibatkan mikroorganisma, tumbuhan dan manusia tetapi menolak penggunaan haiwan berkaitan bioteknologi. Keseluruhannya, pelajar berumur 12-13 tahun ini kurang prihatin terhadap aspek bioteknologi ini berbanding dengan pelajar yang lebih dewasa. Selain itu, kesedaran pelajar mengenai perkembangan, julat kefahaman serta sikap pelajar dapat dipupuk melalui penggunaan kurikulum Bioteknologi dan seterusnya usaha perlu dijalankan bagi memperbaiki pelaksanaan pendidikan Bioteknologi di sekolah.

Kajian oleh Saez et al. (2008), yang menggunakan kaedah kajian kes melibatkan 770 pelajar bidang Sains Kesihatan atau Teknologi daripada 13 sekolah menengah menunjukkan bahawa isu moral dan etika memainkan peranan yang signifikan dalam membentuk sikap pelajar terhadap aplikasi bioteknologi moden dalam kalangan golongan muda. Terdapat empat jenis nilai yang diperoleh dari kajian ini iaitu prinsip semula jadi, prinsip kebajikan, prinsip sikap untuk penyelesaian teknologi dan prinsip membuat keputusan setiap individu. Kesemua nilai ini adalah penting bagi menyemai suatu set nilai yang baik dalam kalangan pelajar mengenai bioteknologi dan menggunakannya sebagai asas untuk menjadi warganegara yang berinformasi dan berliterasi saintifik.

Kebanyakan kajian sepanjang dekad yang lalu telah menilai persepsi pelajar dan hanya menumpukan kepada elemen yang diskrit, seperti pengetahuan, sikap atau etika (Dawson, 2007; Prokop et al., 2007; Uşak et al., 2009). Usaha bagi melibatkan penentuan persepsi pelajar terhadap beberapa aspek pelbagai dimensi kurang dijalankan. Kajian yang melibatkan pelbagai dimensi ini dan menyeluruh amat perlu dilakukan yang mana dapatan kajian tersebut boleh dijadikan sebagai garis panduan untuk memperbaiki pendidikan Bioteknologi yang terdapat di peringkat sekolah.

Selain itu, bidang bioteknologi memerlukan pelajar memahami dan mempunyai kemahiran berfikir pada aras tinggi semasa mereka menyelesaikan masalah dan membuat keputusan berkaitan komponen ini. Kerap kali guru beranggapan bahawa hanya pelajar berprestasi akademik tinggi sahaja yang boleh mengikuti pembelajaran bioteknologi dan mempunyai kemahiran berfikir pada aras tinggi manakala pelajar berprestasi akademik rendah hanya mampu melakukan kemahiran berfikir pada aras rendah (Zohar, Degani, & Vaaknin, 2001). Namun demikian, dapatan kajian oleh Zohar dan Dori (2003) menidakkan tanggapan ini. Kedua pengkaji ini menyiasat kesan penggunaan modul bioteknologi kepada tahap pengetahuan dan kemahiran pemikiran aras tinggi dan mendapati jumlah skor ujian pra dan pasca kumpulan berprestasi rendah adalah

menunjukkan peningkatan yang signifikan, berbanding kumpulan pelajar berprestasi tinggi. Walaupun pada ujian pra, skor bagi kumpulan pelajar berprestasi rendah adalah lebih rendah daripada skor pelajar berprestasi tinggi, namun skor bagi ujian pasca menunjukkan tidak terdapat perbezaan skor bagi kedua-dua kumpulan pelajar ini. Kajian ini juga menunjukkan bahawa melalui kaedah pengajaran yang dipilih oleh guru; semua kumpulan pelajar berprestasi tinggi mahupun rendah boleh memperoleh pengetahuan bioteknologi yang ingin disampaikan.

Dari senario yang dilihat ini, beberapa permasalahan yang berkaitan dengan guru yang mengajar komponen bioteknologi perlu diberi perhatian yang sewajarnya. Dalam erti kata lain, masalah yang dilihat ini sedikit sebanyak mempunyai kaitan dengan tahap pengetahuan bioteknologi dan pedagogi yang digunakan oleh guru semasa melakukan aktiviti pengajaran dan pembelajaran. Oleh itu, bahagian berikutnya akan membincangkan berkenaan masalah-masalah yang dihadapi oleh guru di sekolah semasa mengajar komponen bioteknologi ini.

Masalah Pelaksanaan Pendidikan Bioteknologi dalam Kalangan Guru

Pendidikan Bioteknologi telah pun berada di kebanyakan kurikulum sekolah di dunia, namun terdapat beberapa isu yang muncul di sepanjang pelaksanaannya. Kajian di negara Korea Selatan, Portugal, Spain dan New Zealand menunjukkan bahawa guru-guru dilihat cuba mengelak dari mengajar topik berkaitan bioteknologi. Mereka menyatakan bahawa kurangnya latihan akademik (Grayford, 1987) dan latihan praktikal (Thomas et al., 2002), kekangan masa, kekurangan peralatan (Thomas et al., 2002) dan dana merupakan faktor penghalang usaha mereka untuk mengajar topik ini (Bryce & Gray, 2004; Hanegan & Bigler, 2009; Kwon & Chang, 2009; Steele & Aubusson, 2004).

Chabalengula et al. (2011) yang memfokuskan kajian mereka kepada guru dalam latihan bagi peringkat sekolah rendah mendapati guru dalam latihan yang mengambil

mata pelajaran Sains pengenalan dan Sains lanjutan secara amnya mempunyai julat sikap yang besar terhadap bioteknologi; iaitu sikap yang menerima dan menolak penggunaan elemen bioteknologi. Majoriti guru bersetuju dengan penggunaan mikroorganisma dan tumbuhan yang terubah genetik, namun mereka tidak bersetuju dengan proses yang melibatkan aktiviti memasuk atau mengeluarkan gen dari manusia ataupun haiwan. Pengkaji juga mencadangkan agar guru-guru didedahkan kepada bahan kurikulum pendidikan Sains yang lebih terperinci agar mereka memperoleh informasi yang relevan dan terkini mengenai sumbangan bidang bioteknologi kepada diri dan masyarakat serta mengetahui akan kelemahan yang wujud dalam bidang ini. Usaha ini diharap dapat memberikan guru-guru pemahaman yang lebih mengenai etika, sosial dan isu budaya yang berkaitan dengan bioteknologi.

Prokop et al. (2007) dalam kajiannya di Slovakia terhadap guru dalam latihan menunjukkan bahawa mereka mempunyai pengetahuan yang rendah berkaitan proses bioteknologi. Guru perempuan di dapati mempunyai sikap yang kurang positif terhadap bioteknologi; khususnya berkaitan dengan kejuruteraan genetik. Sikap yang paling negatif adalah dikesan dalam item yang berkaitan dengan kawalan kejuruteraan genetik. Selain itu, hampir separuh daripada guru ini menyatakan bahawa modifikasi genetik akan menyakitkan haiwan manakala 41% daripada guru-guru ini berpendapat bahawa penggunaan makanan termodifikasi genetik boleh memusnahkan gen manusia. Dapatan dari kajian ini menunjukkan bahawa guru-guru mempunyai pengetahuan yang rendah dan sikap yang negatif terhadap penggunaan bioteknologi dan ini akan mempengaruhi sebanyak mana penekanan yang akan mereka berikan semasa menyampaikan pengajaran kepada pelajar masing-masing.

Bryce dan Gray (2004) pula mendapati bahawa guru yang terlibat dalam kajian mereka berfikiran positif dan sanggup mengendalikan sesi perbincangan yang melibatkan perdebatan, namun mereka tidak begitu jelas akan fungsinya dan kebanyakannya kurang

arif mengendalikan sesi perbincangan dengan pelajar. Pengkaji mencadangkan agar masalah yang timbul ini perlu ditangani segera. Ciri pedagogi perlu dibangunkan dan guru haruslah mempunyai keyakinan yang tinggi untuk mengajar konsep bioteknologi ini; aspek pengetahuan guru juga perlu ditingkatkan (Jones, Harlow, & Cowie, 2004).

Fonseca et al. (2012) pula mendapati bahawa penglibatan guru dipengaruhi oleh kepercayaan mereka tentang bioteknologi dan juga batasan intrinsik yang timbul seperti limitasi praktikal. Hasil kajian juga mendapati bahawa guru berharap agar mereka diberikan penambahbaikan dalam kemahiran menguruskan pengajaran komponen bioteknologi, di samping itu, kompetensi guru dalam mencari, memilih dan mengadaptasi maklumat untuk pengajaran bioteknologi di bilik darjah juga perlu dipertingkatkan. Ini melibatkan aspek penggunaan teknologi dalam penghasilan bahan bantu pengajaran yang mampu memudahkan penyampaian konsep yang abstrak. Selain itu, program pendidikan guru juga haruslah dikembangkan dan dilaksanakan sebagai sebahagian daripada pendidikan bagi guru yang sedang dalam latihan mahupun dalam perkhidmatan. Di samping itu, program intervensi yang lebih kompleks juga diperlukan bagi mengajar guru menggunakan sumber-sumber yang bersesuaian untuk pelajar dan keadaan di sekolah serta diselaraskan di peringkat kebangsaan.

Selain itu, Kwon dan Chang (2009) pula telah menjalankan kajian yang melibatkan 114 guru teknologi sekolah menengah di sekitar Korea Selatan mengenai kepercayaan dan pandangan mereka berhubung dengan pelaksanaan pengajaran bioteknologi. Kepercayaan yang dimiliki oleh guru ini diukur menggunakan tiga domain iaitu nilai, jangkaan dan inovasi. Dapatan kajian menunjukkan bahawa kepercayaan guru dan hasrat mereka untuk mengajar kandungan bioteknologi di dalam kelas menunjukkan suatu perkaitan secara signifikan. Kajian ini juga mencadangkan agar kandungan bioteknologi yang perlu diajar didedahkan kepada guru melalui perkembangan profesional semasa di peringkat pra dan dalam perkhidmatan.

Daripada perbincangan sebelum ini berkenaan dengan masalah-masalah yang dihadapi dalam pelaksanaan pendidikan bioteknologi ini dari sudut pandangan guru dan pelajar, dapat disimpulkan bahawa suatu jalan penyelesaian terbaik perlu difikirkan. Sebagai cara bagi memudahkan pengajaran dan pembelajaran komponen ini, terdapat beberapa usaha yang telah dijalankan oleh pengkaji-pengkaji bagi menyelesaikan kemelut ini. Antaranya adalah dengan menghasilkan modul bioteknologi yang boleh digunakan untuk menyampaikan pengajaran dan pembelajaran secara lebih berkesan. Sehubungan itu, bahagian seterusnya akan membincangkan perihal modul-modul sedia ada yang boleh digunakan semasa aktiviti pengajaran dan pembelajaran komponen bioteknologi.

Modul Pengajaran Pendidikan Bioteknologi

Di beberapa negara, pengajaran komponen bioteknologi ini dipermudahkan dengan penggunaan modul yang meliputi tajuk-tajuk tertentu yang dipilih mengikut kesesuaian dan melibatkan pelbagai aktiviti yang bersesuaian; seperti mana yang dijelaskan di bahagian ini.

Modul artikel primer yang di adaptasi (*Adapter Primary Literature, APL*)

Modul ini telah dikemukakan oleh Falk et al. (2003) yang dihasilkan bagi pelajar Gred 11 dan 12 di Israel yang mengikuti mata pelajaran Biologi. Modul ini bertajuk '*Gene Tamers: Studying Biotechnology Through Research*'. Buku teks bagi kegunaan pelajar merangkumi unit pengenalan serta tiga artikel primer yang diadaptasi berdasarkan kepada artikel yang telah dihasilkan oleh ahli sains tempatan, di samping manual guru yang mengandungi soalan berpandu untuk setiap artikel, penerangan mengenai tujuan aktiviti, rasional penggunaan aktiviti serta cadangan strategi pengajaran. Setiap bahan aktiviti adalah berserta dengan laman internet yang berkaitan, khusus untuk guru dan pelajar. Laman internet ini mengandungi animasi mengenai pelbagai kaedah bioteknologi yang

digunakan dalam APL, forum tertutup untuk guru di samping cadangan untuk enakmen dan penilaian bahan berkaitan.

Unit pengenalan dalam buku teks pelajar menjadi asas untuk pembelajaran artikel APL yang meliputi konsep dan proses bioteknologi molekul. Kandungannya disusun meliputi tiga kajian kes mengenai erythroprotein manusia yang terjurutera secara genetik, pengklonan hormon pertumbuhan manusia dalam bakteria serta tumbuhan transgenik terjurutera genetik yang tahan terhadap serangga. Melalui unit pengenalan ini, pelajar diberikan banyak soalan dan latihan dan sebahagian soalan meminta pelajar mencari maklumat relevan untuk menyelesaikan masalah yang diberi, mengemukakan cadangan untuk penyelesaian masalah, mencari aplikasi tambahan untuk sesuatu kaedah serta implikasi sosial yang timbul dari sesuatu proses bioteknologi. Ketiga-tiga artikel yang digunakan ini telah diadaptasi dan dipilih berdasarkan beberapa sebab iaitu:

- i. ia melibatkan banyak organisma dan beberapa peringkat proses bioteknologi.
- ii. persembahan prinsip bioteknologinya boleh digunakan oleh pelajar untuk memahami artikel lain dan dipindahkan kepada reka bentuk produk bioteknologi yang lain.
- iii. kebolehadaptasian artikel kajian yang asal kepada APL; hasil persembahan yang jelas, kebarangkalian memilih jumlah rajah yang terhad tanpa mengubah makna asal penyelidikan, serta latar belakang saintifik yang sesuai dengan pengetahuan asas pelajar.
- iv. subjek berimpak tinggi yang mendapat liputan yang meluas dalam media dan literatur saintifik yang popular.
- v. artikel berdasarkan penyelidikan saintis tempatan.

Genomic Analogy Model for Educators (GAME)

Model ini diperkenalkan oleh Kirkpatrick et al. (2002) di mana pendekatannya menggunakan analogi untuk memudahkan pemahaman konsep dan menghuraikan aspek teknikal mengenai genomik moden. Ia dibina untuk membantu pembelajaran sepanjang hayat dalam bidang Biologi Molekul, Genetik dan Genomik dengan memberikan konsep asas kepada pelajar. Kaedah ini memberi peluang kepada guru untuk mengajar pelajar dari pelbagai umur dengan kesediaan saintifik yang berbeza. Perancangan pelajaran GAME ini berpotensi menjadi komponen utama pemahaman pelajar mengenai bioteknologi dan kejuruteraan genetik. Pendekatan ini mempunyai beberapa unit pengajaran seperti penjelasan tentang urutan DNA menggunakan blok Lego® dan struktur genom menggunakan analogi perpustakaan sebuah pekan kecil. Setiap unit pengajaran melibatkan tutorial berasaskan web yang menjelaskan idea tersebut semudah mungkin. Pelajar bekerja melalui tutorial sama ada secara individu ataupun dalam kumpulan. Selain itu, grafik tambahan di dalam modul yang berasaskan web serta aktiviti interaktif digunakan oleh pelajar dalam model ini. Tujuan utama Model GAME dibina adalah untuk membantu pembelajaran pelajar mengenai konsep asas genom dan biologi molekul. Konsep urutan DNA didedahkan kepada pelajar memandangkan ia merupakan bahan asas yang selalu digunakan semasa pemeriksaan DNA manusia serta bagi tujuan menganalisis kes jenayah melalui sains forensik. Selain itu, pelajar juga didedahkan kepada penggunaan proses elektroforesis menggunakan komputer dan analogi Jell-O® (<http://www.entm.purdue.edu/ExtensionGenomics>). Semasa aktiviti dijalankan, pelajar menggunakan Lego® berbeza warna yang mewakili empat bes asas iaitu Adenin, Guanin, Sitosin dan Tiamin bagi membentuk urutan DNA.

Model Kurikulum Bertajuk ‘*Read the Language of the Tumour*’

Modul ini adalah berkaitan dengan aspek genom dan penyakit kanser serta perhubungannya dengan isu sosiosaintifik. Pengajaran modul ini melibatkan kolaborasi di antara sekolah dan universiti dan ianya telah dikemukakan oleh Klop et al. (2010). Pengenalan modul ini dimulakan dengan satu sesi percambahan fikiran mengenai topik kanser dan hasil penyelidikannya. Modul ini dapat membolehkan pelajar mengaitkan pembelajaran baru dengan pengetahuan sedia ada mereka. Dalam dua pelajaran seterusnya, pelajar diminta menjalankan aktiviti secara *hands-on* dan seterusnya menyediakan tugas dalam kumpulan berdua atau bertiga. Setiap kumpulan pelajar diselia oleh dua orang pelajar universiti mengenai penggunaan teknik-teknik genom. Aktiviti ini memberikan mereka peluang untuk mendekati konsep biologi yang abstrak seperti pengawetan tumor kanser, menyisihkan DNA daripada reaksi rantai polimerase dan elektroforesis gel.

Seminggu selepas kerja amali, dalam pelajaran ke-empat, pelajar diminta membuat refleksi berkenaan dengan pengalaman mereka menjalankan eksperimen. Mereka membuat kesimpulan daripada eksperimen yang dijalankan dan melengkapkan borang saranan/penceritaan yang disertakan, di samping perlu membuat kesimpulan dari eksperimen yang telah dijalankan serta memberi cadangan seperti mana seorang penyelidik memberikan cadangan kepada seorang doktor. Modul ini memberi peluang kepada pelajar untuk terlibat dalam perbincangan berkaitan etika dan menjalankan eksperimen. Modul ini melibatkan lima prinsip reka bentuk iaitu merangsang pembelajaran aktif, merangsang pembelajaran berdasarkan inkuiri, menggunakan gerakerja asli, merangsang refleksi dan menggunakan isu sosio-saintifik.

Modul Kesedaran Bioteknologi

Modul bioteknologi ini dihasilkan oleh Mohd Firdaus-Raih et al. (2005) bagi kegunaan pelajar Tingkatan enam di Malaysia. Seramai 18,000 pelajar dari 563 buah sekolah menengah terlibat dalam kajian ini. Modul yang dibangunkan ini terdiri daripada aktiviti kuliah dan perbincangan berkaitan dengan peluang pekerjaan, isu bioteknologi serta aplikasinya dan disusuli dengan tiga sesi aktiviti *hands-on* terdiri daripada permainan, *wet-lab hands-on* dan persembahan multimedia berserta kuiz. Sesi *wet-labs hands-on* ini melibatkan pelajar menjalankan aktiviti seperti pengekstrakan DNA daripada bawang, asid nukleik daripada elektroporesis gel agarose, *restriction digestion* genom DNA dan rantaian reaksi polimerase. Program kesedaran ini telah dijalankan pada tahun 2001 dan ianya melibatkan sekumpulan fasilitator yang terdiri dari pensyarah dan ahli sains yang berkunjung dari sebuah sekolah ke sekolah lain yang terpilih. Bahan yang diperlukan adalah minima dan boleh diperolehi daripada makmal sekolah atau di rumah, hanya bahan kimia, reagen dan peralatan seperti agarose, enzim *restriction* dan set elektroporesis sahaja disediakan oleh fasilitator.

Sesi permainan pula terdiri dari tiga permainan iaitu Liku-liku DNA, '*Dolly – the Board Game*' (dibangunkan oleh Sheffield Hallam Universiti dan British Council manakala kandungan Bahasa Melayu ditambah oleh penyelidik dari Universiti Kebangsaan Malaysia) serta permainan secara main peranan menggunakan dadu. Kesemua permainan, animasi dan aplikasi multimedia interaktif direka bentuk bagi membolehkan pelajar mempunyai pemahaman sebenar mengenai aplikasi teknologi rekombinan DNA dan implikasi genom. Terdapat juga isu bagi merangsang pemikiran pelajar berkaitan dengan pengklonan dan organisma terubah kandungan genetik. Penyelidik berharap agar mereka dapat melahirkan generasi akan datang yang akan menerima atau menolak sesuatu pembangunan dalam bidang bioteknologi berdasarkan kepada pemahaman yang kukuh berhubung dengan bioteknologi. Hasil maklum balas dari

pelajar yang terlibat dalam kajian ini menunjukkan bahawa modul yang digunakan ini adalah baik dan jangka masa yang diperuntukkan bagi setiap aktiviti adalah mencukupi.

Berdasarkan ke semua modul yang telah dibincangkan ini, ternyata ianya lebih menumpukan kepada pelajar. Walaupun modul artikel primer yang di adaptasi (*Adapter Primary Literature, APL*) yang dikemukakan oleh Falk et al. (2003) ini menyediakan manual untuk guru melaksanakan aktiviti pengajaran, namun ianya tidak mengambil kira tahap pengetahuan sedia ada guru dari sudut pengetahuan kandungan bioteknologi, pengetahuan pedagogi serta pengetahuan teknologi. Kesemua modul ini tidak menjelaskan dengan mendalam akan komponen pengetahuan yang perlu dipunyai oleh guru sebelum mereka menggunakan modul-modul tersebut. Ini menyukarkan guru untuk menjalankan aktiviti modul yang dirancang secara sistematik.

Di samping itu, kesemua modul ini tidak memberi peluang untuk guru mengubah atau menambah bahagian yang ada mengikut kesesuaian guru yang mengajar serta mengikut tahap kebolehan pelajar. Ini menyebabkan keadaan di mana ada pelajar yang tidak dapat menguasai pengajaran guru dengan baik kerana strategi pengajaran yang dicadangkan tidak menepati cita rasa dan gaya pembelajaran pelajar berkenaan. Selain itu, kesemua modul ini kecuali modul yang dihasilkan oleh Mohd Firdaus-raih et al. (2005) adalah sesuai digunakan di negara berkenaan sahaja berdasarkan kepada sukatan pelajaran negara berkenaan manakala modul yang dihasilkan oleh Mohd Firdaus-Raih et al. (2005) pula adalah dikhususkan kepada pelajar Tingkatan enam. Oleh yang demikian, penggunaan modul ini oleh guru menyebabkan ada komponen yang tidak relevan dengan skop dan sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima yang digunakan di Malaysia.

Merujuk kepada perkara yang telah dikemukakan, pengkaji membina Modul Bioteknologi yang sesuai dengan konteks dan cadangan sukatan yang digunakan di Malaysia. Modul yang dihasilkan oleh pengkaji ini diharap dapat memudahkan guru

menyampaikan kandungan bioteknologi dengan lebih baik serta mampu meningkatkan minat pelajar sekolah untuk mempelajari bidang bioteknologi ini. Selanjutnya, pengkaji membincangkan berkenaan perkembangan pendidikan bioteknologi di Malaysia.

Pendidikan Bioteknologi di Malaysia

Bioteknologi merupakan gabungan antara Biologi dengan Teknologi dan ia dikenal pasti sebagai enjin pemacu pembangunan negara ke arah mencapai status negara maju pada tahun 2020 (Saridan Abu Bakar, 2007). Di Malaysia, pendidikan Bioteknologi adalah terasing dan kurang diberi tumpuan kepada pelajar dan warga pendidik di sekolah menengah. Hanya beberapa kajian sahaja yang berkaitan dengan pelajar dan guru yang dikemukakan oleh pengkaji tempatan. Antaranya adalah kajian yang telah dijalankan oleh Mohd. Firdaus-Raih et al. (2005), Tamby Subahan et al. (2012) serta Nor Arizah Masiron (2008).

Mohd. Firdaus-Raih et al. (2005) telah menjalankan kajian bagi menilai keberkesanan program kesedaran bioteknologi untuk pelajar Tingkatan Enam di beberapa sekolah menengah terpilih di Malaysia. Tujuan kajian ini adalah untuk mendidik dan membentuk kesedaran pelajar berkenaan dengan bioteknologi, aplikasinya serta pengaruhnya dalam kehidupan seharian mereka pada masa kini dan akan datang. Walaupun jumlah pelajar yang terlibat dalam kajian ini adalah seramai 18,000 daripada 563 buah sekolah sahaja berbanding jumlah keseluruhan pelajar di Malaysia, namun program ini diharap akan memberi impak dan dapat menimbulkan minat pelajar serta berjaya membentuk warganegara yang berpelajaran bagi menghasilkan tenaga kerja dalam bidang bioteknologi ini. Penyelidik berharap agar mereka dapat melahirkan generasi akan datang yang akan menerima atau menolak sesuatu pembangunan dalam bidang bioteknologi berdasarkan kepada pemahaman yang kukuh berhubung dengan bioteknologi. Hasil maklum balas dari pelajar yang terlibat dalam kajian ini menunjukkan

bahawa mereka beranggapan modul yang digunakan ini adalah baik dan jangka masa yang diperuntukkan bagi setiap aktiviti adalah mencukupi.

Selain dari kajian yang telah dihuraikan ini, Nor Arizah Masiron (2008) pula telah menentukan tahap kefahaman dan sikap 220 guru pertanian yang mengajar mata pelajaran Sains Pertanian dan Pengajian Agroteknologi di Sekolah Menengah Kebangsaan dan Sekolah Menengah Teknik di seluruh Malaysia terhadap penggunaan komponen bioteknologi dalam pertanian. Kajiannya berbentuk tinjauan dan menggunakan borang soal selidik yang dibina berdasarkan kajian literatur berkaitan bioteknologi. Dapatan dari kajian menunjukkan bahawa terdapat perkaitan yang signifikan antara kefahaman guru pertanian mengenai aktiviti berkaitan bioteknologi dengan kehadiran mereka berkursus berkaitan dengan komponen bioteknologi. Di samping itu, hasil kajian juga menunjukkan terdapat hubungan negatif yang rendah dan signifikan di antara kefahaman guru mengenai aktiviti berkaitan bioteknologi dengan persepsi mereka mengenai bidang bioteknologi.

Kajian juga menunjukkan bahawa persepsi pengetahuan guru pertanian mengenai topik bioteknologi adalah berada pada tahap sederhana; mereka mempunyai sikap yang positif terhadap penggunaan bioteknologi dalam pertanian. Di samping itu, terdapat perbezaan yang signifikan di antara halangan pelaksanaan topik bioteknologi oleh guru-guru berdasarkan kepada pemboleh ubah seperti opsyen, bangsa dan kehadiran berkursus berkaitan dengan komponen bioteknologi ini. Faktor kekurangan peralatan makmal menjadi penghalang utama untuk guru pertanian melaksanakan pengajaran topik bioteknologi. Pilihan sumber maklumat bioteknologi guru pertanian adalah melalui kursus anjuran universiti, industri dan pusat penyelidikan pertanian. Dapatan kajian ini juga mencadangkan agar guru-guru pertanian diberi kursus dalam perkhidmatan untuk meningkatkan pengetahuan dan kefahaman mereka mengenai penggunaan bioteknologi dalam pertanian. Selain itu, dicadangkan agar Kementerian Pendidikan Malaysia

membekalkan peralatan makmal yang mencukupi bagi membolehkan guru pertanian melaksanakan pengajaran topik bioteknologi ini dengan lebih berkesan.

Dalam kajian yang lain, Tamby Subahan et al. (2012) pula telah menentukan tahap pengetahuan dan sikap pelajar sekolah menengah terhadap bioteknologi dan aplikasinya. Borang soal selidik diberi kepada 214 pelajar yang mengambil mata pelajaran Biologi atau Sains di beberapa sekolah menengah terpilih. Hasil kajian menunjukkan bahawa pelajar yang terlibat mempunyai tahap pengetahuan yang tinggi berkaitan dengan bioteknologi, tetapi terbatas kepada isu-isu berkaitan dengan bidang perubatan sahaja. Pelajar juga menunjukkan sikap yang positif terhadap aplikasi bioteknologi berhubung dengan perubatan serta tujuan ekonominya dan mereka perlu diberikan pendedahan lebih banyak kepada aplikasi bioteknologi berhubung dengan perubatan, pertanian, penternakan, alam sekitar dan industri. Secara keseluruhannya, kajian ini mencadangkan agar komponen bioteknologi ini dimuatkan ke dalam mata pelajaran berkaitan sains supaya pelajar mempunyai pengetahuan yang lebih berkaitan dengan aplikasi bioteknologi ini kepada kehidupan.

Daripada dapatan kajian yang telah dibentangkan dalam bab ini, di dapati bahawa bidang pendidikan bioteknologi di Malaysia masih mempunyai banyak ruang yang perlu diterokai; khususnya dalam konteks pendidikan dan sekolah. Sehubungan ini, pengkaji telah menjalankan kajian yang melibatkan guru dan pelajar sekolah menengah; khususnya mereka yang terlibat dengan mata pelajaran Biologi. Melihat kepada kurangnya modul atau bahan bantu mengajar yang sesuai dengan pelajar dan guru dari kajian pengkaji lain, pengkaji telah mengambil inisiatif untuk membina suatu Modul Bioteknologi untuk kegunaan pelajar Tingkatan empat dan lima di Malaysia. Modul ini diharap dapat meningkatkan tahap pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan bioteknologi dalam kalangan guru dan memudahkan pengajaran dan pembelajaran Bioteknologi.

Oleh yang demikian, pengkaji akan membincangkan dengan lebih lanjut berkenaan model teknologi, pedagogi dan kandungan pengetahuan yang telah dikemukakan oleh pengkaji lain yang mana ianya akan menjadi dasar dalam pembinaan Modul Bioteknologi yang akan dibincangkan dalam bahagian lanjut penulisan ini.

Model Teknologi, Pedagogi, dan Kandungan Pengetahuan (*Technology, Pedagogy, Content Knowledge*)

Model pedagogi yang digunakan oleh guru haruslah relevan, sehati dengan pengalaman guru, fleksibel, kompleks dan terbuka kepada refleksi dan adaptasi (Loveless, 2011). Bagi membolehkan pelajar mempelajari kandungan sesuatu mata pelajaran, guru mestilah mempunyai pengetahuan yang mantap berkaitan mata pelajaran tersebut, di samping mempunyai kepakaran mengenai kaedah paling berkesan untuk digunakan bagi menyampaikan sesuatu ilmu pengetahuan (Banister & Reinhart, 2011).

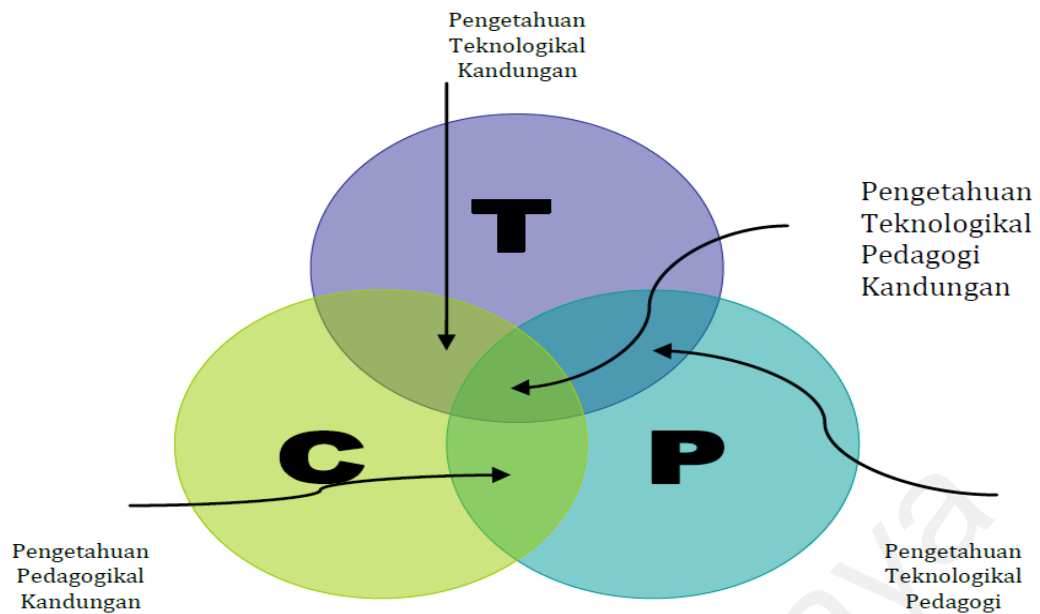
Kedua-dua komponen iaitu pedagogi dan kandungan pengetahuan amat penting dan perlu ada pada semua guru (Shulman, 1986). Beliau memberikan suatu paradigma yang amat berguna iaitu seseorang guru haruslah mempunyai tiga jenis pengetahuan yang perlu dibina dalam diri mereka iaitu; pengetahuan mengenai mata pelajaran yang diajar, pengetahuan mengenai pedagogi dan pengetahuan kurikulum. Kesemua komponen ini memerlukan guru membuat pertimbangan yang sewajarnya secara kritikal mengenai apakah yang perlu dipelajari oleh pelajar, memahami stail pembelajaran pelajar, dan memilih strategi pengajaran yang efektif untuk menyampaikan kandungan pengajaran secara berkesan kepada pelajar (Chauvot, 2008).

Pada tahun 2006, Mishra dan Koehler telah memperbaiki lagi konsep yang telah dikemukakan oleh Shulman (1986) di mana mereka menambah suatu lagi dimensi baru iaitu teknologi, dan konsep yang baru ini dikenali sebagai pengetahuan teknologi, pedagogi, dan kandungan (PTPK) atau lebih dikenali sebagai konsep 'Technology,

Pedagogy and Content Knowledge' (TPCK). Menurut mereka, PTPK adalah asas pengajaran yang baik, di samping teknologi dan memerlukan kefahaman tentang penyampaian konsep menggunakan teknologi serta teknik pedagogi menggunakan teknologi secara konstruktif di mana konsep yang sukar menjadi senang untuk dipelajari. Teknologi boleh membantu membetulkan masalah pembelajaran yang dihadapi oleh pelajar, pengetahuan terdahulu pelajar dan teori-teori epistemologi yang berkaitan serta dan pengetahuan mengenai bagaimana teknologi dapat digunakan untuk membina pengetahuan sedia ada yang membantu membina epistemologi baru atau mengukuhkan epistemologi lama pelajar (Mishra & Koehler, 2006). Model PTPK ini menghuraikan bagaimana kandungan pengetahuan, amalan pedagogi dan pelbagai teknologi berinteraksi di antara satu sama lain dalam membantu pembelajaran pelajar dan kefahaman mereka berkaitan dengan mata pelajaran yang dipelajari.

Watkins dan Mortimore (1999) mengistilahkan pedagogi sebagai sebarang aktiviti secara sedar yang dilakukan oleh seorang guru bagi meningkatkan pembelajaran dalam kalangan pelajar. Reka bentuk pedagogi yang baik perlu menjelaskan kesesuaian di antara kandungan, strategi pengajaran, persekitaran pembelajaran, penilaian dan maklum balas, serta merefleksi teori pembelajaran dan nilai yang diterapkan (Kalantzis & Cope, 2010; Mayes & de Freitas, 2007).

Koehler dan Mishra (2006) menyatakan bahawa idea PTPK yang telah diketengahkan oleh mereka adalah sebagai respon kepada masalah yang timbul dalam proses pengajaran dan ianya menekankan bahawa guru adalah berperanan sebagai pereka kurikulum dan bukannya hanya sebagai penyampai pengetahuan. Ini merupakan tambahan kepada model sedia ada yang telah dikemukakan oleh Shulman sepertimana yang ditunjukkan dalam Rajah 2.1.



Rajah 2.1. Pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan.
(Dipetik dari: Rozaiman Makmun, Zamri Mahamod, Noor Izam Mohd Taib, A.Rahman Haron, 2011)

Secara amnya, PTPK terbahagi kepada tujuh komponen terdiri daripada:

- i. Pengetahuan Teknologi: Pengetahuan tentang pelbagai alatan teknologi, dari alatan berteknologi rendah kepada berteknologi tinggi seperti pensil dan kertas serta teknologi digital seperti Internet, video digital, papan putih interaktif, dan program-program perisian.
- ii. Pengetahuan Kandungan: Pengetahuan guru untuk pengajaran (merujuk kepada pengetahuan bioteknologi).
- iii. Pengetahuan Pedagogi : Pengetahuan tentang kaedah dan proses pengajaran seperti pengurusan bilik darjah, penilaian, pembangunan rancangan pengajaran dan pembelajaran pelajar.
- iv. Pengetahuan pedagogi dan kandungan: Ilmu berkaitan dengan proses pengajaran dan pengetahuan kandungan. Pengetahuan kandungan pedagogi adalah berbeza untuk pelbagai bidang kandungan di mana ia menggabungkan kedua-dua kandungan dan

pedagogi bertujuan untuk membangunkan amalan pengajaran yang lebih baik dalam bidang kandungan.

v. Pengetahuan kandungan dan teknologi: Pengetahuan tentang bagaimana teknologi digunakan untuk mewakili kandungan pengetahuan tertentu.

vi. Pengetahuan teknologi dan pedagogi : Pengetahuan tentang bagaimana pelbagai teknologi boleh digunakan dalam pengajaran.

vii. Pengetahuan teknologi, kandungan pengetahuan dan pedagogi: Pengetahuan yang diperlukan oleh guru untuk mengintegrasikan teknologi ke dalam pengajaran mereka bagi sebarang kandungan.

Implikasi daripada fenomena ini menyebabkan timbulnya perkaitan di antara pengetahuan mengenai teknologi itu sendiri, pengetahuan mengenai teknologi yang boleh digunakan dalam pengajaran (pengetahuan teknologi-pedagogi), pengetahuan mengenai teknologi yang digunakan di dalam sesuatu disiplin (pengetahuan kandungan teknologi) dan pertindihan di bahagian tengah Gambar rajah Venn, iaitu pengetahuan mengenai bagaimana mengajar mata pelajaran tertentu menggunakan teknologi, pedagogi dan pengetahuan kandungan yang sesuai.

PTPK mencetuskan satu lagi dimensi baru untuk mengenal pasti pengajaran dalam bilik darjah yang lebih efektif di mana pengajaran dan pembelajaran pada abad ke-21 ini mestilah mencerminkan penggunaan teknologi digital yang lebih memberangsangkan. Oleh itu, bagi membolehkan guru lebih menerima PTPK, mereka perlu menggunakan masa dalam pembelajaran dan mempunyai kemahiran menggunakan pelbagai teknologi yang ada, di samping mengetahui bagaimana untuk menyepadankan alatan teknologi yang khusus kepada keperluan pembelajaran yang spesifik. Pengetahuan teknologi berkaitan yang diperlukan oleh guru adalah mengenai bagaimana mereka menggunakan pelbagai program perisian komputer, laman web, serta memilih bahan yang paling sesuai dan

efektif yang mampu mencapai matlamat pembelajaran yang berkesan dalam bilik darjah yang berkesan (Angeli & Valanides, 2009).

Walaupun penekanan diberikan agar guru menggunakan teknologi ini di samping teknik pengajaran yang biasa digunakan semasa pengajaran, namun terdapat guru yang berasa kecewa dan tidak menggunakan teknologi ini kerana mereka sendiri mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang kurang berkaitan dengan penggunaan komputer (Groff & Mouza, 2008; Mehlinger & Powers, 2002). Walau bagaimanapun, jika guru mempunyai pengetahuan dan kemahiran asas berkaitan komputer, mereka akan lebih terbuka dan mampu menggunakan teknologi sebagai salah satu alat bantu mengajar di dalam kelas. Dalam erti kata lain, pembelajaran dan pengalaman terdahulu guru mengenai teknologi dapat membantu mereka mengajar menggunakan teknologi semasa menjalankan aktiviti pengajaran dan pembelajaran.

Simulasi menggunakan komputer contohnya dilihat berpotensi menjadikan pengajaran lebih interaktif dan pembelajaran konsep yang abstrak lebih konkrit (Ramasundarm, Grunwald, Mangeot, Comerford, & Bliss, 2005). Semasa menggunakan simulasi komputer, masa yang diperuntukkan untuk mengajar boleh dikawal oleh guru; konsep yang abstrak boleh dijadikan lebih konkrit dan proses yang tersirat boleh dijelmakan secara jelas. Guru dapat memfokuskan perhatian pelajar kepada objektif pembelajaran di mana kesan akibat sesuatu fenomena boleh diterangkan dengan lebih terperinci dan bebanan kognitif yang dipikul oleh pelajar juga dapat dikurangkan (DeJong & Van Joolingen, 1998). Di samping itu, pelajar juga dapat menjalankan aktiviti yang melibatkan inkuiri dan masalah yang dihadapi oleh guru seperti sumber kewangan yang tidak mencukupi, kekurangan bahan bantu mengajar dan jadual pengajaran yang agak ketat dan tidak fleksibel dapat diatasi (Smetana & Bell, 2012).

Oleh yang demikian, dalam kajian ini, pengkaji berharap dapat membantu guru-guru Biologi mengajar konsep bioteknologi di sekolah menengah yang terpilih. Ini dapat

dilakukan dengan menyediakan Modul Bioteknologi bagi kegunaan pengajaran dan pembelajaran. Penjelasan lebih lanjut akan dibincangkan mengenai pembangunan Modul Bioteknologi di bab empat yang juga akan menyentuh mengenai perkaedahan kajian yang telah dijalankan. Selanjutnya pengkaji akan membincangkan mengenai teknik Delphi iaitu satu kaedah yang digunakan bagi mendapatkan persetujuan pakar di dalam merangka Modul Bioteknologi yang dihasilkan.

Teknik Delphi

Teknik Delphi telah mula mendapat perhatian di Amerika Syarikat dan beberapa negara di Eropah pada tahun 1940-an. Teknik ini telah dibangunkan oleh The Rand Corporation pada tahun 1946. Oleh itu ia bukanlah suatu kaedah kajian yang baru (Saedah Siraj, 2008) dan ia adalah suatu teknik bagi mendapatkan kesimpulan dan kesepakatan sekumpulan pakar untuk mengatasi kelemahan jika hanya bersandarkan kepada pandangan seorang pakar, 'a one-shot group average' atau perbincangan meja bulat (Clayton, 1997). Prayun (1970) menyatakan bahawa Teknik Delphi adalah satu prosedur mencari konsensus antara ahli kumpulan mengenai masa depan; keperluan kuantitatif menggunakan soal selidik dan bukannya dilakukan secara bersemuka.

Kaedah ini menyediakan perantaraan untuk perhubungan di mana individu yang mengambil bahagian dalam teknik ini tidak perlu bersemuka (anonimiti) atau bergerak ke suatu lokasi yang ditetapkan untuk berbincang. Di samping itu, ia juga mengurangkan gangguan sosial dan emosi yang mungkin timbul jika semua pihak yang terlibat bersemuka. Kaedah Delphi ini juga cuba mendapatkan kesepakatan pandangan antara pakar yang paling dipercayai melalui suatu siri soalan soal selidik intensif yang memerlukan maklum balas dari pakar yang terlibat. Teknik ini melibatkan beberapa ulangan soalan kepada individu yang terlibat dan mengelakkan konfrontasi antara setiap ahli pasukan (Clayton, 1997). Di samping itu, ia juga dapat menentukan kesesuaian

sesuatu aplikasi pengajaran dalam sesuatu program intervensi, meramal trend, atau berinteraksi dengan subjek kajian tanpa sekatan masa dan ruang. Rowe dan Wright (1999) telah mengklasifikasikan kaedah Delphi klasik yang mana ianya mempunyai 4 ciri utama iaitu:

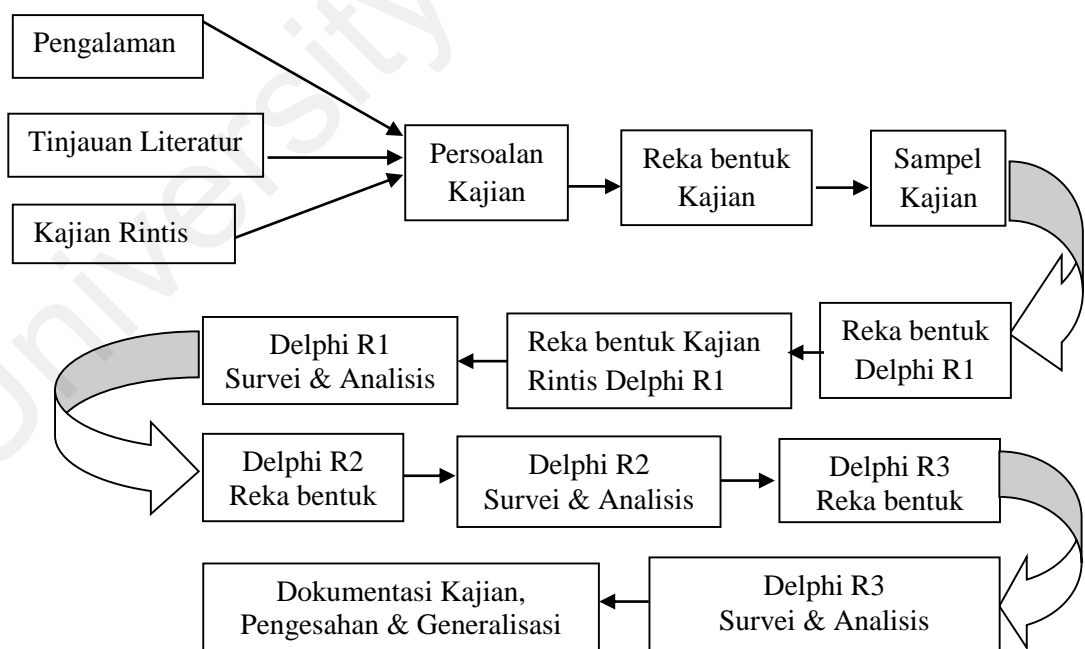
- i. Anonimiti peserta/pakar: Ia membenarkan peserta menjelaskan secara terbuka pandangan mereka tanpa mengalami sebarang tekanan sosial dari peserta lain dalam kumpulan. Keputusan yang diambil ini akan dinilai berdasarkan kepada kesepakatan bersama panel pakar dan bukannya keputusan secara individu.
- ii. Pengulangan semula: Ia membenarkan peserta memperhalusi pandangan mereka dari dapatan secara berkumpulan dalam setiap pusingan.
- iii. Maklum balas terkawal: Pentadbir dapat memaklumkan peserta akan perspektif peserta lain, dan memberi peluang kepada ahli Delphi bagi menjelaskan atau mengubah pandangan mereka.
- iv. Respons dari kumpulan dikumpulkan secara statistik: Ia membolehkan analisis kuantitatif dan interpretasi data.

Teknik Delphi pada awalnya digunakan dalam meramal perkembangan teknologi untuk masa hadapan. Penggunaan kaedah ini muncul melalui kajian eksperimen yang dijalankan oleh Dalkey dan Helmer (1963); semasa mereka bekerja dengan RAND Corporation. Teknik Delphi bergantung kepada pandangan pakar bagi memperoleh tahap kesepakatan, arah tuju masa depan atau bagi menentukan tindakan lanjutan yang perlu dilakukan.

Kaedah Delphi melibatkan suatu panel pakar yang mempunyai pengetahuan dan pengalaman yang diperlukan dalam sesuatu bidang. Pemilihan pakar juga perlu dilakukan dengan berhati-hati kerana sebarang kesilapan dalam pemilihan pakar akan melemahkan sesuatu kaedah dan dapatan kajian tidak menarik perhatian pihak yang berkaitan. Apabila ciri-ciri panel telah dikenal pasti, penyelidik seterusnya perlu menjalankan proses

pencalonan. Pencalonan individu yang terkenal dan dihormati dari keseluruhan kumpulan sasaran haruslah melalui proses menyusun dalam susunan hierarki; penama yang paling tinggi dalam hierarki menjadi bukti dan menjadi asas bagi pemilihan ahli panel yang lain.

Bergantung kepada tujuan kajian, panel yang dipilih mungkin boleh terdiri daripada kumpulan yang kecil ataupun besar. Kebiasaannya, seramai 15-30 orang bagi suatu populasi yang homogenous digunakan yang mana pakarnya adalah daripada bidang yang sama atau 5-10 orang pakar bagi populasi yang heterogenous di mana pakarnya adalah mempunyai kepakaran dalam sesuatu topik tetapi dari asas sosial yang berbeza seperti guru, ahli akademik universiti atau pentadbir sekolah. Teknik ini menggunakan teknik survey di mana pakar memberi respons kepada suatu set soalan dalam beberapa pusingan. Jumlah pusingan bergantung kepada kesepakatan pakar yang dapat dicapai. Biasanya tiga pusingan adalah memadai menurut Van der Schaaf dan Stokking (2011). Skulmoski, Hartman, dan Krahn (2007) telah mengemukakan proses tipikal teknik Delphi melalui tiga pusingan seperti tertera dalam Rajah 2.2.



Rajah 2.2. Proses Tipikal Delphi Tiga Pusingan

Langkah-langkah dalam melaksanakan teknik ini terdiri daripada:

- i. Membentuk persoalan kajian
- ii. Mereka bentuk penyelidikan - selepas mengenal pasti persoalan kajian, penyelidikan direka bentuk dari perspektif makro kepada mikro.
- iii. Sampel kajian – memilih peserta kajian yang bertepatan amat perlu diberi perhatian kerana hasil dapatan teknik ini adalah berdasarkan kepada pandangan yang mereka berikan.
- iv. Membina soalan soal selidik pusingan pertama.
- v. Kajian rintis Delphi – kajian ini dilakukan bertujuan sebagai percubaan dan penyelarasan.
- vi. Soal selidik Delphi dikemas kini untuk memperbaiki aspek pemahaman serta mengatasi sebarang masalah prosedur.
- vii. Mengedar dan menganalisis soal selidik pusingan pertama
- viii. Soal selidik Delphi dikemas kini untuk memperbaiki aspek pemahaman serta mengatasi sebarang masalah prosedur.
- ix. Mengedar dan menganalisis soal selidik pusingan pertama
- x. Membangunkan soal selidik pusingan kedua.
- xi. Mengedar dan menganalisis soal selidik pusingan kedua.
- xii. Membangunkan soal selidik pusingan ketiga
- xiii. Mengedar dan menganalisis soal selidik pusingan ketiga.
- xiv. Memverifikasi secara umum keputusan dokumen penyelidikan

Dalam kajian ini, pengkaji menggunakan kaedah ini tetapi diubahsuai sedikit langkah pada pusingan pertama di mana pengkaji menemuramah beberapa pakar di samping merujuk kepada bahan literatur yang berkaitan bagi mendapatkan pandangan pakar berkenaan kesesuaian kurikulum Biologi sedia ada dan langkah penambahbaikan yang perlu dilakukan terhadap kurikulum ini, khususnya berkenaan pendidikan

Bioteknologi dan penghasilan elemen-elemen yang sesuai dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibina oleh pengkaji. Langkah lebih lanjut kaedah ini akan dijelaskan pada bab perkaedahan.

Selanjutnya, penjelasan mengenai kaedah penyelidikan yang menunjangi kajian ini iaitu kajian pembangunan akan diberikan penerangan di bahagian seterusnya.

Kajian Pembangunan

Kajian pembangunan melibatkan penghasilan pengetahuan yang mana matlamatnya adalah untuk memperbaiki proses reka bentuk pengajaran, pembangunan dan penilaian. Menurut Seels dan Richey (1994), kajian pembangunan ditafsirkan sebagai suatu kajian yang sistematik untuk mereka bentuk, membangun dan menilai program pengajaran, proses serta produk dan ia mestilah mencapai kriteria bagi konsistensi dalaman dan keberkesanannya.

Secara ringkas, kajian pembangunan ini boleh dikategorikan sama ada sebagai:

- i. kajian ke atas proses dan impak usaha reka bentuk pengajaran dan pembangunan yang spesifik.
- ii. situasi di mana seseorang melakukan reka bentuk pengajaran, pembangunan, atau aktiviti penilaian dan mengkaji proses pada masa yang sama.
- iii. kajian reka bentuk pengajaran, pembangunan dan proses penilaian secara keseluruhan atau sebagai suatu komponen proses.

Terdapat dua kategori kajian pembangunan, iaitu sama ada kajian pembangunan Jenis satu atau dua (Richey, Klein & Nelson, 2004). Kedua-duanya berbeza dari aspek sejauh mana kesimpulan daripada kajian yang dijalankan boleh digeneralisasikan atau hanya spesifik dari segi kandungannya. Kajian pembangunan jenis satu memfokus kepada produk pengajaran, program, proses atau peralatan. Ianya merujuk kepada penentuan prinsip pembangunan secara am atau cadangan situasi spesifik.

Secara amnya, kajian jenis satu bukan sahaja melibatkan reka bentuk produk dan pembangunan, tetapi juga aspek penilaian. Kadangkala ia juga melibatkan pengesahan sesuatu reka bentuk atau teknik/alat pembangunan. Kajian Jenis dua pula menfokuskan kepada suatu reka bentuk, pembangunan atau model penilaian. Ia mungkin akan melibatkan proses mengkonstruksi dan mengesahkan reka bentuk unik sesuatu model dan proses, di samping mengenal pasti keadaan yang memudahkan penggunaannya.

Kajian pembangunan biasanya distrukturkan mengikut fasa tertentu. Umpamanya, kajian Jenis satu mungkin mempunyai fasa analisis, fasa reka bentuk, fasa percubaan (rintis) dan fasa penilaian. Selain itu, ia juga melibatkan fasa yang melibatkan analisis pertama, pembangunan prototaip dan pengujian dan di akhiri dengan pengulangan prototaip dan ujian semula. Kajian jenis dua mungkin mempunyai fasa pembentukan model, fasa pelaksanaan model, dan fasa pengesahan model (Richey & Klein, 2005).

Beberapa penyelidik telah menjalankan kajian pembangunan bagi penghasilan modul pengajaran berkaitan sains, antaranya adalah Norlidah Alias (2010) dan Marwan Abualrob (2010). Norlidah Alias telah membangunkan modul pedagogi berasaskan teknologi dan empat gaya pembelajaran Felder-Silverman kurikulum Fizik Tingkatan Empat di sekolah menengah. Beliau menggunakan Model Pembangunan Richey Jenis satu yang melibatkan tiga fasa iaitu fasa analisis, reka bentuk dan penilaian, reka bentuk pengajaran ASSURE telah digunakan dalam proses pembangunan modulnya. Marwan Abualrob pula telah membangunkan bahan pengajaran dan pembelajaran komponen Sains, Teknologi dan Masyarakat untuk buku teks Sains Tahun Sembilan di Palestin. Kajian ini melibatkan penggunaan empat langkah dalam reka bentuk pengajaran meliputi elemen analisis, reka bentuk, pembangunan dan penilaian.

Kajian yang dijalankan oleh pengkaji adalah menggunakan kaedah kajian pembangunan jenis satu di mana pengkaji membangunkan Modul Bioteknologi yang digunakan oleh guru untuk mengajar pelajar mata pelajaran Biologi di sekolah menengah.

Model Reka Bentuk Pengajaran

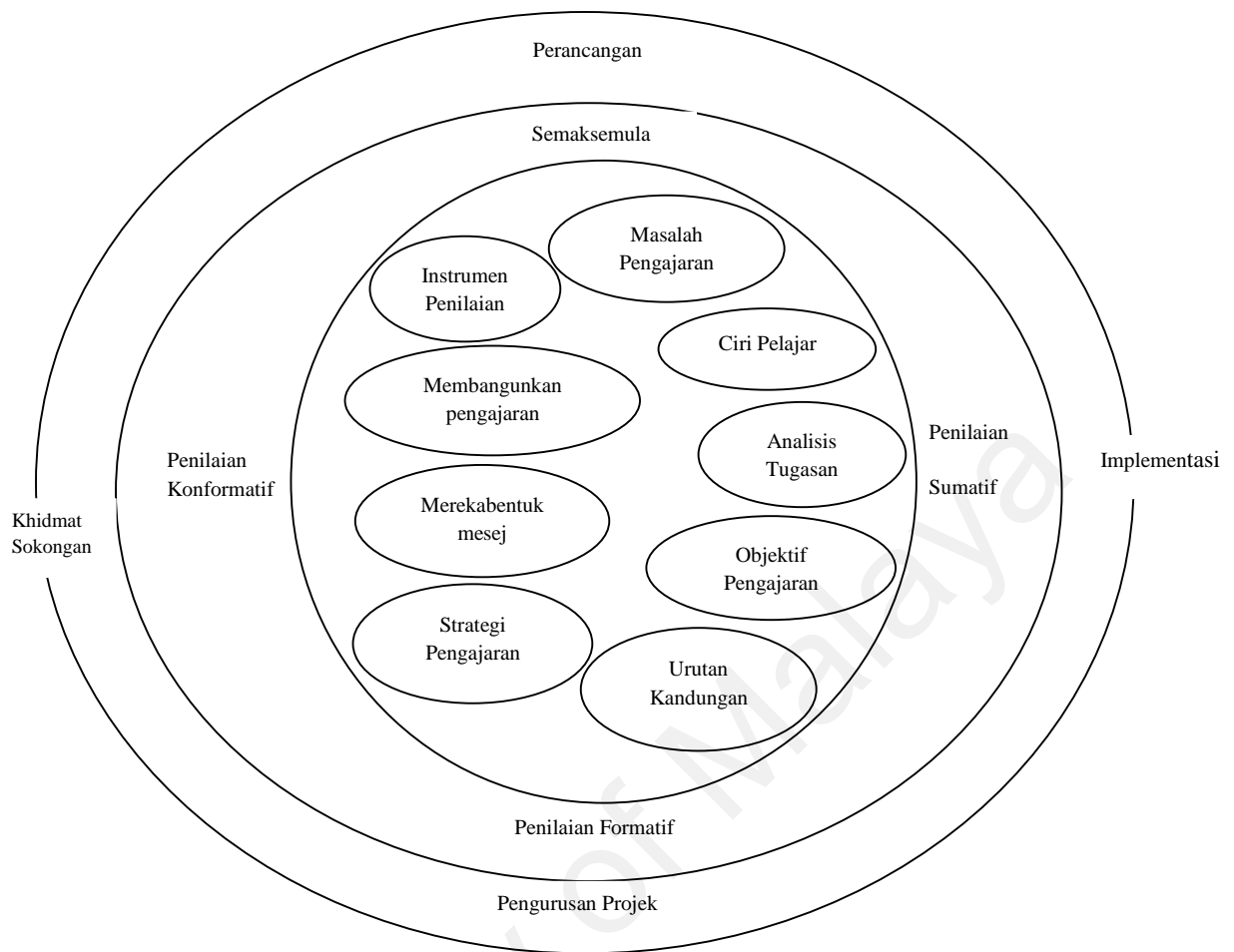
Terdapat beberapa model berkaitan dengan reka bentuk pengajaran yang biasa digunakan semasa kajian pembangunan dijalankan. Pengkaji akan menjelaskan secara terperinci beberapa contoh model reka bentuk pengajaran yang ada sebelum memutuskan model yang akan digunakan dalam kajian ini.

Model reka bentuk pengajaran Morrison, Ross, Kalman dan Kemp

Model reka bentuk pengajaran Morrison, Ross, Kalman dan Kemp (2011) adalah berdasarkan sembilan langkah dan telah dimurnikan berdasarkan Model Reka bentuk pengajaran Kemp (1985) seperti mana ditunjukkan dalam Rajah 2.3.

Model reka bentuk pengajaran Morrison et al. ini terdiri daripada kitaran berterusan yang merangkumi sembilan elemen melibatkan proses merancang, pelaksanaan dan penilaian. Terdapat empat komponen asas yang menjadi kerangka bagi model ini iaitu pelajar, objektif, kaedah dan penilaian (Morrison et al., 2011). Morrison, Ross, dan Kemp (2007) menerangkan bahawa model ini adalah komprehensif, berpusatkan pelajar dan mempunyai kitaran yang berterusan. Sembilan elemen yang terdapat di bahagian tengah Rajah 2.3 merupakan komponen asas proses mereka bentuk. Ianya adalah saling bertindih dan tidak mempunyai urutan yang spesifik untuk menyempurnakan setiap langkah.

Secara logiknya, urutan ini dimulakan dengan masalah pengajaran dan diteruskan mengikut arah jam sehingga kesemua elemen dapat disempurnakan. Namun demikian, urutan ini juga boleh diubah suai mengikut keperluan dan kesesuaian keadaan. Bahagian tengah ini dilingkari oleh dua lingkaran membujur yang melibatkan lapan proses yang berterusan yang dijalankan sepanjang projek reka bentuk pengajaran ini dilaksanakan.



Rajah 2.3. Komponen Reka Bentuk Pengajaran Morrison, Ross, Kalman & Kemp. Sumber: Diadaptasi dari Morrison, G. R., Ross, S. M., Kalman, H. K., & Kemp, J. E. (2011). *Designing Effective Instruction* (6th ed., m.s 12) Hoboken, NJ: Wiley.

Merujuk Morrison et al. (2011), model ini melibatkan beberapa proses iaitu:

- i. Mengenal pasti masalah pengajaran dan matlamat spesifik untuk mereka bentuk sesuatu program pengajaran.
- ii. Mengenal pasti ciri pelajar.
- iii. Mengenal pasti kandungan subjek, dan analisis komponen tugas berkaitan dengan matlamat dan tujuan yang ingin dicapai. Berkemungkinan kandungan yang berbeza memerlukan teknik yang berbeza digunakan.
- iv. Menentukan objektif pengajaran yang perlu pelajar kuasai. Objektif ini akan dijadikan panduan semasa mereka bentuk modul pengajaran dan mengakses pencapaian pelajar.

- v. Menyusun kandungan setiap unit pengajaran secara logik untuk memudahkan pelajar memperoleh idea yang ingin disampaikan dengan lebih efisien dan secara efektif.
- vi. Mereka bentuk strategi pengajaran secara kreatif. Ia melibatkan proses mereka bentuk secara inovatif semasa menyampaikan informasi supaya pelajar dapat mengintegrasikan informasi baru dengan idea atau pengetahuan yang telah mereka punyai. Proses ini melibatkan pelbagai pendekatan meliputi analogi mudah kepada simulasi yang lebih kompleks.
- vii. Merancang mesej pengajaran dalam bentuk perkataan atau gambar yang akan digunakan untuk menyampaikan pengajaran kepada pelajar. Ini melibatkan proses memilih sumber untuk menyokong pengajaran dan aktiviti pembelajaran yang akan dihasilkan.
- viii. Membangunkan bahan pengajaran yang bersesuaian seperti laman web, bahan bercetak, rakaman video atau rakaman audio.
- ix. Membangunkan instrumen penilaian bagi menilai tahap pencapaian objektif yang telah ditetapkan. Terdapat objektif yang boleh dinilai menggunakan ujian aneka pilihan atau portfolio yang merupakan pengumpulan hasil kerja pelajar dalam suatu jangka masa yang ditetapkan.

Semasa proses mereka bentuk projek pengajaran, terdapat lapan proses yang berjalan seiringan dengannya iaitu perancangan dan pengurusan projek, perkhidmatan sokongan, penilaian formatif dan semak semula, implimentasi, penilaian sumatif dan penilaian konformatif. Perancangan dan pengurusan projek penting bagi memastikan proses reka bentuk pengajaran dapat disempurnakan dalam tempoh masa yang telah ditetapkan. Di samping itu, perkhidmatan sokongan seperti peralatan, kelulusan menjalankan kajian dan bahan-bahan lain yang diperlukan semasa penghasilan bahan pengajaran juga perlu diambil perhatian.

Sepanjang tempoh tersebut juga, penyemakan semula dan penilaian formatif perlu dijalankan. Ini melibatkan proses menjalankan kajian rintis untuk menentukan kesesuaian, menilai aspek keberkesanan serta membuat penambahbaikan bahan pengajaran yang telah dihasilkan. Selain itu, perancangan awal perlu dilakukan bagi menentukan bagaimana bahan pengajaran tersebut akan digunakan dan dilaksanakan kepada kumpulan sasaran; iaitu pelajar. Apabila bahan pengajaran telah dilaksanakan, suatu penilaian sumatif perlu dijalankan bagi menilai keberkesanan produk pengajaran yang dihasilkan. Penilaian konformatif biasanya dilakukan bagi menentukan sama ada bahan pengajaran yang direka bentuk itu masih sesuai digunakan selepas sesuatu tempoh masa tertentu.

Model Reka Bentuk Pengajaran ADDIE

Model ADDIE adalah model reka bentuk pengajaran yang digunakan dalam menghasilkan modul pembelajaran secara sistematik yang mana ianya menganalisis pelajar, mengenal pasti sumber, mengaplikasi sumber untuk membentuk peluang pembelajaran, dan menilai pembelajaran yang telah berlaku dalam kalangan pelajar. Model ini melibatkan lima fasa yang terdiri daripada fasa analisis, mereka bentuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Semasa fasa analisis, analisis bagi memahami pelajar dan keperluan mereka dilakukan. Fasa kedua adalah fasa di mana objektif pembelajaran dibentuk, matlamat yang boleh diukur ditentukan, strategi dipilih, aktiviti pembelajaran direka bentuk dan media yang difikirkan perlu ditentukan. Fasa pembangunan pula melibatkan penghasilan sumber dan aktiviti yang akan digunakan. Fasa pelaksanaan pula adalah fasa di mana sumber dan strategi yang telah dirancang dilaksanakan kepada pelajar manakala fasa terakhir adalah fasa penilaian di mana data berkenaan kejayaan pembelajaran ditentukan. Model ADDIE lebih sesuai digunakan

dalam pendidikan kerana ia memfokuskan kepada pencapaian pelajar setelah mengikuti program atau modul yang telah dibina.

Model Dick dan Carey

Model ini adalah berasal daripada pengubahsuaian yang dilakukan kepada Model ADDIE di mana ia melibatkan beberapa komponen iaitu:

- i) menilai keperluan untuk mengenal pasti matlamat
- ii) menjalankan analisis pengajaran
- iii) menganalisis pelajar dan konteks pengajaran
- iv) menentukan objektif pembelajaran
- v) membangunkan instrumen penilaian
- vi) membangunkan strategi pengajaran
- vii) membangun dan memilih bahan pengajaran
- viii) mereka bentuk dan melaksanakan penilaian formatif ke atas pengajaran
- ix) mengulang semula pengajaran jika perlu
- x) mengulangi pengajaran
- xi) menjalankan penilaian sumatif

Proses yang terdapat dalam model ini adalah tegar dan sukar untuk digunakan dalam situasi pengajaran sebenar dan ia berdasarkan pendekatan behaviorisme; yang menunjukkan perhubungan yang ketara antara rangsangan dan gerak balas; dalam erti kata lain di antara bahan pengajaran dan pembelajaran yang berlaku hasil dari penggunaan bahan pengajaran tersebut.

Model ASSURE

Model ASSURE telah dibangunkan oleh Heinich, Molenda, Russell dan Smaldino pada tahun 1999 dan ia adalah suatu model pengajaran untuk merancang pengajaran

dengan penggunaan teknologi. Model ini berdasarkan kepada model pengajaran yang dikemukakan oleh Robert Gagne iaitu Sembilan Langkah Pengajaran. Model ini adalah berdasarkan konstruktivisme di mana pelajar sendiri mestilah terlibat secara aktif dalam pembelajaran melalui interaksi mereka dengan persekitaran dan rakan-rakan; serta mengambil kira gaya pembelajaran yang berbeza yang dimiliki oleh pelajar (Smaldino, Lowther, & Russell, 2012).

Perkataan ASSURE merujuk kepada enam langkah yang terdiri daripada:

- i) Menganalisa pelajar (*Analyze learners*)
- ii) Menyatakan objektif (*State Objectives*)
- iii) Memilih kaedah, media dan bahan bantu mengajar (*Select methods, media and materials*)
- iv) Menggunakan media dan bahan bantu mengajar (*Utilize media and materials*)
- v) Memerlukan penglibatan pelajar (*Require learner participation*)
- vi) Menilai dan menyemak semula bahan bantu mengajar (*Evaluate and revise*)

Model Reka Bentuk Pengajaran İşman

Model pengajaran yang digunakan dalam kajian ini adalah diubahsuai dari model asal yang dikemukakan oleh İşman dan merangkumi fasa input, proses, output dan maklum balas. Rasional pemilihan model ini di dalam kajian yang dijalankan ini adalah kerana asas teori model ini melibatkan pembelajaran aktif pelajar berdasarkan perkembangan behaviorisme, konstruktivisme dan kognitivisme. Semasa aktiviti pengajaran dan pembelajaran dengan dibantu oleh peralatan teknologi yang digunakan oleh guru, pelajar adalah aktif berfikir dan menggunakan kemahiran kognitif semasa membina pengetahuan baharu dan mengaitkan dengan pengetahuan sedia ada mereka.

Fasa pertama iaitu input terdiri daripada lima langkah susulan iaitu mengenal pasti keperluan, mengenal pasti kandungan, mengenal pasti matlamat dan objektif, mengenal

pasti kaedah pengajaran dan mengenal pasti media pengajaran. Fasa kedua dikenali sebagai langkah proses yang mana ia terdiri daripada tiga langkah iaitu menguji prototaip, mereka bentuk semula prototaip dan menjalankan aktiviti pengajaran. Fasa ketiga pula merujuk kepada langkah output yang meliputi dua peringkat iaitu langkah penilaian dan pengulangan pengajaran.

Fasa keempat pula merupakan bahagian di mana maklum balas keberkesanan kaedah pengajaran yang telah dijalankan itu diperolehi dan langkah-langkah penambahbaikan dilakukan. Penjelasan lebih lanjut kesemua fasa yang terdapat ini akan diberi dalam bab tiga kelak.

Sembilan Langkah Pengajaran Gagne

Pembelajaran penting kerana ia berperanan kepada segala kemahiran, pengetahuan, sikap dan nilai yang diperlukan oleh seseorang. Pembelajaran juga menghasilkan pelbagai jenis tingkah laku yang dirujuk oleh Gagne (1972) sebagai kebolehan yang diperolehi oleh seseorang daripada rangsangan luar dan proses kognitif yang dilakukan olehnya. Pengkaji memilih model pengajaran ini dan digandingkan dengan Model Pengajaran Isman kerana kedua-dua model ini memfokus kepada aspek behaviorisme yang mana interaksi di antara guru, pelajar dan bahan pembelajaran membolehkan pelajar mengikuti pembelajaran, memahami konsep yang diajar oleh guru dan seterusnya menyimpan hasil pembelajaran tersebut di dalam memori mereka. Menurut Gagne, proses pembelajaran individu secara behaviorisme memfokus kepada hasil yang diperolehi selepas pelajar mengikuti aktiviti pembelajaran dan guru berperanan sebagai pemudahcara dan membantu pelajar memahami konsep bioteknologi yang bersifat abstrak ini.

Merujuk kepada Sembilan langkah pengajaran seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 2.2, apabila langkah-langkah yang dicadangkan dalam langkah pengajaran ini

diikuti, ia akan menggalakkan pemindahan pengetahuan melalui peringkat-peringkat dalam ingatan dan disimpan sebagai ingatan jangka pendek mahupun ingatan jangka panjang. Sehubungan ini, guru merupakan individu utama yang memainkan peranan yang penting dalam mereka bentuk pengajaran agar ianya mampu meningkatkan kefahaman pelajar mengenai sesuatu bahan pengajaran yang disampaikan oleh guru. Guru juga haruslah kreatif dalam menghasil dan menyusun bahan pengajaran dan menjadikan pengajaran lebih berkesan serta mencapai objektif yang digariskan.

Jadual 2.2.

Sembilan Langkah Pengajaran Berkaitan dengan Proses Pembelajaran Individu

Proses Dalaman	Langkah Pengajaran	Tindakan
Penerimaan	1. Mendapatkan perhatian pelajar.	Menggunakan perubahan rangsangan yang cepat.
Jangkaan	2. Memaklumkan pelajar mengenai objektif pembelajaran.	Memberitahu pelajar apa yang mereka boleh lakukan selepas pembelajaran.
Mengingat semula dari memori kerja/ memori jangka pendek	3. Merangsang semula pembelajaran terdahulu.	Meminta pelajar mengingat semula pengetahuan atau kemahiran pembelajaran terdahulu.
Persepsi terpilih	4. Mempersembahkan kandungan pelajaran.	Mempamerkan kandungan pembelajaran dengan pelbagai kaedah.
Pengkodan semantik	5. Memberikan panduan dan tunjuk ajar bagi pembelajaran.	Mencadangkan pengajaran yang bermakna supaya pembelajaran telah disimpan dalam memori jangka panjang.
Gerak balas	6. Menggalak persembahan.	Meminta pelajar untuk membuat persembahan hasil dari pembelajaran.
Pengukuhan	7. Memberi maklum balas.	Memberi maklum balas yang bermakna berkaitan pengetahuan dan kemahiran yang ditunjukkan oleh pelajar.
Mengingat semula dan pengukuhan	8. Menilai persembahan.	Memerlukan tambahan persembahan pelajar dengan maklum balas.
Mengingat semula dan membuat generalisasi	9. Meningkatkan retensi dan pemindahan.	Memberikan pelbagai latihan dan ulasan.

Sumber: Diadaptasi dari Gagne, R.M. & Medsker, K.L. The condition of learning: Training applications. Fort Worth: Harcourt Brace College Publishers, 1996 dalam Driscoll (2000, m.s 364).

Ringkasan

Kajian literatur yang telah dibincangkan ini menjelaskan berkenaan sejarah pendidikan Sains, masalah yang dihadapi oleh guru dan pelajar berkaitan pendidikan Bioteknologi dan kaedah menjalankan kajian ini. Penerangan ini dapat memberikan pendedahan berkenaan aspek pendidikan Bioteknologi dan ini membuka ruang untuk pengkaji mengambil pendekatan yang sesuai bagi menumpukan perhatian kepada perkara atau isu-isu yang masih belum diterokai lagi. Oleh itu, tajuk berikutnya akan membincangkan berkenaan pengkonsepkan kajian yang digunakan dalam kajian ini.

University of Malaysia

BAB 3

PENINGKONSEPAN KAJIAN

Pendahuluan

Teori pengajaran merujuk kepada pengenalpastian pelbagai kaedah yang dapat membantu pencapaian sesuatu matlamat pembelajaran (Reigeluth, 1983). Menurut Schott dan Driscoll (1997), terdapat empat komponen yang perlu diambil kira oleh guru sebelum melaksanakan pengajaran iaitu: pelajar, bahan pembelajaran berserta hasil pembelajaran; persekitaran pembelajaran yang melibatkan keadaan pembelajaran dan kaedah pengajaran (pedagogi); serta kerangka rujukan atau konteks dalam mana pembelajaran itu berlaku.

Pengajaran dan pembelajaran adalah berhubung rapat dengan konsep pengetahuan pedagogi guru dan merujuk kepada kefahaman tentang proses pembelajaran dan pengetahuan mengenai pengurusan bilik darjah, perancangan pengajaran dan pelaksanaannya (Koehler & Mishra, 2005, 2008). Selain itu, guru haruslah mempunyai kemahiran menggunakan teknologi yang terkini sebagai pemudah cara sesi pengajaran dan memberikan lebih pemahaman kepada pelajar tentang sesuatu konsep yang diajar.

Sehubungan ini, bab ini akan membincangkan pengkonsepan kajian yang merujuk kepada Model pengajaran yang dikemukakan oleh Aytakin Isman (2011); melibatkan fasa input, proses, output dan maklum balas; di samping teori pengajaran yang dikemukakan oleh Robert Gagne yang digunakan dalam merangka Modul Bioteknologi. Modul yang dibina ini dapat memudahkan pelajar membina konsep, kefahaman dan memperoleh kemahiran berfikir pada aras tinggi berkaitan dengan aspek bioteknologi serta mampu menyusun pengetahuan baru yang diperolehi secara lebih sistematik dan seterusnya disimpan ke dalam memori jangka panjang pelajar. Pelajar yang terlibat semasa pelaksanaan aktiviti pembelajaran sebenar adalah kumpulan pelajar berprestasi tinggi dan rendah. Kumpulan rawatan didedahkan kepada aktiviti pengajaran dan pembelajaran

menggunakan Modul Bioteknologi manakala kumpulan kawalan didedahkan kepada pembelajaran secara tradisional sahaja. Pada dasarnya, pengkaji hanya ingin membangunkan Modul Bioteknologi pada peringkat awal kajian. Namun di dapati guru yang terlibat dalam penilaian keberkesanan Modul Bioteknologi menunjukkan bahawa walaupun mereka kurang pengetahuan berhubung dengan kandungan bioteknologi, pedagogi dan teknologi menyediakan bahan untuk pengajaran konsep ini sebelum kajian bermula, namun mereka menunjukkan peningkatan dalam PTPK mereka semasa kajian dijalankan. Justeru itu, pengkaji telah membuat keputusan untuk terus menyediakan manual guru yang dikenali sebahagai Manual PTPK yang boleh memberikan panduan kepada mereka menjalankan pengajaran bioteknologi berdasarkan pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan bioteknologi.

Jika dilihat kepada tajuk Bioteknologi itu sendiri, ia merupakan suatu konsep abstrak yang melibatkan prosedur yang rumit dan sukar untuk difahami oleh pelajar. Ia juga menimbulkan masalah kepada guru dalam menyampaikan isi kandungan konsep ini seperti mana yang telah dibincangkan secara terperinci dalam Bab dua. Oleh yang demikian, dalam bab ini, pengkaji akan memfokuskan kepada bagaimana kajian ini dirangka serta membincangkan tentang kerangka teori yang mendasari kajian ini.

Kerangka Konsep Kajian

Pendidikan Bioteknologi adalah bidang sains yang telah diterapkan ke dalam kurikulum sekolah. Namun demikian, pelaksanaannya di peringkat sekolah memperlihatkan bahawa usaha ini bukanlah sesuatu yang mudah. Beberapa kajian telah menunjukkan bahawa pelajar mengalami dilema untuk menguasai konsep yang disampaikan oleh guru seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 3.1. Pelajar yang terlibat dalam kajian tersebut menunjukkan bahawa mereka masih tidak dapat membentuk

suatu kefahaman konsep yang mantap, pengetahuan mereka masih rendah dan wujud kekeliruan dalam konsep bioteknologi yang berkaitan.

Jadual 3.1

Kajian Tentang Pelajar dan Masalah Berkaitan dengan Pendidikan Bioteknologi

Tahun	Pengkaji	Dapatan kajian
2000	Simonneaux	Pelajar kabur tentang sifat semula jadi mikrob dan penggunaannya dalam bidang bioteknologi.
2003	Dawson dan Schibeci	Pengetahuan pelajar berkaitan bioteknologi adalah rendah.
2006	Dawson dan Soames	Sikap pelajar berhubung bioteknologi tidak berubah selepas mengikuti pengajaran guru.
2010	Bonaccorsi et al.	Pengetahuan pelajar berkaitan bahaya penggunaan bahan hasil dari penggunaan bioteknologi adalah lemah.

Guru pula menunjukkan wujud beberapa masalah luaran dan dalaman diri mereka, yang menyukarkan aktiviti pengajaran dijalankan. Di antara masalah yang telah dikenal pasti adalah seperti mana dalam Jadual 3.2.

Jadual 3.2

Kajian Tentang Guru dan Masalah Berkaitan dengan Pendidikan Bioteknologi

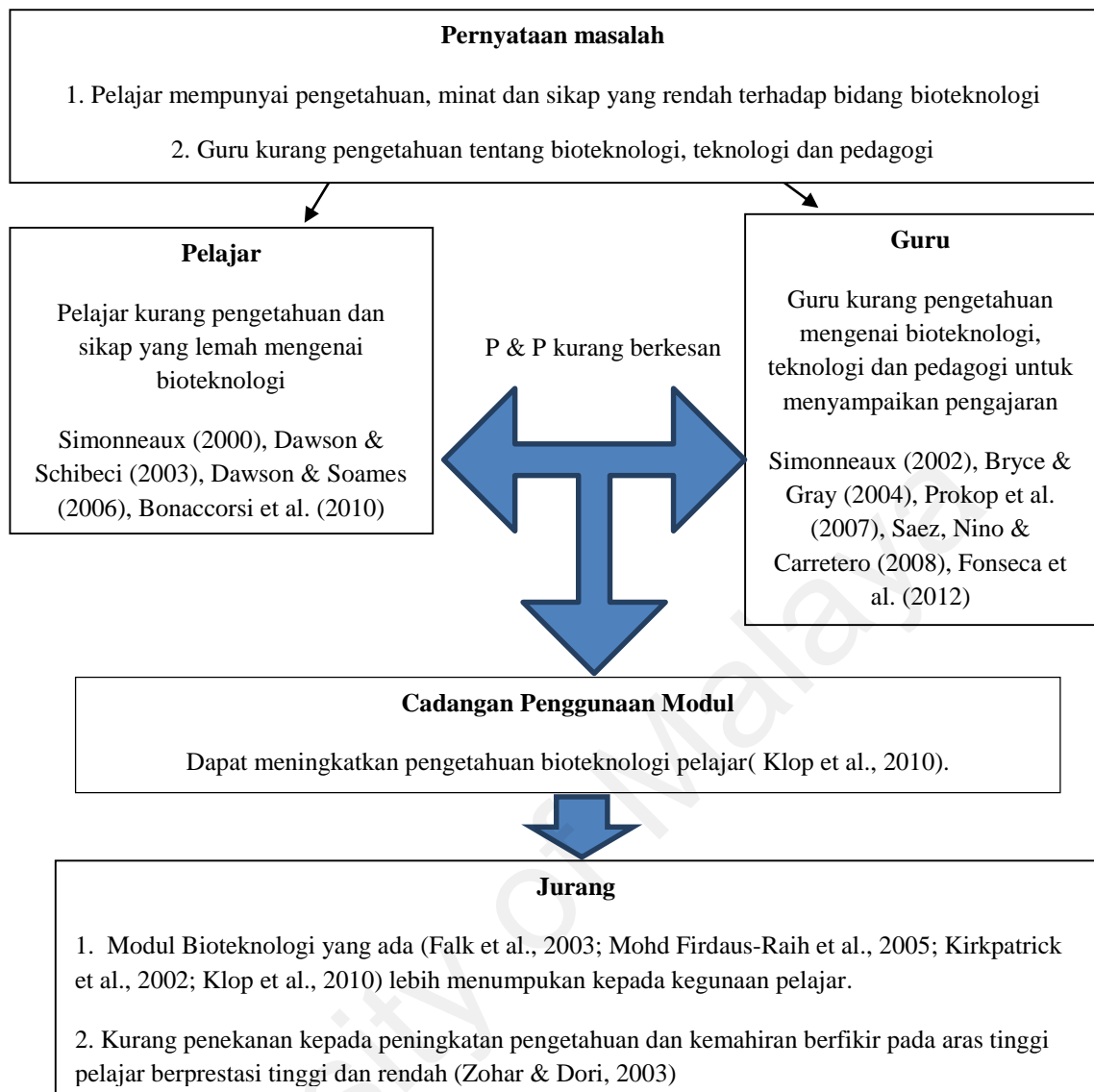
Tahun	Pengkaji	Dapatan kajian
2002	Simonneaux	Guru menghadapi masalah untuk bersikap neutral apabila mengendalikan aktiviti seperti main peranan dan perdebatan.
2004	Bryce dan Gray	Guru tidak mempunyai keyakinan untuk mengendalikan pelajar menjalankan aktiviti perbincangan dan mereka memerlukan peningkatan ilmu pedagogi untuk mengajar komponen bioteknologi.
2007	Prokop et al.	Guru pra-perkhidmatan mempunyai pengetahuan yang lemah dan konsepsi yang salah berkenaan proses bioteknologi.
2008	Saez et al.	Guru mempunyai idea yang bercelaru berkenaan nilai tidak saintifik yang terlibat dengan aspek bioteknologi.
2012	Fonseca et al.	Guru menghadapi masalah berkaitan kekurangan bahan dan sumber untuk digunakan semasa mengajar serta kekurangan kemahiran pengurusan maklumat berkaitan dengan bioteknologi.

Pengkaji mendapati bahawa faktor utama yang menyebabkan guru tidak berjaya melaksanakan aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang berkesan adalah kerana guru sendiri tidak mempunyai pengetahuan pedagogi yang kukuh; pengetahuan bioteknologi terkini yang rendah juga menyumbang kepada keadaan ini.

Dapatan kajian yang telah dikemukakan oleh pengkaji yang telah disebutkan ini menunjukkan wujud jurang yang perlu diisi. Apabila pengkaji merujuk kepada modul-modul berkaitan bioteknologi yang telah dibangunkan oleh pengkaji lain (Falk et al., 2003; Mohd Firdaus-Raih et al, 2005; Kirkpatrick et al., 2002; Klop et al., 2010), di dapati bahawa ke semua modul ini dibina bagi kegunaan pelajar. Namun demikian, ianya tidak melihat kepada keupayaan pelajar berprestasi tinggi ataupun rendah memperoleh pengetahuan dan kemahiran berfikir pada aras tinggi semasa mengikuti pembelajaran konsep bioteknologi; hanya kajian oleh Zohar dan Dori (2003) sahaja yang melihat kepada aspek ini.

Jika dilihat manual guru yang dibangunkan oleh Falk et al. (2003), ianya hanya memfokuskan kepada cadangan strategi pengajaran yang boleh digunakan semasa menjalankan aktiviti yang terdapat di dalam modul. Pengkaji mendapati bahawa aspek utama iaitu pengetahuan bioteknologi guru tidak diberi perhatian walaupun telah ada beberapa pengkaji yang melaporkan akan keperluannya (Bryce & Gray, 2004; Kwon & Chang, 2009; Prokop et al., 2007). Mana mungkin seorang guru mampu mengajar dengan baik jika pengetahuan bioteknologinya tidak kukuh. Di samping itu, modul yang dinyatakan juga tidak membantu guru meningkatkan pengetahuan teknologi mereka. Teknik menjalankan sesuatu prosedur bioteknologi perlu dikembangkan supaya guru dapat mengajar dengan lancar. Walaupun strategi pengajaran (pedagogi) ada di dalam modul yang dihasilkan oleh pengkaji yang dinyatakan, namun ianya masih tidak mencukupi. Keseluruhan permasalahan ini dapat dilihat dengan lebih jelas di Rajah 3.1.

Oleh yang demikian, pengkaji memutuskan untuk membangunkan Modul Bioteknologi yang akan memberi manfaat kepada guru dalam membantu mereka merancang aktiviti pengajaran. Usaha guru menyediakan pengajaran secara terancang dapat meningkatkan tahap pengetahuan, kefahaman dan kemahiran berfikir aras tinggi pelajar.



Rajah 3.1. Masalah pelaksanaan pendidikan Bioteknologi dan jurang yang wujud

Modul Bioteknologi yang dibangunkan ini mempunyai ciri-ciri berikut:

- i. mempunyai tujuh lembaran kerja yang terdiri dari enam tema merangkumi aktiviti dan soalan berkaitan.
- ii. aktiviti yang dimuatkan melibatkan aktiviti secara *hands-on*, aktiviti menggunakan laman web, perbincangan dalam kumpulan, perbahasan atau forum.
- iii. setiap lembaran kerja terdiri dari tajuk pembelajaran, hasil pembelajaran, pendahuluan, aktiviti dan soalan berkaitan aktiviti.

Di bahagian selanjutnya, pengkaji membincangkan cadangan kerangka teori bagi pembangunan Modul Bioteknologi ini.

Cadangan Kerangka Teori Untuk Pembangunan Modul Bioteknologi bagi Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah

Proses penghasilan Modul Bioteknologi adalah melibatkan kajian pembangunan yang terdiri dari proses penghasilan produk dan penilaian keberkesanan modul yang dibangunkan. Secara amnya ia melibatkan fasa analisis keperluan, pembangunan dan penilaian modul. Sehubungan ini juga, kerangka teori pengajaran yang menyangga kajian ini adalah Model Pengajaran Isman (2011) serta Sembilan Langkah Pengajaran Gagne yang digunakan semasa perancangan aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang terdapat dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan. Kerangka ini dihasilkan oleh pengkaji dan ditunjukkan secara ringkas dalam Rajah 3.2. Matlamat utama Model Pengajaran Isman adalah menitikberatkan bagaimana untuk merancang, melaksana, menilai dan menyusun aktiviti pembelajaran secara menyeluruh bagi menjamin penguasaan pembelajaran pelajar. Dalam konteks kajian ini, ia melibatkan keseluruhan proses dari penentuan keperluan guru dan pelajar dalam pendidikan Bioteknologi sehinggalah kepada penghasilan Modul Bioteknologi dan penilaian ke atas kebolehgunaannya. Asas teori Model Pengajaran Isman terbit daripada fahaman aliran behaviorisme, kognitivisme dan konstruktivisme (Isman, 2011).

Aliran pembelajaran berdasarkan behaviorisme mengambil kira perhubungan di antara rangsangan dan tindak balas, faktor pengukuhan serta keadaan persekitaran pelajar. Kesemua keadaan ini memotivasikan pelajar untuk mengikuti pembelajaran yang disampaikan oleh guru. Aliran pembelajaran berdasarkan kognitivisme pula lebih menekankan aspek motivasi, proses pembelajaran intelektual (meliputi memori jangka pendek, mengingat semula, memori jangka panjang), pengalaman pelajar dan kandungan pembelajaran.



Rajah 3.2: Kerangka teori pembangunan Modul Bioteknologi

Merujuk kepada aliran konstruktivisme, proses pembelajaran haruslah mengambil kira pengalaman dan konteks yang mampu mencungkil keinginan dan kebolehan pelajar untuk belajar. Dalam Model Pengajaran İşman, pelajar menjadi peserta aktif dan bersifat autonomi. Semasa aktiviti pengajaran, pelajar cuba menghasilkan pengalaman dan kemahiran berfikir masing-masing. Pengalaman ini memotivasikan mereka untuk terlibat secara aktif dalam aktiviti pembelajaran, mengaitkan makna pembelajaran yang baru dibina dengan pengetahuan sebelumnya dan disimpan secara bermakna di dalam minda. Persekitaran pembelajaran juga memainkan peranan yang penting semasa pelajar membina pengetahuan baru dan ia mestilah mewakili aktiviti kehidupan yang sebenar.

Di samping pelajar, guru juga akan mendapat manfaat di mana Modul Bioteknologi dapat menyediakan platform untuk guru menimba pengetahuan teknologi, pedagogi dan khususnya pengetahuan bioteknologi yang amat diperlukan oleh guru bagi membantu mereka menyampaikan konsep dan prosedur yang berkaitan dengan berkesan. Modul yang dibina ini memungkinkan guru merancang aktiviti pengajaran mengikut

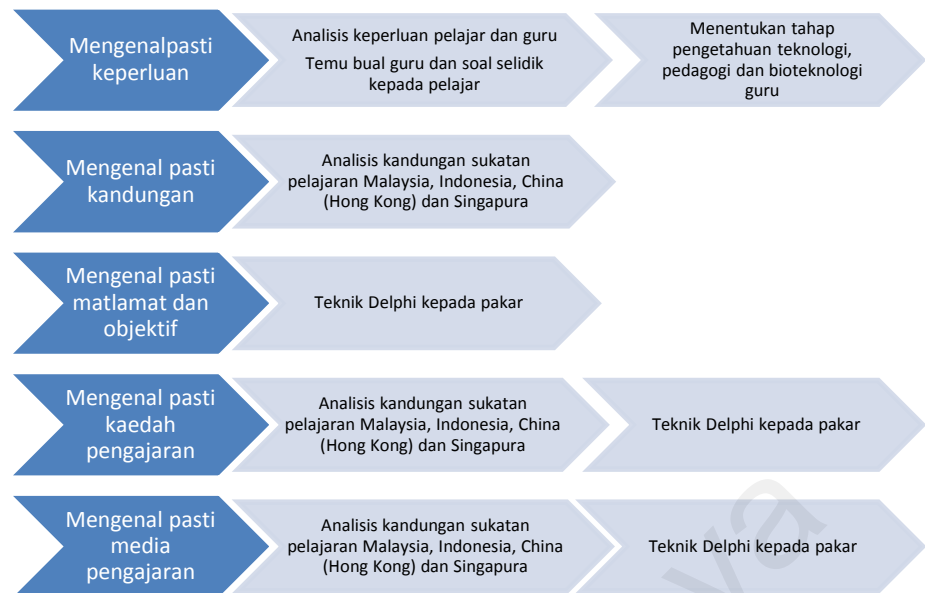
kesesuaian gaya pembelajaran dan keupayaan yang dimiliki oleh pelajar. Ini juga memungkinkan guru memilih aktiviti yang bersesuaian jika faktor kekurangan masa dan peralatan menjadi salah satu halangan dalam aktiviti pengajaran dan pembelajaran.

Seperti yang dinyatakan sebelum ini, sembilan Langkah Pengajaran Gagne (1985) digunakan dalam merangka Modul Bioteknologi. Gagne (1985) mengaplikasikan konsep pemrosesan kognitif dalam analisis pembelajaran yang dikemukakannya. Menurut Gagne, semasa pelajar mengikuti pembelajaran, mereka melalui peringkat-peringkat dalam penyimpanan memori. Proses yang terlibat adalah perhatian, mengenal pasti corak, mengingat semula, 'rehearsal' (pengulangan), enkod dan retensi.

Di bahagian seterusnya, Model Reka bentuk Pengajaran İşman yang membentuk keseluruhan rangka kajian ini dibincangkan secara lebih lanjut. Model pengajaran yang dikemukakan ini merangkumi fasa input, proses, output dan maklum balas. Setiap langkah yang terlibat dalam model ini dibincang secara terperinci dalam konteks pembentukan Modul Bioteknologi serta pelaksanaannya kepada pelajar-pelajar yang mengambil mata pelajaran Biologi di sekolah menengah terpilih.

Fasa Input

Fasa ini melibatkan lima langkah yang perlu dilaksanakan seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.3. Dalam langkah mengenal pasti analisis keperluan, guru-guru yang mengajar Biologi di sekolah menengah telah ditemu bual bagi mendapatkan maklumat mengenai pandangan dan proses pengajaran yang dilakukan; di samping kekangan yang mungkin wujud yang menyukarkan pelaksanaan pengajaran elemen Bioteknologi ini. Selain itu, pengkaji juga memberikan soal selidik kepada pelajar-pelajar yang mengambil mata pelajaran Biologi di mana mereka memberikan maklum balas berkenaan pembelajaran elemen Bioteknologi ini di sekolah. Ini disusuli dengan penentuan tahap pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi guru Biologi.



Rajah 3.3. Langkah dalam Fasa Input

Langkah kedua pula melibatkan pengenalpastian kandungan Modul Bioteknologi yang ingin dibangunkan. Langkah ini melibatkan analisis kandungan sukatan pelajaran dari tiga negara iaitu Indonesia, Singapura dan Hong Kong dibandingkan dengan sukatan pelajaran Biologi di Malaysia dengan merujuk kepada elemen Bioteknologi. Seterusnya, langkah ketiga bagi mengenal pasti matlamat dan objektif yang akan digunakan dan menjadi tunjang kepada pembinaan Modul Bioteknologi yang dibina dengan menjalankan Teknik Delphi kepada pakar yang terpilih. Matlamat dan objektif ini merangkumi aspek kemahiran psikomotor, pemikiran aras tinggi, intelektual, dan pengetahuan bioteknologi. Apabila pelajar mempelajari kemahiran intelektual, mereka akan membangunkan aktiviti kognitif seperti membeza, melaksana dan menyelesaikan masalah (İşman, 2011)

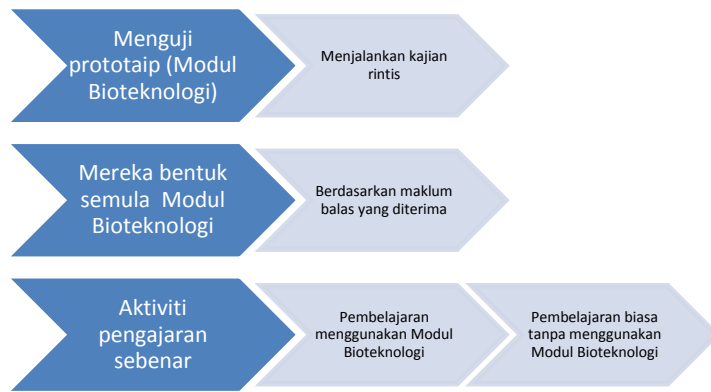
Di samping itu, bagi langkah 4 iaitu mengenal pasti kaedah pengajaran serta langkah lima iaitu mengenal pasti media pengajaran, analisis sukatan pelajaran dari 4 negara yang dinyatakan terdahulu, di samping menentukan pandangan pakar melalui Teknik Delphi dilakukan. Biasanya, terdapat dua jenis media pengajaran yang biasa digunakan iaitu media klasik atau media moden. Media klasik terdiri daripada buku, jurnal, graf, model, gambar, poster, kartun, suratkhbar, lawatan dan papan putih. Media

moden pula terdiri daripada multimedia, filem, radio, telefon, televisyen, komputer dan internet (İşman, 2011).

Berdasarkan kesemua dapatan dari Langkah Input, pengkaji membangunkan Modul Bioteknologi. Produk yang dihasilkan ini dibangunkan menggunakan langkah pengajaran Isman dan Sembilan Langkah Pengajaran Gagne. Sehubungan itu, bahagian selanjutnya membincangkan fasa proses dalam Model Pengajaran Isman yang mana Modul Bioteknologi yang terhasil digunakan semasa kajian rintis dan juga semasa pengajaran sebenar dilakukan, selepas pengubah suaian dilakukan ke atas modul ini hasil dari maklum balas yang diberikan oleh guru pelaksana dan pelajar yang terbabit dalam kajian ini. Modul Bioteknologi dapat membantu pelajar sama ada pelajar berprestasi tinggi mahupun rendah mempelajari komponen bioteknologi di mana aktiviti yang menggunakan pelbagai pendekatan seperti aktiviti *hands-on*, mengikuti pembelajaran menggunakan laman web tertentu dan perbincangan telah dimuatkan bagi merangsang pembelajaran. Seterusnya, fasa berikut dalam Model Pengajaran Isman adalah merupakan fasa proses.

Fasa Proses

Bahagian ini terdiri daripada tiga langkah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.4. Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan diguna dalam kajian rintis bagi mendapatkan maklum balas dari guru pelaksana dan pelajar yang terlibat. Langkah ini bertujuan untuk mendapatkan maklumat mengenai sebarang penambahbaikan yang perlu dilakukan ke atas Modul Bioteknologi tersebut.



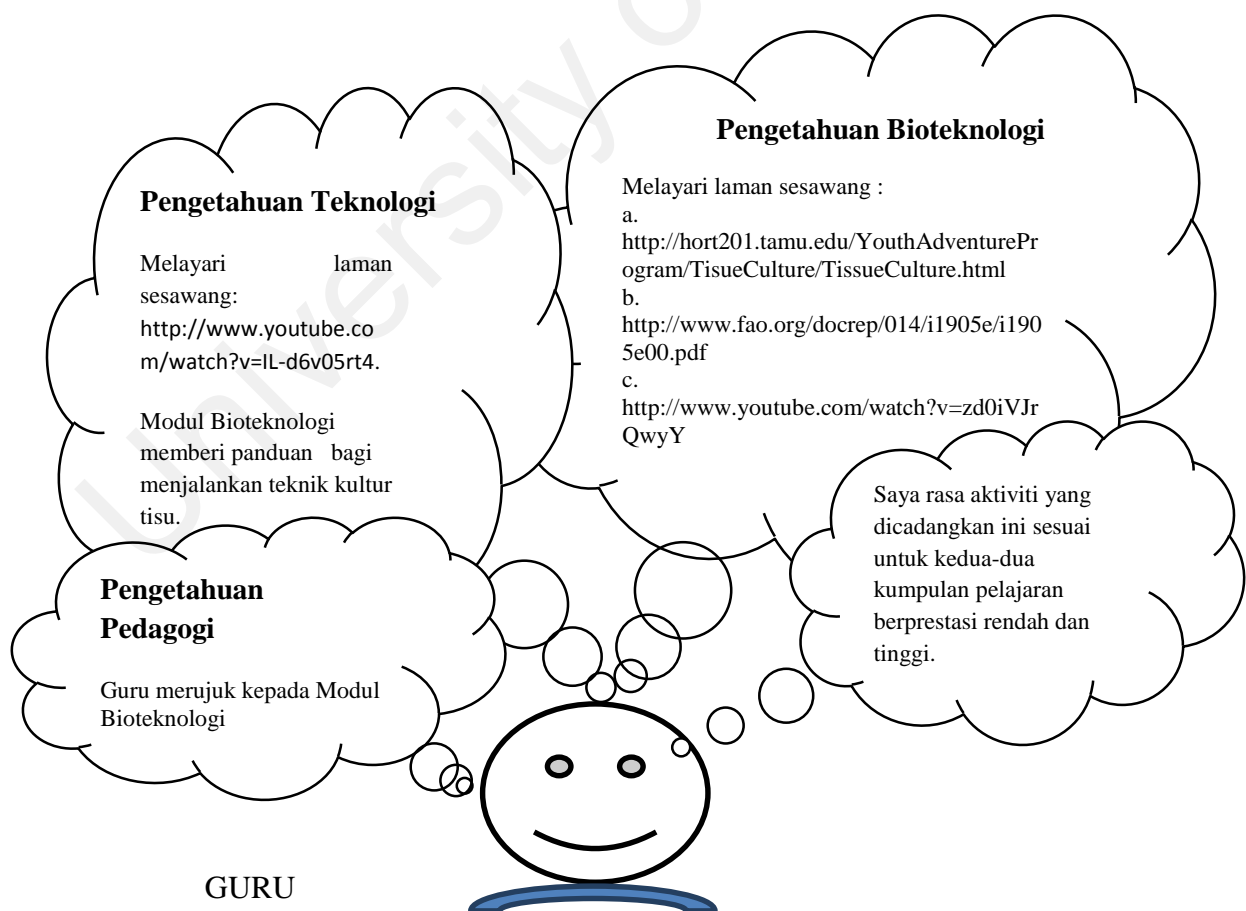
Rajah 3.4. Langkah dalam Fasa Proses

Langkah seterusnya adalah melibatkan proses mereka bentuk semula Modul Bioteknologi selepas mendapat maklum balas dari guru dan pelajar yang terlibat dalam kajian rintis tersebut. Ini disusuli dengan aktiviti pengajaran sebenar dengan melibatkan pelajar berprestasi tinggi dari sekolah yang berada pada jalur dua (band) dan pelajar berprestasi rendah yang berada pada jalur enam (band). Setiap kumpulan pelajar dibahagi kepada kumpulan kawalan dan rawatan. Pelajar dalam kumpulan rawatan mengikuti pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi yang diajar oleh guru pelaksana manakala kumpulan kawalan mengikuti pembelajaran biasa tanpa pendedahan kepada Modul Bioteknologi. Tahap pengetahuan pelajar dari kedua-dua kumpulan pelajar ini dibandingkan.

Bahagian selanjutnya akan membincangkan mengenai aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang berlaku di mana Modul Bioteknologi telah digunakan oleh pelajar dan guru. Langkah pengajaran ini mengikuti Sembilan Langkah Pengajaran yang dikemukakan oleh Gagne. Pelajar melalui aktiviti pengajaran secara aktif dan menggunakan komponen kognitif, konstruktivisme atau pembelajaran secara behaviorisme bagi mengkonstruk pengetahuan baru dengan dibantu oleh guru sebagai pemudah cara.

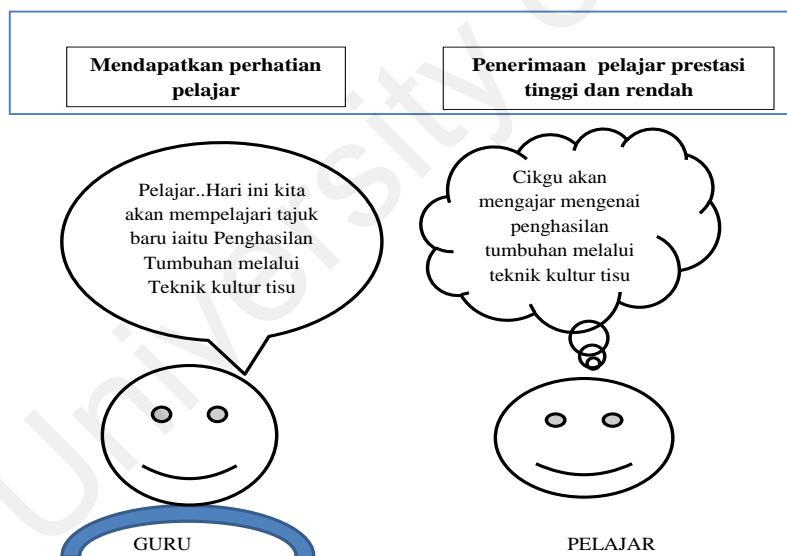
Sembilan langkah pengajaran dan pembelajaran menurut Gagne

Pembelajaran mempengaruhi segala kemahiran pengetahuan, sikap dan nilai yang dimiliki oleh seseorang dan menghasilkan pelbagai jenis tingkah laku yang dirujuk oleh Gagne (1972) sebagai kebolehan seseorang bergerakbalas kepada rangsangan luar dan proses kognitif yang dilakukan olehnya. Berpandukan kepada Sembilan Langkah Pengajaran Gagne, pengkaji membincangkan proses pembelajaran yang berlaku dalam diri pelajar dengan memberikan penjelasan merujuk kepada salah satu konsep yang terdapat dalam modul tersebut iaitu mengenai konsep kultur tisu yang terdapat di dalam Modul 3: Teknik kultur tisu dan kejuruteraan genetik. Guru membuat persediaan awal dengan membaca Modul Bioteknologi yang memuatkan maklumat mengenai pengetahuan bioteknologi, kaedah pedagogi yang boleh digunakan untuk menyampaikan bahan pengajaran, di samping pengetahuan teknologi berkaitan dengan tajuk kultur tisu seperti mana ditunjukkan dalam Rajah 3.5.



Rajah 3.5. Persediaan guru sebelum melakukan pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi

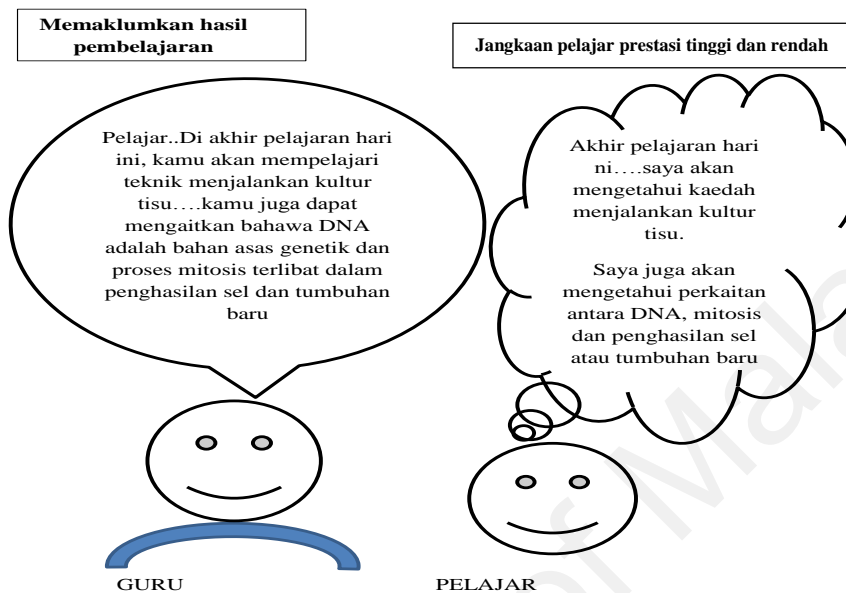
Setelah membaca Modul Bioteknologi, guru mengenal pasti pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi yang boleh digunakan semasa pengajaran. Guru menyedari bahawa aktiviti pengajaran boleh dijalankan berdasarkan Sembilan langkah yang dikemukakan oleh Gagne. Pada masa ini, guru memperoleh pengetahuan pedagogi bagaimana untuk menjalankan pengajaran untuk kedua-dua kumpulan pelajar prestasi tinggi ataupun prestasi rendah. Oleh itu semasa guru mengajar, pelajar mendengar penerangan guru dan melalui pengalaman pembelajaran. Proses pengajaran dan pembelajaran yang berlaku adalah seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.6. Di langkah awal pengajaran, guru cuba mendapatkan perhatian pelajar dengan memaklumkan Tajuk Pembelajaran iaitu Penghasilan tumbuhan melalui teknik Kultur Tisu. Guru telah mula mempraktikkan aspek pedagogi yang terbenam dalam Modul Bioteknologi. Pelajar pada masa ini telah bersedia untuk aktiviti pembelajaran. Pelajar membentuk satu konsepsi di dalam minda mereka akan pembelajaran yang akan disampaikan oleh guru.



Rajah 3.6. Guru mendapatkan perhatian pelajar prestasi tinggi dan rendah

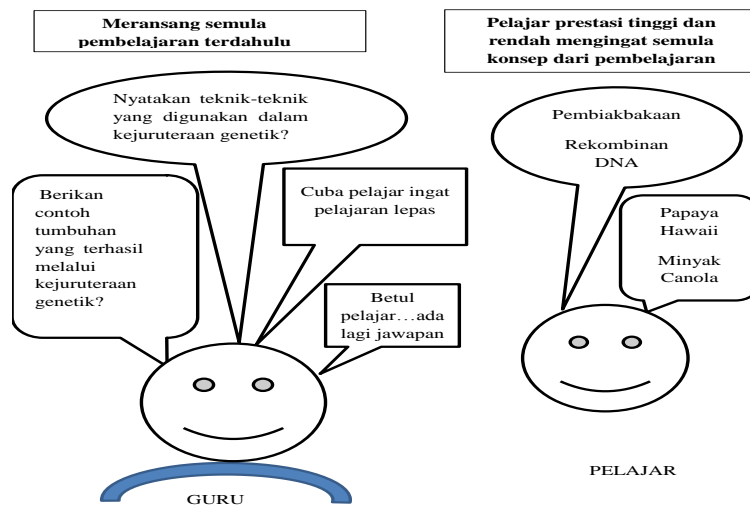
Pada langkah kedua, guru memaklumkan kepada pelajar akan hasil pembelajaran yang ingin dicapai melalui pengajaran guru mengenai penghasilan tumbuhan melalui teknik kultur tisu seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.7. Tindakan guru ini membolehkan

pelajar menjangka hasil pembelajaran yang diperoleh dan aktiviti yang akan dijalankan. Ini membolehkan pelajar terfokus mindanya akan pembelajaran yang akan berlaku. Bagi mencapai hasil pembelajaran ini, guru melalui cadangan yang terdapat dalam Manual PTPK telah menyediakan bahan pengajaran mengikut kesesuaian pelajar-pelajarnya.



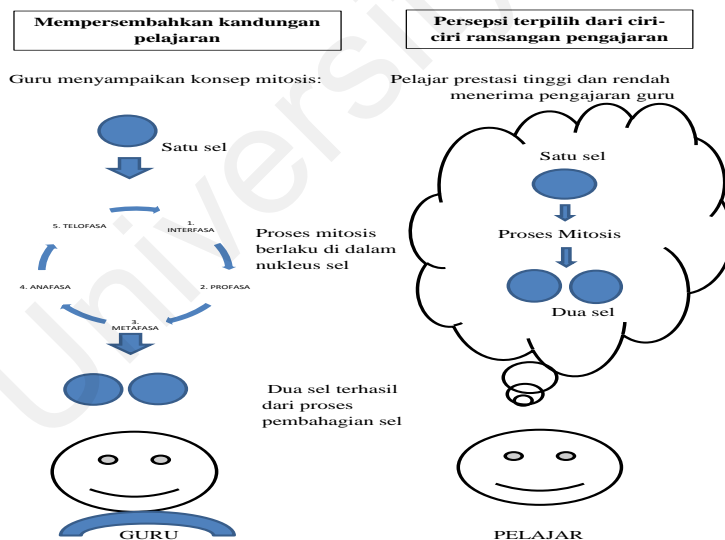
Rajah 3.7. Guru memaklumkan hasil pembelajaran yang diharapkan kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah

Pada langkah ketiga, guru merangsang pembelajaran terdahulu pelajar dengan melontarkan beberapa soalan berdasarkan pembelajaran sebelumnya dalam modul mengenai kejuruteraan genetik. Guru memberi motivasi dan galakan untuk pelajar mengingat semula pembelajaran konsep ini yang telah disimpan di dalam memori jangka panjang dan membimbing pelajar untuk menjawab soalan yang diutarakan seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.8. Melalui tindakan guru ini, pelajar akan cuba mengingat semula konsep dari pembelajaran terdahulu. Pelajar mencungkil pengetahuan yang telah disimpan di dalam memori jangka panjang berkaitan dengan teknik yang dijalankan, contoh organisma dan ciri-ciri organisma yang telah dihasilkan melalui kaedah kejuruteraan genetik. Guru pula mengimbas semula apa yang telah dibaca di dalam Modul Bioteknologi mengenai pengetahuan bioteknologi semasa membimbing pelajar mengingat semula pengalaman pembelajaran yang lepas.



Rajah 3.8. Guru merangsang pembelajaran terdahulu pelajar prestasi tinggi dan rendah

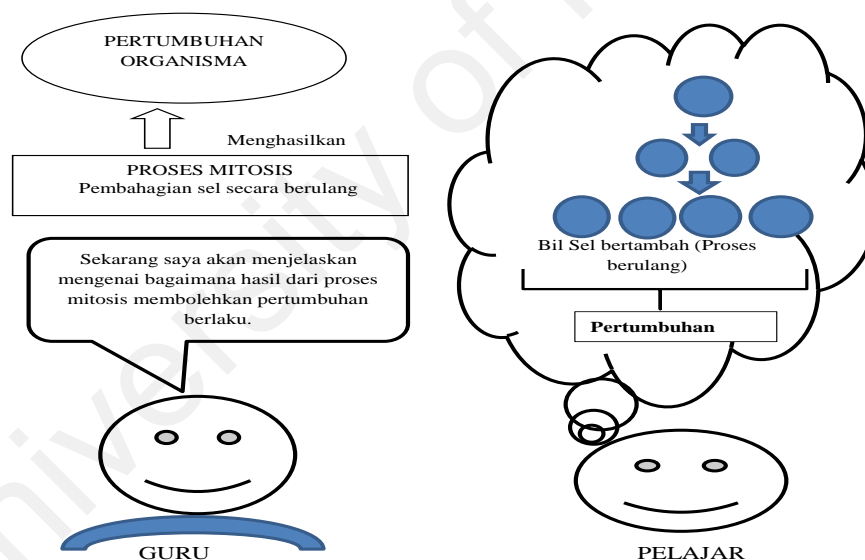
Langkah keempat adalah guru mempersembahkan kandungan pelajaran di mana guru menerangkan kepada pelajar akan konsep mitosis yang dipelajari dalam Tingkatan 4 berkaitan tajuk Pembahagian Sel dan bagaimana konsep ini terlibat dalam penghasilan sel baru seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.9.



Rajah 3.9. Guru mempersembahkan kandungan pelajaran mengenai mitosis kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah

Di sini, guru memperoleh maklumat tambahan berkaitan konsep mitosis melalui nota yang diberikan di dalam laman web yang dicadangkan oleh Modul Bioteknologi. Hasil dari pengajaran guru, pelajar menerima rangsangan pengajaran guru dan

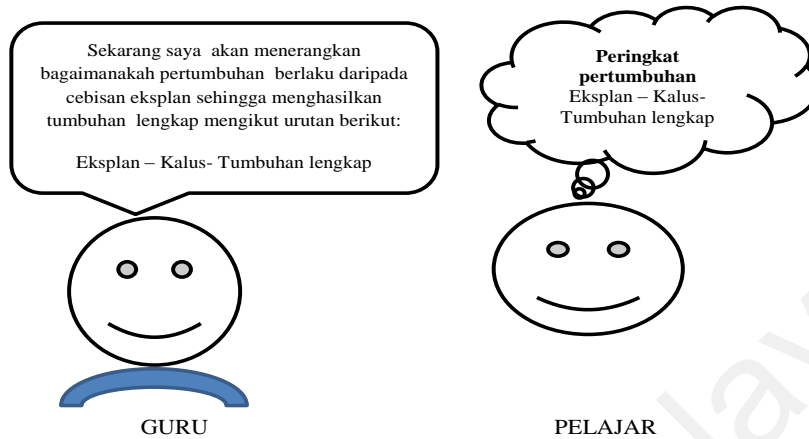
pengetahuan mengenai mitosis yang dipelajari semasa di tingkatan empat yang disimpan di dalam memori jangka panjang diingat kembali. Guru kemudian mengaitkan konsep mitosis dengan pertumbuhan yang berlaku hasil daripada pengulangan proses pembahagian sel seperti mana ditunjukkan dalam Rajah 3.10. Guru menerangkan kepada pelajar konsep kultur tisu yang juga melibatkan proses mitosis yang seterusnya menghasilkan pertumbuhan kalus sehingga terhasilnya suatu tumbuhan klon. Semasa menjalankan pengajaran, guru menggunakan pelbagai kaedah yang sesuai dengan kebolehan pelajar; seperti kaedah kuliah, perbincangan, persembahan menggunakan multimedia yang bersesuaian seperti mana yang dicadangkan di dalam Modul Bioteknologi. Melalui ini, guru boleh mengukuhkan kemahiran pedagogi dan menjadikan pengajaran lebih sistematik.



Rajah 3.10. Guru menyampaikan kandungan pelajaran mengenai pertumbuhan dan mitosis kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah

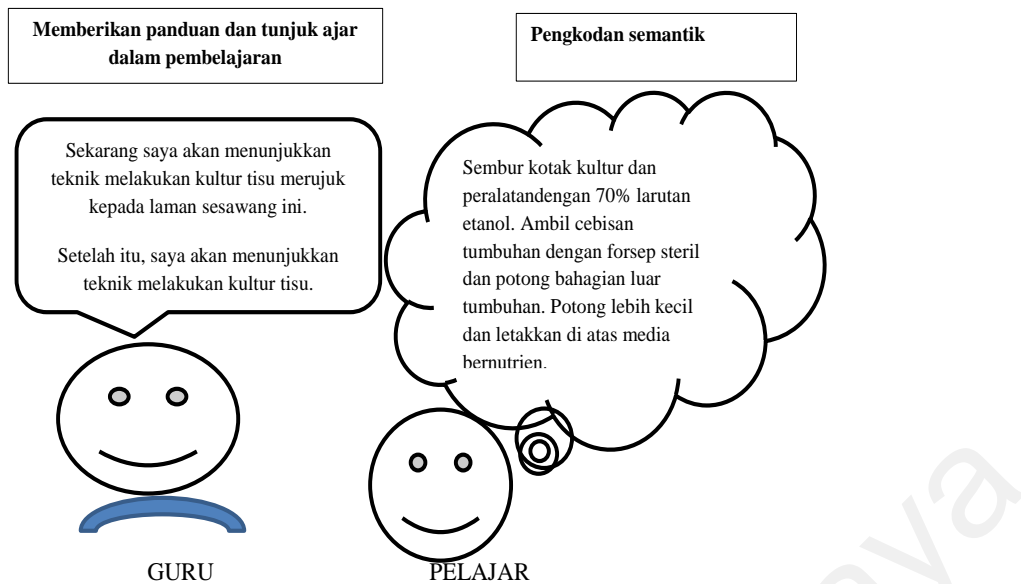
Sehubungan ini, pelajar menerima pengajaran guru mengenai konsep pertumbuhan dan disimpan ke dalam memori kerja. Selanjutnya, guru menyampaikan penerangan berkenaan proses kultur tisu dengan menggunakan laman sesawang: <http://hort201.tamu.edu/YouthAdventureProgram/TissueCulture/TissueCulture.html> dan <http://www.fao.org/docrep/014/i1905e/i1905e00.pdf>. Pelajar cuba mengaitkan konsep

pertumbuhan dengan penghasilan tumbuhan melalui teknik tisu kultur. Menggunakan laman sesawang berkenaan, guru menunjukkan proses yang berlaku dari peringkat cebisan eksplan sehingga membentuk kalus dan plantlet seperti dalam Rajah 3.11.



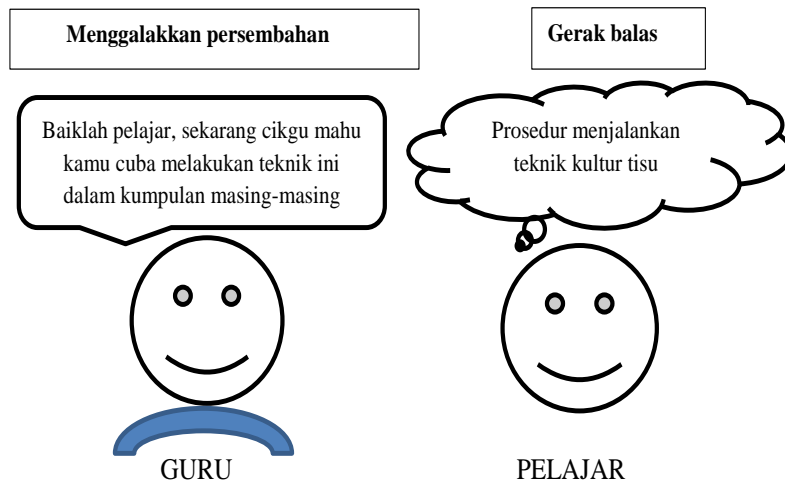
Rajah 3.11. Guru menyampaikan kandungan pelajaran mengenai Kultur Tisu kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah

Berikutnya dalam langkah lima, guru memberikan panduan dan tunjuk ajar dalam pembelajaran. Berpandukan kepada pengetahuan teknologi yang diperoleh daripada Modul Bioteknologi, guru menyampaikan pengajaran teknik melakukan kultur tisu secara kuliah dengan bantuan laman sesawang <http://www.youtube.com/watch?v=zd0iVJrQwyY>. Pelajar mendapat sedikit idea mengenai teknik kultur tisu dan pelajar melakukan pengkodan di dalam minda mereka. Seterusnya apabila guru memberi tunjuk ajar tatacara melakukan teknik kultur tisu kepada pelajar seperti ditunjukkan dalam Rajah 3.12, pelajar dapat membuat pengkodan semantik yang lebih tepat dan pembelajaran ini disimpan di dalam memori kerja. Tidak secara langsung, tindakan guru mengajar dan melihat kepada laman sesawang berkaitan mengukuhkan lagi pengetahuan beliau mengenai teknik melakukan kultur tisu.



Rajah 3.12. Guru mengajar mengenai Teknik Kultur Tisu kepada pelajar prestasi tinggi dan rendah

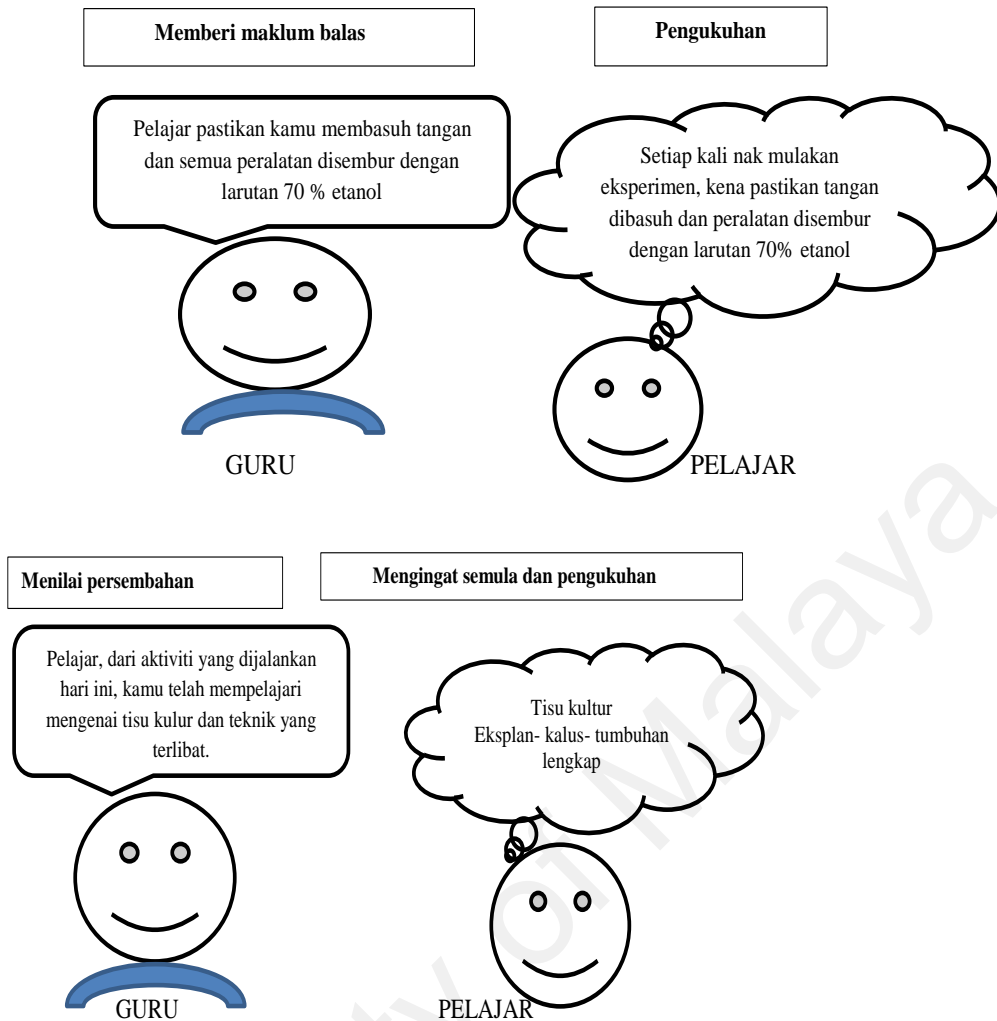
Selanjutnya, Langkah enam melibatkan guru menggalakkan persembahan pelajar seperti ditunjukkan dalam Jadual 3.13. Dalam langkah ini, guru memberi penegasan kepada pelajar dengan membenarkan mereka melakukan teknik kultur tisu dalam kumpulan masing-masing. Pada masa yang sama, guru menjadi lebih yakin akan pengetahuan teknologi dan bioteknologi yang beliau ada. Guru juga telah berjaya meningkatkan aspek pedagoginya dan menjadi lebih peka akan aktiviti *hands-on* yang dilakukan oleh pelajar dengan menegur mereka akan kesilapan yang mereka lakukan. Pelajar menggunakan pengetahuan baru yang disimpan dalam memori kerja mengenai tisu kultur yang diperolehi dari tunjuk cara yang dilakukan oleh guru dan menjalankan aktiviti secara *hands-on*.



Rajah 3.13: Guru menggalakkan persembahan pelajar prestasi tinggi dan rendah

Seterusnya adalah langkah tujuh yang melibatkan langkah memberi maklum balas. Dalam langkah ini, Guru memberi maklum balas kepada pelajar semasa mereka menjalankan aktiviti secara *hands-on* menjalankan teknik kultur tisu. Teguran yang diberikan oleh guru semasa pelajar melakukan aktiviti *hands-on* mengenai teknik kultur tisu dapat mengukuhkan pengetahuan baru yang diperolehi ini dan mereka membina konsep berkaitan dengan bantuan guru yang memberi maklum balas seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.14. Pada masa yang sama, seperti yang dinyatakan di langkah sebelum ini, guru membentuk keyakinan diri mereka akan pengetahuan teknologi dan bioteknologi serta boleh mengenal pasti kesilapan yang dilakukan oleh pelajar semasa menjalankan eksperimen tersebut.

Seterusnya dalam Langkah lapan, guru menilai persembahan aktiviti *hands-on* pelajar dan membuat kesimpulan keseluruhan aktiviti yang telah dilakukan oleh pelajar. Di sini, guru dapat membuat suatu rumusan keseluruhan aktiviti yang telah dilakukan oleh pelajar dan mampu menilai kesilapan dan penambahbaikan yang boleh dilakukan. Pelajar diberikan penegasan yang lebih oleh guru melalui kesimpulan keseluruhan aktiviti yang dilakukan oleh pelajar. Pengetahuan baru yang dikemukakan oleh pelajar yang disimpan oleh pelajar di dalam memori kerja dipindahkan kepada memori jangka panjang dan ditunjukkan dalam Rajah 3.14.



Rajah 3.14. Guru memberi maklum balas dan menilai persembahan pelajar prestasi tinggi dan rendah

Bahagian terakhir dalam Langkah Pengajaran Gagne adalah mengingat semula dan membuat generalisasi. Guru meminta pelajar melengkapkan lembaran kerja dan membuat pemerhatian pertumbuhan kalus setiap minggu selama tiga minggu dan mencatatkan pemerhatian di ruang yang disediakan di dalam lembaran kerja. Selepas tiga minggu, guru membuat rumusan keseluruhan dapatan pemerhatian aktiviti *hands-on*. Guru menjelaskan keputusan yang diperolehi dari aktiviti dengan menunjukkan gambar rajah yang dimuat turun dari internet yang menunjukkan peringkat-peringkat dalam pertumbuhan sesuatu bahagian tumbuhan (eksplan) melalui proses kultur tisu. Di sini, guru menggunakan pengetahuan teknologi yang diberikan di dalam Modul Bioteknologi

bagi memuat turun gambar rajah atau gambar yang bersesuaian untuk memberi penegasan kepada pelajar akan konsep yang telah mereka pelajari.

Daripada penjelasan guru dari bahagian sebelumnya, pelajar dapat meningkatkan pemindahan ilmu yang telah berlaku di dalam situasi baru yang dilakukan oleh pelajar semasa membuat pemerhatian selama tiga minggu ke atas pertumbuhan eksplan bagi membentuk kalus. Selepas tiga minggu, penjelasan guru mengenai keputusan pemerhatian dan dibantu dengan gambar yang dimuat turun dari internet yang menunjukkan peringkat-peringkat dalam pertumbuhan eksplan membantu mengukuhkan pengetahuan pelajar yang berprestasi tinggi dan juga berprestasi rendah yang telah disimpan di dalam memori jangka panjang. Proses yang berlaku ini ditunjukkan dalam Jadual 3.15.



Rajah 3.15: Guru merangsang pelajar berprestasi tinggi dan rendah mengingat semula dan membuat generalisasi

Melalui aktiviti pengajaran yang melibatkan kaedah kuliah dan penggunaan teknologi, ianya membolehkan pelajar berprestasi rendah dan tinggi dengan gaya pembelajaran yang berbeza menerima pengetahuan yang disampaikan oleh guru. Gagne juga menyarankan agar guru sentiasa prihatin akan kebolehan berbeza pelajar-pelajarnya semasa menerima sesuatu konsep pembelajaran yang baru. Di samping itu, guru juga

disarankan agar tidak mengajar secara tradisional; tetapi mereka perlu menstrukturkan pengajaran dan mampu menjadikan pelajar sama ada yang berprestasi rendah dan tinggi terlibat secara aktif dengan kandungan pelajaran melalui pemanipulasian bahan pengajaran dan interaksi sosial (Schunk, 2009).

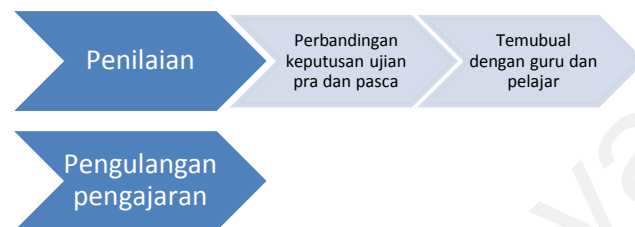
Seorang guru konstruktivis haruslah mempunyai kepakaran mengenai kandungan dan kebolehan mengikuti pemikiran pelajarinya secara logik dan membimbing mereka apabila timbul ketidakpastian dalam diri pelajar tentang pengetahuan yang disampaikan (Barrett & Long, 2012). Pengajaran dan penerangan berulang-ulang konsep penting yang dilakukan oleh guru dibantu dengan pelbagai media dapat mengukuhkan lagi kefahaman kedua-dua kumpulan pelajar berprestasi tinggi dan rendah dan membolehkan pengetahuan baru ini disimpan oleh pelajar ke dalam memori jangka panjang. Dalam konteks ini, guru juga berperanan untuk memberikan ulasan yang membina kepada pelajar dan ini akan meningkatkan motivasi diri pelajar.

Peranan guru dilihat amat penting semasa aktiviti pengajaran dan pembelajaran. Mereka berperanan dalam menentu dan memilih kaedah pedagogi yang sesuai dengan aktiviti pembelajaran yang dirancang. Guru juga perlu mengaitkan konsep baru yang ingin diajar dengan konsep dari pengajaran sebelumnya. Pelajar akan cuba mengaitkan pengetahuan daripada pembelajaran yang lepas dengan konsep yang baru yang ingin disampaikan oleh guru. Di samping itu, sesuatu pengetahuan yang dimiliki oleh pelajar haruslah melalui beberapa siri pengubahsuaian apabila melalui peringkat-peringkat memori. Ini melibatkan proses memberi perhatian, pengecaman corak, mengingat semula (retrieval), pengenkodan dan retensi. Pembelajaran berlaku apabila proses-proses yang dinyatakan ini diaktifkan dan matlamat pengajaran yang dirancang oleh guru mestilah membantu pengaktifan proses-proses ini (Driscoll, 2000). Pengawasan dan penyeliaan secara berterusan oleh guru adalah diperlukan dengan modifikasi yang bersesuaian; apabila akomodasi dilaksanakan oleh pelajar, pembelajaran berkesan akan tercapai

(Barrett & Long, 2012). Bahagian selanjutnya akan membincangkan langkah selanjutnya dalam Model Pengajaran Isman iaitu merujuk kepada fasa output.

Fasa Output

Fasa ini melibatkan dua peringkat seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 3.16.



Rajah 3.16. Langkah dalam Fasa Output

Dalam bahagian pertama, pengkaji akan menilai aktiviti pengajaran dan pembelajaran dalam model pengajaran ini dengan melakukan penilaian secara sumatif untuk menentukan pencapaian matlamat dan objektif yang telah ditentukan semasa membangunkan Modul Bioteknologi tercapai. Bagi tujuan ini, pengkaji telah menyediakan alat untuk mengukur dan menentukan sama ada pelajar mampu mencapai kemahiran, pengetahuan dan sikap yang dihasratkan; pelajar diberikan ujian sumatif sebagai ujian pra dan pasca, iaitu sebelum dan selepas pengajaran dilakukan oleh guru.

Merujuk kepada Model Pengajaran Aytengin İşman, ianya menyarankan agar dibuat penambahbaikan ke atas Modul Bioteknologi dan seterusnya pengajaran semula dilakukan. Namun demikian, perkara ini tidak dilaksanakan memandangkan dapatan kajian menunjukkan wujudnya keberkesanan Modul Bioteknologi dalam meningkatkan pengetahuan pelajar yang terlibat dalam kajian ini.

Fasa Maklum Balas

Fasa ini melibatkan pengkaji berpatah balik kepada bahagian modul yang menunjukkan wujudnya kelemahan dalam kandungan Modul Bioteknologi dan memberikan maklum balas dan langkah penambahbaikan yang perlu dilakukan.

Sehubungan ini, guru dan pelajar berprestasi tinggi dan rendah yang terlibat dalam kajian ini di temu bual untuk mendapat pandangan mereka mengenai aspek keberkesanan Modul Bioteknologi yang digunakan.

Ringkasan

Bab ini telah memberikan gambaran pengkonsepkan kajian yang digunakan dalam kajian yang dijalankan. Ianya merupakan kajian pembangunan di mana masalah dalam pengajaran konsep bioteknologi dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima dikenal pasti. Ini disusuli dengan pembangunan Modul Bioteknologi yang bersesuaian dibina dan dilaksanakan di sekolah. Seterusnya penilaian ke atas keberkesanan Modul Bioteknologi yang digunakan telah ditentukan. Kaedah kajian ini dijalankan akan dijelaskan dengan lebih lanjut pada bahagian yang seterusnya.

BAB 4

KAEDAH KAJIAN

Pendahuluan

Kajian yang dijalankan ini bertujuan untuk membangunkan Modul Bioteknologi bagi pendidikan Bioteknologi yang boleh diterapkan ke dalam mata pelajaran Biologi di tingkatan empat dan lima. Modul Bioteknologi digunakan oleh guru semasa menjalankan aktiviti pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Biologi. Bab ini akan menjelaskan secara terperinci kaedah kajian yang telah dijalankan yang melibatkan proses pemilihan sampel, pembangunan modul, pembangunan instrumen PTPK guru, pengukuran pelbagai dimensi aspek bioteknologi pelajar dan penentuan aspek pengetahuan pelajar berhubung isu-isu berkenaan bioteknologi. Bahagian selanjutnya akan membincangkan secara terperinci setiap langkah yang terlibat dalam setiap fasa pembangunan Modul Bioteknologi ini.

Fasa Input

Fasa pertama dalam Model Pengajaran İşman terdiri daripada lima langkah yang telah dijalankan oleh pengkaji iaitu:

i. Mengenal pasti Keperluan

Langkah ini melibatkan proses berikut:

- a. Menjalankan kajian kebolehlaksanaan ke atas guru Biologi
- b. Menjalankan analisis keperluan ke atas guru Biologi
- c. Menjalankan analisis keperluan pelajar
- d. Menentukan tahap pengetahuan teknologi, pedagogi dan pengetahuan bioteknologi (PTPK) guru-guru Biologi

ii. Mengenal pasti Kandungan

Langkah ini melibatkan proses menjalankan analisis kandungan sukatan pelajaran Biologi dari Malaysia, Indonesia, Singapura dan China (Hong Kong).

iii. Mengenal pasti Matlamat dan Objektif

Langkah ini melibatkan penentuan kemungkinan objektif pembelajaran, hasil pembelajaran, kandungan dan aktiviti yang akan dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi.

iv. Mengenal pasti Kaedah Pengajaran

Langkah ini melibatkan penentuan kaedah pengajaran yang akan dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan.

v. Mengenal pasti Media Pengajaran

Langkah ini melibatkan penentuan media pengajaran yang akan dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan.

Langkah iii – v , iaitu mengenal pasti matlamat dan objektif, kaedah pengajaran dan media pengajaran melibatkan penggunaan Teknik Delphi yang dilaksanakan kepada pakar dalam bidang pendidikan dan bioteknologi serta guru-guru Biologi dengan hasrat untuk mendapatkan maklum balas yang penting berkenaan intipati kandungan yang sesuai untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dihasilkan. Ini disusuli dengan penentuan kesahan dan kebolehpercayaan Modul Bioteknologi yang dihasilkan sebelumnya digunakan secara sepenuhnya semasa aktiviti pengajaran di dalam kelas. Setiap langkah yang terlibat dalam fasa ini diterangkan secara terperinci di bahagian seterusnya.

Mengenal pasti Keperluan

Langkah pertama yang dilakukan adalah melibatkan penentuan kajian kebolehlaksanaan seperti yang dijelaskan dibahagian seterusnya.

Kajian kebolehlaksanaan (Feasibility)

Bagi tujuan ini, pengkaji menjalankan kajian kebolehlaksanaan (*feasibility*) bagi mengetahui secara lebih mendalam bagaimana guru mengajar aspek bioteknologi yang terdapat dalam sukatan mata pelajaran Biologi sekolah menengah. Sehubungan ini, pengkaji telah menemui tiga guru Biologi dari tiga buah sekolah menengah yang berbeza di daerah Klang, Selangor; mereka mempunyai pengalaman mengajar mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima dan mereka bersetuju untuk terlibat dalam kajian ini. Pengkaji menggunakan protokol temu bual yang telah disediakan (Lampiran D) dan menjalankan sesi temu bual berstruktur secara mendalam dengan hasrat dapat mencungkil dan memahami secara lebih jelas perasaan dan pandangan guru mengenai pengajaran tajuk bioteknologi ini. Sesi temu bual ini telah dijalankan selama 45 minit, seperti mana yang telah disyorkan oleh Merriam (1998).

Menurut Merriam (1998), temu bual adalah penting kerana pengkaji dapat mengetahui kelakuan, perasaan, dan bagaimana seseorang menginterpretasikan dunia di sekeliling mereka serta mengetahui pengalaman lepas seseorang. Temu bual yang dijalankan adalah berpandukan kepada satu senarai soalan yang ingin dicungkil oleh pengkaji dan ianya bertindak sebagai garis panduan semasa sesi temu bual dijalankan. Kadangkala pengkaji membuat penambahan soalan dan tidak terlalu terikat dengan soalan yang tersedia; pengkaji mengikut keadaan dan respons dari guru yang ditemu bual kerana ingin mendapatkan respons yang lebih mendalam.

Pengumpulan data dan penganalisan adalah satu aktiviti yang sebaiknya dijalankan secara serentak dalam sesuatu kajian kualitatif. Analisis data temu bual

haruslah bermula sebaik sahaja selepas sesi temu bual dijalankan. Tindakan ini dapat membantu pengkaji menyediakan soalan untuk ditanya pada sesi temu bual yang seterusnya kepada responden yang sama jika difikirkan perlu (Merriam, 1998).

Langkah pertama yang dilakukan setelah sesi temu bual dengan responden adalah dengan membuat transkrip data yang telah diperoleh (Corbin & Strauss, 2008). Seterusnya, pengkaji telah memohon bantuan seorang pakar kajian kualitatif dengan melakukan *peer debriefing* bagi meninjau aspek berkaitan data temu bual yang diperoleh yang mungkin tidak disedari oleh pengkaji. Seterusnya, hasil dari maklum balas yang diterima daripada pakar tersebut, pengkaji telah menyusun dapatan dari temu bual dan dibincangkan menurut soalan temu bual yang dikemukakan kepada tiga guru terbabit seperti yang dibincangkan di bahagian selanjutnya.

Dapatan daripada temu bual dengan guru

Dalam kajian keboleh laksanaan, tiga guru yang terlibat dikenali sebagai Guru 1, Guru 2 dan Guru 3; maka pengkaji akan merujuk kepada pengenalan ini dalam perbincangan dapatan kajian ini. Guru 1, Guru 2 dan Guru 3 telah berkhidmat selama 10 tahun, 16 tahun dan lima tahun masing-masing. Berdasarkan kepada temu bual dan soalan yang telah diutarakan kepada ketiga-tiga guru berkaitan dengan tajuk-tajuk yang membincangkan elemen bioteknologi ini, di dapati Guru 2 dan 3 ini jelas dan pasti mengenai tajuk berkaitan bioteknologi yang terdapat di dalam sukatan Biologi Tingkatan empat dan lima yang membincangkan elemen bioteknologi ini. Namun demikian, Guru 1 di dapati terkeliru dengan istilah teknologi dan perkaitannya dengan bioteknologi. Contoh aplikasi bioteknologi yang diberikan oleh Guru 1 membayangkan bahawa guru ini tidak pasti akan definisi bioteknologi dan proses yang terlibat dalam penghasilan sesuatu produk berasaskan bioteknologi. Guru tersebut memberikan contoh bioteknologi seperti:

“...untuk mengelakkan *depletion of ozone layer*, teknologi digunakan dengan memasang *catalytic converter*...dalam *agriculture* sekarang ni, kita lihat macam mana pokok jambu tanpa biji dihasilkan....ini kan bioteknologi” (Guru 1)

Merujuk kepada soalan mengenai sejauh mana bahan dalam buku teks membantu pengajaran tajuk bioteknologi ini, ketiga-tiga guru berpendapat bahawa kandungan komponen ini adalah sedikit, tidak relevan dengan perkembangan pesat bioteknologi yang berlaku sekarang ini. Guru 1 berpendapat :

“...semakin hari semakin banyak penemuan baru tetapi dalam buku teks selagi ia tak ubah, kita tak dedahkan itu kepada pelajar.” (Guru 1)

Selain itu, Guru 1 juga berpendapat bahawa buku teks tidak banyak membantu dalam memberi maklumat dan isi kandungannya berhubung dengan komponen bioteknologi dan ia adalah terlalu umum. Ini disokong oleh Guru 3 yang menyatakan bahawa :

“...kalau nak dibandingkan dengan negara maju, memang tak cukup, kurang pendedahan, kurang contoh dalam buku teks”. (Guru 3)

Seterusnya mengenai persiapan guru untuk mengajar komponen bioteknologi, Guru 1 dan 3 menggunakan internet untuk mencari bahan dan memuat turun bahan berkaitan seperti video, gambar, gambarajah, carta dan artikel manakala Guru 2 hanya menyediakan transparensi, keratan surat khabar dan menggunakan model sahaja. Guru 1 dan 3 juga melaporkan bahawa mereka membaca dahulu tajuk yang ingin diajar dan merangka bahan pengajaran dengan mencari contoh yang sesuai dari internet. Guru 2 pula hanya membuat persediaan dengan bacaan berdasarkan kepada bahan yang ada di dalam buku teks dan keratan surat khabar sahaja.

Apabila ditanya tentang pandangan mereka mengenai pengajaran bioteknologi, Guru 1 dan 2 mencadangkan supaya komponen bioteknologi yang terdapat di dalam beberapa tajuk merentasi Tingkatan empat dan lima ini digabungkan dan menjadi satu topik khusus. Pada pandangan mereka, sekarang ini di dapati komponen bioteknologi

tersebar secara sedikit-sedikit di beberapa bab di dalam buku teks Biologi Tingkatan empat dan lima. Ini menyukarkan guru untuk mengaitkan di antara satu sub komponen bioteknologi dalam sesuatu bab dengan sub komponen bioteknologi yang terdapat di dalam bab yang lain. Guru 2 menambah:

“...jika dijadikan satu topik itu saya rasa budakpun (pelajar) lebih berminat...macam sekarang ini benda itu macam sampingan sahaja”.(Guru 2)

Guru 2 juga mencadangkan agar tajuk bioteknologi ini dimuatkan ke dalam sukatan pelajaran Biologi di tingkatan lima kerana pelajar pada peringkat ini telah menguasai kebanyakan komponen asas pengetahuan ini di Tingkatan empat. Menurut beliau :

“...di Tingkatan Lima kita boleh buat satu *chapter* khusus untuk biotek...*application* dia dan apa perkembangan biotek di Malaysia itu sendiri”. (Guru 2)

Berkaitan dengan masalah yang dihadapi oleh guru untuk mencari bahan bantu mengajar berkaitan bioteknologi, kesemua guru melaporkan bahawa mereka mengalami masalah pada peringkat awal semasa mula berkhidmat sebagai guru. Namun demikian, setelah beberapa tahun mengajar, mereka telah berjaya mengumpul bahan tersebut dan setiap tahun ditambah dengan bahan yang baru. Namun begitu, bahan bantu mengajar yang digunakan oleh guru-guru ini adalah berbeza mengikut cita rasa guru berkenaan dan ianya mungkin dipengaruhi oleh faktor keupayaan dan pengetahuan sedia ada guru mengakses maklumat dari media yang dipilih. Guru 1 dan 3 dilihat mempunyai pengetahuan berkaitan teknologi di mana mereka menggunakan bahan seperti memuat turun video, artikel atau gambar yang boleh digunakan untuk menyampaikan pengajaran secara lebih berkesan. Guru 1 berkata bahawa beliau memaklumkan pelajar akan suatu permainan daripada internet yang boleh diakses melalui laman sosial *facebook* yang dikenali sebagai *Mystery of Nostradamus*. Permainan ini adalah bersifat penyiasatan dan

ianya berkaitan dengan salah satu komponen bioteknologi yang dikenali sebagai Cap Jari DNA.

Namun demikian, seperti yang telah dilihat pada respons yang diberikan pada soalan sebelum ini, Guru 2 menyatakan bahawa beliau lebih gemar menggunakan televisyen atau surat khabar sahaja bagi mendapatkan bahan yang berkaitan dengan bioteknologi dan jarang menggunakan bahan yang dimuat turun dari internet atau cakera padat yang dibekalkan oleh Kementerian Pendidikan semasa mengajar tajuk berkaitan.

Beliau menambah:

“...saya kurang menggunakan CD koswer yang dibekalkan semasa p&p sebab wujud masalah teknikal yang memang kadang-kadang melambatkan pengajaran”.
(Guru 2)

Secara amnya, dapat disimpulkan bahawa kesemua guru ini menggunakan pelbagai perkakasan teknologi dalam menyediakan bahan bantu mengajar yang bersesuaian dengan cita rasa dan kesesuaian mereka sendiri. Seterusnya, berhubung dengan soalan yang berkisar mengenai kecukupan bahan bantu mengajar sedia ada untuk kegunaan semasa mengajar topik berkaitan bioteknologi ini; pendapat yang sama telah diberi oleh ketiga-tiga orang guru tersebut. Mereka bersepakat bahawa tidak terdapat bahan bantu mengajar yang bersesuaian yang wujud di makmal sekolah; sama ada dari segi peralatan menjalankan ujikaji mahupun model atau gambarajah. Ini juga menyebabkan pelajar tidak dapat didedahkan kepada aktiviti yang bersifat *hands-on* yang dapat memberikan pengalaman yang lebih bermakna dan jelas berkenaan prosedur berkaitan dengan bioteknologi. Guru 3 menambah:

“... p&p akan menjadi lebih menarik kalau kita (guru) dibekalkan dengan bahan-bahan yang lebih nampak, lebih menjurus kepada bioteknologi. Sekarang ini pelajar juga tidak ada *experience* sendiri...*hands-on* tak ada...” (Guru 3)

Guru 1 juga menyatakan bahawa di samping kekurangan bahan bantu mengajar yang bersesuaian, guru juga mempunyai pendedahan yang kurang mengenai prosedur menjalankan sesuatu aktiviti bersifat *hands-on*. Guru 1 menyarankan:

“Macam dalam makmal satu peralatan pun tak ada, kita nak tunjuk bagaimanakan...kita guru nak mengajar benda tu (bioteknologi), sikit sangat kita didedahkan...bagaimana dia punya prosedur dan hasilnya pun kita tak tahu...kalau ada prosedur pun, ianya tak detail... jadi susah nak terangkan... pelajar pun susah nak faham...”. (Guru 1)

Ini menunjukkan bahawa bukan sahaja bahan bantu mengajar yang bersesuaian untuk pengajaran dan pembelajaran bioteknologi di dapati kurang, malah guru juga mempunyai kepakaran yang kurang dari aspek teknik dan perkaedahan semasa menjalankan aktiviti eksperimen yang mampu dilakukan di dalam makmal.

Seterusnya berkenaan dengan penerimaan pelajar mengenai pengajaran konsep bioteknologi ini, di dapati ketiga-tiga guru bersepakat bahawa pelajar kurang berminat dan tidak begitu berpengetahuan mengenai kepentingan dan peluang yang ada dalam bidang bioteknologi ini. Merujuk Guru 1:

“dia (pelajar) belajar Biologi nak jadi doktor bukan kaji tumbuhan...jadi bila benda tu (bioteknologi) diajar, dia (pelajar) tak minat”. (Guru 1)

Guru 2 menambah:

“ hari tu saya mengajar *inheritance*, tanya budak siapa yang berminat tentang bioteknologi, dia orang tu macam kurang minatlah”. (Guru 2)

Di samping itu, pelajar juga merasakan konsep ini tidak begitu penting kerana ianya tidak banyak disoal dalam soalan peperiksaan Biologi di peringkat Sijil Pelajaran Malaysia. Faktor ini disokong lagi dengan alasan tajuk ini bukan satu tajuk yang besar dan sedikit sahaja yang disentuh dalam peperiksaan. Ini menyebabkan guru mengambil sikap mengajar setakat yang perlu sahaja kerana kesuntukan masa dan ingin menghabiskan sukatan pelajaran sebelum pelajar menduduki peperiksaan. Fenomena ini disokong oleh Guru 1:

“ oleh kerana tajuk ni (bioteknologi) sikit sahaja keluar dalam peperiksaan dan macam tak begitu penting ...jadi kadang-kadang kita (guru) ter ‘skip’ nak jimat masa kat situ sebab nak habiskan silibus, jadi benda (bioteknologi) tu diajar secara umum sahaja”. (Guru 1).

Berkisar mengenai cadangan penambahbaikan yang guru utarakan bagi memantapkan keberkesanan pengajaran, rata-rata guru memberikan cadangan yang membina. Guru 1 mencadangkan agar diwujudkan satu topik khusus mengenai bioteknologi, guru-guru dibekalkan dengan kepakaran untuk mengajar bioteknologi, lawatan ke makmal bioteknologi atau forensik, mengadakan kerjasama dengan pihak luar dan dibuat penambahan aktiviti di dalam buku teks. Guru 2 pula menambah supaya disediakan koswer atau bahan bantu mengajar yang berkaitan dengan bioteknologi dan diagihkan kepada guru-guru di sekolah. Selain itu juga, Guru 3 mencadangkan agar diperbanyakkan artikel berkaitan bioteknologi dan dihantar ke sekolah melalui bahagian kurikulum ataupun kaunseling bagi tujuan rujukan oleh guru ataupun pelajar. Ini secara tidak langsung dapat menarik minat pelajar kepada bidang bioteknologi dan membolehkan guru menggunakan artikel-artikel ini semasa proses pengajaran dalam bilik darjah.

Secara tuntasnya, dapatan daripada analisis kebolehlaksanaan kajian yang telah dijalankan ini menunjukkan bahawa terdapat beberapa isu yang perlu diteliti dengan lebih mendalam berhubung dengan pelaksanaan komponen Bioteknologi dalam pengajaran dan pembelajaran Biologi sekolah menengah. Antaranya adalah kekurangan bahan bantu mengajar dan kesediaan guru untuk mengajar komponen bioteknologi ini. Bertitik tolak daripada dapatan kajian kebolehlaksanaan ini, pengkaji telah mengambil keputusan untuk melibatkan lebih ramai guru dengan menemubual mereka untuk mendapatkan gambaran sebenar permasalahan yang dilihat ini secara lebih jelas dan menyeluruh. Sehubungan itu, bahagian berikut akan membincangkan prosedur yang digunakan dalam menentukan analisis keperluan yang telah dijalankan kepada 15 orang guru Biologi di sekolah menengah di sekitar Selangor.

Selanjutnya, pengkaji akan membincangkan kaedah yang digunakan bagi menjalankan analisis keperluan guru Biologi.

Analisis keperluan guru Biologi

Bagi mendapatkan pandangan guru berkenaan dengan pengajaran komponen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima, pengkaji telah menjalankan analisis keperluan guru-guru tersebut. Secara amnya, analisis keperluan adalah merujuk kepada suatu alat yang diguna bagi membuat keputusan serta proses mengenal pasti dan menilai keperluan dan kehendak sesuatu organisasi; dalam konteks ini ianya merujuk kepada bidang pendidikan. Ia juga dirujuk sebagai aktiviti yang melibatkan pengumpulan maklumat yang akan menjadi asas bagi membangunkan sesuatu kurikulum yang akan memenuhi keperluan pembelajaran sekumpulan pelajar tertentu (Brown, 1995).

Bagi mendapatkan kefahaman yang lebih mendalam mengenai keperluan guru Biologi yang mengajar aspek bioteknologi di Tingkatan empat dan lima, pengkaji telah memutuskan untuk menggunakan sampel yang terdiri dari guru cemerlang dan guru biasa bagi mendapatkan pandangan menyeluruh keperluan kedua-dua kumpulan guru ini. Suatu analisis keperluan telah dijalankan ke atas guru Biologi dan guru cemerlang Biologi di sekolah sekitar Selangor. Daripada sejumlah 15 guru cemerlang yang terdapat di negeri Selangor, hanya lima guru cemerlang Biologi yang mengajar Tingkatan empat dan lima sahaja yang bersetuju untuk terlibat dalam kajian ini.

Di samping itu, pada awalnya seramai 30 orang guru Biologi Tingkatan empat dan lima di sekitar Selangor yang telah dihubungi oleh pengkaji dan dipelawa untuk terlibat dalam kajian ini. Namun demikian, hanya 15 guru sahaja yang menawarkan diri untuk melibatkan diri dalam kajian ini.

Kaedah menjalankan analisis keperluan guru

Setiap guru yang terlibat dalam kajian ini mengikuti sesi temu bual selama 30-45 minit berpandukan protokol temu bual yang telah dibina oleh pengkaji seperti mana yang

telah digunakan semasa menjalankan kajian kebolehlaksanaan dengan penambahan soalan berkaitan dengan pengetahuan pedagogi, pengetahuan teknologi dan kandungan pengetahuan guru mengenai komponen bioteknologi (Lampiran E). Penambahan soalan dan pengesahan keseluruhan soalan temu bual di dalam protokol temu bual dilakukan setelah pengkaji berbincang dengan dua pakar bioteknologi berpangkat Profesor dan dua pakar pendidikan berjawatan pensyarah yang juga merupakan panel pakar yang dilantik oleh pengkaji untuk terlibat di dalam kajian ini.

Di bahagian ini, bantuan seorang pakar kajian kualitatif diperoleh, di mana *peer debriefing* dilakukan bagi meninjau aspek berkaitan transkripsi data temu bual yang diperoleh yang mungkin tidak disedari oleh pengkaji. Seterusnya, hasil dari maklum balas yang diterima daripada pakar yang dinyatakan, pengkaji telah menyusun dapatan dari temu bual dan dibincangkan menurut soalan temu bual yang dikemukakan kepada 15 guru terbabit seperti yang dibincangkan di bahagian selanjutnya. Secara amnya, transkrip dibahagikan kepada enam keperluan dan satu cadangan penambahbaikan berasaskan soalan temu bual dan sebahagian contoh transkrip yang diperoleh ditunjukkan dalam Jadual 4.1. Perbincangan lanjut perkara ini akan dilakukan di bab lima nanti.

Jadual 4.1

Keperluan dan Kekurangan dari Soalan Temu bual Analisis Keperluan Guru

Keperluan/ kekurangan	Contoh transkrip berkaitan
Cara dan Tahap Pendedahan kepada bioteknologi	<p>“Tak pernah buat masa di universiti, Bioteknologi memang tak didedahkan. Ia tiada dalam silibus” (Guru 1)</p> <p>“Kita nak terangkan pun, kita sendiri tak tahu. Macam mana proses ‘cloning’ tu; saya sendiri pun tak tahu” (Guru 2)</p> <p>“Kita tidak didedahkan dengan bioteknologi lah masa itu. ‘So my knowledge is just about that’. Tak lebih dari itu” (Guru 7)</p>
Ketidakpastian dan Kekeliruan Guru Tentang Komponen Bioteknologi dalam Sukatan Pelajaran Biologi	<p>“...di Tingkatan 5.. tajuknya adalah... mungkin, genetik, mutasi. ...mungkin punca-punca mutasi gen. Di situlah ada biotek,..yang selebihnya tak pasti” (Guru 1)</p> <p>“...dalam ‘<i>movement of substances across plasma membrane process</i>’, rasanya dalam bab mengenai larutan hipertonik, isotonik. Semua dalam pembuatan makanan macam jeruk tu.....boleh dikaitkan dengan bioteknologi” (Guru 9)</p> <p>“...bahagian ‘cell division’ tu ada bahagian tisu kultur dan ‘cloning’, lepas tu ada pasal ekosistem dinamik. Bagi Tingkatan 5..saya tak pasti ada” (Guru 3)</p>

Jadual 4.1(Sambungan)

Keperluan dan Kekurangan dari Soalan Temu bual Analisis Keperluan Guru

Keperluan/ kekurangan	Contoh transkrip berkaitan
Kekurangan Bahan Bantu Mengajar	<p>“Kalau kat makmal ada model DNA...tu tak cukup...bila guna media.. oklah sikit”. (Guru 6)</p> <p>“Dalam makmal sangat kurang bahan yang ada...kalau nak tunjuk pada pelajar, banyak kita guna teori dengan maklumat daripada internet”. (Guru 3)</p>
Kurangnya Pengetahuan Guru Tentang Pedagogi	<p>“Kadang ada <i>certain</i> topik macam mana nak ajar, saya tak tahu nak start dari mana...skop dari besar ke kecil atau kecil ke besar.” (Guru 9)</p> <p>“...nak ditunjukkan kepada pelajar sukar sebab benda tu (kandungan bioteknologi) tidak diberi penekanan dan masa yang ada terhad....susah rasanya” (Guru 4)</p>
Kurangnya Pengetahuan Guru Tentang Bioteknologi	<p>“Ya...kurang pengetahuan...kalau tiba-tiba pelajar tanya, barulah saya sibuk mencari... tak dapat bagi jawapan <i>on the spot</i>. Saya pun tak tahu apa yang pelajar akan tanya.” (Guru 4)</p> <p>“Saya rasa amat kurang sangat pengetahuan saya tentang biotek ..saya ni orang lama kan, jadi tak pernah didedahkan dengan kursus atau sebagainya”. (Guru 8)</p>
Kurangnya Pengetahuan Guru Tentang Penggunaan Teknologi	<p>“Saya kurang mahir benda-benda macam ni...sekadar asas tu bolehlah...macam <i>download</i> tu. Setakat itu sahajalah.secara praktikal tidak ada” (Guru 9)</p> <p>“...guna internet boleh la, tapi kalau diminta menjalankan aktiviti seperti kultur tisu ke....memang tak tahu sebab tak pernah buat ...rasa tak <i>confident</i>” (Guru 5)</p>
Cara untuk Pemurnian Pengajaran Bioteknologi	<p>“..saya rasa pengajaran yang lebih perlu diberi kepada pelajar. Lebihkan <i>hands-on</i>, dia (pelajar) akan faham topik ini dengan lebih baik”. (Guru 2)</p> <p>“..mungkin pihak Kementerian Pelajaran boleh sediakan video yang bersesuaian. ..boleh juga ada eksperimen atau aktiviti biotek mudah yang kita (guru) boleh jalankan dalam tempoh masa yang cukup semasa pengajaran..kalau ada modul berkaitan yang boleh disediakan juga adalah lebih baik” (Guru 4)</p>

Analisis keperluan pelajar

Selanjutnya, pengkaji telah menjalankan soal selidik ke atas pelajar Tingkatan lima bagi menentukan persepsi atau pandangan mereka berkaitan bioteknologi. Tujuan utama pengkaji melakukan langkah ini adalah bagi mendapatkan gambaran sebenar tahap pengetahuan, minat, sumber pemerolehan maklumat bioteknologi serta cadangan pelajar bagi penambahbaikan komponen bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi di sekolah menengah. Dapatan dari soal selidik ini berguna bagi mengenal pasti elemen tambahan bioteknologi yang perlu dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan.

Kaedah menjalankan analisis keperluan pelajar

Bagi mendapatkan pandangan pelajar berkenaan bioteknologi, instrumen yang digunakan telah dibina sendiri oleh pengkaji berpandukan kepada item-item dari instrumen asal yang telah dibangunkan oleh pengkaji lain, iaitu Prokop et al. (2007) dan Kidman (2010). Agihan soalan yang terdapat dalam instrumen kepada pelajar adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.2.

Jadual 4.2

Agihan Soalan dalam Instrumen kepada Pelajar Berkenaan Bioteknologi

Komponen bioteknologi yang dinilai	Bilangan Soalan
1. Pengetahuan bioteknologi	
a) Bahagian A - Gen dan Kromosom	9 soalan
b) Bahagian B - Kejuruteraan Genetik	19 soalan
c) Bahagian C - Cap jari DNA	5 soalan
d) Bahagian D - Projek Genom Manusia	2 soalan
e) Bahagian E - Penyelidikan Sel Stem	5 soalan
2. Minat pelajar berkaitan bioteknologi	18 soalan
3. Cadangan penambahbaikan mata pelajaran Biologi	
a. aktiviti pembelajaran dalam kelas	4 soalan
b. bahan sokongan pembelajaran	
c. prasarana	
d. kebolehan guru	
4. Sumber informasi berkaitan bioteknologi	1 soalan
5. Kekerapan penggunaan sumber informasi berkaitan bioteknologi	1 soalan

Soalan yang dibina adalah disediakan dalam dwi bahasa iaitu pernyataan dalam Bahasa Inggeris yang disusuli dengan pernyataan yang sama dalam Bahasa Melayu (Lampiran F). Bagi soalan berkenaan pengetahuan bioteknologi, minat pelajar dan sumber informasi berkaitan bioteknologi, setiap soalan disertakan dengan pilihan jawapan berskala Likert dengan lima pilihan jawapan. Untuk soalan berkenaan dengan pengetahuan bioteknologi dan minat pelajar berkaitan bioteknologi, pelajar menilai pengetahuan mereka (self-rated) sahaja berkaitan konsep ini dan bukan menilai pencapaian mereka. Oleh demikian soalan yang diberikan di dalam borang soal selidik

adalah sesuai dimana mereka diminta memilih di antara skala Likert 1 mewakili Tidak bersetuju langsung (*Strongly Disagree*) kepada skala 5 mewakili Sangat bersetuju (*Strongly Agree*). Manakala bagi soalan berkaitan dengan kekerapan menggunakan sumber informasi berkaitan bioteknologi, pelajar diminta memilih di antara skala 1 mewakili Tidak sama sekali (*Never at all*) kepada skala 4 mewakili Sangat selalu (*Very often*).

Manakala penentuan sumber dan perolehan informasi berkaitan bioteknologi pula menggunakan skala Likert yang terdiri daripada skala 1 untuk Tidak (*Never*) kepada skala 4 untuk Sangat selalu (*Very often*). Seterusnya bagi soalan berkenaan cadangan penambahbaikan mata pelajaran Biologi, pelajar diminta memberikan satu cadangan setiap satu bagi aktiviti pembelajaran dalam kelas, bahan sokongan pembelajaran, prasarana dan kebolehan guru mengajar.

Kesahan kandungan instrumen ini telah ditentukan dan dinilai oleh dua Profesor bidang bioteknologi, dua guru Biologi, seorang guru Bahasa Inggeris dan seorang guru Bahasa Melayu. Konsistensi dalaman dan kesahan konstruk item ditentukan dengan memberikan borang soal selidik ini kepada pelajar yang terlibat dalam kajian rintis. Pengkaji menyerahkan sebanyak 400 naskah borang soal selidik kepada guru mata pelajaran Biologi di lima buah sekolah menengah di sekitar Lembah Klang yang telah dipersetujui oleh pengetua sekolah berkenaan untuk terlibat dalam kajian ini. Guru yang terlibat diberikan tempoh seminggu untuk melaksanakan kepada pelajar masing-masing. Tempoh masa sejam diberikan kepada pelajar untuk menjawab soalan soal selidik tersebut sebelum dikutip semula oleh guru.

Selepas seminggu, borang soal selidik yang telah siap dijawab oleh pelajar dikutip semula oleh pengkaji. Daripada jumlah keseluruhan, hanya 350 borang sahaja diperoleh semula oleh pengkaji. Analisis kebolehpercayaan bagi setiap item komponen bioteknologi ditentukan dengan menggunakan koefisien Cronbach alpha. Pengetahuan bioteknologi

mencatat nilai Cronbach alpha 0.687 bagi komponen Gen dan Kromosom, 0.778 untuk komponen Kejuruteraan Genetik, 0.542 bagi komponen Cap Jari DNA, 0.641 bagi komponen Projek Genom Manusia dan 0.842 bagi komponen Penyelidikan Sel Stem. Seterusnya, minat pelajar berkaitan bioteknologi mencatat nilai Cronbach alpha 0.909. Sumber informasi berkaitan bioteknologi pula mempunyai nilai Cronbach alpha 0.842. Komponen cadangan penambahbaikan mata pelajaran Biologi tidak ditentukan nilai Cronbach alpha kerana ia merupakan soalan yang memerlukan pelajar memberikan jawapan dalam bentuk bertulis.

Pemilihan pelajar untuk analisis keperluan

Seterusnya, bagi menentukan pandangan, minat, cadangan penambahbaikan serta sumber perolehan informasi berkaitan Biologi, pengkaji memilih pelajar Tingkatan lima dari sekolah menengah di sekitar daerah Klang. Pelajar Tingkatan lima dipilih dalam kajian ini memandangkan mereka telah didedahkan dan mempunyai serba sedikit pengetahuan berkenaan sel, kromosom, DNA dan sebahagian elemen bioteknologi yang telah mereka pelajari dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat yang juga merupakan konsep asas dalam pembelajaran konsep bioteknologi ini. Pengkaji memilih kawasan ini memandangkan kebanyakan sekolah yang terdapat dalam daerah ini adalah sekolah yang berada dalam kategori bandar dan pelajar mempunyai taraf sosio ekonomi yang hampir sama.

Jumlah sebenar pelajar yang terlibat dalam kajian ini adalah berdasarkan jumlah keseluruhan seramai 3000 pelajar yang mengambil mata pelajaran Biologi di daerah Klang. Merujuk kepada Jadual pemilihan sampel yang dikemukakan oleh Krejcie dan Morgan (1970), jumlah sampel yang dicadangkan untuk dilibatkan dalam kajian ini adalah 341 pelajar. Namun demikian, sebagai langkah berjaga-jaga kemungkinan jika ada borang soal selidik yang hilang, rosak atau tidak dikembalikan oleh pelajar, maka

pengkaji telah menghantar sebanyak 450 naskhah borang soal selidik ke enam sekolah berlainan di sekitar daerah Klang.

Mengutip data analisis keperluan pelajar

Pada sesi persekolahan tahun 2013, setelah mendapat kebenaran menjalankan kajian dari Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar Pendidikan (BPPDP), pengkaji telah mendapatkan kebenaran dari Jabatan Pelajaran Selangor untuk menjalankan kajian di beberapa sekolah menengah di daerah Klang seperti mana yang dicadangkan oleh pihak Jabatan Pelajaran Selangor. Seterusnya, pengkaji berhubung dengan pengetua sekolah berkenaan bagi memaklumkan tujuan dan skop kajian yang akan dijalankan sebelum berjumpa dengan guru mata pelajaran Biologi di sekolah berkenaan.

Soalan soal selidik ini diberikan oleh pengkaji kepada guru Biologi dari sekolah menengah terpilih. Pelajar dikumpulkan oleh guru masing-masing dan diberikan tempoh masa sejam menjawab soalan di dalam borang soal selidik ini sebelum dikutip semula dan diserahkan kepada pengkaji untuk tindakan selanjutnya. Sebanyak 427 borang soal selidik yang telah dilengkapkan oleh pelajar telah diterima semula oleh pengkaji.

Perkaedahan menganalisis data analisis keperluan pelajar

Borang soal selidik dan data yang diperoleh ini telah dilakukan analisis secara deskriptif menggunakan SPSS versi 20 dengan ditentukan nilai min, frekuensi dan peratusan setiap item seperti yang telah dilaporkan oleh pengkaji lain (Kidman, 2010; Prokop et al., 2007; Erdogan, Ozel, Usak, & Prokop, 2009). Dapatan dari analisis ini akan dibincangkan di Bab lima di bahagian seterusnya.

Penentuan tahap pengetahuan dan penggunaan teknologi, pengetahuan pedagogi dan kandungan pengetahuan Bioteknologi (PTPK) guru Biologi

Di bahagian ini, pengkaji telah menentukan tahap pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi, dan pengetahuan bioteknologi (PTPK) guru Biologi yang dipilih di sekitar daerah Klang. Tahap pengetahuan pedagogi, teknologi dan bioteknologi guru Biologi ditentukan menggunakan alat ukuran iaitu Instrumen PTPK yang dibina oleh pengkaji dan mempunyai 14 senario terdiri daripada tujuh konstruk dengan dua item senario setiap satunya. Soalan ini digubal berdasarkan kepada tajuk-tajuk berkaitan bioteknologi yang terdapat di dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima. Kesemua konstruk tersebut terdiri daripada komponen pengetahuan pedagogi, teknologi, bioteknologi, serta gabungan pengetahuan pedagogi dan bioteknologi, pengetahuan pedagogi dan teknologi, pengetahuan teknologi dan pengetahuan bioteknologi serta kombinasi ketiga-tiga komponen iaitu pengetahuan pedagogi, pengetahuan teknologi dan pengetahuan bioteknologi (Lampiran A).

Penentuan kesahan Instrumen PTPK

Pengkaji seterusnya menentukan kesahan setiap item soalan dalam instrumen dengan memberikannya kepada dua pakar Bioteknologi berjawatan Professor dari dua buah universiti tempatan serta dua guru Biologi untuk melihat kesesuaian elemen bioteknologi dalam soalan Instrumen PTPK tersebut. Selain itu, dua guru Bahasa Melayu juga terlibat dalam kajian ini bagi menentukan kesesuaian item yang dimuatkan ini dari sudut kemudahan dan kesesuaian aras bahasanya. Kesemua empat guru yang terlibat ini mempunyai pengalaman mengajar melebihi 10 tahun dalam bidang masing-masing. Hasilnya, di dapati ke semua panel pakar yang terlibat bersetuju dengan pemilihan soalan yang dimuatkan dalam Instrumen PTPK tanpa sebarang pembetulan.

Seterusnya, kajian rintis dijalankan di mana Instrumen PTPK ini diberikan kepada lima guru Biologi yang bersetuju terlibat dalam kajian ini dari lima buah sekolah

menengah berlainan di sekitar daerah Klang sebagai kajian rintis. Kesemua dapatan dari kajian rintis ini digunakan bagi memurnikan setiap item soalan tersebut. Dapatan dari kajian rintis menunjukkan lima guru ini menyatakan bahawa 14 konstruk yang diberikan di dalam Instrumen PTPK adalah terlalu banyak untuk dijawab oleh seorang guru. Selepas berbincang dengan empat panel pakar yang dilantik oleh pengkaji, mereka menyarankan agar Instrumen PTPK ini di bahagikan kepada dua set iaitu set A dan B; yang mana pilihan komponen bagi kedua-dua set telah dipastikan oleh panel pakar setara aras kesukarannya.

Bagi tujuan menjalankan kajian sebenar, Instrumen PTPK yang terdiri daripada 14 konstruk ini telah dipecahkan kepada dua set soalan iaitu set A dan set B yang terdiri daripada tujuh konstruk setiap satunya. Bagi tujuan memudahkan analisis, semua soalan bernombor ganjil diletakkan ke dalam Set A manakala semua soalan bernombor genap diletakkan ke dalam Set B.

Penyediaan rubrik pemarkahan untuk Instrumen PTPK

Selain itu, pengkaji juga telah menyediakan rubrik pemarkahan terdiri dari pilihan jawapan bagi ke semua 14 konstruk yang terdapat di dalam Instrumen PTPK. Setiap konstruk diberikan pilihan markah 0, 1, 2 atau 3 bergantung kepada jawapan yang diberikan oleh guru semasa menjawab soalan tersebut (Lampiran G). Rubrik pemarkahan ini diberikan kepada dua Professor bioteknologi, dua guru Biologi dan dua guru Bahasa Melayu yang mana mereka diminta menilai kesahan dan kesesuaian jawapan dari segi kandungan dan laras bahasanya.

Persampelan guru untuk penentuan tahap PTPK

Bagi tujuan persampelan, seramai 36 orang guru Biologi Tingkatan empat dan lima di sekitar daerah Klang secara sukarela terlibat dalam kajian ini dan mereka diberikan

tempoh selama seminggu untuk melengkapkan instrumen tersebut. Selepas tempoh ini, pengkaji ke sekolah berkenaan untuk mengutip semula jawapan Instrumen PTPK dari guru-guru tersebut. Namun demikian, hanya 30 guru Biologi yang terdiri daripada 15 guru yang menjawab Instrumen PTPK Set A dan Set B setiap satunya telah melengkapkan dan memulangkan instrumen tersebut kepada pengkaji.

Analisis dapatan penentuan tahap PTPK guru

Jawapan guru yang diperoleh dari Instrumen set A dan B dianalisis dengan menyemak jawapan guru bagi setiap item dengan rubrik yang disediakan (Lampiran H). Terdapat tujuh soalan bagi setiap set A dan set B Instrumen PTPK tersebut dan setiap soalan mempunyai markah antara 0-3 dan jumlah skor keseluruhan bagi Instrumen PTPK set A dan B masing-masing adalah 21 markah. Pengkaji menentukan jumlah markah yang diperoleh oleh setiap guru berdasarkan Instrumen PTPK yang mereka menjawab. Setelah mendapat persetujuan empat pakar yang dilantik oleh pengkaji, markah keseluruhan guru yang kurang daripada 50% dipersetujui oleh pakar menunjukkan guru tidak menguasai dan tahap PTPK mereka adalah lemah. Markah di antara 50 – 79% ditentukan sebagai guru mempunyai pengetahuan pada tahap sederhana manakala markah melebihi 80% dianggap sebagai guru mempunyai pengetahuan pada tahap cemerlang seperti yang ditunjukkan:

<u>Peratus Skor</u>	<u>Tahap Pengetahuan Setiap Guru</u>
< 50	Lemah
50 – 79	Sederhana
80 – 100	Cemerlang

Di samping itu, pengkaji membincangkan respons yang diperoleh dari guru melalui instrumen yang telah mereka gunakan dalam kajian ini secara kualitatif bertujuan

mencungkil lebih mendalam tahap pengetahuan PTPK mereka. Dapatan bahagian ini akan dibentangkan secara terperinci di bab lima.

Mengenal pasti kandungan

Di bahagian ini, kaedah penentuan kandungan elemen bioteknologi yang sesuai bagi mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima akan dibincangkan.

Penentuan kandungan elemen bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima

Selanjutnya berhubung dengan analisis keperluan yang dijalankan, pengkaji juga telah mengambil inisiatif menentukan kandungan elemen bioteknologi yang terdapat di dalam sukatan pelajaran Biologi yang digunakan di negara Singapura, Indonesia, China (Hong Kong) dan membuat perbandingan dengan sukatan pelajaran Biologi yang digunakan di Malaysia. Merujuk kepada laporan *Trends in International Mathematics and Science* (2012), 35% daripada soalan Sains Gred lapan yang dikemukakan kepada pelajar adalah berkaitan dengan pengetahuan biologi dan melibatkan domain kognitif seperti pengetahuan (30%), aplikasi (35%) dan selebihnya adalah penghujahan (*reasoning*). Soalan asas berkaitan bioteknologi seperti gen, DNA dan pewarisan dikemukakan kepada pelajar Gred lapan yang terlibat dalam kajian ini. Pengkaji memilih sukatan pelajaran dari Singapura dan Hong Kong memandangkan di dalam laporan TIMMS (2012), kedua-dua negara ini berada dalam kumpulan 8 negara yang mempunyai pencapaian sains terbaik berbanding 63 negara lain yang terlibat dalam penilaian ini. Di samping itu, pengkaji juga membandingkan sukatan pelajaran dari Indonesia walaupun pencapaian negara ini dalam penilaian TIMMS 2011 adalah lebih rendah daripada pencapaian pelajar di Malaysia. Perkaedahan dalam penganalisan ini akan dihuraikan secara lebih mendalam di bahagian seterusnya penulisan.

Analisis sukatan pelajaran Biologi negara Singapura, Indonesia, China (Hong Kong) dan Malaysia

Analisis sukatan pelajaran Biologi dari tiga negara yang dipilih ini adalah setara dengan sukatan pelajaran Biologi yang digunakan di Tingkatan empat dan lima sekolah menengah di Malaysia yang diterbitkan pada tahun 2012. Analisis yang dilakukan ini mengikuti empat langkah yang telah dilaksanakan oleh Marwan Abualrob (2010) iaitu mengenal pasti tujuan alat, merekod unit, kandungan alat dan kaedah penilaian pengekodan.

Mengenal pasti tujuan penyediaan alat

Dalam kajian ini, tujuan penyediaan alat ini adalah bagi menganalisis elemen Bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran Biologi dari tiga negara tersebut dan dibandingkan dengan sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima di Malaysia.

Menentukan rekod unit

Dalam kajian ini, pengkaji menganalisis keseluruhan sukatan pelajaran Biologi dari kesemua negara ini bagi menentukan elemen bioteknologi yang wujud dan ini dilakukan dengan menentukan ayat atau pernyataan yang berkaitan dengan bioteknologi yang terdapat dalam ke semua sukatan pelajaran tersebut. Antara ayat dan pernyataan yang dimaksudkan adalah genetik molekul, perwarisan, kultur tisu, bioteknologi, kejuruteraan genetik, pengklonan dan cap jari DNA.

Menentukan kandungan alat

Pengkaji juga menentukan isi kandungan bioteknologi yang terdapat di dalam sukatan pelajaran ke semua negara tersebut yang meliputi objektif pembelajaran (OP), hasil pembelajaran (HP), dan aktiviti yang dicadangkan. Contoh objektif pembelajaran

(OP), hasil pembelajaran (HP), dan aktiviti yang dicadangkan dari negara Malaysia bagi tajuk Nutrisi adalah seperti berikut:

Objektif Pembelajaran (OP): Memahami teknologi dalam pengeluaran makanan

Hasil Pembelajaran (HP): Di akhir pembelajaran, pelajar dapat mengetahui:

- i. cara meningkatkan kualiti dan kuantiti pengeluaran makanan negara.
- ii. perkembangan teknologi pemprosesan makanan.

Aktiviti pembelajaran: i. menyediakan portfolio mengenai perkembangan teknologi dalam pemprosesan makanan

Seterusnya pengkaji akan membincangkan kaedah penilaian pengkodan yang dijalankan ke atas sukatan pelajaran dari empat negara tersebut.

Kaedah penilaian pengkodan sukatan pelajaran dari empat negara

Selanjutnya, kaedah penilaian pengkodan sukatan pelajaran dari ke semua negara berkenaan ditentukan dan dijelaskan di bahagian berikutnya.

Borang pengkodan sukatan pelajaran yang dibina

Borang pengkodan yang digunakan bagi tujuan analisis sukatan pelajaran terdiri dari kategori utama iaitu elemen bioteknologi dengan sub kategori terdiri dari tajuk, objektif pembelajaran, hasil pembelajaran, dan aktiviti yang dicadangkan seperti ditunjukkan dalam Lampiran I.

Kesahan borang pengkodan

Sehubungan ini, kesahan borang pengkodan ini telah ditentukan dengan memberikan borang pengkodan ini kepada empat orang pakar yang terdiri dari dua orang pakar dalam bidang Pendidikan dan dua orang pakar dalam bidang Bioteknologi. Di dalam kajian analisis kandungan, kesahan perlu dilakukan dan ianya merujuk kepada:

- i. Bagaimana ketepatan sampel yang dipilih (perkataan, perenggan, muka surat) ini mewakili keseluruhan kandungan sukatan pelajaran yang dianalisis?

- ii. Setakat mana kategori analisis kandungan teks tersebut sejajar dengan makna yang ada pada teks tersebut ?
- iii. Bagaimana tepatnya konstruk analitikal yang dipilih mewakili kegunaan dan makna sesuatu teks di dalam sesuatu konteks? (Chiappetta et al., 2006, p. 2)

Penentuan kesahan dalam konteks kajian ini bertujuan untuk mendapatkan pandangan pakar yang terlibat akan kesesuaian elemen dan sub elemen Bioteknologi yang dilihat di dalam sukatan pelajaran Biologi negara yang terpilih. Di dapati bahawa panel pakar bersetuju dengan kategori yang terdapat dalam borang pengekodan yang telah dibina dan ini boleh digunakan dalam kajian ini.

Seterusnya, pengkaji telah menjalankan kajian rintis proses pengekodan melibatkan pengkaji sendiri sebagai pengekod dan dibantu oleh dua pengekod yang dipilih oleh pengkaji berdasarkan pengalaman mengajar mata pelajaran Biologi mereka lebih dari sepuluh tahun. Pengkaji sendiri memberikan penerangan dan latihan mengenai proses pengekodan yang dijalankan kepada pengekod terlibat; seperti mana yang disarankan oleh Stock (1994). Tujuan utama latihan untuk pengekod dilakukan adalah untuk memastikan mereka yang terlibat menggunakan kaedah pengekodan yang selaras. Dua faktor utama yang perlu diberi perhatian semasa pengekodan adalah ketelusan dan dapatan yang sama diperolehi setiap replikasi yang dilakukan (Gibbert et al., 2008; Holsti, 1969; Krippendorf, 2004).

Bagi menentukan jumlah sampel helaian sukatan pelajaran yang perlu dianalisis, Lombard et al. (2004) mencadangkan penggunaan sampel sekitar 10% dari jumlah keseluruhan sampel adalah memadai. Namun demikian bagi tujuan kajian ini, pengkaji telah menetapkan untuk menggunakan keseluruhan sampel sukatan pelajaran Biologi Malaysia sebagai sampel untuk menjalankan analisis.

Bagi tujuan pengekodan, pengkaji telah memaklumkan pengekod berkenaan tatacara menjalankan pengekodan sukatan pelajaran sebelum analisis dilakukan. Kedua-

dua pengkod dibekalkan dengan sukatan pelajaran Biologi serta borang pengkodan. Pengkaji dan kedua-dua pengkod melakukan pengkodan bersama tetapi secara berasingan. Setelah pengkodan selesai, pengkaji melakukan analisis ke atas data yang diperoleh dengan menentukan kebolehpercayaan antara pengkod (*interrater reliability*). Bagi tujuan ini, pengkaji telah menggunakan formula untuk tiga pengkod yang telah dikemukakan oleh Holsti dan dibincangkan di dalam North et al. (1963), seperti mana yang dijelaskan di bahagian ini.

$$\text{Koefisien Kebolehpercayaan, } R = \frac{3(C1C2C3)}{(C1 + C2 + C3)}$$

di mana:

C1, C2 dan C3 merujuk kepada jumlah tema yang dipersetujui oleh pengkod pertama, kedua dan ketiga

Holsti (1969) menyatakan bahawa nilai koefisien kebolehpercayaan melebihi .75 menunjukkan wujudnya kebolehpercayaan antara pengkod dan ia boleh diterima dalam sesuatu kajian analisis kandungan. Namun demikian dalam kajian ini, pengkaji telah menetapkan koefisien kebolehpercayaan .85 dan ke atas diterima; seperti mana yang dikemukakan oleh Kim Bok Young (1991) di dalam kajiannya. Setelah analisis dilakukan ke atas data yang diperoleh dari ketiga-tiga pengkod, pengkaji mendapati nilai koefisien kebolehpercayaan bagi sukatan pelajaran Biologi yang digunakan di Malaysia adalah .94 seperti mana ditunjukkan dalam Lampiran J.

Prosedur menjalankan pengkodan sebenar

Setelah ditentukan nilai koefisien kebolehpercayaan dan kesahan, pengkaji menjalankan analisis kandungan sebenar ke atas baki sampel sukatan pelajaran Biologi dari negara Singapura, China (Hong Kong) dan Indonesia. Memandangkan nilai koefisien kebolehpercayaan yang diperoleh dari pengkodan percubaan adalah .94 bagi analisis sukatan pelajaran Biologi negara Malaysia; dan nilai ini melebihi nilai .85 yang

dinyatakan oleh Kim Bok Young (1991) di dalam kajiannya; maka dapatan dari analisis ini boleh diterima dan digunakan untuk kajian sebenar dan masih melibatkan pengekod yang sama. Dapatan bagi analisis yang telah dilakukan dibincangkan di bahagian berikutnya.

Analisis dapatan dari pengkodan sebenar sukatan pelajaran Biologi empat negara

Bagi tujuan ini, hasil pengkodan sukatan pelajaran dari empat negara iaitu Malaysia, Indonesia, Singapura dan China (Hong Kong) yang telah dijalankan oleh pengkaji dan dua pengkod lain telah dibandingkan dan dibentangkan di bahagian seterusnya.

Perbandingan sukatan pelajaran Biologi empat negara

Kandungan tajuk, objektif pembelajaran, hasil pembelajaran dan cadangan aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang terdapat dalam sukatan pelajaran tiga negara ini dibandingkan dengan sukatan pelajaran Biologi Malaysia. Jika dilihat kepada tajuk berkenaan bioteknologi seperti mana di dalam Jadual 4.3; elemen bioteknologi negara Singapura dan China (Hong Kong) dimuatkan ke dalam satu tajuk khusus dikenali sebagai genetik molekul manakala di Indonesia, elemen ini wujud sebagai tajuk prinsip asas berteknologi serta implikasinya kepada sains, teknologi dan masyarakat.

Jadual 4.3

Tajuk Pembelajaran Elemen Bioteknologi dalam Sukatan Pelajaran Empat Negara

Singapura	China (Hong Kong)	Indonesia	Malaysia
Genetik molekul*	Genetik molekul*	1. Prinsip-prinsip asas berteknologi serta implikasinya kepada sains, teknologi dan masyarakat. 2. Memahami konsep dasar dan prinsip-prinsip perwarisan serta implikasinya kepada sains, teknologi dan masyarakat.	1. Pengenalan kepada Biologi 2. Struktur dan organisasi sel 3. Komposisi kimia dalam sel 4. Pembahagian sel 5. Respirasi 6. Nutrisi 7. Ekosistem dinamik 8. Perwarisan

* Dokumen yang telah disemak tidak memberikan penjelasan lebih berkenaan perkara ini

Di Malaysia pula, elemen bioteknologi di dalam sukatan pelajaran biologi tidak wujud sebagai satu tajuk khusus tetapi ianya wujud dalam beberapa tajuk berasingan, antaranya adalah Pengenalan kepada biologi, Struktur dan organisasi sel, Komposisi kimia dalam sel, Pembahagian sel, Respirasi, Nutrisi, Ekosistem dinamik yang ada di dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat serta tajuk Perwarisan di Tingkatan lima.

Merujuk kepada Jadual 4.4, di dapati ke semua negara mempunyai objektif pembelajaran masing-masing yang unik dan menjurus kepada konsep memahami peranan elemen asas bioteknologi iaitu maklumat genetik dan kaitannya kepada keterus hidupan organisma serta sumbangannya kepada sains, teknologi dan masyarakat.

Jadual 4.4

Objektif Pembelajaran Elemen Bioteknologi dalam Sukatan Pelajaran Empat Negara

Singapura	China (Hong Kong)	Indonesia	Malaysia
Memahami proses-proses yang terlibat di dalam keterus hidupan organisma dan bagaimana maklumat genetik dipindahkan dari satu generasi ke generasi yang berikutnya.	Menghargai kemajuan kajian dalam genetik dari eksperimen pembiakbakaan secara tradisional kepada ekperimentasi dan analisis secara molecular	<p>a. Menjelaskan erti, prinsip, asas dan jenis-jenis bioteknologi.</p> <p>b. Menjelaskan dan menganalisis peranan bioteknologi serta implikasi hasil bioteknologi kepada bidang sains, teknologi dan masyarakat.</p> <p>c. Menyimpulkan hubungan antara kromosom, gen, dan DNA dengan mengamati gambar</p> <p>d. Mendeskripsikan beberapa eksperimen untuk menemukan struktur penyusun gen</p> <p>e. Menggambar struktur molekul DNA</p> <p>f. Mendeskripsikan eksperimen untuk menemukan struktur 3 dimensi DNA</p>	<p>a. Memahami biologi.</p> <p>b. Memahami organisasi sel.</p> <p>c. Memahami komposisi kimia dalam sel.</p> <p>d. Memahami proses mitosis, meiosis dan mensyukuri ketertiban perlakuan kromosom semasa mitosis dan meiosis.</p> <p>e. Memahami teknologi dalam pengeluaran makanan.</p> <p>f. Memahami gen dan kromosom.</p>

Selanjutnya, hasil pembelajaran yang terdapat di dalam sukatan pelajaran ke semua negara juga menunjukkan kepelbagaian seperti ditunjukkan dalam Jadual 4.5.

Sukatan pelajaran biologi negara Singapura, China (Hong Kong) dan Malaysia mensisipkan komponen kromosom, gen dan DNA sebagai permulaan perbincangan mengenai bioteknologi. Perkaitan di antara gen dan struktur asid deoksiribonukleik (DNA) sebagai bahan asas maklumat genetik juga didedahkan kepada pelajar agar mereka mendapat gambaran keseluruhan struktur DNA dalam pemanipulasiannya dalam teknik bioteknologi.

Hasil pembelajaran dalam sukatan pelajaran biologi Singapura didapati mengaplikasikan bidang bioteknologi perubatan dengan memperkenalkan konsep gen yang mengawal penghasilan hormon insulin dan dimasukkan ke dalam DNA bakteria untuk menghasilkan insulin manusia. Di sini, konsep penghasilan tumbuhan dan organisma transgenik telah diperkenalkan dahulu sebelum pelajar didedahkan kepada konsep penghasilan hormon insulin secara tiruan. Di samping itu, pelajar juga didedahkan kepada teknologi penghasilan insulin tiruan dalam bidang industri dengan menggunakan *fermenters* di mana pelajar dapat melihat perhubungan antara ke semua komponen yang terlibat dan aplikasi bioteknologi dalam kehidupan seharian.

Bagi negara China (Hong Kong) pula, aplikasi teknologi rekombinan DNA melibatkan cap jari DNA dan projek genom manusia didedahkan kepada pelajar sekolah. Selain itu, satu kelebihan yang wujud di dalam sukatan pelajaran biologi negara China (Hong Kong) ialah wujudnya pengetahuan mengenai sintesis protein yang tidak diketengahkan secara mendalam di dalam sukatan pelajaran negara lain. Manakala, sukatan pelajaran Biologi negara Indonesia dilihat lebih mudah dan ianya hanya mendedahkan pelajar kepada konsep kejuruteraan genetik dan implikasinya kepada bidang sains, teknologi dan masyarakat. Fokus berkaitan dengan implikasi bioteknologi juga didapati menjadi salah satu hasil pembelajaran bagi pelajar di negara Singapura dan Malaysia.

Jadual 4.5

Hasil Pembelajaran Elemen Bioteknologi dari Sukatan Pelajaran Empat Negara

Singapura	China (Hong Kong)	Indonesia	Malaysia
<p>a. Merangka perhubungan di antara DNA, gen dan kromosom.</p> <p>b. Menyatakan: i. struktur DNA dari sudut bes, gula dan kumpulan fosfat yang terdapat dalam setiap nukleotida. ii. peraturan pasangan bes yang komplementari. iii. bahawa DNA membawa kod genetik yang digunakan untuk sintesis polipeptida yang tertentu. iv. bahawa setiap gen terdiri dari jujukan nukleotida; sebahagian daripada molekul DNA.</p> <p>c. Menjelaskan: i. bahawa gen boleh dipindahkan di antara sel. (pemindahan gen antara organisma dari spesies yang sama atau berlainan-menghasilkan tumbuhan atau haiwan transgenik). ii. bagaimana sesuatu gen yang mengawal penghasilan hormon insulin boleh dimasukkan ke dalam DNA bakteria untuk menghasilkan insulin manusia melalui bidang bioteknologi perubatan. d. Merangka proses penghasilan insulin berskala besar menggunakan 'fermenters'. e. Membincang implikasi sosial dan etika kejuruteraan genetik, dengan merujuk kepada contoh yang dinyatakan.</p>	<p>a. menjelaskan struktur dan perhubungan antara kromosom, gen dan asid nukleik. b. merangka proses sintesis protein. c. membezakan antara kromosom dan mutasi gen. d. mengenalpasti: i. aplikasi teknologi rekombinan DNA dan cap jari DNA. ii. sumbangan dan limitasi data yang diperoleh melalui Projek Genom Manusia. e. menghargai kerja sama antara ahli sains dalam Projek Genom Manusia</p>	<p>a. menjelaskan pengertian bioteknologi. b. membezakan antara bioteknologi tradisional dan bioteknologi moden. c. menjelaskan prinsip kejuruteraan genetik dan hasilnya. d. menjelaskan dan menganalisis peranan bioteknologi. e. menjelaskan implikasi hasil-hasil bioteknologi kepada bidang sains, teknologi dan masyarakat.</p>	<p>a. menyenaraikan bidang dan kerjaya berbeza dalam Biologi b. menghuraikan organisasi sel dalam pembentukan tisu, organ dan sistem dalam organisma multisel. c. menerangkan kepentingan sebatian organik dalam sel. d. menghuraikan aplikasi pengetahuan mitosis dalam pengklonan. e. menerangkan: i. kebaikan dan keburukan pengklonan. ii. cara meningkatkan kualiti dan kuantiti pengeluaran makanan negara. iii. perkembangan teknologi pemprosesan makanan. iv. proses respirasi anaerob dalam yis. v. penggunaan mikroorganisma dalam bioteknologi (menggunakan contoh yang sesuai). f. menyatakan unit perwarisan dan kedudukan gen. g. menghuraikan struktur deoksiribonukleik (DNA). h. menghuraikan dalam istilah ringkas hubungkait trait dengan unit asas perwarisan. i. menerangkan secara ringkas kepentingan genetik kepada manusia sejagat. j. menghuraikan aplikasi dan penyalahgunaan pengetahuan genetik. k. membahaskan keperluan etika dan moral dalam penggunaan genetik.</p>

Selain itu, hasil pembelajaran dalam sukatan pelajaran Malaysia agak berbeza dari negara lainnya kerana ia lebih menitik beratkan aspek aplikasi bioteknologi dalam proses

pengklonan dan peningkatan kualiti dan kuantiti pengeluaran makanan negara. Di samping itu, peluang kerjaya dalam bidang bioteknologi dan yang berkaitan dengannya juga didedahkan kepada pelajar dengan harapan mereka mempunyai pengetahuan akan peluang kerjaya yang tersedia dalam bidang ini. Tambahan itu, pelajar juga didedahkan kepada pengetahuan mengenai mikroorganisma yang boleh dimanfaatkan dari bidang bioteknologi untuk mengatasi masalah pencemaran atau perindustrian.

Sumbangan bidang kejuruteraan genetik dan sehubungan dengannya juga diberikan penekanan di dalam sukatan pelajaran Malaysia, di mana pelajar didedahkan kepada kaedah yang boleh digunakan untuk meningkatkan kualiti dan kuantiti pengeluaran makanan negara. Pelajar juga didedahkan kepada konsep bioteknologi tradisional yang melibatkan proses penapaian oleh yis. Seterusnya, konsep asas gen, kromosom dan hubungannya dengan struktur DNA juga dikemukakan kepada pelajar agar mereka dapat membuat perkaitan yang wujud di antara struktur-struktur tersebut di dalam pewarisan sesuatu ciri di dalam organisma. Tidak ketinggalan, pelajar juga dilatih untuk berfikir secara kritikal semasa membuat keputusan menerima atau menolak penggunaan sesuatu produk atau prosedur berkaitan bioteknologi; memandangkan merekalah yang akan menjadi pengguna bidang ini di masa hadapan.

Seterusnya, Jadual 4.6 menunjukkan aktiviti yang dicadangkan dalam pembelajaran bioteknologi. Di negara Singapura, guru-gurunya diberikan kepercayaan untuk memilih aktiviti yang bersesuaian untuk disampaikan kepada pelajar manakala di China (Hong Kong) pula, aktiviti yang melibatkan penggunaan internet untuk mencari maklumat mengenai proses teknologi rekombinan DNA dan cap jari DNA menggunakan bahan audiovisual dicadangkan. Selain itu, pelajar di China (Hong Kong) juga didedahkan kepada eksperimen mengekstrak DNA dari tisu yang hidup (contoh: tisu bawang); dan memisahkan fragmen DNA melalui proses gel-elektroporesis. Fenomena

Jadual 4.6

Aktiviti yang Dicapai dari Sukatan Pelajaran Empat Negara.

Singapura	China (Hong Kong)	Indonesia	Malaysia
Sekolah dan guru diberi kepercayaan memilih aktiviti yang difikirkan sesuai.	<p>a. Menggambar proses teknologi rekombinan DNA dan cap jari DNA menggunakan bahan audiovisual.</p> <p>b. Mencari maklumat berkenaan penggunaan cap jari DNA dalam bidang sains forensik.</p> <p>c. Membuat carta atau timeline mengenai penemuan dan penerokaan yang muncul dari Projek Genom Manusia.</p>	<p>a. Perbincangan pengertian bioteknologi tradisional dan moden.</p> <p>b. Perbincangan penerapan kejuruteraan genetik pada bioteknologi.</p> <p>c. Melakukan kegiatan membuat yogurt dan ekstrak DNA.</p> <p>d. Perbincangan sains, teknologi dan masyarakat.</p> <p>e. Mencari bahan berkaitan bioteknologi menggunakan majalah dan keratan surat khabar.</p> <p>f. Membaca dan mengumpulkan informasi untuk membuat peta konsep.</p> <p>g. Diskusi hubungan antara kromosom, gen, dan DNA</p> <p>h. Diskusi struktur DNA, RNA dan replikasi DNA</p>	<p>a. Perbincangan dan mengumpulkan maklumat mengenai pelbagai bidang serta kerjaya berkaitan dengan biologi.</p> <p>b. Lawatan ke institusi penyelidikan untuk kaji teknik kultur tisu.</p> <p>c. Perbahasan atau forum berkaitan isu pengklonan.</p> <p>d. Perbincangan berkumpulan mengenai kaedah meningkatkan kualiti dan kuantiti pengeluaran makanan melalui penanaman tabur terus untuk padi, hidroponik dan aerofonik, pembiakbakaan, kultur tisu, kejuruteraan genetik, pengurusan tanah dan kawalan biologi.</p> <p>e. Lawatan ke MARDI, Jabatan Pertanian dan Jabatan Perikanan</p> <p>f. Mengumpulkan maklumat mengenai kegunaan mikroorganisma dalam bioteknologi.</p> <p>g. Menyediakan portfolio mengenai perkembangan teknologi dalam pemprosesan makanan.</p> <p>h. Menjalankan eksperimen menyiasat proses respirasi anaerob dalam yis.</p> <p>i. Membincangkan unit perwarisan dan kedudukan gen.</p> <p>j. Membina model DNA, membincangkan tentang struktur nukleotida, polinukleotida dan DNA heliks ganda dua.</p> <p>k. Melukis rajah skema dan menghubungkan trait dengan unit asas perwarisan dari segi kromosom kepada DNA, DNA kepada gen, gen kepada protein dan protein kepada trait organisma</p> <p>l. Aktiviti cap jari DNA untuk elesaikan kes pembunuhan.</p> <p>m. Membuat kajian dan laporan tentang cap jari DNA, projek genom manusia, kajian potensi sel stem, kejuruteraan genetik - terapi gen, organisma yang diubahsuai secara genetik, penghasilan makanan yang diubahsuai secara genetik dan ubat (penghasilan insulin)</p> <p>n. Membincangkan implikasi perkara m) terhadap manusia dan aktiviti forum/bahas isu ini dari sudut etika/moral.</p> <p>p. Mengunjungi pusat penyelidikan yang menjalankan kajian kejuruteraan genetik.</p>

yang sama juga dapat diperhatikan di dalam sukatan pelajaran Biologi negara Indonesia di mana pelajar melakukan kegiatan membuat yogurt dan ekstrak DNA.

Namun demikian, aktiviti melibatkan pelajar menjalankan eksperimen berkaitan DNA atau komponen bioteknologi ini tidak dilihat di dalam sukatan pelajaran biologi di Malaysia. Selain dari aktiviti yang telah dinyatakan, aktiviti yang dicadangkan di China (Hong Kong) agak berlainan sedikit daripada negara-negara lain yang terlibat di mana pelajar membuat carta atau *timeline* mengenai penemuan dan penerokaan yang muncul dari Projek Genom Manusia.

Di Malaysia, kebanyakan aktiviti yang dicadangkan adalah perbincangan, mencari maklumat, lawatan ke agensi berkaitan, membuat model DNA, menjalankan forum atau perbahasan, melukis rajah skema serta membuat kajian dan laporan beberapa tajuk berkaitan dengan kejuruteraan genetik. Pada masa yang sama, aktiviti seperti mencari maklumat dari keratan surat khabar, majalah, dan aktiviti perbincangan juga dilakukan oleh pelajar di negara Indonesia.

Dapatan daripada analisis kandungan sukatan pelajaran yang telah dijalankan ini digunakan semasa merangka borang soal selidik yang digunakan semasa menjalankan Teknik Delphi untuk membangunkan Modul Bioteknologi. Bagi tujuan ini, kesemua empat panel pakar yang terlibat dalam kajian ini diserahkan dengan rumusan analisis sukatan pelajaran empat negara bersama dengan senarai elemen bioteknologi yang dikemukakan oleh Wells (1994) sebagai panduan pemilihan elemen Bioteknologi, matlamat, objektif pembelajaran, kaedah pengajaran dan media pengajaran yang sesuai bagi kegunaan pelajar Tingkatan empat dan lima.

Penjelasan lebih lanjut proses penghasilan Modul Bioteknologi ini dijelaskan dibahagian seterusnya.

Mengenal pasti matlamat, objektif pembelajaran, kaedah pengajaran dan media pengajaran untuk Modul Bioteknologi

Seterusnya, bahagian ini akan menjelaskan kaedah menentukan ciri-ciri Modul Bioteknologi yang dibangunkan.

Penentuan Ciri-ciri Modul Bioteknologi Yang Dibangunkan

Bahagian ini melibatkan pakar-pakar dari bidang pendidikan dan bioteknologi di dalam menentukan isi kandungan yang sesuai untuk Modul Bioteknologi yang dibina. Justeru itu, data yang diperlukan diperolehi melalui penggunaan Teknik Delphi yang telah dijalankan oleh pengkaji dan perkaedahannya akan diterangkan dengan lebih terperinci di bahagian berikutnya.

Teknik Delphi

Kaedah ini dipilih kerana pengkaji mendapati bahawa ia adalah teknik terbaik untuk memperoleh persetujuan pakar dalam menentukan elemen-elemen yang perlu dimasukkan dalam membangunkan Modul Bioteknologi bagi mata pelajaran Biologi sekolah menengah. Ianya adalah hasil pandangan beberapa pakar yang mana keputusan mereka adalah bersifat individu dan tidak dipengaruhi oleh mana-mana pihak (Delbecq, Van de Ven, & Gustafson, 1975; Linstone & Turoff, 1975). Dalam kajian ini, pengkaji telah mengubah suai cadangan pelaksanaan teknik Delphi yang telah dikemukakan oleh Saedah Siraj (2008) dan Skulmoski et al. (2007), di mana Teknik Delphi ubah suaian dua pusingan telah dijalankan seperti mana yang telah digunakan dan dilaporkan oleh Ahmad Sobri Shuib (2009) dan Norlidah Alias (2010). Kaedah pelaksanaannya dibincangkan secara terperinci di bahagian berikut ini.

Penyediaan borang soal selidik elemen bioteknologi

Teknik Delphi ini melibatkan empat pakar yang terdiri daripada dua pakar Bioteknologi berjawatan Professor dari Universiti Malaya dan Universiti Kebangsaan Malaysia, dua pakar Pendidikan berjawatan Pensyarah dari Universiti Pendidikan Sultan Idris dan Universiti Malaya untuk membina instrumen Delphi iaitu borang soal selidik yang akan digunakan dalam pusingan pertama Teknik Delphi. Sehubungan ini, ke semua pakar telah dihubungi terlebih dahulu oleh pengkaji bagi tujuan memaklum dan mendapatkan persetujuan mereka untuk ditemu bual. Ini disusuli dengan sesi temu bual separa terbuka di mana pengkaji menggunakan senarai elemen bioteknologi yang telah dikemukakan oleh Wells (1994) yang terdapat dalam mata pelajaran pendidikan Teknologi di Amerika Syarikat seperti mana ditunjukkan dalam Lampiran K serta senarai elemen bioteknologi yang terhasil daripada analisis kandungan sukatan pelajaran empat negara.

Merujuk kepada senarai elemen bioteknologi yang dikemukakan oleh Wells, pengkaji telah menambah tiga lajur iaitu perlu, tidak perlu dan cadangan tambahan, iaitu sama ada panel pakar menerima atau menolak sub elemen tersebut dimasukkan ke dalam Modul Bioteknologi yang akan dibangunkan oleh pengkaji. Jika panel pakar bersetuju untuk memasukkan sub elemen tersebut, maka mereka perlu menandakan (√) manakala penolakan sesuatu sub elemen memerlukan panel pakar menandakan (X) dan disertakan dengan alasan keputusan yang telah mereka ambil.

Langkah ini dijalankan bertujuan untuk mendapatkan pandangan pakar berkenaan kesesuaian elemen tersebut untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi. Setiap panel pakar yang terlibat diminta meneliti setiap dokumen tersebut dan memberikan maklum balas akan kesesuaian elemen bioteknologi tersebut untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan. Bagi tujuan ini, pengkaji telah merakam perbualan

dengan ke semua panel pakar yang terlibat dan dicatat segala cadangan dan pandangan yang telah mereka utarakan.

Berhubung dengan hasil daripada temu bual yang telah dijalankan dengan panel pakar terlibat, pengkaji telah menyediakan borang soal selidik yang akan digunakan di dalam Teknik Delphi ubah suaian pusingan pertama. Borang ini kemudiannya diserahkan semula kepada ke semua panel pakar untuk ditentukan kesesuaian dan cadangan penambahbaikan yang perlu dilakukan dan mereka diberikan tempoh masa selama seminggu untuk memberikan maklum balas. Daripada borang soal selidik yang diperolehi, ke semua panel pakar bersetuju dengan borang soal selidik tersebut dan hanya sedikit pembetulan yang perlu dilakukan dari aspek susunan item dan laras bahasa yang tepat. Borang soal selidik yang siap dibina ini (Lampiran L) digunakan di dalam pusingan pertama teknik Delphi ubah suaian yang dijalankan.

Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama

Pusingan pertama Teknik Delphi ubah suaian ini melibatkan sekumpulan pakar yang terdiri daripada guru Cemerlang Biologi, pensyarah Bioteknologi/Biologi, pensyarah pendidikan dan pegawai dari badan bukan kerajaan seperti mana yang di tunjukkan dalam Jadual 4.7.

Jadual 4.7
Taburan Panel Pakar yang Terlibat dalam Kajian

Bilangan Panel Pakar	Awal	Akhir
Pensyarah Bioteknologi berpangkat Profesor	3	3
Pensyarah Pendidikan Sains	5	5
Pensyarah Bioteknologi	2	2
Guru Cemerlang	4	3
Guru Biologi	4	3
Badan Bukan Kerajaan	2	1
Jumlah	20	17

Daripada 20 pakar yang dikenal pasti pada peringkat awal, hanya 17 orang sahaja yang bersetuju terlibat dalam kajian ini. Langkah pertama kajian ini melibatkan pengkaji menemui atau menghubungi semua pakar yang terlibat melalui panggilan telefon atau melalui e-mel bagi mendapat persetujuan mereka untuk terlibat dalam kajian ini. Ini disusuli dengan mengemukakan surat perlantikan rasmi kepada pakar yang bersetuju dan mereka diminta memberi jawapan rasmi bertulis sama ada bersetuju atau tidak bersetuju untuk menawarkan diri sebagai pakar dalam proses menggunakan teknik Delphi ini. Langkah ini diperlukan bagi memastikan pakar terus memberikan komitmen yang berterusan sehingga ke akhir proses Teknik Delphi dijalankan.

Penghasilan Instrumen Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama

Instrumen yang digunakan semasa teknik Delphi adalah berupa soal selidik yang dibina oleh pengkaji selepas dipersetujui oleh empat panel pakar yang dibincangkan di bahagian sebelum ini. Setiap item berkaitan elemen yang termuat di dalam borang soal selidik ini dilengkapi dengan skala Likert 4 poin yang terdiri dari Skala 1: Tidak bersetuju langsung, Skala 2: Tidak bersetuju, Skala 3: Bersetuju dan Skala 4: Sangat bersetuju. Di samping itu, di dalam soal selidik ini juga disediakan ruangan di mana panel pakar boleh memberi cadangan sub komponen bagi setiap sub tajuk berserta aktiviti selain daripada yang telah dinyatakan di dalam borang soal selidik tersebut. Instrumen ini sama ada diserahkan sendiri oleh pengkaji atau di emel kepada pakar, mengikut kesesuaian cara yang memudahkan pakar. Pengkaji memberikan masa selama tiga minggu untuk pakar melengkapkan soal selidik tersebut. Selepas tempoh dua minggu, jika pakar masih belum menyerahkan borang soal selidik, pengkaji menghubungi pakar untuk mengingatkan mereka bagi menyerahkan semula borang soal selidik tersebut.

Prosedur pengumpulan dan penganalisan data Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama

Setelah kesemua borang soal selidik dari pusingan satu diperoleh, pengkaji menganalisis data menggunakan program SPSS untuk Windows seperti yang dicadangkan oleh George & Mallery (2005) dan Microsoft Excel untuk penjadualan yang lebih kemas. Data yang diperoleh daripada Teknik Delphi Pusingan pertama ini dianalisis menggunakan statistik deskriptif iaitu dengan menggunakan median, mod dan julat antara kuartil (JAK). Analisis yang dijalankan bertujuan untuk mendapatkan kuantiti median dan julat antara kuartil. Median digunakan bertujuan untuk menentukan majoriti persetujuan pakar sementara julat antara kuartil ditentukan bagi menunjukkan perkaitan persetujuan antara pakar bagi setiap item.

Konsensus pakar terhadap item-item yang terdapat di dalam soal selidik berkaitan elemen bioteknologi, kaedah pengajaran dan aktiviti yang sesuai dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi disusun mengikut mod tertinggi, skor median tertinggi dan nilai julat antara kuartil terkecil. Pengkaji menjalankan penganalisan data berpandukan kajian oleh Ahmad Sobri Shuib (2009) dan Norlidah Alias (2010) yang mana mereka telah menetapkan tahap konsensus seperti berikut:

Konsensus tinggi = Julat antara kuartil 0 - 1.00

Konsensus sederhana = Julat antara kuartil 1.01 – 1.99

Tiada konsensus = Julat antara kuartil 2.00 ke atas

Pengkaji juga mengambil keputusan untuk menggunakan pendekatan yang sama semasa analisis ke atas dapatan dari pusingan kedua teknik Delphi ubah suaian dilakukan.

Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Kedua

Setelah selesai penganalisan data dari pusingan satu, pusingan dua teknik Delphi dijalankan dengan melibatkan jumlah panel pakar yang sama. Tujuan pusingan kedua teknik Delphi dijalankan adalah bagi mengesahkan kadar persetujuan kesahan dan

kebolehpercayaan yang jitu daripada semua pakar terhadap elemen yang perlu dimuatkan di dalam Modul Bioteknologi.

Dalam pusingan kedua, borang soal selidik dilengkapi dengan item yang sama, di samping ditambah dengan nilai mod, median dan julat antara kuartil (JAK) yang telah disepakati oleh semua panel pakar. Di samping itu, soal selidik juga ditambah dengan item mengenai cadangan sub elemen dan cadangan aktiviti yang telah diutarakan oleh panel pakar dari pusingan sebelumnya (Lampiran M). Di dalam pusingan ini juga, pilihan jawapan peribadi setiap pakar bagi setiap item dinyatakan di dalam borang soal selidik ini sebelum ianya dihantar kepada setiap panel pakar yang terlibat. Pakar diberikan tempoh masa tiga minggu untuk memberikan maklum balas.

Antara kemungkinan maklum balas yang akan diperolehi daripada pakar adalah:

- i. Mengesahkan penentuan keputusan yang diambil, komen dan cadangan yang asal jika respon pada pusingan pertama berada di dalam julat antara kuartil.
- ii. Membuat perubahan terhadap penentuan keputusan yang diambil, komen dan cadangan yang asal jika respons pada pusingan pertama berada diluar daripada julat antara kuartil.
- iii. Tetap dengan pandangannya yang jatuh di luar daripada julat antara kuartil tetapi pakar perlu menyatakan alasan dan rasional bagi keadaan tersebut.

Setelah kesemua maklum balas Pusingan dua diterima, prosedur penganalisan data yang sama seperti yang dilakukan di dalam pusingan satu dijalankan. Prosedur penganalisan data teknik Delphi ubah suaian akan dibincangkan di bahagian seterusnya.

Prosedur pengumpulan dan penganalisan data Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Kedua

Penganalisaan data baru yang dicadangkan oleh panel pakar yang diperoleh dari pusingan sebelumnya dianalisis menggunakan statistik deskriptif iaitu median, mod dan julat antara kuartil (JAK). Konsensus pakar terhadap item-item dalam reka bentuk Modul Bioteknologi disusun mengikut mod tertinggi, skor median tertinggi dan nilai julat antara kuartil yang terkecil. Julat antara kuartil (JAK) merupakan perbezaan antara kuartil tiga dan kuartil satu digunakan untuk menentukan sejauh mana konsensus pakar telah dicapai. Dapatan dari analisis teknik Delphi ini dijelaskan dengan lebih lanjut di Bab enam nanti. Seterusnya, pengkaji menjelaskan prosedur menentukan konsistensi pakar dari pusingan satu dan dua teknik Delphi ubah suaian yang dijalankan.

Prosedur menentukan aras konsistensi antara pakar dalam pusingan satu dan dua Teknik Delphi Ubah suaian.

Bagi tujuan ini, Ujian Wilcoxon (Wilcoxon signed-rank test) yang merupakan ujian nonparametrik telah dijalankan untuk melihat aras konsistensi antara respon ke semua 17 pakar dalam pusingan satu dan dua Teknik Delphi ubah suaian yang telah dijalankan; seperti mana yang telah dilakukan oleh Ahmad Sobri Shuib (2009) dan Norlidah Alias (2010). Dalam menentukan nilai Wilcoxon, pengkaji menggunakan ke semua item yang terdapat di dalam soal selidik pusingan satu dan dua. Namun demikian, item tambahan yang telah dicadangkan oleh panel pakar berkaitan dengan sub elemen atau kaedah pengajaran tidak diambil kira semasa pengiraan nilai Wilcoxon (Z) ini. Nilai Z yang ditentukan ini berada di dalam julat 0 hingga -1.99. Jika nilai Z berada dalam julatan ini, maka ianya menunjukkan bahawa pakar mempunyai konsistensi semasa memberi pandangan dan persetujuan mereka. Ini menunjukkan tiada perubahan yang signifikan dibuat terhadap item yang terdapat di dalam pusingan satu dan dua. Sehubungan ini, jika nilai Z ialah -2.00 ke atas, ini menunjukkan pakar tidak konsisten

semasa memberi persetujuan mereka dalam pusingan satu dan dua dan terdapat perubahan yang signifikan terhadap persetujuan pakar dalam pusingan satu dan dua. Seterusnya, keseluruhan cara kutipan dan analisis data bagi fasa input yang telah dijalankan ditunjukkan dalam Jadual 4.8.

Jadual 4.8
Ringkasan Kajian bagi Fasa Input

Soalan Kajian	Langkah	Data yang dikutip	Analisis yang dilakukan
1. Apakah keperluan guru Biologi berkenaan pengajaran komponen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima?	Mengenal pasti Keperluan Guru	Temu bual 10 guru dan lima guru cemerlang Biologi di sekitar Selangor	Transkripsi temu bual dianalisis berdasarkan keperluan dan kekurangan guru.
2. Apakah keperluan pelajar berkenaan pembelajaran komponen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima?	Mengenal pasti Keperluan Pelajar	Soal selidik 427 pelajar dari sekolah di sekitar daerah Klang berkaitan pengetahuan, minat, sumber dan perolehan informasi bioteknologi	Analisis deskriptif menentukan nilai min, frekuensi dan peratusan setiap item.
3. Apakah tahap pengetahuan dan penggunaan teknologi, pengetahuan pedagogi dan kandungan pengetahuan Bioteknologi (PTPK) guru Biologi semasa mengajar elemen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima?	Mengenal pasti Tahap PTPK Guru	Instrumen PTPK dijawab oleh 30 guru Biologi di sekitar daerah Klang	Jawapan guru disemak berpandukan rubrik yang telah dibina dan jumlah markah yang diperoleh oleh setiap guru bagi tujuh soalan yang terdapat dalam setiap instrumen PTPK Set A atau B dikira.
4. Apakah isi kandungan Modul Bioteknologi yang dibangunkan untuk mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima dari aspek: i. elemen Bioteknologi ii. aktiviti pembelajaran iii. strategi pengajaran	a. Mengenal pasti Kandungan sukatan pelajaran Biologi Malaysia, Indonesia, China (Hong Kong) b. Mengenal pasti matlamat dan objektif, kaedah pengajaran serta media pengajaran	Analisis kualitatif sukatan pelajaran empat negara 17 set jawapan pakar bagi setiap pusingan satu dan dua teknik delphi.	Membanding sukatan pelajaran Biologi Malaysia, Indonesia, China (Hong Kong) Analisis deskriptif bagi menentukan median, mod dan Julat antara kuartil (JAK). Bagi pusingan dua, nilai Wilcoxon (Z) dikira.

Selanjutnya, pengkaji membincangkan kaedah yang digunakan dalam menjalankan fasa seterusnya dalam kajian ini.

Fasa Proses

Fasa seterusnya di dalam Model Pengajaran İşman dikenali sebagai fasa proses yang melibatkan pembangunan Modul Bioteknologi. Fasa ini meliputi langkah seperti berikut:

- i. Menguji prototaip iaitu Modul Bioteknologi
- ii. Mereka bentuk semula Modul Bioteknologi hasil dari maklum balas guru selepas pengujian modul di sekolah
- iii. Menjalankan pengajaran sebenar

Hasil daripada dapatan Teknik Delphi ubah suaian, pengkaji membangunkan Modul Bioteknologi yang sesuai untuk pelajar dan boleh digunakan semasa guru mengajar topik yang berkaitan dengan bioteknologi di dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima .

Pembinaan Modul Bioteknologi

Modul Bioteknologi ini melibatkan pelbagai aktiviti seperti menjalankan projek, perbincangan, menjalankan eksperimen, menjalankan aktiviti secara berkumpulan atau individu. Modul ini dibangunkan berlandaskan kepada dapatan daripada pandangan yang dilontarkan oleh panel pakar yang terdiri daripada guru dan pakar berkaitan melalui prosedur kajian yang telah dibincangkan sebelum ini. Modul ini direka bentuk berasaskan kepada Model Pengajaran Sembilan Langkah Gagne yang telah dibincang di Bab tiga.

Secara amnya, modul yang dibangunkan ini terdiri daripada tujuh aktiviti dengan enam tema yang meliputi komponen-komponen berikut:

- i. Tajuk modul dan bahan pengajaran/elemen
- ii. Tajuk pembelajaran/sub elemen
- iii. Hasil Pembelajaran

- iv. Kandungan
- v. Aktiviti pembelajaran
- vi. Soalan berkaitan aktiviti pembelajaran

Seterusnya, pengkaji membincangkan berkaitan penyediaan soalan ujian pengetahuan bioteknologi yang dilakukan.

Penyediaan soalan Ujian Pengetahuan Bioteknologi

Pengkaji menyediakan soalan ujian pengetahuan bioteknologi, yang digunakan sebagai ujian pra dan ujian pasca di bahagian seterusnya kajian ini. Soalan ujian ini terdiri dari 38 item soalan aneka pilihan dengan empat pilihan jawapan, dibangunkan dalam Bahasa Melayu dan Bahasa Inggeris seperti di Lampiran N. Itemnya adalah campuran pelbagai soalan berpandukan Taksonomi Bloom melibatkan soalan pada aras pengetahuan, kefahaman, analisis, sintesis, aplikasi dan penilaian seperti di Jadual 4.9.

Jadual 4.9
Agihan Soalan Ujian Pengetahuan Bioteknologi Mengikut Taksonomi Bloom

Hierarki soalan	No. Soalan
Pengetahuan	1, 5, 6, 10, 13, 15, 16, 21, 29, 32
Kefahaman	9, 12, 14, 18, 26, 27, 31, 37
Aplikasi	7, 17, 35, 38, 30
Analisis	8, 11, 20, 22, 23, 24, 34, 36
Sintesis	2, 3, 4, 19, 28
Penilaian	25, 33

Kajian rintis penggunaan soalan Ujian Pengetahuan Bioteknologi

Kajian rintis telah dijalankan ke atas 68 pelajar Tingkatan empat setelah mendapat persetujuan dari pengetua sekolah berkenaan. Pelajar diberikan tempoh masa sejam menjawab soalan ujian pengetahuan bioteknologi ini. Tujuan kajian rintis dijalankan

adalah untuk mendapatkan maklum balas kesesuaian item yang telah dipilih dari sudut kesukaran dan isi kandungannya sama ada selaras dengan kebolehan pelajar berprestasi rendah dan tinggi yang akan terlibat dalam kajian ini.

Sebelum soalan ujian pengetahuan bioteknologi ini diberikan kepada pelajar semasa ujian pra dan pasca dilakukan dalam pengajaran sebenar, kesahan kandungan soalan tersebut ditentukan dengan memberikan soalan tersebut kepada tiga orang guru yang berpengalaman lebih 10 tahun mengajar mata pelajaran Biologi, Bahasa Inggeris dan Bahasa Melayu setiap satunya dan empat panel pakar yang terdiri dari dua pensyarah Bioteknologi dan pensyarah pendidikan. Ke semua panel pakar dan guru bersetuju dengan semua item yang terdapat di dalam ujian ini dan ianya sesuai dengan tahap kebolehan kedua-dua kumpulan pelajar berprestasi tinggi dan rendah.

Kesesuaian item untuk dimuatkan ke dalam kedua-dua ujian pra dan pasca dilakukan dengan menentukan Indeks kesukaran dan Indeks Diskriminasi (Discriminating Index). Menurut Ebel (1972), Indeks kesukaran item ditentukan menggunakan formula berikut:

$$\text{Indeks kesukaran, } P = \frac{R}{T}$$

di mana:

R = Jumlah respon yang betul

T = Jumlah respon yang betul dan salah

Menurut Ebel (1972), nilai julat kurang daripada .30 menggambarkan bahawa item tersebut adalah sukar manakala julat lebih daripada .80 mengitlakkan bahawa item tersebut adalah mudah. Seterusnya, pengkaji telah menentukan Indeks Diskriminasi yang mampu membezakan pelajar yang mencapai skor yang tinggi dan yang rendah; dengan merujuk kepada formula yang dikemukakan oleh Ebel (1972) seperti berikut:

$$\text{Indeks Diskriminasi, } D = \frac{UG - LG}{n}$$

di mana:

UG= Kumpulan atas (*Upper group*) yang menjawab dengan betul

LG = Kumpulan bawah (*Lower group*) yang menjawab dengan betul

n = Jumlah pelajar (27%) dalam Kumpulan atas yang menjawab dengan betul.

Menurut Ebel (1972), item dikategorikan merujuk kepada jadual berikut:

<u>Nilai indeks diskriminasi</u>	<u>Sifat item</u>
0.00 – 0.19	lemah/ perlu dibaiki
0.20 – 0.29	diterima
0.30 – 0.39	baik
> 0.40	cemerlang

Pengiraan indeks kesukaran dan diskriminasi bagi setiap item soalan ujian pengetahuan bioteknologi ditentukan seperti mana ditunjukkan di dalam Lampiran O. Daripada 38 soalan, hanya 35 soalan sahaja yang diterima manakala tiga soalan yang lain iaitu soalan 4, 8 dan 18 digugurkan kerana nilai indeks diskriminasinya adalah rendah (< 0.19). Kebolehpercayaan setiap item bagi soalan ujian pengetahuan bioteknologi ditentukan melalui kajian rintis yang telah dijalankan dan nilai Cronbach alpha kebolehpercayaan setiap item adalah bernilai .844. Soalan ujian pengetahuan bioteknologi yang telah ditentukan kesahan dan kebolehpercayaan ini dengan 35 item soalan (Lampiran P) di dapati boleh digunakan di bahagian penilaian fasa output dalam kajian ini.

Selanjutnya pengkaji akan membincangkan kaedah menguji prototaip Modul Bioteknologi yang dibangunkan.

Menguji prototaip Modul Bioteknologi yang dibangunkan

Modul Bioteknologi yang dibangunkan telah ditentukan aspek kesahannya dengan menyerahkan modul tersebut kepada empat orang pakar yang terdiri dari pakar dalam bidang Bioteknologi dan Pendidikan. Ke semua panel pakar bersetuju bahawa modul yang telah dibangunkan ini sesuai bagi kedua-dua kumpulan pelajar berprestasi tinggi dan rendah, dan dimurnikan lagi mengikut cadangan yang dikemukakan oleh pakar yang telah

dilantik sebelum dilaksanakan di sekolah. Antara cadangan yang dikemukakan oleh pakar tersebut adalah:

- i. penambahan grafik di helaian muka surat
- ii. menambahkan bahagian pendahuluan berkaitan aktiviti yang akan dijalankan oleh pelajar di dalam setiap lembaran Modul Bioteknologi.

Kajian rintis menggunakan Modul Bioteknologi

Bagi tujuan pelaksanaan kajian rintis, pengkaji telah berjumpa dengan pengetua dari sebuah sekolah di daerah Klang bagi mendapatkan persetujuan untuk melaksanakan kajian rintis di sekolah berkenaan serta memohon untuk mendapatkan kerjasama bukan sahaja dari guru; malahan juga pembantu makmal yang akan membantu menyediakan alatan dan bahan yang diperlukan semasa menjalankan aktiviti yang dicadangkan di dalam modul tersebut. Setelah persetujuan pengetua diperoleh, pengkaji menjalankan kajian rintis ke atas 68 pelajar Tingkatan empat dari dua buah kelas setelah mereka selesai menduduki peperiksaan akhir tahun dan telah didedahkan kepada komponen bioteknologi yang terdapat di dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat.

Rasional pemilihan pelajar Tingkatan empat dilibatkan dalam kajian ini adalah disebabkan oleh faktor kekangan masa. Adalah sukar untuk melibatkan pelajar Tingkatan lima yang berada di dalam kelas peperiksaan awam (SPM) untuk terlibat dalam kajian rintis selama tiga minggu dan kemudian disusuli dengan kajian sebenar selama 10 minggu. Dikhuatiri tempoh masa ini akan melangkaui sehingga bulan Mei dimana ia akan mengganggu jadual waktu pengajaran guru dan juga persiapan pelajar bagi menduduki peperiksaan pertengahan tahun. Pelajar Tingkatan empat yang dipilih ini dilibatkan dalam kajian rintis pada tiga minggu terakhir sebelum berakhirnya sesi persekolahan tahun tersebut dan pelajar ini telah selesai menduduki peperiksaan akhir tahun dimana ia tidak mengganggu masa pengajaran sebenar guru.

Seorang guru sahaja yang terlibat sebagai pelaksana dan pengkaji telah membekalkan guru pelaksana dengan buku catatan untuk menulis segala kekurangan yang terdapat di dalam Modul Bioteknologi dari maklum balas yang dikemukakan oleh pelajar serta dari pandangan guru itu sendiri. Sebelum memulakan kajian rintis, pengkaji telah memberi bimbingan dan latihan kepada guru yang akan menjalankan pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi ini. Di samping itu, setiap pelajar telah dibekalkan dengan surat kebenaran ibu bapa/penjaga (Lampiran Q) untuk bersetuju membenarkan anak mereka terlibat dalam kajian ini. Di dapati ke semua ibu bapa bersetuju dengan penglibatan anak-anak mereka dalam kajian ini. Kajian rintis ini dijalankan selama tiga minggu di mana pelajar telah didedahkan kepada kesemua aktiviti yang terdapat dalam modul yang dibangunkan. Pengkaji sentiasa berbincang dan bekerjasama dengan guru pelaksana sepanjang masa kajian rintis ini dijalankan.

Mereka bentuk semula Modul Bioteknologi hasil maklum balas guru selepas pengujian modul di sekolah

Maklum balas dan cadangan yang diterima dari guru pelaksana kajian rintis melalui laporan yang dicatat dalam buku catatan yang dibekalkan oleh pengkaji diambil kira oleh pengkaji dan tindakan yang sewajarnya diambil. Pengkaji membuat penambahbaikan Modul Bioteknologi berdasarkan aspek yang diketengahkan oleh guru pelaksana tersebut. Antara cadangan yang telah diutarakan oleh guru berkenaan daripada kajian rintis yang telah dijalankan adalah seperti berikut:

- i. Modul Bioteknologi perlu diberikan dalam dwibahasa memandangkan terdapat pelajar yang agak terkeliru semasa menjawab soalan yang diberikan dalam Bahasa Melayu tetapi aktiviti yang dijalankan khususnya yang melibatkan laman sesawang menggunakan Bahasa Inggeris.

- ii. Modul 2 berkaitan dengan kejuruteraan genetik adalah terlalu banyak pengisiannya dan perlu dipecahkan dan dimasukkan ke dalam dua modul yang berasingan.

Guru pelaksana juga memaklumkan bahawa pelajar yang terlibat dalam kajian rintis ini menyatakan bahawa aktiviti yang dijalankan amat bermanfaat di mana mereka dapat memahami dan mengetahui dengan lebih baik aspek berkaitan terapi gen, penghasilan hormon insulin secara komersil serta haiwan dan tumbuhan yang terhasil melalui kaedah kejuruteraan genetik.

Berhubung dengan cadangan yang telah dikemukakan oleh guru pelaksana ini, pengkaji telah mengambil inisiatif untuk membuat pengalibahasaan Modul Bioteknologi kepada Bahasa Inggeris. Oleh yang demikian, setiap Modul Bioteknologi mempunyai arahan dalam Bahasa Melayu dan juga Bahasa Inggeris. Di samping itu, pengkaji juga telah memisahkan Modul 2 berkenaan kepada dua modul berasingan iaitu Modul 2 mengenai Kejuruteraan genetik haiwan dan tumbuhan dan Modul 6 mengenai Bioteknologi dalam perubatan. Keseluruhan Modul Bioteknologi yang digunakan ditunjukkan dalam Lampiran B. Ke semua perubahan yang telah dilakukan telah dirujuk kepada empat panel pakar yang terlibat dan mendapatkan persetujuan mereka untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibina.

Menjalankan pengajaran sebenar

Bagi menjalankan aktiviti pengajaran yang sebenar, prosedur yang sama seperti di kajian rintis telah dilakukan di mana pengkaji telah berjumpa dengan pengetua sekolah untuk mendapatkan kebenaran menjalankan kajian ini. Pengkaji telah mendapat senarai nama sekolah yang berada di jalur (band) dua dan enam di Selangor daripada Jabatan Pelajaran Selangor. Memandangkan empat daripada enam buah sekolah harian berprestasi rendah dengan jalur enam di Selangor terdapat di daerah Klang, pengkaji telah mengambil

keputusan menjalankan kajian di daerah ini. Pengkaji telah berjumpa dengan pengetua di sekolah berkenaan, namun hanya pengetua di sebuah sekolah sahaja bersetuju melibatkan guru dan pelajarnya dalam kajian ini. Manakala, pemilihan sekolah dari jalur (band) dua dilakukan oleh pengkaji memandangkan sekolah dengan jalur (band) satu di daerah ini adalah merupakan sebuah sekolah berasrama penuh dan sekolah jalur (band) dua yang dipilih oleh pengkaji adalah merupakan sekolah harian biasa. Pengkaji telah berjumpa dengan pengetua di sekolah jalur (band) dua dan mendapat sokongan beliau bagi membenarkan pelajar dan gurunya terlibat dalam kajian ini.

Setelah mendapat persetujuan kedua-dua pengetua, pengkaji memohon agar pihak pentadbir membenarkan pembantu makmal bersama-sama terlibat menyediakan bahan yang diperlukan semasa menjalankan aktiviti yang dirancang. Setelah kebenaran pengetua diperoleh, ibubapa/penjaga pelajar Tingkatan lima ini telah diberikan surat pemberitahuan dan surat kebenaran anak mereka terlibat dalam kajian ini (Lampiran R). Pelajar yang mana ibubapa mereka bersetuju sahaja yang dilibatkan dalam kajian ini. Setelah pemurniaan Modul Bioteknologi dilakukan, kedua guru yang terlibat dalam kajian diminta melengkapkan Instrumen PTPK sebelum dilatih oleh pengkaji. Sepanjang lima hari sesi latihan, pengkaji mendapati kedua guru ini menunjukkan tahap pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan bioteknologi mereka berada pada tahap yang agak rendah dan jawapan mereka di dalam Instrumen PTPK yang diberikan juga menunjukkan keadaan yang sama.

Semasa sesi latihan dilakukan, guru didedahkan kepada kaedah mengajar ke semua tujuh lembaran kerja yang terdapat di dalam Modul Bioteknologi tersebut. Pengkaji juga melatih kedua guru ini mencari bahan yang diperlukan bagi mengajar konsep yang dinyatakan dengan merujuk kepada bahan yang ada di dalam makmal dan juga melayari internet untuk mencari bahan berkaitan. Kedua guru dijelaskan bahawa mereka boleh menggunakan bahan dan pautan yang telah disediakan oleh pengkaji atau

mencari bahan baru yang difikirkan sesuai. Mereka juga boleh mengubah suai pendekatan yang telah disediakan oleh pengkaji di dalam Lembaran Kerja yang disediakan jika timbul masalah dalam capaian internet atau laman sesawang yang diberikan tidak berfungsi.

Melihat kepada keadaan yang dinyatakan berkaitan kelemahan guru dalam penguasaan pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan bioteknologi ini, pengkaji telah membangunkan Manual PTPK (Lampiran B) yang menitikberatkan ketiga-tiga komponen tersebut sebagai satu bahan baru yang dihasilkan selain Modul Bioteknologi sedia ada. Manual yang dibina ini diberikan kepada empat panel pakar yang terlibat dalam kajian ini dan mereka bersetuju dengan kandungan manual tersebut. Secara amnya, Manual PTPK digubal bagi memudahkan guru mengajar setiap lembaran kerja yang terdapat dalam Modul Bioteknologi. Manual PTPK ini mempunyai ciri berikut:

- i. Mempunyai tajuk pengajaran
- ii. Mempunyai hasil pembelajaran yang ingin dicapai oleh pelajar
- iii. Langkah Pengajaran/ pengetahuan pedagogi yang diperlukan
- iv. Senarai bahan untuk memperoleh pengetahuan bioteknologi
- v. Senarai bahan untuk memperoleh pengetahuan teknologi

Selesai latihan kepada kedua guru, pelaksanaan Modul Bioteknologi ini selama 10 minggu dilakukan seperti dinyatakan:

Minggu	Aktiviti
1	Ujian Pra
2	Modul 1: Pengenalan kepada Bioteknologi
3	Modul 2: Kejuruteraan Genetik
4	Modul 3: Kultur tisu
5	Modul 4: Fermentasi dalam Biopemprosesan
6	Modul 5: Pengkulturan dalam Biopemprosesan
7	Modul 6: Bioteknologi dalam Perubatan
8	Modul 7: Impak Sosial Bidang Bioteknologi
9	Ujian pos
10	Temu bual ke atas guru dan pelajar

Ujian pra dijalankan pada minggu pertama dan diikuti dengan aktiviti pembelajaran selama tujuh minggu. Ini diikuti dengan ujian pasca yang diduduki oleh pelajar. Pada minggu terakhir, guru serta pelajar terpilih mengikuti sesi temu bual mengenai keberkesanan Modul Bioteknologi di dua buah sekolah dengan melibatkan dua buah kelas di setiap sekolah. Pengkaji telah menggunakan kaedah kuasi eksperimen yang melibatkan empat kumpulan pelajar yang mana setiap sekolah mempunyai satu kumpulan kawalan dan satu kumpulan rawatan. Salah satu sekolah berkenaan adalah merupakan sekolah yang berada di jalur (*band*) dua dan sebuah lagi sekolah yang berada di jalur (*band*) enam di daerah Klang. Bagi sekolah yang berada di jalur (*band*) dua, seramai 40 pelajar dalam sebuah kelas terlibat dalam kajian ini sebagai kumpulan rawatan yang mengikuti pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi yang dibangunkan manakala 36 pelajar dari kelas yang berikutnya mewakili kumpulan kawalan yang mana tidak didedahkan kepada penggunaan modul ini dan pengajaran secara biasa dijalankan oleh guru berkenaan. Manakala bagi sekolah yang berada di jalur (*band*) enam, seramai 37 pelajar dari sebuah kelas adalah merupakan kumpulan rawatan yang mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi dan 34 pelajar dari kelas yang berikutnya yang terlibat dalam kajian ini adalah sebagai kumpulan kawalan; yang didedahkan kepada pembelajaran biasa tanpa menggunakan Modul Bioteknologi.

Rasional pengkaji memilih pelajar Tingkatan lima yang mengambil mata pelajaran Biologi terlibat dalam kajian ini adalah kerana mereka telah mendapat pendedahan mengenai bioteknologi di dalam beberapa bab yang telah mereka pelajari semasa berada di Tingkatan empat. Di samping itu, Bab berkenaan Perwarisan merupakan bab yang menyentuh mengenai elemen bioteknologi di Tingkatan lima dan kandungannya adalah hampir sama dengan kandungan aktiviti yang terdapat di dalam modul yang dibangunkan. Oleh yang demikian, apabila aktiviti pengajaran dilakukan, kedua-dua kumpulan kawalan dan rawatan akan mengikuti pembelajaran bab yang sama; cuma bezanya kumpulan

rawatan didedahkan kepada Modul Bioteknologi manakala kumpulan kawalan mengikuti pembelajaran biasa tanpa didedahkan kepada modul tersebut. Memandangkan tajuk Perwarisan adalah di antara bab terakhir di dalam sukatan pelajaran Biologi, dan kandungan elemen bioteknologi yang berkaitan dengan bioteknologi moden adalah hampir sama dengan kandungan aktiviti yang telah dirancang di dalam modul Bioteknologi, maka pengkaji telah mendapatkan keizinan pengetua sekolah terbabit untuk dijalankan pembelajaran tajuk ini di awal tahun.

Kedua-dua kumpulan pelajar dari kedua-dua buah sekolah ini diajar oleh dua guru Biologi; seorang guru bagi sebuah sekolah. Pelaksanaan modul ini dilaksanakan melalui dua kaedah; iaitu di dalam kelas semasa pengajaran dan pembelajaran Biologi dijalankan oleh guru ataupun sebagai aktiviti luar darjah yang kendalikan oleh guru berkenaan sebagai aktiviti panitia Biologi sekolah berkenaan. Pengkaji mencuba seminima mungkin tidak mahu mengganggu pengajaran dan pembelajaran sedia ada di dalam kelas di kedua-dua sekolah memandangkan pelajar-pelajar yang terlibat adalah pelajar yang berada di Tingkatan lima iaitu pelajar-pelajar dari kelas peperiksaan. Setiap sesi pengajaran dan pembelajaran mengambil masa selama sejam. Guru yang terlibat dalam kajian ini diberikan bimbingan dan berbincang dengan pengkaji dari semasa ke semasa. Sebagai ringkasan, fasa proses yang telah dijalankan melibatkan langkah berikut:

- a. Menguji prototaip (Modul Bioteknologi) dengan menjalankan kajian rintis
- b. Mereka bentuk semula prototaip berdasarkan maklum balas yang diterima
- c. Aktiviti Pengajaran Sebenar (Berdasarkan Sembilan langkah Gagne)

Pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi bagi kumpulan rawatan dan pembelajaran biasa (tanpa Modul Bioteknologi) bagi kumpulan kawalan.

Seterusnya, pengkaji akan membincangkan kaedah penilaian keberkesanan Modul Bioteknologi yang digunakan bagi fasa seterusnya dalam kajian ini.

Fasa Output

Fasa ini melibatkan langkah menilai Modul Bioteknologi yang dihasilkan. Bagi tujuan ini, ujian sumatif dikendalikan oleh guru sebelum mentadbir Modul Bioteknologi ini kepada pelajar di awal kajian (ujian pra) dan sekali lagi di akhir kajian (ujian pasca). Tujuan ujian pra dan pasca dijalankan adalah untuk melihat perbezaan tahap pengetahuan bioteknologi yang mungkin wujud dalam diri pelajar sebelum dan selepas mengikuti ke semua aktiviti di dalam Modul Bioteknologi.

Kaedah penilaian pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi

Penilaian aktiviti pengajaran komponen bioteknologi kepada pelajar berprestasi rendah dan tinggi dari kumpulan kawalan dan rawatan menggunakan reka bentuk kuasi eksperimental seperti ditunjukkan dalam Rajah 4.1.

Pelajar berprestasi tinggi	Kawalan (36 pelajar)	Ujian pra	O	Ujian pasca
	Rawatan (40 pelajar)	Ujian pra	X	Ujian pasca
Pelajar berprestasi rendah	Kawalan (34 pelajar)	Ujian pra	O	Ujian pasca
	Rawatan (37 pelajar)	Ujian pra	X	Ujian pasca

X- pengajaran guru menggunakan Modul Bioteknologi

O- pengajaran biasa guru tanpa menggunakan Modul Bioteknologi

Rajah 4.1. Reka bentuk Kajian Kuasi Eksperimental

Penilaian melibatkan penentuan jawapan bagi soalan kajian yang telah dinyatakan dalam Bab satu seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 4.10.

Jadual 4.10

Senarai Soalan dan Hipotesis Kajian

Soalan Kajian	Hipotesis Kajian
5a. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?	<p>H₀₁: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p> <p>H₁₁: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p>
5b. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan (pembelajaran biasa) dan kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?	<p>H₀₂: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan (pembelajaran biasa) dan kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p> <p>H₁₂: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan (pembelajaran biasa) dan kumpulan rawatan (pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p>
6a. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?	<p>H₀₃: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p> <p>H₁₃: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p>
6b. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?	<p>H₀₄: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p> <p>H₁₄: Terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p>
7. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan (<i>gain score</i>) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?	<p>H₀₅: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan (<i>gain score</i>) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p> <p>H₁₅: Terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.</p>

Data yang diperoleh dari ujian pra dan pasca bagi ke semua pelajar dianalisis menggunakan SPSS versi 20 dengan menjalankan ujian-*t* dan analisis kovarian

(ANCOVA). Oleh itu, syarat asas sebelum menjalankan ujian perlu dipatuhi (Pallant, 2011), seperti yang dinyatakan:

- i. Setiap pemerhatian dan ukuran adalah bebas dan tidak dipengaruhi oleh sebarang pemerhatian atau ukuran selainnya.
- ii. Skor (markah) setiap pemboleh ubah adalah bertaburan normal.
- iii. Perhubungan antara 2 pemboleh ubah (variabel) mestilah linear.
- iv. Menunjukkan homogeniti/kesamaan variasi bagi setiap kumpulan terlibat.

Perincian bagi syarat asas dan syarat tambahan untuk ujian statistik yang dijalankan diberikan secara terperinci dalam Bab tujuh. Dapatan daripada analisis statistik yang telah dilakukan bagi menjawab setiap soalan kajian dihuraikan dengan lebih lanjut di dalam bab tujuh. Di samping itu, ringkasan kaedah yang digunakan bagi menjalankan Fasa Output ditunjukkan dalam Jadual 4.11

Jadual 4.11
Ringkasan Cara Analisis Data dilakukan untuk Fasa Output

Soalan Kajian	Langkah	Data yang dikutip	Analisis yang dilakukan
5. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum dan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?	Penilaian: Perbandingan keputusan Ujian pra dan pasca	Kawalan: 36 pelajar Rawatan: 40 pelajar	i. Ujian- <i>t</i> bebas ii. Ujian ANCOVA
6. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara pelajar berprestasi rendah (Jalur 6) kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum dan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?	Penilaian: Perbandingan keputusan Ujian pra dan pasca	Kawalan: 34 pelajar Rawatan: 37 pelajar	i. Ujian- <i>t</i> bebas ii. Ujian ANCOVA
7. Adakah terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan (<i>gain score</i>) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi?	Penilaian: a. Perbandingan keputusan Ujian pra dan pasca	Pelajar berprestasi tinggi: 40 pelajar Pelajar berprestasi rendah: 37 pelajar	i. Ujian- <i>t</i> bebas

Seterusnya, pengkaji akan membincangkan kaedah yang digunakan dalam fasa berikutnya iaitu Maklum balas.

Fasa Maklum balas

Di bahagian ini, pengkaji menentukan pandangan guru dan pelajar mengenai kebolegunaan Modul Bioteknologi ini.

Menentukan pandangan guru dan pelajar mengenai kebolegunaan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK

Bagi mengukuhkan dapatan kajian dan mendapatkan pandangan mengenai kebolegunaan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK secara lebih mendalam, pengkaji telah menjalankan temu bual dengan soalan berstruktur separa terbuka kepada guru dan pelajar yang terlibat. Seramai empat pelajar dari setiap sekolah secara sukarela dipilih dan kedua-dua guru terbabit ditemu bual mengikut protokol temu bual yang telah disediakan (Lampiran S dan T). Setiap sesi temu bual kepada responden guru dan pelajar mengambil masa 30-45 minit. Temu bual dijalankan dengan harapan agar pengkaji dapat mencungkil secara mendalam dan mendapat data yang lebih kukuh dan menyeluruh menyokong dapatan dari ujian pra dan pasca yang telah ditentukan oleh pengkaji. Respon dari guru dan pelajar ditranskripsi dan dengan bantuan seorang pakar kajian kualitatif, pendekatan secara *peer debriefing* dijalankan bagi mencungkil dapatan data temu bual yang mungkin tidak disedari oleh pengkaji. Seterusnya, hasil dari maklum balas yang diterima daripada pakar yang dinyatakan, pengkaji telah menyusun dapatan dari temu bual dan dibincangkan menurut soalan temu bual yang telah dikemukakan.

Penambahbaikan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK berdasarkan maklum balas guru dan pelajar

Hasil dari dapatan temu bual yang dijalankan ke atas guru dan pelajar, pengkaji mencadangkan penambahbaikan yang perlu dilakukan ke atas Modul Bioteknologi untuk kegunaan di masa hadapan.

Selanjutnya dalam kajian ini, pengkaji menjelaskan prosedur menentukan perkembangan PTPK guru sebelum dan selepas pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi.

Prosedur menentukan perkembangan PTPK guru sebelum dan selepas menggunakan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK

Sebelum sesi latihan kepada kedua guru dijalankan, pengkaji telah mengedarkan Instrumen PTPK yang telah digunakan di bahagian sebelum ini kepada kedua-dua guru dari kedua-dua sekolah yang terlibat dalam kajian ini dan sekali lagi selepas selesai mengajar menggunakan Modul Bioteknologi tersebut. Langkah ini dilakukan adalah bagi melihat sebarang perubahan yang berlaku terhadap tahap pengetahuan pedagogi, teknologi dan pengetahuan bioteknologi guru-guru berkenaan selepas menggunakan Manual PTPK dan melaksanakan aktiviti di dalam Modul Bioteknologi kepada pelajar-pelajarnya. Sehubungan ini, pengkaji telah menganalisis dapatan daripada instrumen yang dijawab oleh kedua-dua guru ini secara kualitatif. Mana-mana jawapan yang kurang jelas telah didapatkan kepastian oleh pengkaji dengan berjumpa semula guru berkenaan. Dapatan dari keseluruhan kajian akan dijelaskan di bab selanjutnya. Secara amnya, prosedur yang telah dijalankan pada fasa maklum balas diringkaskan dan ditunjukkan dalam Jadual 4.12.

Jadual 4.12

Ringkasan Cara Analisis Dilakukan bagi Fasa Maklum balas

Soalan Kajian	Langkah	Data yang dikutip	Analisis yang dilakukan
8. Apakah pandangan guru tentang kebolegunaan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK?	Penentuan kebolegunaan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK	Temubual seorang guru dan empat pelajar dari setiap sekolah berprestasi tinggi dan rendah	Transkripsi temu bual dianalisis merujuk kepada soalan temu bual.
9. Apakah pandangan pelajar tentang kebolegunaan Modul Bioteknologi?			
10. Apakah perkembangan PTPK guru Biologi sebelum dan selepas menggunakan Modul Bioteknologi?	Penentuan perkembangan PTPK guru Biologi sebelum dan selepas menggunakan Modul Bioteknologi	Dua guru menjawab Instrumen PTPK	Jawapan disemak berdasarkan rubrik yang telah dibina.
11. Bagaimanakah Manual PTPK sebagai panduan guru untuk mengajar bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi?	Penentuan ciri-ciri dan pembangunan Manual PTPK		

Ringkasan

Secara keseluruhannya, bab ini telah membincangkan mengenai perkaedahan kajian yang dijalankan dan cara analisis setiap data dilakukan dalam setiap fasa yang terdapat dalam Model Pembangunan Isman. Bab lima pula akan membincangkan mengenai dapatan kajian dari fasa input Model Pembangunan Isman secara terperinci.

BAB 5

ANALISIS KEPERLUAN DAN ANALISIS KANDUNGAN

Pendahuluan

Bab ini mempersembahkan dapatan dan perbincangan berkaitan kajian kebolehselaksanaan dan analisis keperluan bagi menjalankan kajian yang telah dikemukakan kepada kalangan guru Biologi, pelajar-pelajar yang mengambil mata pelajaran Biologi serta analisis kandungan dan perbandingan komponen Bioteknologi dalam sukatan pelajaran Biologi yang digunakan di Malaysia, Indonesia, China (Hong Kong) dan Singapura. Dapatan kajian ini dibincangkan di bahagian seterusnya penulisan ini dengan dimulakan dengan perbincangan mengenai pandangan guru Biologi berkenaan pengajaran komponen Bioteknologi.

Keperluan Guru Biologi Tingkatan empat dan lima Berkenaan Pengajaran Komponen Bioteknologi

Komponen Bioteknologi telah diterapkan ke dalam sukatan pelajaran Biologi KBSM Tingkatan empat dan lima di sekolah menengah di Malaysia. Usaha murni ini memerlukan guru dilengkapi dengan pengetahuan mengenai Bioteknologi; di samping pengetahuan pedagogi yang sesuai dalam menyampaikan pengajaran secara berkesan dan dibantu oleh teknologi terkini yang sedia wujud. Bagi memperoleh jawapan kepada perkara ini, analisis keperluan guru telah dijalankan. Pengkaji akan membincangkan dapatan dari kajian ini dengan merujuk guru-guru yang terlibat dalam kajian ini dengan pengenalan diri mereka sebagai Guru 1, Guru 2 sehingga Guru 15.

Cara dan tahap pendedahan kepada Bioteknologi.

Seramai 15 guru yang terlibat dalam sesi temu bual yang dijalankan seperti mana ditunjukkan dalam Lampiran U. Daripada jumlah ini, lima daripada mereka adalah dari

aliran Sains dan Pendidikan manakala yang selebihnya adalah dari pelbagai bidang sains tulen seperti Mikrobiologi, Sains dan Teknologi Makanan, Sains dan Teknologi, Botani, dan Biologi Gunaan.

Guru dari aliran Sains Pendidikan mempunyai pengalaman mengajar di antara ting hingga lapan tahun. Hanya seorang dari lima guru ini sahaja yang pernah didedahkan kepada komponen Bioteknologi; iaitu guru baru yang mempunyai pengalaman mengajar selama tiga tahun. Guru ini menyatakan bahawa:

‘masa di universiti, saya kena masuk kelas yang diajar *‘pure science syllabus’*. Jadi, banyaklah kita orang belajar pasal kejuruteraan genetik, tisu kultur dan biodiversiti’. (Guru 3)

Guru-guru Sains dan Pendidikan selainnya tidak mendapat pendedahan berkenaan komponen Bioteknologi ini sama ada di peringkat universiti mahupun semasa dalam perkhidmatan. Perkara ini disokong dengan pengakuan guru-guru ini:

‘Tak pernah buat masa di universiti, bioteknologi memang tak didedahkan. Ia tiada dalam silibus’ (Guru 1)

‘Kita nak terangkan pun, kita sendiri tak tahu. Macam mana proses ‘cloning’ tu; saya sendiri pun tak tahu’ (Guru 2)

‘Kita tidak didedahkan dengan bioteknologi lah masa itu. ‘So my knowledge is just about that’. Tak lebih dari itu’ (Guru 7)

Manakala 10 guru yang selebihnya yang memperoleh ijazah dari bidang Sains Tulen, mempunyai pengalaman mengajar di antara 8-23 tahun. Dari jumlah tersebut, seorang guru dari bidang Biologi memaklumkan bahawa beliau hanya mempunyai sedikit pengetahuan sahaja berhubung dengan komponen Bioteknologi dan beliau tidak pernah diberi peluang menjalankan sebarang aktiviti melibatkan teknik kultur tisu semasa di peringkat universiti mahupun dalam perkhidmatan. Pandangan yang sama juga dilontarkan oleh salah seorang guru dari bidang Sains dan Teknologi yang menyuarakan bahawa pengetahuannya juga agak terbatas berhubung dengan komponen bioteknologi ini. Seorang lagi guru dari bidang Sains dan Teknologi Makanan pula menambah:

‘...saya pernah didedahkan dan teknik ini (prosedur Bioteknologi) amat berguna sebagai pengetahuan tambahan’. (Guru 4)

Tiga guru dari jurusan Botani pula menyatakan bahawa mereka tiada pendedahan kepada bioteknologi dan mereka memberikan ulasan seperti berikut:

‘... jenis pengkhususan Biologi saya macam bidang yang lama-lama tu’ (Guru 11).

‘Saya rasa amat kurang pengetahuan saya tentang biotek. Memang tak pernah didedahkan dengan kursus’ (Guru 5).

‘Saya ada sedikit asas sahaja tentang biotek ni’ (Guru 6)

Guru-guru dari aliran Sains Tulin yang selainnya iaitu dari latar belakang Mikrobiologi dan Biologi Gunaan menunjukkan bahawa mereka pernah didedahkan dan mempunyai keyakinan untuk mengajar komponen Bioteknologi ini kepada pelajar-pelajar; seperti mana yang telah disuarakan oleh guru-guru ini:

‘Saya dah biasa dah.....’ (Guru 10)

‘Saya tiada masalah sangat....’ (Guru 8)

‘Saya memang ada belajar ni masa di universiti dulu...’ (Guru 12)

‘Insya Allah tak ada masalah sangat...’ (Guru 14)

Secara amnya, dapatan ini menunjukkan bahawa tidak semua guru yang berada di sekolah sekarang ini mendapat pendedahan berhubung dengan komponen Bioteknologi. Walaupun terdapat guru yang pernah didedahkan kepada komponen ini, namun begitu mereka mempunyai pengetahuan yang masih terbatas dan tidak menyeluruh untuk mengajar komponen bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi kepada pelajar-pelajar di Tingkatan empat dan lima. Fenomena yang ketara dilihat dalam konteks ini adalah bahawa tempoh pengalaman mengajar yang lama dalam kalangan guru dari kedua-dua aliran masih tidak mampu meningkatkan pengetahuan mereka mengenai komponen Bioteknologi berkenaan. Ini menunjukkan konsep Bioteknologi adalah memerlukan guru diberi pendedahan yang sewajarnya sama ada di peringkat dalam latihan semasa di universiti ataupun mengikuti kursus yang dianjurkan oleh pihak-pihak tertentu semasa

dalam perkhidmatan. Dapatan yang sama dikemukakan oleh Kwon dan Chang (2009) dalam kajian mereka di Korea Selatan ke atas kesediaan guru-guru yang mengajar komponen Bioteknologi yang terdapat di dalam mata pelajaran Teknologi.

Seterusnya, pengkaji akan membincangkan mengenai pengetahuan guru berkenaan tajuk Bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima di sekolah menengah.

Ketidakpastian dan kekeliruan guru tentang komponen Bioteknologi dalam sukatan pelajaran Biologi

Hasil perolehan dari temu bual mengenai tajuk Bioteknologi yang terdapat di dalam sukatan pelajaran Biologi menunjukkan bahawa terdapat beberapa guru daripada aliran Sains dan Pendidikan yang tidak didedahkan kepada komponen Bioteknologi semasa di peringkat pengajian masing-masing. Guru-guru di dapati ragu-ragu dan ada di antara contoh tajuk berkaitan Bioteknologi yang diberikan adalah tidak tepat. Guru 1 umpamanya mengaitkan bioteknologi dengan punca mutasi gen, di mana beliau menjelaskan bahawa:

‘...di Tingkatan 5... tajuknya adalah... mungkin, genetik, mutasi...mungkin punca-punca mutasi gen. Di situlah ada biotek...yang selebihnya tak pasti’.
(Guru 1)

Ini merupakan kesalahan konsep yang dipunyai oleh Guru 1 memandangkan mutasi gen adalah disebabkan oleh kehadiran mutagen, kesilapan semasa replikasi DNA atau taburan tidak sekata kromosom semasa pembahagian sel dan ianya tidak secara langsung disebabkan oleh prosedur bioteknologi. Guru ini bukan sahaja mempunyai kesalahan konsep bioteknologi; tetapi juga kurang keyakinan akan kehadiran komponen ini di dalam sukatan pelajaran Biologi yang digunakan di dalam pengajaran.

Guru 3 juga menunjukkan keaburan dengan menyatakan bahawa beliau tidak pasti sama ada komponen Bioteknologi ini wujud di dalam sukatan pelajaran Biologi di

tingkatan lima walaupun beliau mampu memberikan contoh tajuk Tingkatan empat yang membincangkan komponen Bioteknologi ini. Umpamanya, beliau menyatakan bahawa:

‘...bahagian ‘cell division’ tu ada bahagian tisu kultur dan ‘cloning’, lepas tu ada pasal ekosistem dinamik. Bagi Tingkatan 5...saya tak pasti ada’. (Guru 3)

Guru 9 juga di dalam penjelasannya memperlihatkan bahawa beliau terkeliru dengan konsep Bioteknologi yang terdapat di dalam sukatan pelajaran Biologi di tingkatan empat. Menurut beliau :

‘...dalam ‘*movement of substances across plasma membrane process*’, rasanya dalam bab mengenai larutan hipertonik, isotonik. Semua dalam pembuatan makanan macam jeruk tu...boleh dikaitkan dengan bioteknologi. (Guru 9)

Merujuk kepada penjelasan tersebut, beliau mengatakan bahawa ‘*movement of substances across plasma membrane*’ yang melibatkan pergerakan molekul melalui larutan berbeza kepekatan adalah berkaitan dengan konsep bioteknologi. Di samping itu, Guru 9 juga menunjukkan kesalahan konsep Bioteknologi apabila beliau menyamakan konsep osmosis dalam proses pengawetan makanan dengan konsep Bioteknologi. Kekeliruan ini mungkin timbul memandangkan guru ini yang mempunyai pengkhususan ijazah Sains dan Pendidikan dalam bidang Biologi dan Matematik; menyatakan bahawa beliau tidak mendapat pendedahan berkenaan konsep Bioteknologi di sepanjang pengajiannya di universiti.

Berhubung dengan konteks ini juga, rata-rata ke semua guru yang selain dari yang telah dinyatakan di bahagian awal perbincangan menunjukkan mereka mempunyai pengetahuan asas mengenai konsep Bioteknologi ini. Antara penjelasan guru berkenaan adalah seperti yang tertera:

‘...kalau form 4, ada dalam topik ‘*cell division*’, dia ada ‘*cloning and tissue culture, nutrition and food technology. And then form 5...inheritance*’. (Guru 6)

‘*Cell division, cloning and tissue culture for form 4.*

Tingkatan 5 ada di tajuk ‘*genetic, DNA finger printing*’. (Guru 8)

'Chapter 5 and 6, nutrition...technology used in food production and food processing in Form 4...Form 5...variation and inheritance'. (Guru 10)

Di samping itu, ada sebahagian dari guru-guru ini mempunyai pengetahuan konsep Bioteknologi yang lebih dari yang lainnya. Keadaan ini dilihat dengan jelas terutamanya apabila guru-guru ini mampu memberi penjelasan terperinci komponen Bioteknologi yang wujud di dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima seperti mana yang dinyatakan:

'...Tingkatan 4 dalam bab 5: mitosis dan meiosis...ada juga pasal tisu kultur..'chapter 8 and 9' pasal ekosistem dinamik dan terancang. *'Chapter 4...nutrition, chapter 6...development in food processing'*. Tingkatan 5 pula, tajuk *'reproduction and growth dan inheritance'*. (Guru 12)

'...Tingkatan 4...contohnya 'cell division' tu melibatkan kultur tisu. Chapter 6...nutrition iaitu berkenaan dengan 'food processing'...bagaimana kita nak meningkatkan pengeluaran makanan. Lepas tu, 'method' dia ada 'drying, freezing', pempasteuran. Ada juga pasal hidroponik dalam meningkatkan pembiak bakaan. Chapter 7, 'respiration' ...ada pernafasan anaerobik melibatkan proses fermentasi. Tingkatan 5...'chapter inheritance, finger printing' semua tu melibatkan bioteknologi...' (Guru 14)

Sebagai kesimpulan awal, dapat dikatakan bahawa masih ada keraguan dan kesalahan konsep yang ketara dalam kalangan segelintir guru yang terlibat dalam kajian ini. Fenomena ini disokong dengan pengakuan guru-guru tersebut yang menyatakan mereka tiada atau kurang mendapat pendedahan berkenaan konsep Bioteknologi. Dapatan kajian ini adalah hampir sama dengan laporan yang dikemukakan oleh Chabalengula et al. (2011), Kwon dan Chang (2009) serta Steele dan Aubusson (2004). Chabalengula et al. (2011) mendapati guru-guru dalam latihan mempunyai pemahaman yang terbatas mengenai bioteknologi dan proses-proses berkaitan kejuruteraan genetik dan makanan termodifikasi kandungan genetik. Ini mungkin disebabkan oleh kurangnya pendedahan secara formal proses bioteknologi semasa mereka mengikuti program pengajian pendidikan di peringkat universiti.

Bahagian ini akan menghuraikan aspek masalah yang di hadapi oleh guru-guru untuk mengajar komponen Bioteknologi di dalam kelas. Penghuraian ini dibahagikan kepada empat sub tema utama iaitu bahan bantu mengajar, pengetahuan pedagogi, pengetahuan bioteknologi dan pengetahuan teknologi sedia ada guru-guru Biologi yang terlibat.

Kekurangan bahan bantu mengajar

Berkisar mengenai bahan bantu mengajar, seramai 11 dari keseluruhan guru memaklumkan bahawa mereka mendapatkan bahan bantu mengajar melalui penggunaan internet. Ini meliputi aktiviti memuat turun video, maklumat, gambar, gambarajah atau carta alir yang berkaitan dengan komponen bioteknologi yang ingin disampaikan kepada pelajar. Di samping itu, guru-guru tersebut juga menggunakan maklumat yang diperoleh dari laman sesawang untuk menghasilkan nota yang diberikan kepada pelajar seperti mana yang dinyatakan oleh guru berikut:

“Bahan saya dari internet, saya download *cloning* dan tisu kultur..nota saya buat sendiri. *Animation* saya ambil dari *YouTube*...” (Guru 15)

“Saya guna video ...contohnya nak tunjuk GMO”. (Guru 6)

“Ada juga bahan yang saya cari di internet...gambar atau video. Jika tak pelajar langsung tak ada idea...” (Guru 4)

“*Download from internet the picture or diagram and show the student on PowerPoint*”. (Guru 7)

Faktor yang menyumbang kepada keadaan yang dilihat ini adalah kerana kurangnya bahan bantu mengajar yang sesuai yang terdapat di dalam kelas ataupun makmal dan fenomena ini adalah sama seperti mana laporan yang dikemukakan oleh Kwon dan Chang (2009). Beberapa guru yang memberikan respon seperti berikut dalam kajian ini:

“Kalau kat makmal ada model DNA...tu tak cukup...bila guna media.. okaylah sikit”. (Guru 6)

“Saya cari dari internet aje...dalam makmal tak ada apa...” (Guru 9)

“Dalam makmal sangat kurang bahan yang ada...kalau nak tunjuk pada pelajar, banyak kita guna teori dengan maklumat daripada internet”. (Guru 3)

“Saya biasa tunjuk *YouTube* lah. Bahan bantu mengajar dalam makmal tak ada pun”. (Guru 11)

Namun demikian, walaupun kebanyakan guru menggunakan bahan bantu mengajar dari internet, tetapi ada laporan dari guru dalam kajian ini yang menyatakan bahawa bahan yang diperoleh dari internet juga didapati tidak begitu sesuai dengan kehendak sukatan pelajaran Biologi bagi Tingkatan empat dan lima. Menurut Guru 2:

“...bila kita *search* internet...kebanyakannya dari luar negara dan skopnya terlalu luas...tak sesuai dengan pelajar kita. Terma-terma dia pun pelajar tak faham...so memang masalahlah untuk cari bahan yang sesuai untuk pelajar (Guru 2)

Di samping itu, selebih dari guru yang terlibat dalam kajian ini menunjukkan bahawa mereka tidak menggunakan bahan bantu mengajar dari internet, tetapi menggunakan peralatan teknologi seperti projektor LCD atau transparenasi untuk menyampaikan pengajaran. Antara respon berkaitan adalah:

“Saya tiada masalah untuk mencari BBM sebab saya hanya menggunakan kaedah kuliah sahaja...kadang-kadang saya guna LCD dan transparenasi ...tunjuk gambarajah yang dipermudahkan kepada pelajar, *then* suruh pelajar catat nota dan buat sedikit latihan”. (Guru 1)

“Biasanya saya akan bagi pelajar tengok gambar rajah tentang carta alir proses *cloning* katakan dengan guna transparenasi...so suruh pelajar terangkan *step by step* proses tu”. (Guru 4)

Antara guru yang ditemu bual ada juga yang menyatakan bahawa mereka tidak menggunakan sebarang peralatan teknologi mahupun internet disebabkan wujudnya beberapa masalah di sekolah iaitu dari segi prasarana mahupun kekangan masa untuk melaksanakan pengajaran. Antaranya adalah:

“Saya tak sempat nak *update* pelajar dengan bahan baru...guna je apa yang ada...biasanya saya beri nota je...” (Guru 5)

“Nak cari bahan untuk biotek agak susah...sekarang pun saya tak dapat mencari satu pun bahan yang dapat membantu saya mengajar biotek...dan tidak ada masa yang cukup juga untuk sediakan bahan..” (Guru 8)

“Kalau muat turun saya cetak aje dan bagi pelajar...sebab LCD tu ada *problem*. Kalau CD ada yang tak boleh baca...tak *compatible* dengan *computer*...*problem* la. Kadang-kadang *give up* lah...kita nak tunjuk gambar pada pelajar secara *live* dekat komputer...tak boleh pulak. *Just explain* tak berapa nampakkan”. (Guru 10)

Secara keseluruhan dapat dilihat bahawa terdapat pelbagai bahan bantu mengajar yang digunakan oleh guru dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Guru cuba mencari alternatif bahan bantu mengajar yang boleh digunakan untuk membantu pelajar memahami konsep yang diajar; walaupun ada segelintir guru yang kecewa dengan masalah yang mereka hadapi kerana ia mengganggu kelancaran proses pengajaran. Dapat dilihat bahawa hampir keseluruhan guru tidak bergantung sepenuhnya kepada buku teks yang dibekalkan di sekolah untuk mengajar konsep ini. Buku teks hanya bertindak sebagai bahan sokongan kepada bahan bantu mengajar yang dipilih oleh guru.

Seterusnya, pengkaji akan membincangkan mengenai pengetahuan pedagogi guru untuk mengajar komponen bioteknologi ini.

Kurangnya pengetahuan guru tentang pedagogi

Apabila diperhatikan pendekatan pedagogi yang digunakan untuk pengajaran, terdapat guru yang terus terang menyatakan bahawa mereka tidak pasti dan menghadapi masalah memilih kaedah yang sesuai digunakan, seperti mana yang dinyatakan:

“...nak ditunjukkan kepada pelajar sukar sebab benda tu (kandungan bioteknologi) tidak diberi penekanan dan masa yang ada terhad...susah rasanya”. (Guru 4)

“*To make children see at molecular level* tu payah...nak bagi pelajar nampak memang susah”. (Guru 6)

“Kadang ada *certain* topik macam mana nak ajar, saya tak tahu nak *start* dari mana...skop dari besar ke kecil atau kecil ke besar...” (Guru 9)

Rata-rata guru menggunakan kaedah kuliah bagi menyampaikan konsep bioteknologi yang ingin disampaikan; dibantu dengan tayangan video, penggunaan slaid PowerPoint, gambar atau gambarajah yang dimuat turun dari laman sesawang tertentu. Namun demikian, tidak semua bahan yang diperolehi dari internet boleh digunakan secara langsung. Guru perlu memilih dan mengedit bahan-bahan yang sesuai diguna untuk menyampaikan konsep ini secara berkesan. Selain itu, kaedah perbincangan pelajar dalam kumpulan tidak menjadi salah satu kaedah pedagogi yang digunakan oleh guru semasa aktiviti pengajaran seperti mana yang dinyatakan oleh guru berikut:

“Kalau saya suruh pelajar buat perbincangan dan *small group presentation*, buang masa sahaja. Baik saya ajar guna PowerPoint dan beri penerangan.”
(Guru 15)

Walaupun terdapat guru yang telah mempunyai kaedah pedagogi yang difikirkan sesuai namun mereka merasakan boleh dilakukan penambahbaikan kepada kaedah pedagogi untuk mengajar konsep bioteknologi ini. Guru-guru ini mencadangkan agar kaedah pedagogi yang mampu mendedahkan pelajar kepada aktiviti ‘*hands-on*’ dijadikan sebagai salah satu kaedah yang boleh diketengahkan kepada pelajar. Ulas Guru 8:

“...tanpa eksperimen, pelajar akan susah faham...katakan bila saya nak terangkan pada pelajar tentang DNA *fingerprinting* ke, walaupun saya ada maklumat tapi agak susah untuk saya terangkan”. (Guru 8)

Secara umumnya, pengetahuan pedagogi guru harus ditambah dan dipelbagaikan. Guru sewajarnya tidak menggunakan kaedah yang berpusatkan guru sahaja. Pelajar perlu diberikan pendedahan untuk terlibat dalam aktiviti yang bersifat *hands-on* yang mana ia akan meningkatkan keupayaan mereka memahami konsep bioteknologi yang diajar.

Kurangnya pengetahuan guru tentang bioteknologi

Melihat kepada pengetahuan bioteknologi yang dimiliki oleh guru-guru yang terlibat dalam kajian ini; hanya dua dari 15 guru menyatakan bahawa mereka boleh

mengajar komponen ini dalam sukatan pelajaran Biologi sekolah menengah. Selainnya menyatakan mereka menghadapi masalah untuk menyampaikan komponen ini kepada pelajar; seperti mana yang dinyatakan oleh beberapa guru yang terlibat :

“... memang kurang pengetahuan sebab murid baca dari internet dan pengetahuan mereka lebih *advance*. Saya pun tak tahu kadang-kadang apa yang mereka (pelajar) cakap” (Guru 1)

“Memang saya ada masalah sebab kita dah tinggalkan belajar lama. Apa yang kita belajar masa tu tak setanding dengan apa yang ada sekarang”. (Guru 2)

“Ya...kurang pengetahuan...kalau tiba-tiba pelajar tanya, barulah saya sibuk mencari... tak dapat bagi jawapan *on the spot*. Saya pun tak tahu apa yang pelajar akan tanya.” (Guru 4)

“Saya rasa amat kurang sangat pengetahuan saya tentang biotek. ..saya ni orang lama kan, jadi tak pernah didedahkan dengan kursus atau sebagainya”. (Guru 8)

“Kalau bioteknologi, saya fikir pasal tumbuhan kacuk saja. Kajian itulah yang saya tahu...kurang jugalah pengetahuan tentang bioteknologi ni”. (Guru 9)

“Kalau diikutkan saya ada *basic* sahaja...Macam tisu kultur terus terang memang tak pernah buat...jadi kalau nak lakukan sendiri memang tak ada pengalaman”. (Guru 13)

Fenomena yang dilihat ini menunjukkan bahawa faktor pengalaman dan pengetahuan guru berkaitan dengan bioteknologi yang terbatas menyebabkan guru-guru mengambil tindakan tidak mengajar komponen ini. Keadaan yang hampir sama di dapati daripada kajian yang dijalankan oleh Steele dan Aubusson (2004) yang mendapati bahawa faktor utama guru-guru di Australia tidak mengajar bioteknologi adalah kerana mereka berpendapat bahawa tidak banyak eksperimen berkaitan bioteknologi yang boleh dijalankan, pelajar mendapati bahawa tajuk bioteknologi adalah sukar untuk difahami dan guru tiada pengalaman dan pengetahuan untuk mengajar komponen ini.

Seterusnya, walaupun bahagian awal penulisan ini menyentuh mengenai pengetahuan pedagogi yang menunjukkan terdapat guru yang menyarankan penggunaan aktiviti *hands-on* sebagai salah satu alternatif dalam menyampaikan aktiviti pengajaran, namun demikian usaha ini tidak akan berhasil jika guru tidak mempunyai asas yang kukuh mengenai pengetahuan bioteknologi itu sendiri. Sebagai langkah terbaik yang boleh

difikirkan adalah dengan memastikan guru dibekalkan dengan pengetahuan bioteknologi yang meliputi maklumat pengetahuan bioteknologi serta pengetahuan pedagogi yang melibatkan kaedah dan teknik yang sesuai untuk menyampaikan konsep ini. Komponen bioteknologi perlu didedahkan kepada guru dalam perkhidmatan melalui penganjuran kursus ataupun dengan menyelitkan komponen ini semasa mengikuti kursus pra perkhidmatan; iaitu untuk guru-guru yang sedang menjalani latihan perguruan. Dapatan ini adalah sama seperti yang telah diperolehi oleh Bryce dan Gray (2004) serta Fonseca et al. (2012).

Kurangnya pengetahuan guru tentang penggunaan teknologi

Berhubung dengan pengetahuan teknologi yang dimiliki oleh guru yang terlibat dalam kajian ini, kesemua mereka menyatakan mereka mempunyai pengetahuan serta kemahiran asas untuk memilih, mengedit dan memuat turun bahan yang diperlukan dari laman sesawang tertentu untuk digunakan semasa mengajar komponen bioteknologi ini. Namun demikian, tahap keyakinan sebahagian guru-guru untuk memuat turun bahan dari laman sesawang adalah rendah dan ada di antara mereka mengharapkan pelajar sendiri memuat turun bahan-bahan yang difikirkan berkaitan dengan komponen bioteknologi ini. Antara pernyataan guru-guru ini adalah seperti berikut:

“Setakat *download* dan guna *YouYube* aje ...ok lah” (Guru 2)

“Kadang-kadang nak *download* sesuatu tu jadi takut tersilap”. (Guru 4)

“Saya kurang mahir benda-benda macam ni...sekadar asas tu bolehlah ...macam *download* tu.Setakat itu sahajalah...secara praktikal tidak ada” . (Guru 5)

“kadang-kadang saya suruh pelajar cari dari internet, *print* dan tunjuk kat saya...”
(Guru 11)

“Saya ada sedikit *basic* ...pengetahuan saya mungkin 50% je” (Guru 6)

“Dah biasa....bolehlah setakat yang mudah-mudah....macam *download* dari *YouTube* tu”. (Guru 15)

Selain itu, terdapat guru yang menunjukkan mereka tidak mempunyai kemahiran menjalankan aktiviti yang melibatkan kaedah eksperimen secara *hands-on*. Guru 9 menyatakan beliau berasa tidak yakin untuk menjalankan aktiviti eksperimen berkaitan dengan bioteknologi ini. Ini disokong oleh Guru 5 yang menyatakan bahawa:

“...guna internet boleh la, tapi kalau diminta menjalankan aktiviti seperti kultur tisu ke...memang tak tahu sebab tak pernah buat ...rasa tak *confident*”. (Guru 5)

Daripada dapatan temu bual ini, dapat dibuat kesimpulan bahawa ketiga-tiga elemen pengetahuan bioteknologi, teknologi dan pedagogi guru-guru ini adalah masih tidak kukuh, mereka kurang berkeyakinan dan memerlukan bimbingan. Guru haruslah mempunyai pengetahuan yang mantap berkaitan ketiga-tiga komponen pengetahuan pedagogi, teknologi dan bioteknologi bagi membolehkan mereka menyampaikan isi kandungan bioteknologi secara lebih sistematik dan baik.

Seterusnya, sebagai penutup kepada sesi temu bual kepada guru ini, pengkaji telah mengutarakan satu soalan mengenai cadangan pemurnian pengajaran komponen bioteknologi. Dapatan dari temu bual ini akan dibincangkan oleh pengkaji di bahagian yang seterusnya.

Cara untuk pemurnian pengajaran bioteknologi

Bahagian terakhir sesi temu bual ini cuba mendapatkan pandangan dan cadangan guru untuk merealisasikan serta memudahkan penerapan pendidikan Bioteknologi di dalam mata pelajaran Biologi sekolah menengah. Antara masalah yang diutarakan oleh guru adalah kurangnya bahan bantu mengajar serta bahan yang diperoleh dari internet tidak sesuai dengan kehendak sukatan pelajaran Biologi, sama seperti dilaporkan oleh Bryce dan Gray (2004). Antara cadangan penambahan yang dicadangkan oleh guru adalah penambahan peralatan di dalam makmal, dijalankan aktiviti '*hands-on*', sukatan pelajaran berkaitan bioteknologi dan penemuan terkini ditambah, bahan bacaan tambahan kepada pelajar disediakan, penambahan video berkaitan supaya pelajar boleh membuat

penerokaan sendiri, penambahan kandungan bioteknologi dalam buku teks serta cadangan mengadakan satu topik khusus mengenai bioteknologi.

Menurut Guru 1, dengan menyediakan peralatan makmal yang bersesuaian; pelajar akan diberi peluang untuk menjalankan eksperimen berkaitan dengan bioteknologi seperti menjalankan prosedur kultur tisu tanpa memerlukan peralatan dan bahan yang tidak memerlukan kos yang tinggi dan mudah diperolehi. Guru 2 menambah:

“...saya rasa pengajaran yang lebih perlu diberi kepada pelajar. Lebihkan *hands-on*, dia (pelajar) akan faham topik ini dengan lebih baik”. (Guru 2)

Selain itu, Guru 4 pula menyatakan bahawa:

“...mungkin pihak Kementerian Pelajaran boleh sediakan video yang bersesuaian...boleh juga ada eksperimen atau aktiviti biotek mudah yang kita (guru) boleh jalankan dalam tempoh masa yang cukup semasa pengajaran...kalau ada modul berkaitan yang boleh disediakan juga adalah lebih baik”. (Guru 4)

Di samping itu, Guru 8 juga bersependapat dengan guru-guru yang lain di mana beliau menyarankan agar:

“...disediakan lebih maklumat dalam buku teks..sebab maklumat dalam buku sangat sedikit...Mungkin ada satu sub topik atau topik baru biotek dalam buku teks...contohnya bagaimana aplikasi industri pertanian dilakukan yang berkaitan dengan bioteknologi. Lebihkan aktiviti *hands-on*, walaupun eksperimen kecil sahaja tetapi mereka akan lebih faham dan menjadikan p&p lebih menarik”. (Guru 8)

Sehubungan ini juga, Guru 14 mensyorkan supaya pelajar didedahkan kepada lebih banyak aktiviti di dalam makmal secara langsung; seperti mana yang disarankan oleh Bigler dan Hanegan (2011). Tambah beliau:

“...lebih banyak eksperimen di adakan...bukannya pelajar baca sahaja pasal bioteknologi ini...lebihkan kepada aktiviti yang bersifat *hands-on*”. (Guru 14)

Selain itu, Guru 8 mencadangkan agar dikemaskini tajuk-tajuk yang terdapat di dalam buku teks dan mana-mana bahagian yang di dapati bertindih dalam buku teks perlu disusun semula atau dikeluarkan daripada sukatan pelajaran. Cadangan beliau:

“oleh kerana masa yang ada untuk mengajar tidak mencukupi, saya rasa boleh diabaikan beberapa perkara atau tajuk yang tidak penting yang masih ada di dalam buku teks”. (Guru 8)

Guru 10 pula melontarkan pandangannya yang hampir sama dengan Guru 8 iaitu:

“...bahan dalam buku teks kena tambah lagi...bahagian seperti pengklonan kena tambah lagi dengan contoh yang lebih relevan dan menarik...buku amali ...kalau ada teknik yang *possible* untuk buat kat sekolah...lebih baik dimasukkan ...tidaklah pelajar hanya didedahkan kepada aktiviti mencari maklumat dari surat khabar, internet atau menjalankan projek...begitu juga cadangan mengadakan lawatan ke agensi-agensi terbabit yang agak sukar untuk dilaksanakan”. (Guru 10)

Berdasarkan pandangan yang telah dikemukakan oleh guru-guru yang sebelumnya, Guru 15 juga memberikan cadangan yang bernas dan boleh dipertimbangkan untuk dilakukan penambahbaikan. Menurut beliau:

“...Tajuk pasal *inheritance* ni berada di hujung tingkatan 5...ia cuma pendahuluan sahaja pasal bioteknologi...penekanan dalam mata pelajaran Biologi untuk aspek ini memang kurang...jadi saya rasa perlu dibuat perubahan”. (Guru 15)

Guru ini beranggapan bahawa komponen bioteknologi ini perlu dijadikan sebagai satu tajuk dan dimuatkan ke dalam buku teks dan pelajar juga haruslah didedahkan kepada lebih banyak eksperimen atau aktiviti berkaitan dengan bioteknologi sama ada dijalankan di dalam makmal secara realiti ataupun dijalankan di dalam makmal maya menggunakan laman sesawang tertentu.

Secara amnya, dapat disimpulkan bahawa beberapa aspek berkaitan dengan pelaksanaan pendidikan komponen Bioteknologi ke dalam mata pelajaran Biologi ini perlu dibuat penelitian yang lebih mendalam sebelum komponen ini diketengahkan kepada pelajar. Faktor kesediaan guru dari sudut pengetahuan kandungan bioteknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan teknologi sedia ada mereka adalah amat penting dikenal pasti dahulu sebelum pelaksanaannya secara menyeluruh dapat dilakukan.

Seterusnya, pengkaji akan melaporkan mengenai keperluan 427 pelajar Tingkatan lima mengenai pengetahuan bioteknologi masing-masing serta keinginan mereka tentang penambahbaikan yang perlu dilakukan kepada kandungan komponen bioteknologi di dalam mata pelajaran Biologi di Tingkatan empat dan lima.

Keperluan Pelajar Berkenaan Pembelajaran Komponen Bioteknologi Dalam Mata Pelajaran Biologi Tingkatan Empat dan Lima

Soalan kajian ini akan dijawab oleh pengkaji berdasarkan kepada dapatan yang diperoleh daripada soalan soal selidik (Lampiran F) yang telah diedarkan kepada 450 pelajar dan hanya 427 pelajar Tingkatan lima sahaja daripada lima buah sekolah yang terdapat di daerah Klang terlibat dalam kajian ini. Pelajar telah didedahkan kepada sebahagian dari komponen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan mata pelajaran Biologi di Tingkatan empat; antaranya adalah konsep kultur tisu, pengklonan, fermentasi dan penghasilan makanan. Perbincangan dilakukan merujuk kepada setiap komponen yang terdapat dalam borang soal selidik tersebut.

Tahap pengetahuan bioteknologi pelajar

Bagi menentukan tahap pengetahuan bioteknologi, pelajar telah didedahkan kepada 40 soalan dan agihannya adalah seperti mana yang ditunjukkan di Jadual 5.1. Pilihan jawapan yang dikemukakan oleh pelajar telah ditentukan dalam bentuk min.

Jadual 5.1

Agihan Soalan Berkenaan Pengetahuan Bioteknologi

Komponen bioteknologi yang dinilai	Bilangan Soalan
Bahagian A - Gen dan Kromosom	9 soalan
Bahagian B- Kejuruteraan Genetik	19 soalan
Bahagian C - Cap jari DNA	5 soalan
Bahagian D - Projek Genom Manusia	2 soalan
Bahagian E - Penyelidikan Sel Stem	5 soalan
Jumlah	40 soalan

Perbincangan dapatan kajian ini dilakukan mengikut agihan soalan berkaitan pengetahuan bioteknologi. Tahap pengetahuan bioteknologi pelajar diukur menggunakan skala Likert 5 point terdiri dari 1 (Tidak bersetuju langsung/Strongly disagree) sehingga

5 (Sangat bersetuju/Strongly agree). Interpretasi skor min untuk pengetahuan bioteknologi pelajar dibahagikan mengikut ketetapan yang dicadangkan oleh Mohd Najib (2003). Skor min 1- 2.33 menunjukkan pelajar mempunyai tahap pengetahuan rendah, skor min 2.34 – 3.66 menunjukkan tahap pengetahuan sederhana dan skor min 3.67 – 5.00 menunjukkan tahap pengetahuan tinggi.

Komponen gen dan kromosom

Bagi komponen ini, min purata keseluruhan item adalah 3.89 seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.2.

Jadual 5.2

Pengetahuan Pelajar Berkaitan Gen dan Kromosom. (n=427)

Item Soalan	Pernyataan	Nilai min (X)
A1	Gen mengandungi maklumat genetik yang menentukan ciri tertentu sesuatu organsima	4.55
A2	Gen terletak di dalam molekul DNA di dalam kromosom.	4.35
A3	Gen adalah urutan bes bernitrogen pada nukleotida DNA yang membentuk urutan kod genetik tertentu.	3.90
A4	Maklumat genetik dalam bentuk kod genetik mengawal penghasilan protein tertentu oleh sel.	3.64
A5	Setiap kromosom mengandungi dua kromatid yang terikat pada sentromer.	4.24
A6	Dalam satu nukleotida, bahagian gula deoksiribosa bersambung dengan kumpulan fosfat dan bes bernitrogen.	3.64
A7	Setiap nukleotida disambung kepada nukleotida yang lain melalui kumpulan fosfat untuk membentuk satu rantai panjang polinukleotida.	3.67
A8	Urutan bes bernitrogen pada molekul DNA merupakan gen.	3.65
A9	Urutan tiga bes bernitrogen membentuk kod genetik untuk menghasilkan setiap jenis amino asid.	3.39
Min Purata		3.89

Item A1, A2, A3, A5 dan A7 menunjukkan pelajar mempunyai pengetahuan tinggi kecuali item A4, A6 sehingga A9 menunjukkan nilai min kurang daripada 3.67. Ini menunjukkan pelajar mempunyai pengetahuan yang tinggi mengenai ciri-ciri asas gen dan kromosom,

tetapi pengetahuan berkaitan nukleotida yang membentuk urutan tiga bes bernitrogen bagi menghasilkan setiap jenis amino asid dan protein adalah berada pada tahap sederhana sahaja.

Komponen kejuruteraan genetik

Berkaitan komponen ini, pelajar mempunyai pengetahuan sederhana berkaitan teknik kejuruteraan genetik yang melibatkan pemanipulasian gen yang bermanfaat diguna bagi mengubah kandungan genetik sesuatu organisma dengan purata min sederhana iaitu 3.62 seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.3. Pengetahuan pelajar adalah tinggi bagi item B1, B3, B7, B8, B10 dan B12 di mana mereka mempunyai pengetahuan mengenai teknik kejuruteraan genetik yang membolehkan gen dipindahkan dan maklumat genetik diubah. Ini seterusnya dapat meningkatkan produktiviti tumbuhan dan penghasilan insulin dalam bidang perubatan serta perindustrian.

Item selainnya menunjukkan tahap pengetahuan pelajar adalah sederhana, dan item B11 dan B13 menunjukkan nilai min terendah berbanding pernyataan selainnya. Ini menunjukkan terdapat pelajar yang kurang pasti mengenai kesan modifikasi genetik kepada haiwan dan kandungan bahan kimia yang hadir. Ini menunjukkan bahawa pengetahuan pelajar adalah kurang di mana mereka kurang jelas akan kesan teknik kejuruteraan ini kepada organisma. Kedua-dua dapatan ini mempamerkan bahawa wujud kekeliruan dalam diri pelajar mengenai prosedur yang terlibat dalam teknik kejuruteraan genetik dan ia perlu diberi perhatian yang sewajarnya. Dapatan ini adalah didapati sama seperti dapatan yang telah dilaporkan oleh Prokop et al. (2007) dan Usak et al. (2009).

Jadual 5.3

Pengetahuan Pelajar Berkaitan Kejuruteraan Genetik.(n=427)

Item Soalan	Pernyataan	Nilai min (X)
B1	Teknik ini melibatkan manipulasi gen untuk mengubah kandungan genetik sesuatu organisma.	3.84
B2	Trait semula jadi pada suatu organisma diubah suai melalui penyelitan gen sasaran daripada organisma lain kepada DNA organisma tersebut.	3.65
B3	Kejuruteraan genetik membolehkan gen yang mengawal trait bermanfaat dipindahkan dari DNA sesuatu organisma kepada organisma yang lain.	3.76
B4	DNA yang diubah suai ini dikenali sebagai DNA rekombinan.	3.60
B5	Organisma dengan DNA rekombinan dikenali sebagai organisma yang diubah suai secara genetik (GMO).	3.65
B6	Aplikasi teknik kejuruteraan genetik untuk mengubah suai atau menggantikan gen yang cacat digelar terapi gen.	3.63
B7	Penggunaan secara praktik tumbuhan yang termodifikasi genetiknya boleh meningkatkan produktiviti dan rintangan tumbuhan terhadap penyakit.	3.89
B8	Pemanipulasian DNA organisma yang termodifikasi kandungan genetiknya akan mengubah kandungan gennya.	3.70
B9	Penggunaan kaedah modifikasi genetik ke atas haiwan dapat meningkatkan rintangannya kepada penyakit.	3.61
B10	Organisma yang termodifikasi genetiknya digunakan dalam perubatan (contoh: penghasilan insulin menggunakan mikroorganisma yang termodifikasi genetiknya).	3.76
B11	Modifikasi genetik akan menyakitkan haiwan.	3.08
B12	Modifikasi genetik ke atas pokok kelapa sawit akan mengakibatkan peningkatan dalam penghasilan minyak dari buahnya.	3.81
B13	Organisma termodifikasi genetiknya mengandungi bahan kimia merbahaya.	3.06
B14	Tumbuhan termodifikasi kandungan genetiknya boleh menghasilkan buah-buahan yang lebih lazat dengan tambahan nilai nutrisi.	3.66
B15	Pengklonan dan kejuruteraan genetik adalah bersamaan dengan proses-proses bioteknologi.	3.60
B16	Ketahanan tumbuhan terhadap penyakit boleh ditingkatkan melalui manipulasi genetik.	3.69
B17	Teknik kejuruteraan genetik digunakan untuk mengesan dan merawat penyakit seperti anemia sel sabit, hemofilia, kanser, hepatitis dan diabetes mellitus.	3.65
B18	Dalam proses penghasilan hormon insulin dalam industri, insulin dikeluarkan dari molekul DNA dari pankreas dan disisipkan ke dalam molekul DNA sejenis bakteria.	3.65
B19	Bakteria dikultur dalam medium nutrient yang sesuai mampu menghasilkan insulin manusia.	3.56
Min Purata		3.62

Komponen Cap Jari DNA

Seterusnya, tahap pengetahuan pelajar berkenaan konsep cap jari DNA di dapati adalah sederhana dengan min purata 3.56 seperti ditunjukkan dalam Jadual 5.4.

Jadual 5.4

Pengetahuan Pelajar Berkaitan Cap Jari DNA. (n=427)

Item Soalan	Pernyataan	Nilai min (X)
C1	Ia adalah teknik untuk menganalisa DNA seseorang melalui corak segmen nukleotida di dalam DNA yang tidak mengkod protein.	3.75
C2	Cap jari DNA digunakan untuk menentukan pengenalan dan kesihatan seseorang.	3.77
C3	Dalam teknik ini, serpihan DNA diasingkan dan dilabel dengan prob radioaktif untuk menghasilkan bentuk jalur yang khusus dan berbeza dengan individu lain di seluruh dunia.	3.75
C4	Molekul DNA yang panjang dipotong kepada serpihan berbeza saiz panjangnya menggunakan enzim pembatas.	3.27
C5	Serpihan DNA diasingkan melalui gel elektroporesis berdasarkan panjang serpihan DNA tersebut.	3.26
Min Purata		3.56

Dapatan dari 3 soalan pertama iaitu soalan C1, C2 dan C3 menunjukkan pelajar mempunyai pengetahuan yang tinggi berkaitan konsep ini. Ini mengitlakan bahawa pelajar-pelajar yang terlibat dalam kajian ini mempunyai kefahaman asas berkaitan teknik ini yang melibatkan penganalisaan DNA bagi menghasilkan jalur khusus yang berbeza untuk setiap individu. Hanya item C4 dan C5 mengenai prosedur melakukan cap jari DNA memberikan nilai min yang lebih rendah berbanding pernyataan yang lainnya.

Fenomena yang dilihat ini memberi implikasi bahawa pelajar tidak mempunyai kefahaman yang jelas tentang prosedur menjalankan teknik ini. Oleh yang demikian, pelajar perlu diberikan pendedahan asas dan penjelasan yang lebih; tetapi tidak secara mendalam mengenai komponen ini memandangkan tajuk ini terdapat di dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan enam dan juga di peringkat pengajian yang lebih tinggi.

Komponen Projek Genom Manusia

Selanjutnya, pengetahuan pelajar berkaitan projek genom manusia seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 5.5 adalah tinggi dengan min purata bernilai 3.67. Pelajar mengetahui tentang definisi genom dan proses yang terlibat semasa Projek Genom ini dilaksanakan. Pengetahuan ini perlu diketahui pelajar sebelum sesuatu usaha kejuruteraan genetik terhadap sesuatu organisma dapat dilakukan.

Jadual 5.5

Pengetahuan Pelajar Berkaitan Projek Genom Manusia. (n=427)

Item Soalan	Pernyataan	Nilai min (X)
D1	Genom adalah satu set gen yang lengkap, terdiri dari bes-bes nukleotida pada DNA yang terkandung di dalam sel sesuatu organisma.	3.65
D2	Projek ini melibatkan penjujukan untuk menentukan kedudukan dan susunan bes-bes nukleotida DNA yang tepat pada sesuatu gen di dalam setiap kromosom.	3.68
Min Purata		3.67

Komponen penyelidikan Sel Stem

Merujuk kepada Jadual 5.6, di dapati tahap pengetahuan pelajar adalah sederhana dengan nilai purata min adalah 3.57.

Jadual 5.6

Pengetahuan Pelajar Berkaitan Penyelidikan Sel Stem. (n=427)

Item Soalan	Pernyataan	Nilai min (X)
E1	Sel stem adalah sel yang boleh membahagi dan berkembang menjadi sel-sel yang khusus dengan fungsi tertentu.	3.90
E2	Penyelidikan sel stem melibatkan penggantian tisu atau organ yang rosak dengan pemindahan sel dasar.	3.84
E3	Sel-sel stem boleh menjalani pembahagian sel secara tidak terhad untuk membentuk pelbagai jenis sel melalui proses pembezaan.	3.53
E4	Sel stem embrio boleh dipencilkan secara langsung dari jisim sel dalam embrio manusia pada peringkat blastosista.	3.23
E5	Sel stem orang dewasa boleh dipencilkan daripada badan pesakit dan dirangsang untuk membahagi tetapi terhad dan mengkhusus kepada jenis sel yang diperlukan.	3.37
Min Purata		3.57

Rata-rata semua pelajar mempunyai pengetahuan berkaitan komponen ini dan hanya item E3, E4 dan E5 menunjukkan nilai min yang lebih rendah daripada item selainnya. Terdapat pelajar yang tidak pasti akan pemencilan sel stem embrio pada peringkat blastosista proses pembiakan sesuatu organisma. Begitu juga dengan penggunaan sel stem dewasa bagi tujuan merangsang pembahagian sel dan penghasilan lebih banyak sel bagi sesuatu tujuan tertentu mencatat nilai min yang rendah daripada item yang lain.

Secara keseluruhannya dapat dikatakan bahawa pelajar-pelajar yang terlibat dalam kajian ini mempunyai pengetahuan asas berkaitan dengan bioteknologi. Ini menunjukkan mereka sudahpun mempunyai pendedahan awal berkenaan dengan konsep bioteknologi ini dan ini boleh menjadi suatu batu loncatan bagi memastikan mereka dapat menguasai konsep ini dengan lebih baik. Dapatan kajian ini adalah hampir sama dengan dapatan dari kajian yang dilaporkan oleh Tamby Subahan et al. (2012), namun ianya bertentangan dengan dapatan kajian Dawson dan Schibeci (2003), Prokop et al. (2007), dan Usak et al. (2009); di mana mereka melaporkan bahawa pengetahuan pelajar adalah agak terhad berkaitan komponen bioteknologi. Dawson dan Schibeci mendapati bahawa pelajar dalam kajian mereka mempunyai pengetahuan yang kurang dan tidak dapat memberikan penjelasan dan contoh yang sesuai bagi bioteknologi, kejuruteraan genetik, pengklonan serta makanan termodifikasi kandungan genetik.

Seterusnya, pengkaji telah mendapatkan maklumat berkaitan minat pelajar mempelajari komponen bioteknologi ini dan dibincang dibahagian berikutnya.

Minat pelajar berkaitan pembelajaran komponen bioteknologi

Berkaitan komponen ini, penganalisan dilakukan seperti mana penentuan pengetahuan bioteknologi pelajar di mana minat pelajar dibahagikan kepada 3 kategori

iaitu kurang minat, sederhana dan sangat berminat. Jadual 5.7 menunjukkan min purata kesemua item yang tinggi iaitu 3.78.

Jadual 5.7
Minat Pelajar Berkaitan Bioteknologi.

Item Soalan	Pernyataan	Nilai min (X)
F1	Saya berminat untuk mengetahui bagaimana bahan bakar bio boleh dituai dari tanaman kelapa sawit.	3.59
F2	Saya berminat untuk mengetahui bagaimana buah betik yang terjurutera genetik ini mempunyai penundaan trait untuk buahnya masak dapat dihasilkan.	3.51
F3	Saya ingin menyiasat mengenai kesan buruk kejuruteraan genetik kepada alam sekitar.	4.01
F4	Saya berminat menyiasat kesan kacang soya yang termodifikasi genetiknya kepada kesihatan saya.	4.02
F5	Menyiasat langkah-langkah yang diikuti oleh ahli sains untuk menghasilkan organisma termodifikasi genetik adalah menarik minat saya.	3.70
F6	Saya ingin menyiasat pelbagai tujuan ujian genetik dan terapi gen.	3.87
F7	Saya ingin menyiasat pelbagai artikel media tentang etika yang melibatkan penggunaan haiwan dalam bioteknologi.	3.47
F8	Saya ingin mengetahui lebih lanjut mengenai implikasi dari melepaskan organisma yang terubah genetiknya ke dalam alam sekitar.	3.77
F9	Menyiasat perubahan kod genetik untuk mengurangkan kekacauan genetik dalam manusia adalah menarik.	3.99
F10	Saya ingin mengetahui lebih lanjut mengenai bioteknologi untuk membentuk kefahaman sama ada saya merasa selamat memakan makanan termodifikasi genetiknya.	3.92
F11	Saya ingin menghasilkan klon tumbuhan saya sendiri menggunakan kultur tisu.	3.64
F12	Saya ingin mengetahui lebih lanjut dan bertanggung jawab untuk merumuskan kefahaman saya sendiri serta pandangan bagaimana organisma termodifikasi genetik adalah baik atau tidak kepada alam sekitar.	3.95
F13	Saya berminat untuk mempelajari lebih lanjut mengenai bioteknologi.	3.82
F14	Saya ingin membincangkan kebaikan dan keburukan bioteknologi dari perspektif kepelbagaian agama di Malaysia.	3.68
F15	Saya berhasrat ingin mengetahui apakah penemuan-penemuan bioteknologi di Malaysia dalam lapangan pertanian dan penternakan.	3.64
F16	Saya ingin mengetahui apakah ubat-ubatan yang dihasilkan melalui teknik kejuruteraan genetik.	4.00
F17	Saya berminat untuk menjalankan eksperimen berkaitan dengan bioteknologi.	3.88
F18	Saya ingin mengetahui lebih mengenai penyelidikan sel stem.	3.55
Min Purata		3.78

Item F3, F4, F6, F9, F10, F12, F13, F16 dan F17 menunjukkan pelajar sangat berminat untuk mengetahui dengan lebih lanjut berkenaan komponen-komponen yang berkaitan dengan bioteknologi tersebut. Walaupun item selainnya menunjukkan nilai min kurang daripada 3.67, namun ia menunjukkan bahawa pelajar berkeinginan mengetahui lebih lanjut mengenai bidang bioteknologi berkenaan. Umpamanya mengenai kesan buruk kaedah kejuruteraan genetik kepada alam sekitar, kesan penggunaan kacang soya termodifikasi genetik kepada kesihatan, menyiasat perubahan kod genetik untuk mengurangkan masalah genetik pada manusia, serta mengetahui lebih lanjut mengenai bioteknologi agar mereka dapat membentuk kefahaman mereka sendiri sama ada selamat atau tidak memakan makanan yang telah termodifikasi kandungannya.

Di samping itu, pelajar juga ingin mengetahui dengan lebih lanjut apakah jenis ubat-ubatan yang telah dihasilkan melalui teknik kejuruteraan genetik. Item F14 mengenai keinginan pelajar membincangkan kebaikan dan keburukan bioteknologi dari perspektif kepelbagaian agama di Malaysia menunjukkan reaksi yang positif dalam kalangan pelajar. Secara tuntasnya, dapatan menunjukkan bahawa pelajar berminat mengetahui lebih lanjut aspek bioteknologi ini. Minat yang sudah ada ini perlu ditingkatkan dan secara tidak langsung minat mereka mempelajari mata pelajaran Biologi juga bertambah.

Cadangan penambahbaikan yang diutarakan oleh pelajar untuk pembelajaran bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi sekolah menengah.

Seterusnya, pelajar telah mencadangkan penambahbaikan yang perlu dilakukan kepada aktiviti pembelajaran di dalam kelas, penambahbaikan kepada bahan sokongan pembelajaran, penambahbaikan kepada prasarana serta penambahbaikan dari aspek sumber manusia; yakni guru yang mengajar. Keseluruhan dapatan bagi kajian ini adalah dipersembahkan dalam Jadual 5.8.

Dari cadangan penambahbaikan bagi aktiviti pembelajaran dalam kelas, di dapati 56.7% pelajar mencadangkan agar lebih banyak aktiviti melibatkan eksperimen dijalankan. Kajian oleh Bigler dan Hanegan (2011) juga menyarankan agar pendidikan bioteknologi dijalankan melalui kaedah *hands-on* kerana kaedah ini penting bagi meningkatkan literasi saintifik dalam kalangan pelajar. Dapatan kajian berikutnya mencadangkan dilakukan aktiviti menggunakan internet/multimedia dan video (31.9%), menjalankan tugas seperti projek dalam kumpulan (4.7%) serta lawatan ke agensi berkaitan dengan bioteknologi (2.3%).

Jadual 5.8

Cadangan dan Pandangan Pelajar Berkaitan Aktiviti Pembelajaran dalam Kelas (n=427)

Bil	Komponen	Frekuensi	Peratus (%)
1	Lebih banyak eksperimen	242	56.7
2	Menggunakan internet/multimedia/video	136	31.9
3	Projek /Tugasan dalam kumpulan	20	4.7
4	Lawatan ke agensi berkaitan bioteknologi	10	2.3
5	Menyediakan pusat permainan interaktif	4	0.8
6	Jemput ahli sains/ agensi berkaitan bioteknologi	3	0.7
7	Drama/Lagu	3	0.7
8	Libatkan agensi swasta/korporat	3	0.7
9	Mengadakan kuiz	2	0.5
10	Menghasilkan brosur	2	0.5
11	Mengadakan pameran	2	0.5
JUMLAH		427	100

Seterusnya, bagi cadangan berkaitan bahan pembelajaran merujuk kepada buku teks, Jadual 5.9 menunjukkan 18.5% pelajar mengharapkan lebih banyak maklumat berkaitan bioteknologi dimuatkan ke dalam buku teks.

Jadual 5.9

Cadangan dan Pandangan Pelajar Berkaitan Penambahbaikan Bahan Pembelajaran dalam Buku Teks (n=427)

Bil	Komponen	Frekuensi	Peratus (%)
Tajuk berkaitan bioteknologi:			
1	Tambah lebih banyak maklumat berkaitan bioteknologi	79	18.5
2	Tambah maklumat berkaitan penyakit dan ubatan	32	7.5
3	Tambah maklumat berkaitan kepentingan bioteknologi	28	6.6
4	Tambah maklumat berkaitan pengklonan	16	3.7
5	Tambah maklumat berhubung kebaikan dan keburukan kejuruteraan genetik	16	3.7
6	Tambah maklumat berkaitan kejuruteraan genetik	16	3.7
7	Tambah maklumat berkaitan akua kultur	12	2.8
8	Tambah maklumat berkaitan struktur DNA	12	2.8
9	Tambah maklumat berkaitan kultur tisu	8	1.9
10	Tambah maklumat berkaitan cap jari DNA	8	1.9
11	Tambah maklumat berkaitan sistem pembiakan	4	0.9
12	Tambah maklumat berkaitan sel dasar	4	0.9
13	Tambah maklumat berkaitan genom manusia	4	0.9
Ilustrasi & Penampilan Buku Teks			
14	Maklumat yang tepat,terperinci dan padat tanpa penggunaan perkataan yang banyak	60	14.1
15	Tambah lebih banyak gambar berwarna dan menarik	38	8.9
16	Tambah dapatan dan fakta terkini dari penyelidikan berkaitan.	38	8.9
17	Tambah lebih banyak gambarajah/carta alir bersesuaian	28	6.6
18	Kaitkan dengan Al Quran dan As Sunnah	12	2.8
19	Mewujudkan satu topik baru khusus mengenai bioteknologi	12	2.8
JUMLAH		427	100

Seramai 32 (7.5%) pelajar berharap agar komponen berkaitan penyakit dan ubatan dimuatkan ke dalam buku teks. Selain itu, 16 (3.8%) pelajar berharap agar setiap komponen berkaitan dengan kejuruteraan genetik, pengklonan serta kebaikan dan keburukan kejuruteraan genetik perlu dimuatkan dengan lebih banyak di dalam buku teks.

Satu lagi komponen baru yang tidak diketengahkan di dalam buku teks yang dicadangkan oleh 12 (2.8%) pelajar untuk dimuatkan adalah komponen akua kultur. Di samping itu, maklumat tambahan berkaitan DNA, kultur tisu, cap jari DNA, genom manusia, sel stem dan sistem pembiakan dicadangkan untuk dilakukan penambahan.

Sehubungan itu, pelajar mencadangkan dibuat penambahbaikan kepada aspek ilustrasi dan penampilan pada buku teks itu sendiri. Dalam Jadual yang sama, 14.1% pelajar mencadangkan agar maklumat dan penjelasan sesuatu fakta mestilah dilakukan secara tepat, terperinci dan padat tanpa penggunaan perkataan yang banyak. Selain itu, 8.9% pelajar mencadangkan supaya dilakukan penambahan dari segi penampilan buku teks dengan memasukkan lebih banyak gambar berwarna yang menarik, serta tambahan dapatan dan fakta terkini dari penyelidikan yang berkaitan. Tambahan lagi, 6.6% pelajar berharap lebih banyak gambarajah yang bersesuaian dimasukkan di dalam buku teks. Seramai 12 (2.8%) pelajar mencadangkan agar fakta berkaitan bioteknologi ini dikaitkan dengan bukti daripada Al Quran dan As Sunnah. Di samping itu, terdapat pelajar (2.8%) yang mencadangkan agar diwujudkan satu topik baru khusus mengenai bioteknologi.

Bahagian selanjutnya akan membincangkan dapatan kajian mengenai kemudahan infrastruktur dan sumber manusia bagi menambah baik pembelajaran bioteknologi dalam kalangan pelajar seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 5.10. Respons yang diterima menunjukkan 28.3% pelajar mencadangkan supaya ditingkatkan kemudahan peralatan di dalam makmal bagi membolehkan aktiviti berkaitan bioteknologi dijalankan.

Sehubungan ini, 27.2% pelajar berharap guru yang mengajar biologi mempunyai pengetahuan berkaitan bioteknologi dan 20.6% pelajar berharap agar guru yang mengajar haruslah mempunyai pengetahuan teknologi bagi menyampaikan konsep bioteknologi secara lebih tersusun dan jelas. Selain itu, 19.6% pelajar mencadangkan agar guru biologi

mempunyai kreativiti menyusun dan mempelbagaikan kaedah pengajaran yang digunakan semasa menyampaikan konsep bioteknologi kepada pelajar.

Jadual 5.10

Cadangan dan Pandangan Pelajar Berkaitan Kemudahan Infrastruktur dan Sumber Manusia (n=427)

Bil	Komponen	Frekuensi	Peratus (%)
1	Meningkatkan kemudahan peralatan makmal untuk menjalankan aktiviti	121	28.3
2	Guru mempunyai pengetahuan bioteknologi	116	27.2
3	Guru mempunyai pengetahuan teknologi menjalankan aktiviti bioteknologi	88	20.6
4	Guru yang kreatif	84	19.6
5	Tiada respon	18	4.3
JUMLAH		427	100

Cadangan penambahbaikan yang telah dikemukakan oleh seramai 427 pelajar yang terlibat dalam kajian ini perlu diambil perhatian yang sewajarnya dan boleh diambil kira dalam pengolahan bahan bantu pengajaran yang bersesuaian agar minat dan pengetahuan pelajar dalam konteks pendidikan bioteknologi dapat dikembangkan.

Sumber informasi berkaitan bioteknologi

Berkaitan sumber perolehan informasi bioteknologi, pelajar menggunakan skala Likert 4 point di mana skala 1 mewakili Tidak (never) sehingga skala 4 mewakili Sangat selalu (very often). Skala interpretasi bagi item dibahagikan kepada 3 iaitu, skor min 1.00 - 2.00 mewakili penggunaan sumber yang rendah, skor min 2.01 - 3.00 mewakili penggunaan sumber yang sederhana manakala skor min 3.01- 4.00 mewakili penggunaan sumber yang tinggi. Jadual 5.11 menunjukkan nilai min purata 2.74, iaitu perolehan sumber informasi dari item yang disenaraikan berada pada tahap sederhana. Rancangan yang disiarkan di dalam televisyen menjadi sumber utama pemerolehan maklumat berkaitan bioteknologi bagi pelajar dalam kajian ini.

Jadual 5.11

Kekerapan Penggunaan Sumber Informasi Berkaitan Bioteknologi (n= 427)

Item Soalan	Pernyataan	Nilai min (X)
1	Mendengar berita tentang bioteknologi	2.85
2	Membaca artikel tentang bioteknologi	2.81
3	Mencari di laman sesawang tentang perkara berkaitan bioteknologi	2.70
4	Menonton rancangan televisyen tentang bioteknologi	3.10
5	Mengikuti aktiviti atau program berkaitan bioteknologi	2.23
Min Purata		2.74

Apabila dilihat dengan lebih mendalam berkaitan dengan perolehan maklumat berkaitan bioteknologi, Jadual 5.12 menunjukkan purata min adalah 3.17. Antara sumber utama pemerolehan informasi adalah melalui penggunaan internet, guru, buku teks, majalah saintifik, televisyen, surat khabar, majalah, dan rakan-rakan. Radio, rakan dan pameran kurang mendapat perhatian pelajar sebagai sumber perolehan pengetahuan mengenai bioteknologi.

Jadual 5.12

Sumber Perolehan Informasi Berkaitan Bioteknologi

Item Soalan	Pernyataan	Nilai min (X)
1	Televisyen	3.42
2	Radio	2.30
3	Surat khabar	3.19
4	Majalah	3.00
5	Majalah saintifik	3.34
6	Internet	3.69
7	Buku teks	3.46
8	Guru	3.54
9	Pameran	2.94
10	Rakan	2.82
Min Purata		3.17

Dapatan kajian ini mengimplicasikan bahawa penggunaan media massa dan media cetak perlu diberi perhatian yang lebih sebagai cara pelajar mendapat pengetahuan berkaitan bioteknologi. Kajian oleh Smeltzer (2008) serta Mus Chairil Samani, Nurul Ilyana Rezali, Latifah Amin, dan Zaharah Hassan (2011) menunjukkan usaha yang lebih perlu dilakukan kerana isu bioteknologi kurang mendapat perhatian dan liputannya adalah terhad di dalam media-media arus perdana serta media alternatif di Malaysia. Oleh yang demikian, sumber-sumber ini dilihat tidak menjadi pilihan utama pelajar sebagai kaedah pemerolehan maklumat berkaitan bioteknologi.

Memandangkan guru juga merupakan salah satu sumber pemerolehan maklumat berkenaan bioteknologi, maka adalah penting agar guru dibekalkan dengan pengetahuan yang mantap berkaitan dengan bioteknologi, teknologi dan pedagogi yang mencukupi. Internet juga merupakan sumber yang boleh digunakan sebagai salah satu alternatif yang sesuai digunakan untuk pembelajaran komponen bioteknologi di mana terdapat laman-laman sesawang yang boleh dilayari di samping bahan yang boleh dimuat turun seperti tayangan video, aktiviti interaktif, gambar, gambarajah atau nota yang boleh digunakan bagi tujuan pengajaran dan pembelajaran. Apabila guru mampu untuk mengintegrasikan teknologi di dalam pengajaran dan pembelajaran, maka pengajaran yang lebih efektif akan berlaku. Komponen teknologi, pedagogi dan kandungan sesuatu pengetahuan membolehkan guru menyesuaikan strategi pembelajaran dengan teknik pengajaran yang spesifik melalui penggunaan teknologi yang bersesuaian (Archambault & Crippen, 2009; Koh, Chai, & Tsai, 2010).

Bagi tujuan ini, bahagian selanjutnya akan meninjau tahap pengetahuan sedia ada guru mengenai kandungan bioteknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan teknologi.

Tahap Pengetahuan dan Penggunaan Teknologi, Pengetahuan Pedagogi dan Kandungan Pengetahuan Bioteknologi (PTPK) Guru-guru Semasa Mengajar Elemen Bioteknologi dalam Mata pelajaran Biologi Tingkatan Empat dan Lima

Pengajaran dan pembelajaran yang berkesan memerlukan guru mampu menyampaikan bahan pengajaran secara sistematik. Guru haruslah mempunyai pengetahuan isi kandungan bahan pengajaran, kemahiran memilih kaedah pedagogi yang sesuai, di samping mempunyai pengetahuan tentang teknologi yang boleh digunakan dalam meningkatkan kefahaman dan minat pelajar; menggunakan bahan bantu mengajar yang sesuai serta dapat menarik perhatian pelajar untuk terus mengikuti sesi pembelajaran. Sehubungan itu, tahap pengetahuan kandungan bioteknologi, pengetahuan pedagogi dan pengetahuan teknologi seramai 30 guru yang mengajar Biologi Tingkatan empat dan lima telah ditentukan menggunakan Instrumen Pengetahuan Teknologi, Pedagogi dan Kandungan Bioteknologi (PTPK), yang terdiri daripada set A yang dimuatkan tujuh soalan bernombor ganjil dan set B yang dimuatkan tujuh soalan bernombor genap (Lampiran A). Jawapan yang diberikan oleh guru-guru ini dibandingkan dengan rubrik yang telah disediakan oleh pengkaji (Lampiran G). Setiap soalan diberikan skor di antara 0-3 dan jumlah skor keseluruhan bagi Instrumen PTPK set A dan B adalah 21 setiap satunya. Tahap pengetahuan TPCCK guru dibahagikan kepada tiga kategori merujuk kepada nilai peratus seperti berikut:

<u>Peratus</u>	<u>Tahap Pengetahuan Keseluruhan Guru</u>
< 50	Lemah
50-79	Sederhana
80-100	Cemerlang

Analisis kuantitatif dapatan kajian menggunakan Instrumen PTPK guru

Jadual 5.13 menunjukkan dapatan kajian menggunakan Instrumen PTPK Set A dan Set B yang melibatkan 15 guru setiap satunya. Dapatan kajian menunjukkan lima

guru yang menjawab Instrumen TPCK set A dan enam guru yang menjawab Instrumen TPCK Set B berada dalam kategori sederhana; manakala selebihnya berada di dalam kategori lemah. Secara keseluruhannya, dapatan kajian menunjukkan bahawa lebih daripada separuh guru yang terlibat dalam kajian ini dikategorikan sebagai mempunyai tahap PTPK yang lemah. Ini menunjukkan bahawa guru memerlukan bimbingan bagi meningkatkan tahap PTPK mereka.

Jadual 5.13

Analisis Instrumen PTPK Guru: Set A (n=15) Dan B(n=15)

Tahap pengetahuan (%)	Set A	Set B
< 50 (Lemah)	10	9
50-79 (Sederhana)	5	6
80-100 (Cemerlang)	0	0

Sehubungan ini, pengkaji telah melakukan analisis secara kualitatif terhadap dapatan kajian yang diperoleh ini dan ianya dibincangkan di bahagian selanjutnya.

Analisis kualitatif dapatan kajian menggunakan Instrumen PTPK guru

Bahagian ini akan membincangkan dapatan kajian yang merujuk kepada jawapan yang dikemukakan oleh kalangan guru yang terlibat. Senario 1 dan 2 adalah melihat kepada pengetahuan bioteknologi. Bagi senario 1, guru-guru mencadangkan agar kaedah pembiakbakaan digunakan bagi menghasilkan tanaman yang lebih berkualiti. Hanya dua daripada 15 guru sahaja yang berjaya mengemukakan idea berkenaan dengan penggunaan kaedah kejuruteraan genetik bagi menghasilkan varieti yang lebih baik dan tahan terhadap serangan penyakit serta makhluk perosak. Namun demikian, guru-guru berkenaan tidak dapat memberikan penjelasan lebih jelas bagaimana kaedah kejuruteraan genetik tersebut dilakukan.

Bagi Senario 2 pula, tiga daripada 15 guru tidak dapat memberikan jawapan yang betul, manakala lima daripada guru terbabit menyatakan bahawa bakteria yang mempunyai gen insulin dari manusia boleh digunakan dalam proses penghasilan insulin. Guru selainnya menyatakan bahawa bakteria yang disuntik dengan gen manusia akan membiak apabila ianya ditempatkan ke dalam medium dengan nutrien yang diperlukan. Namun demikian tiada seorang gurupun yang berjaya menyatakan teknik ini secara lengkap dengan menyertakan nama bakteria yang biasa digunakan dalam proses ini.

Merujuk kepada Senario 3 dan 4 mengenai pengetahuan pedagogi, senario 3 yang dijawab oleh guru menunjukkan seorang guru tidak dapat merancang aktiviti yang sesuai untuk menyampaikan konsep fermentasi dan penggunaan enzim dalam industri. Sembilan guru selainnya mencadangkan kaedah kuliah digunakan di mana guru menerangkan mengenai penggunaan yis dalam industri penghasilan makanan. Di samping itu, 5 guru yang terlibat hanya menyatakan penggunaan yis dalam aktiviti yang dicadangkan tetapi tidak mampu memberikan penerangan tentang prosedur menjalankan aktiviti yang dicadangkan. Seterusnya bagi soalan senario 4 yang mana guru perlu merancang untuk mengajar konsep sel stem kepada pelajar; seorang guru di dapati tidak memberikan sebarang jawapan manakala lapan dari guru berkenaan menyatakan mereka akan menggunakan tayangan video atau menunjukkan gambar berkaitan konsep sel stem kepada pelajar. Enam guru selebihnya menyatakan bahawa mereka akan menerangkan konsep asas sel stem, jenis sel stem dan bagaimana ia digunakan dalam merawat penyakit; dengan bantuan gambar atau animasi yang dimuat turun. Namun demikian, semua guru ini dilihat lebih menggunakan kaedah pengajaran satu hala di mana guru menyampaikan maklumat dan pelajar menerima pengajaran guru. Tiada guru yang mencadangkan aktiviti yang melibatkan pelajar mencari maklumat berkaitan; sama ada dari bahan bacaan mahupun melayari internet.

Senario 5 dan 6 pula adalah berkenaan pengetahuan teknologi; ini memerlukan guru merancang pengajaran dengan mereka bentuk eksperimen atau menggunakan laman sesawang yang sesuai. Bagi senario 5, empat daripada guru yang terlibat tidak dapat merangka eksperimen yang tepat manakala lima guru selainnya mencadangkan alat radas yang boleh digunakan dalam eksperimen tetapi mereka tidak berjaya merangka eksperimen yang bersesuaian; hanya lima guru sahaja yang berjaya merangka eksperimen. Bagi senario 6 pula, tiga daripada guru ini tidak memberi sebarang respon kepada soalan ini dengan alasan mereka tidak berkesempatan melayari internet. Empat guru yang terlibat hanya mampu mencadangkan nama laman sesawang seperti MARDI dan PORIM tetapi mereka tidak memberikan alamat laman sesawang selengkapnya; manakala lapan guru selainnya di dapati mencadangkan alamat laman sesawang yang tidak berkaitan dengan elemen bioteknologi.

Selanjutnya, pengetahuan bioteknologi dan pedagogi guru dinilai melalui senario 7 dan 8. Senario 7 mengkehendaki guru merancang aktiviti atau kaedah untuk mengajar pelajar menilai dan membuat keputusan tentang isu bioteknologi. Daripada respon yang diperoleh, tiga guru tidak dapat menjawab dengan betul dan lima guru pula mencadangkan aktiviti perbincangan sebagai alternatif pengajaran tetapi tidak memberikan perincian kaedah pengajaran yang akan dilakukan. Hanya tujuh guru sahaja mampu menyenaraikan isu-isu bioteknologi yang sesuai untuk aktiviti yang dicadangkan iaitu perbincangan dalam kumpulan. Antara isu-isu yang dicadangkan oleh guru adalah isu penghasilan organisma termodifikasi genetik serta proses pengklonan.

Senario 8 pula melibatkan guru merancang aktiviti secara '*hands-on*' di dalam atau di luar bilik darjah. Tiga daripada 15 guru gagal memberikan contoh aktiviti dan menyatakan mereka tidak dapat memikirkan apa-apa aktiviti yang bersesuaian. Walau bagaimanapun, seramai lima guru di dapati mampu menamakan konsep abstrak yang boleh diketengahkan melalui aktiviti '*hands-on*' iaitu teknik kultur tisu. Namun demikian,

mereka tidak dapat merancang secara terperinci bagaimana aktiviti ini boleh dijalankan. Berkaitan dengan soalan yang sama juga, tujuh guru lainnya juga menamakan teknik kultur tisu sebagai salah satu konsep yang abstrak dan aktiviti '*hands-on*' boleh digunakan. Namun demikian, mereka tidak dapat merancang dan menyatakan bagaimana aktiviti ini mampu dilaksanakan.

Selanjutnya, senario 9 dan 10 berkisar mengenai pengetahuan bioteknologi/ teknologi yang mana guru-guru diminta memilih alatan teknologi yang dapat memudahkan penyampaian konsep bioteknologi tertentu. Bagi menjawab senario 9, tiga guru di dapati gagal memberikan alatan teknologi yang boleh digunakan untuk mengajar cap jari DNA manakala empat guru selainnya dilihat mempunyai sedikit idea berkaitan alatan teknologi yang boleh digunakan. Ada di antara mereka mencadangkan penggunaan internet. Lapan guru selebihnya memaklumkan bahawa alatan teknologi seperti tayangan video atau memuat turun gambar berkaitan dapat membantu menyampaikan konsep tersebut tetapi tidak diberikan penjelasan lanjut bagaimana ianya akan digunakan semasa sesi pengajaran dan rasional pemilihan alatan ini.

Berkenaan Senario 10 pula, dua guru langsung tidak memberikan sebarang respon kepada soalan ini manakala enam guru lain mampu mengenalpasti kesalahan konsep pelajar berkenaan kultur tisu dan pengklonan. Guru selebihnya yang terlibat dalam kajian ini di dapati dapat mengenal pasti kesalahan konsep yang wujud serta mencadangkan di antara alatan teknologi yang boleh digunakan adalah gambarajah, gambar sebenar dan rakaman video. Penjelasan guru-guru ini setakat itu sahaja dan mereka tidak dapat memberikan langkah pengajaran yang boleh dilakukan.

Selanjutnya, pengetahuan teknologi/pedagogi guru ditentukan melalui Senario 11 dan 12. Bagi senario 11; empat guru tidak memberikan respon dan dua guru lagi menyatakan antara tajuk yang boleh dikembangkan adalah berkaitan kejuruteraan genetik.

Selebih guru yang terlibat dalam kajian ini mampu mengenal pasti tajuk dan juga mencadangkan beberapa laman sesawang yang boleh digunakan.

Masih membincangkan soalan berhubung dengan pengetahuan teknologi/pedagogi, senario 12 meminta guru mencadangkan aktiviti '*hands-on*' secara makmal maya yang boleh digunakan semasa pengajaran. Tiga guru dilihat tidak memberikan respon manakala lapan guru hanya berjaya memberikan tajuk yang difikirkan sesuai untuk menggunakan makmal maya. Di samping itu, empat guru sahaja yang dapat menyatakan beberapa laman sesawang yang boleh digunakan. Kesemua guru yang terlibat dalam kajian ini menunjukkan yang mereka tidak dapat merancang pengajaran menggunakan makmal maya.

Berkaitan dengan ketiga-tiga pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi yang dirangkum bersama, Senario 13 dan 14 mengharapkan guru merancang aktiviti projek berhubung dengan bioteknologi. Senario 13 menunjukkan enam guru tidak menjawab soalan ini. Namun, baki guru yang lainnya mampu mencadangkan tiga daripada lima langkah yang telah digariskan. Sehubungan itu juga, empat guru memberikan respon yang salah manakala lima guru hanya mampu menyatakan satu sahaja langkah yang tepat. Selebih guru pula berjaya menyatakan tiga daripada lima langkah dengan tepat.

Contoh jawapan yang diberikan oleh guru-guru yang terlibat bagi setiap senario seperti yang dimuatkan dalam Instrumen PTPK dan telah dibincangkan ini diberikan secara ringkas dalam Jadual 5.14.

Jadual 5.14

Contoh Jawapan Guru Bagi Setiap Senario

Senario	Contoh jawapan guru yang tepat
1	<ul style="list-style-type: none"> a. Benih yang baik hasil dari kajian GMO yang dibuat/ kaedah kejuruteraan genetik. b. Hibrid buah lebih kualiti dan tahan kepada makhluk perosak - kultur tisu c. Kacukan pembiak baka tumbuhan d. Kaedah pengklonan baka yang baik
2	<ul style="list-style-type: none"> a. Memasukkan gen insulin manusia ke dalam E.coli. b. Plasmid rekombinan dimasukkan ke dalam bakteria tanpa plasmid dan kemudian dikultur mengguna media yang sesuai. c. Kultur bakteria dengan gen dari sel pankreas manusia. Insulin disisip ke dalam DNA bakteria dengan bantuan enzim.
3	<ul style="list-style-type: none"> a. Menerangkan konsep respirasi anaerobik dan tindakan enzim zimase menghidrolisis glukos. b. Menjalankan eksperimen menggunakan yis. c. Eksperimen menyediakan 2 adunan dengan dan tanpa gula. Merangsang minda pelajar memberi jawapan kepada pemerhatian yang dilihat. d. Guna 2 roti yang ada yis dan tanpa yis – tunjuk pelajar sebagai set induksi.
4	<ul style="list-style-type: none"> a. Menerangkan konsep sel stem menggunakan keratan akhbar, Youtube, power point. b. Pelajar berbincang dalam kumpulan dan membenteng hasil perbincangan.
5	<ul style="list-style-type: none"> a. Merangka kaedah menjalankan eksperimen: letak doh berinti yis di dalam ketuhar, makmal dan peti sejuk – buat pemerhatian. b. Memberikan keputusan eksperimen dalam bentuk jadual dan graf. c. Merancang eksperimen dengan menentukan pemboleh ubah, alat radas dan kaedah menjalankan eksperimen.
6	<ul style="list-style-type: none"> a. http://www.mardi.gov.my b. http://www.slideshare.net/teknologi-makanan c. http://mofpi.nic.in/nfpp.html d. http://www.fda.gov e. http://www.inift.gov.my f. http://www.biotek.gov.my g. http://sainspertanian.wordpress.com h. http://allmalaysia.info/msiacommerce/opportunities/consumer.asp
7	<ul style="list-style-type: none"> a. Perbincangan dalam kumpulan/debat/forum. b. Kumpul maklumat dari pelbagai sumber. c. Pembentangan dapatan perbincangan/pengumpulan maklumat. d. Penyediaan buku skrap/folio. e. Lawatan ke pusat bioteknologi seperti MARDI/universiti. f. Pelajar diberi satu senario/kes untuk diselesaikan.
8	<ul style="list-style-type: none"> a. Tajuk: Translasi protein daripada DNA oleh ribosom.- murid memadan protein mengikut templat DNA (dalam acuan). b. Tajuk: DNA origami- fold paper to imitate the structure of DNA. c. Tajuk: Tisu kultur- lobak merah. d. Tajuk: CSI using principles of DNA technology-DNA extraction from food samples.
9	<ul style="list-style-type: none"> a. Video b. Powerpoint presentation c. LCD projector d. Electrophoresis set

Jadual 5.14 (Sambungan)

Contoh jawapan guru bagi setiap senario

Senario	Contoh jawapan guru yang tepat	
10	a. Guna video yang sesuai(youtube). c. Sediakan Powerpoint. e. Guna internet – cari bahan berkaitan.	b. Menjalankan teknik kultur tisu. d. Guna LCD.
11	a. Beri tugas/projek kepada pelajar kumpul maklumat dari internet, bahan diperoleh dihantar ke VLEFrog guru/ persembahan dalam kelas. b. Tajuk: tisu kultur/pengklonan/kejuruteraan genetik	
12	a. Menggunakan permainan pendidikan yang terdapat di laman web tertentu. b. Menjalankan eksperimen secara maya melalui http://www.autodesk.com	
13	a. Kumpul maklumat- foto, video, dari internet, kamera digital. b. Sediakan buku skrap/gambar di tampal di papan kenyataan. c. Menjalan projek menanam pisang hibrid- menjalankan tisu kultur bahagian tumbuhan yang terhasil dipamerkan hasil. d. Jalankan permainan dan kuiz berkaitan pisang hibrid. e. Buat sudut mengenai kegunaan pisang kepada kesihatan.	
14	a. Tajuk: Biodegradasi bahan tercemar di laut(minyak).Tayangan video dan cara penyelesaian menggunakan hydrocarbonoclastic bacteria dan menjalankan eksperimen di dalam makmal. b.Penyediaan bahan bantu mengajar bagi tajuk kultur tisu. c. Penghasilan alkohol dari pulut- menggunakan yis.	

Sebagai kesimpulan, dapatan kajian ini memberikan gambaran bahawa guru-guru yang terlibat dalam kajian ini mempunyai idea yang tidak menyeluruh mengenai penggunaan pengetahuan bioteknologi, pedagogi dan teknologi dalam merancang dan menjalankan aktiviti pengajaran. Guru perlu diberi bimbingan dan panduan semasa merancang bahan pengajaran agar mereka dapat menyampaikan ilmu pengetahuan bioteknologi sebaik mungkin dan seterusnya memberi manfaat kepada pelajar.

Dapatan dari analisis kandungan dan keperluan yang telah dijalankan dalam bab ini digunakan dalam bab berikutnya untuk membangunkan Modul Bioteknologi.

BAB 6

PEMBANGUNAN MODUL BIOTEKNOLOGI

Pendahuluan

Bab ini akan memperincikan setiap langkah di dalam Model pengajaran Isman sehingga terhasilnya Modul Bioteknologi, yang merupakan keunikan kajian ini. Oleh yang demikian, perbincangan selanjutnya ini akan dilakukan berdasarkan kepada dua pusingan teknik Delphi ubah suaian yang telah dijalankan oleh pengkaji sehingga memperoleh konsensus pakar dan terhasil Modul Bioteknologi tersebut.

Pembangunan Soalan Soal Selidik untuk Teknik Delphi Ubah suaian

Bagi tujuan pembangunan soalan soal selidik yang digunakan di dalam Teknik Delphi ubah suaian pusingan satu, pengkaji telah menggunakan beberapa dokumen yang diberikan kepada beberapa pakar yang dipilih secara bertujuan (*purposive*). Antara dokumen tersebut adalah Senarai elemen bioteknologi yang telah dikemukakan oleh Wells (1994) dan dapatan daripada analisis kandungan sukatan pelajaran Biologi dari negara Indonesia, Singapura, China (Hong Kong) dan Malaysia. Sesi temu bual separa berstruktur dijalankan kepada dua pakar Bioteknologi berjawatan Professor dari Universiti Malaya dan Universiti Kebangsaan Malaysia serta dua pakar Pendidikan berjawatan Pensyarah dari Universiti Pendidikan Sultan Idris dan Universiti Malaya bagi mendapatkan pandangan pakar mengenai elemen bioteknologi serta cadangan aktiviti pembelajaran yang boleh digunakan untuk pelajar Tingkatan empat dan lima yang mengambil mata pelajaran Biologi. Senarai elemen bioteknologi yang digunakan ini adalah merujuk kepada antara cadangan elemen bioteknologi yang telah dikemukakan oleh Wells untuk dimuatkan ke dalam mata pelajaran Pendidikan Teknologi di Amerika

Syarikat seperti mana terdapat dalam Lampiran K yang ditunjukkan secara ringkas agihannya dalam Jadual 6.1

Jadual 6.1
Agihan Elemen Berkaitan Bioteknologi

Bil	Elemen	Jumlah elemen
1	Biokimia	9
2	Perubatan	6
3	Pertanian	11
4	Kejuruteraan Genetik	12
5	Bioetika	7
6	Biopemprosesan	10
7	Asas Bioteknologi	8
8	Alam sekitar	5
	Jumlah	68

Sebelum memulakan sesi temu bual ini, pengkaji telah menghubungi kesemua pakar melalui telefon dengan memaklumkan mereka akan tujuan penyelidikan ini dijalankan dan hasrat pengkaji melantik mereka untuk terlibat di dalam Teknik Delphi yang dijalankan. Seterusnya, pengkaji membuat temu janji untuk berjumpa dengan setiap panel pakar mengikut kelapangan waktu mereka untuk menjalankan sesi temu bual serta menghantar surat perlantikan kepada ke semua panel pakar terbabit. Semasa sesi temu bual dijalankan, pengkaji mengedarkan senarai elemen bioteknologi yang telah dikemukakan oleh Wells (1994) dan senarai elemen bioteknologi yang terhasil daripada analisis kandungan sukatan pelajaran empat negara yang telah dijalankan oleh pengkaji bersama dua pengekod seperti mana yang telah diterangkan dalam Bab lima. Senarai elemen bioteknologi yang dikemukakan oleh Wells ini mempunyai dua lajur tambahan; iaitu sama ada panel pakar menerima atau menolak sub elemen tersebut dimasukkan ke dalam Modul Bioteknologi yang akan dibangunkan. Tambahan daripada ini, setiap subtajuk juga dibekalkan dengan ruangan tambahan di mana panel pakar boleh

memberikan maklum balas kesesuaian elemen bioteknologi yang dicadangkan untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi tersebut.

Hasil dari perbincangan dengan empat pakar Bioteknologi dan pendidikan tersebut, ke semua pakar bersetuju hanya 18 daripada 68 sub elemen yang terdapat di dalam senarai elemen bioteknologi yang dicadangkan oleh Wells (1994) di dapati sesuai dengan tahap kebolehan dan pengetahuan pelajar Tingkatan empat dan lima yang mengambil mata pelajaran Biologi dan diterima untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi. Elemen-elemen bioteknologi ini disusun semula kepada enam elemen; seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 6.2.

Pada pandangan empat pakar terbabit, terdapat beberapa faktor yang menyebabkan elemen dan sub elemen tertentu digugurkan dan tidak dimasukkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan. Faktor utama pengguguran elemen Bioteknologi tersebut adalah kerana sebahagian daripada elemen ini sudah pun terdapat di dalam buku teks Biologi Tingkatan empat dan lima. Selain itu, terdapat elemen yang dicadangkan oleh Wells ini tidak sesuai dimuatkan ke dalam pendidikan Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima kerana ianya adalah sukar dan lebih sesuai didedahkan kepada pelajar di peringkat pengajian yang lebih tinggi.

Antara elemen dan sub elemen yang telah dicadangkan untuk digugurkan adalah mengenai Biokimia. Ini memandangkan elemen ini telah pun dibincangkan di dalam Bab empat: Komposisi Kimia di dalam Sel di dalam mata pelajaran Biologi Tingkatan empat. Sub elemen lain yang terdapat di dalam tajuk perubatan, pertanian dan kejuruteraan genetik juga perlu digugurkan pada pandangan kesemua pakar memandangkan elemen ini telah pun ada di dalam kandungan mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima. Di antara sub elemen tersebut adalah berkenaan dengan keselamatan makanan, struktur asas bahan genetik, struktur asas sel dan kawalan biologi yang setiap satunya terdapat di dalam

Bab dua: Struktur dan organisasi sel, Bab lima: Pembahagian sel dan Bab lapan: Ekosistem Dinamik yang terdapat di dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan empat.

Jadual 6.2

Agihan Elemen dan Sub Elemen Berkaitan Bioteknologi yang Dicadangkan oleh Pakar.

Bil	Elemen	Sub elemen
1	Pengenalan kepada bioteknologi	a. Sejarah bioteknologi b. Konsep gen dan DNA
2	Teknik kultur tisu dan kejuruteraan genetik	a. Tisu kultur b. Kejuruteraan Genetik dalam haiwan dan tumbuhan c. Analisis DNA dalam Kejuruteraan genetik d. Projek Genom e. Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik
3	Bioteknologi dalam perubatan	a. Potensi kajian sel stem b. Potensi terapi gen c. Perubatan molekul d. Forensik
4	Bioteknologi dalam pertanian	a. Akuakultur b. Aplikasi mikrob dalam pertanian
5	Bioteknologi berkaitan dengan penghasilan produk	a. Fermentasi dalam biopemprosesan b. Penghasilan bioproduct c. Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan d. Sains makanan
6	Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan	a. Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi

Selain itu, beberapa sub elemen yang terdapat di dalam tajuk Bioetika, Biopemprosesan, Asas Bioteknologi, dan Alam sekitar juga dicadangkan oleh ke semua pakar untuk digugurkan memandangkan elemen ini adalah terlalu sukar dan tidak sesuai dengan tahap pengetahuan pelajar Tingkatan empat dan lima. Di antara sub elemen tersebut adalah mengenai *Bioremediation* dan *Biorestitution* dalam tajuk Alam sekitar; pengkhususan kepada log dan jurnal makmal, kaedah saintifik yang terdapat dalam tajuk Asas Bioteknologi; reka bentuk pemprosesan: Pengawalan dan pertumbuhan, teknik pengasingan dan pemurnian dalam tajuk Biopemprosesan, teknik ‘probing’ dan biomolekul dalam tajuk kejuruteraan genetik, pemindahan teknologi, hukum perundangan dan keselamatan dalam tajuk Bioetika, terapeutik dalam tajuk bioteknologi perubatan

serta sub elemen pengkulturan dalam tajuk Biopemprosesan. Di samping itu, pakar-pakar juga mencadangkan agar subtajuk yang berkaitan dengan impak sosial yang hadir dalam hampir setiap tajuk diolah semula kepada Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan.

Berbalik kepada elemen yang telah dicadangkan oleh panel pakar; Elemen Pengenalan kepada bioteknologi terdiri dari sub elemen yang membincangkan mengenai Sejarah bidang bioteknologi. Panel pakar juga mencadangkan ditambah satu sub elemen di bawah elemen ini iaitu konsep gen dan DNA yang diubahsuai daripada sub elemen asalnya mengenai struktur asas bahan genetik yang wujud pada elemen Kejuruteraan genetik. Rasional memasukkan sub elemen konsep gen dan DNA adalah kerana ia merupakan konsep asas yang diperlukan oleh pelajar semasa melakukan pemanipulasian gen dalam bidang bioteknologi. Perubahan selanjutnya yang telah disetujui oleh panel pakar ialah untuk menggabungkan dua elemen berasingan iaitu Teknik kultur tisu serta Kejuruteraan genetik dan diletakkan di bawah payung Teknik kultur tisu dan Kejuruteraan genetik. Selanjutnya, dalam elemen baru berkaitan dengan Bioteknologi dalam perubatan; sub elemen Potensi terapi gen yang terdapat di bawah tajuk bioetika telah dipindahkan kepada elemen ini. Di samping itu, satu lagi tambahan sub elemen yang dicadangkan adalah mengenai Potensi sel stem yang dimasukkan ke dalam elemen Bioteknologi dalam perubatan.

Kesemua pakar juga bersetuju agar ditambah satu ruangan di mana panel pakar yang terlibat semasa pusingan satu Teknik Delphi dapat mencadangkan subkomponen topik-topik berkaitan yang sesuai diletakkan di bawah sub elemen tersebut. Selain daripada sub elemen yang terletak di bawah elemen yang telah ditetapkan ini, panel pakar juga mencadangkan ditambah satu ruangan untuk panel pakar yang terlibat semasa pusingan satu Teknik Delphi menyatakan kaedah pengajaran yang bersesuaian dengan sub elemen ini. Antara kaedah pengajaran yang telah dicadangkan oleh pakar-pakar terbabit terdiri daripada amali secara *hands-on*, amali menggunakan laman web maya,

menjalankan projek, kaedah penyelesaian masalah, perbincangan dalam kumpulan, perbahasan/forum, pembelajaran berasaskan masalah, kaedah kuliah atau lawatan. Rasional dicadangkan pelbagai kaedah pengajaran adalah kerana dapatan dari kajian lepas mengesyorkan pelajar didedahkan kepada pelbagai kaedah pengajaran yang mampu meningkatkan minat dan kefahaman pelajar yang mempunyai stail pembelajaran yang berbeza (Knippels et al., 2005; Van der Zande et al., 2012)

Berdasarkan dapatan daripada perbincangan dengan empat panel pakar tersebut, pengkaji telah membentuk satu set soalan soal selidik menggunakan skala Likert 4 point yang digunakan dalam Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama. Sehubungan ini, bahagian seterusnya akan membincangkan dapatan dari respons panel pakar terhadap soalan soal selidik tersebut berserta dengan cadangan yang diusulkan.

Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama

Dalam pusingan ini, 20 orang pakar telah dikenal pasti dari bidang pendidikan dan bioteknologi dan telah dipelawa untuk terlibat di dalam kajian ini; sama ada melalui perbualan telefon atau emel. Daripada jumlah ini, hanya 17 sahaja yang memberikan respon yang positif seperti yang telah dinyatakan dalam bab empat. Setiap panel pakar yang bersetuju terlibat dalam kajian ini diberikan surat pelantikan masing-masing. Di samping itu, setiap panel pakar juga dibekalkan dengan borang soal selidik (Lampiran L) yang telah dipersetujui oleh empat panel pakar yang terbabit dalam pembangunan soal selidik untuk digunakan semasa Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan Pertama dijalankan. Setiap elemen yang termuat di dalam borang soal selidik ini dilengkapi dengan skala Likert 4 poin yang terdiri dari Skala 1: Tidak bersetuju langsung, Skala 2: Tidak bersetuju, Skala 3: Bersetuju dan Skala 4: Sangat bersetuju. Di samping itu, borang soal selidik ini juga menyediakan ruangan di mana panel pakar boleh memberi cadangan sub komponen

bagi setiap sub elemen beserta aktiviti selain daripada yang telah dinyatakan di dalam borang soal selidik tersebut.

Setiap panel pakar diberikan tempoh masa tiga minggu untuk melengkapkan borang soal selidik masing-masing. Dari semasa ke semasa, pengkaji menghubungi panel pakar sama ada melalui talipon atau emel bertanyakan jika terdapat sebarang masalah yang timbul untuk menjawab soalan soal selidik tersebut. Selepas tempoh dua minggu yang diberikan, terdapat beberapa panel pakar yang tidak sempat menjawab borang soal selidik yang dibekalkan. Oleh kerana kekangan masa yang timbul, dan setelah dihubungi oleh pengkaji, terdapat panel pakar yang meminta agar pengkaji membuat temu janji berjumpa mereka dan membantu mereka menjawab soal selidik tersebut. Pengkaji telah membacakan setiap soalan yang dikemukakan dan panel pakar memberikan pandangan mereka yang kemudiannya ditulis oleh pengkaji ke dalam borang soal selidik. Setelah selesai menjawab semua soalan, pengkaji telah membaca semula jawapan yang telah diberikan oleh panel pakar dan ditulis oleh pengkaji. Setelah mendapat persetujuan panel pakar terbabit, sebarang penambahan atau perubahan yang dilakukan kemudiannya dibuat pembetulan oleh pengkaji.

Dalam tempoh masa tiga minggu, pengkaji telah mendapat semula semua 17 soal selidik daripada ke semua panel pakar yang terlibat dalam pusingan ini. Seterusnya pengkaji telah menganalisis dapatan yang diperoleh ini dan akan dibincangkan di bahagian selanjutnya.

Analisis Dapatan Pusingan Pertama Teknik Delphi Ubah suaian Dari Respon Panel Pakar

Pengkaji menganalisis data menggunakan program SPSS versi 20 dan Microsoft Word untuk penjadualan yang lebih kemas. Data yang diperoleh daripada Teknik Delphi Ubah suaian Pusingan pertama ini dianalisis menggunakan statistik deskriptif iaitu dengan menggunakan peratus, median, mod dan julat antara kuartil (JAK). Konsensus

pakar terhadap item-item yang terdapat di dalam soal selidik berkaitan elemen bioteknologi dan aktiviti yang sesuai dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi ini disusun mengikut peratus, mod tertinggi, skor median tertinggi dan nilai julat antara kuartil terkecil.

Elemen Bioteknologi yang sesuai dimuatkan di dalam Modul Bioteknologi

Bahagian ini akan mempersembahkan dapatan analisis yang telah dijalankan kepada ke semua item berkenaan elemen bioteknologi yang sesuai untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan.

Elemen 1: Pengenalan kepada bioteknologi

Merujuk kepada Elemen 1: Pengenalan kepada Bioteknologi; seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 6.3, sub elemen yang terkandung dalam elemen ini mempunyai konsensus yang tinggi dengan nilai 82.4% bagi sub elemen Sejarah bioteknologi manakala sub elemen Konsep Gen dan DNA memperoleh 76.4%. Kesemua panel pakar bersetuju bahawa sub elemen ini dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan.

Jadual 6.3
Komponen Bioteknologi bagi Elemen 1: Pengenalan kepada Bioteknologi

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus: Tinggi/Sederhana/Tiada
a) Sejarah bioteknologi	82.4	3	3	0	Tinggi
b) Konsep Gen dan DNA	76.4	3	3	1	Tinggi

Cadangan subkomponen Sejarah Bioteknologi:
i. Pengenalan
ii. Sejarah & Perkembangan

Bagi sub elemen sejarah bioteknologi, panel pakar mencadangkan subkomponen yang boleh dibincangkan adalah mengenai pengenalan bioteknologi, sejarah dan perkembangan bioteknologi. Manakala sub elemen kedua yang dipersetujui oleh panel pakar dengan mencapai konsensus tinggi untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi adalah mengenai Gen dan DNA.

Elemen 2: Teknik Kultur Tisu dan Kejuruteraan Genetik

Dalam elemen ini, hanya lima sub elemen sahaja yang mendapat persetujuan pakar dan dicadangkan untuk dimasukkan ke dalam Modul Bioteknologi seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 6.4.

Jadual 6.4

Komponen Bioteknologi Bagi Elemen 2: Teknik Kultur Tisu dan Kejuruteraan Genetik

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus: Tinggi/ Sederhana/Tiada
Kultur tisu	100	4	4	1	Tinggi
Kejuruteraan Genetik dalam haiwan dan tumbuhan	82.3	3	3	0.5	Tinggi
Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik	70.6	3	3	1	Tinggi
Projek Genom	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Analisis DNA dalam Kejuruteraan genetik	70.5	3	3	1	Tinggi

a) Cadangan Subkomponen Kejuruteraan Genetik dalam haiwan dan tumbuhan:

- i. Pengenalan
- ii. Konsep asas kejuruteraan genetic

b) Cadangan Subkomponen Analisis DNA dalam Kejuruteraan genetik:

- i. Teknik-teknik yang terlibat
- ii. Kepentingan analisis DNA

c) Cadangan subkomponen kultur tisul:

- i. Pengenalan kepada kultur tisul
- ii. Konsep dan jenis kultur tisul
- iii. Teknik kultur tisul
- iv. Aplikasi kultur tisul dalam pertanian

Bagi sub elemen kultur tisul, konsensus tinggi telah diperoleh di mana ia mencatat 100% pakar bersetuju dengan sub elemen ini; yang mana nilai mod dan mediannya adalah empat serta nilai Julat antara kuartil adalah satu. Kesemua panel pakar bersetuju memilih

sub elemen ini dimasukkan ke dalam Modul Bioteknologi; di samping sub elemen lain seperti Kejuruteraan Genetik dalam haiwan dan tumbuhan, Analisis DNA dalam Kejuruteraan genetik dan Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik. Ke semua sub elemen mencapai nilai JAK satu; kecuali sub elemen Kejuruteraan Genetik dalam haiwan dan tumbuhan dan Projek Genom yang mencapai nilai JAK 0.5 masing-masing mencatat peratus 82.3 dan 76.5. Sub elemen selainnya mencapai peratus yang lebih rendah daripada 70%, berbanding sub elemen kultur tisu dan kejuruteraan genetik dalam haiwan dan tumbuhan yang bernilai lebih daripada 80%.

Bagi sub elemen Kultur tisu, dua sub komponen yang telah dicadangkan oleh panel pakar untuk dibincangkan di bawah sub elemen ini ialah pengenalan kepada kultur tisu, konsep dan jenis kultur tisu, teknik kultur tisu dan aplikasi kultur tisu dalam pertanian. Manakala bagi sub elemen Kejuruteraan genetik dalam haiwan dan tumbuhan, dua sub komponen yang dicadangkan iaitu pengenalan dan konsep asas kejuruteraan genetik. Manakala dalam analisis DNA dalam kejuruteraan genetik pula, dua sub komponen dicadangkan iaitu Teknik-teknik yang terlibat dan Kepentingan analisis DNA

Elemen 3: Bioteknologi dalam perubatan

Ke semua sub elemen di bawah elemen ini telah mendapat persetujuan panel pakar untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang akan dibangunkan seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 6.5 dan ke semuanya mencatatkan konsensus antara pakar yang tinggi. Sub elemen forensik dan Potensi kajian sel stem mencatat peratusan tertinggi iaitu 82.3% dengan nilai JAK sifar. Kedua-dua sub elemen Perubatan molekul dan Potensi terapi gen yang mencatatkan nilai median dan mod bernilai 3, JAK bernilai satu dan nilai peratus 64.7 dan 70.6 masing-masing.

Jadual 6.5

Komponen Bioteknologi Bagi Elemen 3: Bioteknologi dalam Perubatan

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Forensik	82.3	3	3	0	Tinggi
Potensi kajian sel stem	82.3	3	3	0	Tinggi
Potensi terapi gen	70.6	3	3	1	Tinggi
Perubatan molekul	64.7	3	3	1	Tinggi

a) Cadangan subkomponen Potensi kajian sel stem
i. Aplikasi kajian sel stem dalam perubatan

b) Cadangan subkomponen Potensi terapi gen:
i. Terapi gen untuk penyakit ii. Kejuruteraan tisu untuk menghasilkan organ

Di dalam sub elemen Potensi kajian sel stem, salah satu sub komponen yang dicadangkan adalah mengenai aplikasi kajian sel stem dalam perubatan. Di samping itu bagi sub elemen Potensi terapi gen; cadangan sub komponen yang dimajukan oleh panel pakar adalah berkaitan dengan terapi gen untuk penyakit serta kejuruteraan tisu untuk menghasilkan organ.

Elemen 4: Bioteknologi dalam pertanian

Seterusnya di dalam elemen ini, dua sub elemen telah disepakati oleh ke semua panel pakar untuk dimasukkan ke dalam Modul Bioteknologi yang akan dibangunkan oleh pengkaji iaitu akuakultur dan aplikasi mikrob dalam pertanian. Kedua-dua sub elemen tersebut mencatatkan median dan mod 3 serta mempunyai nilai Julat antara kuartil di antara 0 - 1; iaitu mencapai tahap konsensus yang tinggi seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.6.

Bagi sub elemen akuakultur dan aplikasi mikrob dalam pertanian, ianya merupakan suatu elemen yang baru dalam mata pelajaran Biologi walaupun secara zahirnya elemen ini telah pun wujud lama dalam bidang pertanian. Sub komponen yang dicadangkan adalah Pengenalan tentang akuakultur serta proses yang terlibat di dalam

kaedah ini. Manakala bagi sub elemen Aplikasi mikrob dalam pertanian pula, panel pakar telah mencadangkan sub komponen mengenai Jenis mikrob, Peranan mikrob serta kebaikan dan keburukan aplikasi mikrob dalam pertanian dimasukkan dan dibincangkan di dalam modul yang akan dibangunkan.

Jadual 6.6

Komponen Bioteknologi bagi Elemen 4: Bioteknologi dalam Pertanian

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Aplikasi mikrob dalam pertanian	82.3	3	3	0	Tinggi
Akuakultur	70.6	3	3	1	Tinggi

a) Cadangan subkomponen akuakultur:
i. Pengenalan kepada akuakultur
ii. Proses yang terlibat dalam akuakultur

b) Cadangan subkomponen Aplikasi mikrob dalam pertanian:
i. Jenis mikrob
ii. Peranan mikrob
iii. Kebaikan dan keburukan aplikasi mikrob dalam pertanian

Elemen 5: Bioteknologi berkaitan dengan penghasilan produk

Merujuk kepada Jadual 6.7, ke semua panel pakar bersetuju memuatkan 5 sub elemen yang terdapat di bawah elemen ini ke dalam Modul Bioteknologi yang akan dibangunkan. Ke semua sub elemen ini mempunyai nilai Julat antara kuartil di antara 0 - 1. Kesemua sub elemen mencatat nilai peratus di antara 94.1 – 82.3%. Bagi sub elemen Penghasilan bioproduk; sub komponen yang telah dicadangkan oleh pakar adalah mengenai Penghasilan ubatan dan hormon yang mana ianya merupakan suatu bidang baru kepada pelajar selain daripada penghasilan produk melalui industri yang dijalankan.

Jadual 6.7

Komponen Bioteknologi Bagi Elemen 5: Bioteknologi Berkaitan dengan Penghasilan Produk

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Penghasilan bioproduct	94.1	3	3	1	Tinggi
Sains makanan	88.3	3	4	1	Tinggi
Fermentasi dalam biopemprosesan	82.4	3	3	0	Tinggi
Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan	82.3	3	3	0.5	Tinggi

a) Cadangan Subkomponen Penghasilan bioproduct:
i. Penghasilan ubatan dan hormon

Elemen 6: Impak sosial bioteknologi

Seterusnya, bagi elemen Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan, sub elemen ini telah mencapai konsensus yang tinggi di mana nilai mod dan median adalah tiga dan julat antara kuartil satu; serta mencapai persetujuan 94.1%. Oleh yang demikian, sub elemen ini diterima untuk dimasukkan ke dalam Modul Bioteknologi yang akan dibangunkan oleh pengkaji seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 6.8. Merujuk kepada cadangan sub komponen bagi sub elemen ini, panel pakar telah bersetuju kepada dua sub komponen iaitu Kesan bioteknologi kepada perkembangan ekonomi negara dan isu etika, moral dan perundangan bidang ini kepada kehidupan.

Jadual 6.8

Komponen Bioteknologi Bagi Elemen 6: Impak Bidang Bioteknologi kepada Kehidupan

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi dalam kehidupan	94.1	3	3	1	Tinggi

a) Cadangan subkomponen kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi dalam kehidupan:
i. Kesan bidang bioteknologi kepada perkembangan ekonomi negara
ii. Isu etika, moral dan perundangan

Seterusnya, bagi mendapatkan gambaran yang lebih jelas mengenai elemen-elemen bioteknologi ini, pengkaji akan membincangkan berkenaan kaedah pengajaran yang sesuai untuk digunakan semasa pengajaran elemen bioteknologi ini seperti mana yang dicadangkan oleh panel pakar di bahagian berikutnya.

Kaedah pengajaran yang sesuai dimuatkan di dalam Modul Bioteknologi

Berhubung dengan kaedah pengajaran yang sesuai digunakan untuk menyampaikan bahan pengajaran, terdapat sembilan kaedah yang dicadangkan oleh panel pakar yang boleh digunakan iaitu melalui pengendalian amali secara *hands-on*, melakukan amali menggunakan laman web maya, menjalankan projek, kaedah penyelesaian masalah, sesi perbincangan dalam kumpulan, mengadakan perbahasan/forum, aktiviti pembelajaran berasaskan masalah, sesi kuliah, dan menganjurkan lawatan. Bagi setiap komponen ini, satu ruangan tambahan diberikan di dalam soal selidik yang dibekalkan dan panel pakar boleh mencadangkan sebarang kaedah pengajaran selain daripada yang telah dinyatakan yang boleh digunakan semasa aktiviti pengajaran dilakukan oleh guru.

Perbincangan setiap elemen atau sub elemen berserta dengan kaedah pengajaran yang sesuai akan dibentangkan di bahagian ini.

Elemen 1: Pengenalan kepada bioteknologi

Sub elemen: Sejarah Bioteknologi

Berkaitan dengan kaedah pengajaran yang sesuai bagi Sub elemen Sejarah Bioteknologi, kaedah kuliah mencatat nilai peratusan tertinggi iaitu 76.5, manakala kaedah selainnya mempunyai nilai peratusan di antara 47.1–17.6. Kaedah kuliah mencapai konsensus yang tinggi dan ditunjukkan melalui nilai mod dan mediannya adalah 3 serta nilai Julat antara kuartilnya adalah 0.5. Selain itu, terdapat panel pakar yang mencadangkan supaya aktiviti menjalankan projek dan perbincangan dalam kumpulan

juga boleh digunakan di samping tayangan dokumentari sebagai alternatif yang boleh digunakan bagi mengajar sub elemen ini seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.9.

Jadual 6.9

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Sejarah Bioteknologi

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus: Tinggi/ Sederhana/Tiada
Kuliah	100	3	3	0	Tinggi
Projek	82.4	3	3	0	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	82.4	3	3	0	Tinggi
Penyelesaian masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Perbahasan/Forum	11.8	2	2	0	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	11.8	2	2	0	Tinggi
Amali secara hands-on	0	2	2	0	Tinggi
Lawatan	0	2	2	0	Tinggi
Cadangan aktiviti:					
i. Menyaksikan tayangan dokumentari					

Sub elemen : Konsep Asas Gen dan DNA

Bagi sub elemen konsep gen dan DNA, kaedah yang mencapai peratusan tertinggi adalah kaedah kuliah dan amali secara *hands-on*; manakala kaedah yang lainnya menunjukkan nilai peratus lebih rendah dari 35.3%. Kedua-dua kaedah kuliah dan amali secara *hands-on* ini mencatatkan nilai median dan mod 3; kaedah yang lainnya hanya mencapai nilai median dan mod bernilai 2 sahaja. Dalam sub elemen ini, tiada sebarang cadangan aktiviti dari panel pakar di dapati seperti dilihat dalam Jadual 6.10.

Jadual 6.10

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub elemen: Konsep Gen dan DNA

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Amali secara hands-on	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	35.3	2	2	1	Tinggi
Projek	5.9	2	2	0	Tinggi
Penyelesaian masalah	5.9	2	2	0	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	0	2	2	0.5	Tinggi
Lawatan	0	2	2	0	Tinggi
Perbincangan/Forum	0	2	2	0	Tinggi
Cadangan aktiviti: Tiada					

Elemen 2: Teknik Tisu Kultur dan Kejuruteraan Genetik

Sub elemen: Kultur tisu

Bagi sub elemen ini, ke semua kaedah mencapai konsensus yang tinggi. Di antara kaedah yang mencatat peratusan yang tinggi adalah melalui lawatan (76.5%), amali secara *hands-on* (70.6%), perbincangan dalam kumpulan dan kuliah (58.8%). Ke semua kaedah ini mempunyai nilai JAK bernilai 1. Lima kaedah selainnya di dapati menunjukkan nilai peratusan di bawah 47.1%, dan nilai median dan min bernilai 1 serta nilai JAK di antara 0 - 1; seperti mana ditunjukkan di dalam Jadual 6.11. Sebagai tambahan, terdapat pakar yang mencadangkan aktiviti mengikuti tayangan dokumentari boleh dijadikan sebagai kaedah tambahan dalam menyampaikan bahan pengajaran kultur tisu ini.

Jadual 6.11

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Kultur tisu

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Lawatan	76.5	3	3	1	Tinggi
Amali secara hands-on	70.6	3	3	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	58.8	3	3	1	Tinggi
Kuliah	58.8	3	2	1	Tinggi
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	47.1	2	2	1	Tinggi
Projek	41.2	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	29.4	2	2	1	Tinggi
Perbincangan/Forum	29.4	2	2	1	Tinggi
Cadangan aktiviti: Menyaksikan tayangan dokumentari					

Sub elemen: Kejuruteraan Genetik haiwan dan tumbuhan

Selanjutnya, mengenai kaedah pengajaran yang boleh digunakan untuk mengajar sub elemen ini, antara kaedah yang mencapai nilai mod dan median bernilai 3 meliputi aktiviti menjalankan projek, kuliah, amali menggunakan laman web maya, perbincangan dalam kumpulan dan lawatan. Kesemua kaedah ini menunjukkan konsensus yang tinggi dalam kalangan panel pakar yang terlibat di mana nilai JAK di antara 0 - 0.5 dan peratus setiap satunya adalah dalam lingkungan 88.3–76.5% seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 6.12. Kaedah yang selainnya di dapati mencatatkan nilai median dan mod bernilai 2, nilai JAK di antara 0 - 1 dan peratusan antara 47.1 – 0. Di samping itu, kaedah tambahan yang dicadangkan oleh panel pakar adalah dengan mendedahkan pelajar kepada tayangan dokumentari berkaitan sub elemen ini. Selain itu, kaedah lain yang difikirkan sesuai digunakan adalah dengan menjemput saintis, wakil dari badan bukan kerajaan atau institusi berkaitan untuk menyampaikan ceramah.

Jadual 6.12

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Kejuruteraan Genetik Haiwan dan Tumbuhan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Projek	88.3	3	3	0	Tinggi
Kuliah	82.4	3	3	0	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Lawatan	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Perbahasan/Forum	47.1	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	35.3	2	2	1	Tinggi
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	0	2	2	0	Tinggi

Cadangan aktiviti:
i. Menyaksikan tayangan dokumentari
ii. Jemput saintis/NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah

Sub elemen: Analisis DNA dalam Kejuruteraan Genetik

Bagi sub elemen ini, Jadual 6.13 menunjukkan kaedah pengajaran yang mencapai peratusan tertinggi adalah kaedah kuliah dengan 88.2%, nilai median dan mod bernilai 3 serta JAK bernilai 0.5. Kaedah yang selainnya walaupun mempunyai nilai konsensus yang tinggi, namun nilai median dan modnya hanya berada pada paras 2 sahaja. Ini mengimplicasikan bahawa kaedah-kaedah ini kurang sesuai digunakan dalam penyampaian sub elemen ini. Aktiviti menyaksikan tayangan dokumentari dicadangkan sebagai kaedah alternatif yang boleh digunakan dalam penyampaian konsep ini.

Jadual 6.13

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub elemen: Analisis DNA dalam Kejuruteraan Genetik

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	88.2	3	3	0.5	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	47.1	2	2	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	29.4	2	2	1	Tinggi
Lawatan	29.4	2	2	1	Tinggi
Projek	17.6	2	2	0	Tinggi
Amali secara hands-on	11.8	2	2	0	Tinggi
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Perbincangan/Forum	5.9	2	2	0	Tinggi
Cadangan aktiviti: Menyaksikan tayangan dokumentari					

Sub elemen: Projek Genom

Berkaitan dengan sub elemen Projek Genom ini seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 6.14, hanya dua kaedah yang disepakati oleh panel pakar bagi menyampaikan pengajaran sub elemen ini. Kedua-duanya adalah merujuk kepada kaedah kuliah dan lawatan. Ianya mencapai nilai peratus melebihi 80%, dengan JAK bernilai 0 serta nilai 3 bagi median dan mod kedua-dua kaedah ini. Kaedah yang selainnya menunjukkan nilai mod serta median bernilai 2 mencatat peratus kurang daripada 41.2. Sehubungan dengan sub elemen ini, di dapati tiada aktiviti tambahan yang telah dicadangkan oleh panel pakar.

Jadual 6.14

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Projek Genom

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	94.1	3	3	0	Tinggi
Lawatan	82.4	3	3	0	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	41.2	2	2	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	41.2	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Projek	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Perbincangan/Forum	17.7	2	2	0	Tinggi
Penyelesaian masalah	17.6	2	2	0	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	0	2	2	0	Tinggi
Cadangan Aktiviti: Tiada					

Sub elemen: Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik

Berdasarkan Jadual 6.15 berkenaan dengan kaedah pengajaran yang boleh digunakan dalam pengajaran sub elemen Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik, kaedah kuliah sahaja yang disepakati oleh panel pakar dengan peratus 88.3 dan ia mempunyai nilai min dan mod bernilai 3. Ke semua kaedah pengajaran yang selainnya mempunyai nilai peratus di antara 47.1 dan 5.9. Di sini juga di dapati tiada item bagi cadangan aktiviti tambahan yang dicadangkan oleh panel yang terlibat.

Jadual 6.15

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Sistem Vektor Organisma yang Terlibat dalam Kejuruteraan Genetik

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	88.3	3	3	0	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	47.1	2	2	1	Tinggi
Lawatan	29.4	2	2	1	Tinggi
Projek	29.4	2	2	1	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Penyelesaian masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	17.7	2	2	0	Tinggi
Perbincangan/Forum	11.8	2	2	0	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	5.9	2	2	0	Tinggi
Cadangan aktiviti: Tiada					

Elemen 3: Bioteknologi dalam perubatan

Sub elemen: Potensi Kajian Sel Stem

Dalam sub elemen ini, Jadual 6.16 menunjukkan kaedah kuliah dan perbincangan dalam kumpulan merupakan dua kaedah yang disepakati oleh panel pakar dan ianya mencapai peratusan melebihi 80. Dapatan ini disokong dengan nilai JAK bernilai 0. Kaedah yang selainnya tidak mencapai persetujuan pakar dan ianya mempunyai nilai peratus 50 dan ke bawah. Aktiviti tambahan yang telah dicadangkan adalah dengan menjemput saintis atau wakil dari badan bukan kerajaan dan institusi berkaitan untuk memberi ceramah.

Jadual 6.16

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Potensi Kajian Sel Stem

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	88.2	3	3	0	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	82.4	3	2	0	Tinggi
Lawatan	47.1	2	2	1	Tinggi
Projek	41.2	2	2	1	Tinggi
Perbahasan/Forum	35.3	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	29.4	2	2	1	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Penyelesaian masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	5.9	2	2	0	Tinggi

Cadangan aktiviti:
i. Jemput saintis/NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah.

Sub elemen: Potensi Terapi Gen

Seterusnya bagi sub elemen ini, Jadual 6.17 menunjukkan kaedah kuliah dan perbincangan dalam kumpulan telah diterima oleh panel pakar sebagai kaedah penyampaian yang boleh digunakan; di mana kedua-duanya mencapai nilai peratusan 82.3% dan 76.5% dan JAK bernilai 0 atau 0.5. Kaedah-kaedah yang selainnya menunjukkan peratusan yang rendah daripada 29.4 dan ianya tidak dipersetujui oleh panel pakar untuk digunakan semasa pengajaran sub elemen ini.

Jadual 6.17

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Potensi Terapi Gen

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus: Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	82.3	3	3	0	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	29.4	3	2	1	Tinggi
Lawatan	29.4	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	29.4	2	2	1	Tinggi
Projek	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Penyelesaian masalah	17.6	2	2	0	Tinggi
Perbincangan/Forum	17.6	2	2	0	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	0.0	2	2	0	Tinggi

Cadangan aktiviti:
i. Jemput saintis/NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah
ii. Menyaksi tayangan dokumentari

Terdapat juga cadangan daripada pakar supaya kaedah lain juga digunakan dalam penyampaian sub elemen ini kepada pelajar. Kaedah yang disarankan juga adalah dengan menjemput saintis, badan bukan kerajaan atau institusi berkaitan dengan bidang ini untuk menyampaikan ceramah berkaitan. Tambahan dari kaedah ini, pakar juga berpandangan bahawa pendedahan yang diberikan kepada pelajar menerusi dokumentari yang berhubung dengan bidang ini bukan sahaja membantu pelajar memahami konsep ini dengan lebih baik, bahkan juga membantu guru menyampaikan bahan pengajaran tersebut dengan berkesan.

Sub elemen: Perubatan Molekul

Merujuk kepada sub elemen Perubatan molekul, dua kaedah yang mempunyai nilai peratus melebihi 70 adalah kaedah kuliah dan lawatan; di mana ianya mempunyai median dan mod bernilai 3 serta JAK bernilai di antara 0 -1. Bagi kaedah yang lainnya,

di dapati nilai peratusan yang diperoleh adalah kurang daripada 35.3% dengan JAK bernilai di antara 0 – 1.5. Hanya satu item sahaja iaitu kaedah pembelajaran berasaskan masalah yang mempunyai JAK pada aras sederhana seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.18. Tiada sebarang aktiviti tambahan yang dicadangkan oleh ke semua panel yang terlibat dalam kajian ini bagi sub elemen ini.

Jadual 6.18

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub elemen: Perubatan Molekul

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	88.3	3	3	0	Tinggi
Lawatan	70.5	3	3	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	35.3	2	2	1	Tinggi
Projek	35.3	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	29.4	2	2	1.5	Sederhana
Amali menggunakan laman web maya	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	11.8	2	2	0	Tinggi
Perbincangan/Forum	0	2	2	1	Tinggi
Cadangan aktiviti: Tiada					

Sub elemen: Forensik

Selanjutnya, bagi sub elemen ini, antara kaedah yang dipersetujui untuk aktiviti pengajaran adalah kaedah pembelajaran berasaskan masalah, kuliah dan amali menggunakan laman web maya. Ketiga-tiga kaedah ini mencatat nilai peratus melebihi 75 %, median dan mod bernilai 3 serta JAK di antara 0.5 dan 1. Kaedah yang selainnya menunjukkan nilai peratusan yang lebih rendah daripada 50 % dan nilai JAK di antara 0

– 1 sahaja. Selain itu, dapatan juga menunjukkan tiada sebarang aktiviti tambahan yang dicadangkan oleh panel pakar seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 6.19.

Jadual 6.19

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Forensik

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus: Tinggi/ Sederhana/Tiada
Pembelajaran berasaskan masalah	88.2	3	3	1	Tinggi
Kuliah	88.2	3	3	1	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Lawatan	47.1	2	2	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	41.2	2	2	1	Tinggi
Penyelesaian masalah	41.1	2	2	1	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	29.4	2	2	1	Tinggi
Projek	23.6	2	2	0.5	Tinggi
Perbincangan/Forum	17.7	2	2	0	Tinggi
Cadangan Aktiviti: Tiada					

Elemen 4: Bioteknologi dalam pertanian

Sub elemen: Akuakultur

Berhubung dengan sub elemen ini, dapatan di dalam Jadual 6.20 menunjukkan bahawa kaedah pengajaran yang dicadangkan oleh panel pakar yang terlibat adalah kaedah kuliah dan lawatan. Nilai JAK bagi kedua-dua kaedah adalah 0.5 dan nilai mod serta median adalah 3. Kaedah yang selebihnya yang telah dicadangkan tidak mendapat persetujuan pakar untuk digunakan dalam menyampaikan konsep ini. Di samping itu juga di dapati bahawa tiada aktiviti tambahan dicadangkan oleh panel pakar.

Jadual 6.20

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Akuakultur

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Lawatan	76.4	3	3	0.5	Tinggi
Projek	29.4	2	2	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	29.4	2	2	1	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	11.8	2	2	0	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	11.8	2	2	0	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Perbincangan/Forum	17.6	2	2	0	Tinggi
Penyelesaian masalah	17.6	2	2	0	Tinggi
Cadangan Aktiviti: Tiada					

Sub elemen: Aplikasi Mikrob dalam pertanian

Berkaitan dengan sub elemen ini yang ditunjukkan dalam Jadual 6.21, kaedah pengajaran yang mencapai persetujuan dalam kalangan panel pakar mengikut turutan adalah kaedah kuliah, menjalankan projek, menjalankan amali menggunakan laman web maya ataupun lawatan. Ke semua kaedah ini mempunyai nilai JAK pada aras 1 serta nilai median dan mod pada nilai 3; kecuali kaedah amali menggunakan laman web maya yang mempunyai nilai mod sebagai 2. Aktiviti tambahan yang dicadangkan adalah dengan penayangan dokumentari berkaitan kepada pelajar.

Jadual 6.21

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Aplikasi Mikrob dalam Pertanian

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus: Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	82.3	3	3	0	Tinggi
Projek	76.4	3	3	1	Tinggi
Lawatan	58.9	3	3	1	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	52.9	3	2	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	52.9	3	3	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	41.1	2	2	1	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	35.3	2	2	1	Tinggi
Perbahasan/Forum	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Penyelesaian masalah	0	2	2	0	Tinggi

Cadangan Aktiviti:
i. Menyaksi tayangan dokumentari

Elemen 5: Bioteknologi berkaitan dengan penghasilan produk

Sub elemen: Fermentasi dalam Biopemprosesan

Selanjutnya berkenaan dengan sub elemen fermentasi dalam biopemprosesan, tiga kaedah pengajaran yang mencapai JAK bernilai di antara 0 - 1 dan peratus 82.3 – 58.8 seperti mana dilihat dalam Jadual 6.22. Ianya terdiri dari aktiviti menjalankan amali secara *hands-on*, menjalankan projek serta kaedah kuliah. Kaedah selainnya menunjukkan nilai mod dan median 2 serta nilai peratusan di bawah 50 %. Tiada sebarang aktiviti tambahan dicadangkan oleh panel pakar bagi pengajaran sub tema ini.

Jadual 6.22

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Fermentasi dalam Biopemprosesan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus: Tinggi/Sederhana/Tiada
Amali secara <i>hands-on</i>	82.3	4	3	1	Tinggi
Kuliah	82.3	3	3	0	Tinggi
Projek	58.8	3	3	1	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	47.1	2	2	1	Tinggi
Lawatan	41.2	2	2	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	29.4	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	17.6	2	2	0	Tinggi
Perbahasan/Forum	11.8	2	2	0	Tinggi
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Cadangan aktiviti: Tiada					

Sub elemen: Penghasilan Bioproduk

Masih lagi membincangkan tentang kaedah pengajaran yang sesuai, panel pakar mendapati di antara kaedah yang boleh digunakan bagi menyampaikan isi kandungan sub elemen Penghasilan produk ini adalah dengan menggunakan kaedah projek, menyampaikan pengajaran secara kuliah, perbincangan dalam kumpulan ataupun dengan mengadakan lawatan ke agensi yang berkaitan. Merujuk kepada Jadual 6.23, ke semua kaedah ini mencapai nilai peratusan melebihi 64.7 % dan JAK bernilai di antara 0.5 - 1. Kaedah yang selainnya mencatatkan nilai peratus di bawah 30, median dan mod bernilai 2 serta JAK bernilai 0 - 1. Panel pakar juga berpendapat bahawa pendedahan pelajar kepada tayangan dokumentari mampu membantu pembelajaran konsep ini.

Jadual 6.23

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub elemen: Penghasilan Bioproduk

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Projek	82.3	3	3	1	Tinggi
Kuliah	76.5	3	3	0.5	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	70.6	3	3	1	Tinggi
Lawatan	64.7	3	3	1	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	29.4	2	2	1	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	23.5	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi
Perbincangan/Forum	17.6	2	2	0	Tinggi
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Cadangan aktiviti:					
i. Menyaksi tayangan dokumentari					

Sub elemen: Aplikasi Mikrobial dalam Biopemprosesan

Selanjutnya bagi sub elemen aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan, panel pakar bersepakat bahawa kaedah pengajaran yang boleh digunakan adalah kaedah kuliah dan penganjuran lawatan. Kedua-dua sub elemen ini mempunyai nilai median dan mod bernilai 3, peratus 76.5 dan 70.6; julat antara kuartil adalah 0.5. Kaedah yang selainnya gagal mencapai persetujuan pakar seperti tertera dalam Jadual 6.24. Di samping itu, kaedah lain yang dicadangkan untuk digunakan semasa mengajar elemen ini adalah dengan menayangkan dokumentari kepada pelajar sebagai sokongan kepada kaedah yang telah dinyatakan lebih awal.

Jadual 6.24

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Aplikasi Mikrobial dalam Biopemprosesan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	82.3	3	3	0.5	Tinggi
Projek	70.6	3	3	1	Tinggi
Lawatan	58.9	3	3	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	53.0	3	2	1	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	35.3	2	2	1	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	23.5	2	2	0	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	23.6	2	2	0.5	Tinggi
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi
Perbincangan/Forum	5.9	2	2	0	Tinggi
Cadangan Aktiviti: Menyaksikan tayangan dokumentari					

Sub elemen: Sains Makanan

Seterusnya, merujuk kepada sub elemen Sains makanan dan Jadual 6.25, kaedah pengajaran yang disarankan untuk digunakan pada pandangan pakar adalah melalui kaedah menjalankan kuliah, aktiviti menjalankan amali secara *hands-on*, menjalankan projek berkaitan dengan sains makanan serta penganjuran lawatan ke agensi berkaitan dengannya. Kesemua kaedah ini mencapai kesepakatan yang tinggi dalam kalangan panel pakar yang terlibat. Ke semua kaedah yang dinyatakan ini juga memperoleh nilai min dan median pada aras 3 serta julat antara kuartil bernilai 0. Kaedah menjalankan amali secara *hands-on* hanya mencapai konsensus sederhana dari panel pakar. Kaedah yang selainnya yang tersenarai dalam Jadual 6.25 menunjukkan nilai peratusan kurang daripada 50 % dan kurang sesuai untuk digunakan dalam pengajaran komponen ini. Seperti mana kaedah

awal yang telah dinyatakan, aktiviti tambahan yang dicadangkan adalah berkenaan kaedah pembelajaran dengan menonton tayangan dokumentari.

Jadual 6.25

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Sains Makanan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Kuliah	82.4	3	3	0	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	82.3	3	3	0	Tinggi
Lawatan	88.2	3	3	0	Tinggi
Projek	64.7	3	3	0	Tinggi
Amali menggunakan laman web maya	47.1	2	2	1	Tinggi
Perbincangan dalam kumpulan	41.2	2	2	1	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	35.2	2	2	1	Tinggi
Perbahasan/forum	29.4	2	2	1	Tinggi
Penyelesaian masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi

Cadangan aktiviti:
i. Menyaksikan tayangan dokumentari

Elemen 6: Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan.

Sub elemen: Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi.

Merujuk kepada Jadual 6.26 berhubung dengan kaedah pengajaran yang boleh digunakan untuk mengajar sub elemen ini, antara aktiviti yang dipersetujui oleh panel pakar dan mencapai median 3 adalah aktiviti perbincangan dalam kumpulan, kaedah kuliah dan menjalankan perbahasan atau forum. Ke semua kaedah ini mencapai kesepakatan panel pakar dengan median dan mod bernilai 3 serta JAK bernilai di antara 0 - 1. Selanjutnya, aktiviti lain yang dicadangkan oleh panel pakar untuk digunakan semasa mengajar sub elemen ini adalah dengan menonton tayangan dokumentari.

Jadual 6.26

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Keباikan dan Keburukan Bidang Bioteknologi

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada
Perbincangan dalam kumpulan	94.1	3	3	0	Tinggi
Perbahasan/Forum	88.2	3	3	1	Tinggi
Kuliah	82.4	3	3	0	Tinggi
Pembelajaran berasaskan masalah	47.0	2	2	1	Tinggi
Projek	47.1	2	2	1	Tinggi
Penyelesaian masalah	41.1	2	2	1.5	Sederhana
Amali menggunakan laman web maya	17.6	2	2	0	Tinggi
Lawatan	5.9	2	2	0	Tinggi
Amali secara <i>hands-on</i>	0	2	2	0	Tinggi

Cadangan aktiviti:
i. Menyaksikan tayangan dokumentari

Rumusan dapatan dari Teknik Delphi Ubahsuaian Pusingan Pertama

Secara keseluruhannya, dapatan dari pusingan pertama Teknik Delphi ubah suaian ini memperlihatkan pelbagai kaedah yang boleh digunakan bagi pengajaran sub elemen yang dipilih. Dapatan dari Teknik Delphi ubah suaian pusingan pertama ini juga memperlihatkan masih terdapat sebahagian elemen yang telah disenaraikan perlu dinilai lebih lagi bagi mendapatkan kepastian yang benar-benar kukuh dari kalangan panel pakar. Rentetan ini, sekali lagi Teknik Delphi ubah suaian Pusingan kedua dilakukan; memandangkan terdapat cadangan sub komponen dan aktiviti baharu yang telah dicadangkan dan belum mendapat konsensus di antara panel pakar yang terlibat. Di dalam pusingan ini, panel pakar boleh memilih sama ada mengekalkan atau mengubah pilihan jawapan mereka yang diberi dalam pusingan pertama. Pada masa yang sama, pengkaji juga telah menentukan nilai Wilcoxon signed rank (Z) bagi menentukan aras konsistensi

respon panel pakar dalam kedua-dua pusingan Teknik Delphi. Sehubungan itu, bahagian selanjutnya akan membincangkan dapatan yang diperoleh selepas analisis data yang diperoleh dilakukan.

Analisis Dapatan Pusingan Kedua Teknik Delphi Ubah suaian dari Respon Panel Pakar

Di dalam Teknik Delphi ubah suaian pusingan kedua ini, setiap panel pakar dibekalkan dengan borang soal selidik yang dimuatkan dengan soalan yang hampir sama dengan soal selidik yang digunakan dalam pusingan pertama; tetapi terdapat sedikit penambahan yang dilakukan. Item yang sama diberikan di samping ditambah dengan nilai mod, median dan julat antara kuartil (JAK) yang disepakati oleh semua panel pakar. Di samping itu, soal selidik juga ditambah dengan item mengenai cadangan sub komponen dan cadangan aktiviti yang telah diutarakan oleh panel pakar dari pusingan sebelumnya. Panel pakar boleh mengekalkan pilihan jawapan mereka di dalam pusingan 1 tersebut atau mengubah pilihan jawapan kepada jawapan yang baru. Jika pilihan jawapan pakar adalah berbeza daripada pandangan majoriti pakar dalam pusingan 2 tersebut, maka pakar diminta menyatakan sebab mengapa pakar tetap dengan pendiriannya yang asal.

Di dalam pusingan ini juga, pilihan jawapan peribadi setiap pakar bagi setiap item juga dinyatakan di dalam borang soal selidik ini sebelum borang ini dihantar kepada setiap pakar yang terlibat sama ada menerusi emel atau dihantar sendiri oleh pengkaji kepada panel pakar yang terlibat. Setiap pakar diberikan tempoh selama 3 minggu bagi melengkapkan soal selidik berkenaan. Pengkaji juga menghubungi setiap panel pakar bermula dari minggu kedua dan minggu ketiga bagi mengetahui jika mereka menghadapi sebarang masalah dalam menjawab soal selidik tersebut dan juga memaklumkan mereka akan tarikh mereka perlu memulangkan semula borang soal selidik masing-masing. Seperti mana yang telah dilakukan di dalam pusingan sebelum ini, mana-mana panel pakar yang agak sibuk dan lebih selesa jika pengkaji bersama-sama semasa menjawab

soalan soal selidik tersebut, maka pengkaji telah membuat temu janji berjumpa panel pakar terbabit. Soalan soal selidik dibacakan oleh pengkaji dan panel pakar menyatakan keputusan mereka sama ada tetap dengan pendirian mereka atau mengubah pendirian. Segala keputusan yang dicapai dituliskan oleh pengkaji di dalam borang soal selidik panel pakar berkenaan. Setelah selesai, pengkaji menyerahkan semula borang soal selidik itu kepada panel pakar untuk memastikan apa yang dinyatakan oleh panel pakar telah dituliskan secara tepat oleh pengkaji. Hasilnya, kesemua borang soal selidik dari 17 pakar yang terlibat telah diperolehi oleh pengkaji dalam tempoh masa tiga minggu.

Berdasarkan kepada 18 sub elemen yang telah disepakati oleh panel pakar, konsensus pakar terhadap item-item berkaitan dengan kaedah pengajaran yang sesuai digunakan dalam pengajaran sebagaimana yang terdapat di dalam soal selidik ini dikenal pasti dan disusun mengikut nilai peratus, mod tertinggi, skor median tertinggi dan nilai julat antara kuartil terkecil. Di samping itu, pengkaji juga menentukan nilai Wilcoxon signed rank bagi tujuan mendapatkan arah konsistensi jawapan panel pakar dari pusingan satu dan pusingan dua dan dapatan dari pusingan ini akan dibincangkan di bahagian seterusnya.

Elemen 1: Pengenalan kepada Bioteknologi

Sub elemen: Sejarah Bioteknologi

Merujuk kepada Jadual 6.27 mengenai kesesuaian sub elemen ini untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi, panel pakar bersetuju memasukkan sub elemen ini. Berkaitan dengan sub komponen yang dicadangkan, kesemua sub komponen mencapai konsensus yang tinggi bagi ketiga-tiga sub komponen di mana nilai mod dan mediannya adalah 3 manakala nilai Julat antara kuartil mencapai nilai sifar. Sub komponen Pengenalan mencatat 82.4 % manakala sub komponen Sejarah dan perkembangan

bioteknologi serta Mikrob sebagai agen utama bioteknologi mencatat peratus 94.1 dan 94.2 setiap satunya.

Jadual 6.27

Kesesuaian Dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Sejarah Bioteknologi

	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kesesuaian sub elemen	82.4	3	3	1	Tinggi	.000 *
Cadangan Sub komponen						
Pengenalan	82.3	3	3	0	Tinggi	
Sejarah & perkembangan bioteknologi	94.1	3	3	0	Tinggi	
Mikrob sebagai agen utama Bioteknologi	94.2	3	3	0	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Selain itu, Jadual 6.28 menunjukkan kaedah pengajaran yang boleh digunakan bagi menyampaikan sub elemen ini adalah secara kuliah, menjalankan projek dan juga perbincangan dalam kumpulan. Ketiga-tiga kaedah ini mempunyai nilai JAK di antara 0-0.5. Nilai Z bagi kaedah kuliah mencatat nilai – 1.000, diikuti dengan kaedah projek serta perbincangan dalam kumpulan yang bernilai Z sifar. Dapatan ini menunjukkan bahawa tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan panel pakar dari kedua-dua pusingan Teknik Delphi yang telah dijalankan. Selain itu, cadangan untuk mendedahkan pelajar kepada tayangan dokumentari yang berkaitan dengan tajuk ini juga mendapat kata sepakat dari semua pakar yang terlibat untuk digunakan dalam penyampaian sub tema ini dengan mempunyai nilai median dan mod 3 serta JAK sifar.

Jadual 6.28

Kesesuaian Kaedah Pengajaran bagi Sub elemen: Sejarah Bioteknologi

	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	100	3	3	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Projek	88.2	3	3	0	Tinggi	.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	82.4	3	3	0	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	17.6	2	2	0	Tinggi	- 1.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Amali menggunakan laman web maya	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	0	2	2	0	Tinggi	- 1.414 *
Lawatan	0	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti						
Menyaksikan tayangan dokumentari	100	3	3	0	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen : Struktur Gen dan DNA

Apabila dilihat kepada sub elemen kedua ini seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 6.29 di dapati sub elemen ini mencapai konsensus yang tinggi berbanding dengan JAK bernilai 0 dan Z bernilai -1.000. Ini mengitlakkan bahawa panel pakar bersetuju memasukkan sub elemen ke dalam Modul Bioteknologi dan tidak terdapat perbezaan yang signifikan pada pandangan mereka dari kedua-dua pusingan teknik Delphi tersebut.

Jadual 6.29
Kesesuaian Sub Elemen: Struktur Gen dan DNA

	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kesesuaian sub elemen	82.3	3	3	0	Tinggi	-1.000 *

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sehubungan ini juga, Jadual 6.30 menunjukkan bahawa kaedah pengajaran yang dicadangkan untuk digunakan dalam pengajaran sub elemen ini adalah secara kuliah dan amali secara *hands-on*. Situasi ini dizahirkan dengan dapatan dari analisis yang dijalankan yang menunjukkan kedua-dua kaedah ini mempunyai nilai mod dan median bernilai 3 serta JAK bernilai di antara 0 - 0.5.

Jadual 6.30
Kesesuaian Kaedah Pengajaran Bagi Sub Elemen: Konsep Gen dan DNA

	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/ Sederhana/Tiada	Nilai Z
Amali secara <i>hands-on</i>	94.1	3	3	0	Tinggi	- 1.732 *
Kuliah	76.5	3	3	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Projek	5.9	2	2	0	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	5.9	2	2	0	Tinggi	.000 *
Amali menggunakan laman web maya	0	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Lawatan	0	2	2	0	Tinggi	.000 *
Perbahasan/Forum	0	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti : Tiada						

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Nilai Z bagi kedua-dua kaedah ini menunjukkan kesepakatan wujud dalam jawapan panel pakar dan ianya adalah signifikan. Kaedah yang selainnya juga menunjukkan kesignifikan yang tinggi dalam jawapan panel pakar bagi kedua-dua pusingan untuk tidak memilih kaedah ini sebagai kaedah pilihan semasa menyampaikan pengajaran sub elemen ini kepada pelajar seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 6.30.

Elemen 2: Teknik Tisu Kultur dan Kejuruteraan Genetik

Sub elemen: Kultur tisú

Bagi sub elemen ini, Jadual 6.31 menunjukkan kesepakatan panel pakar dapat dilihat di mana nilai mod dan median telah mencapai nilai 4 dengan JAK bernilai 1. Konsensus yang tertinggi dicapai antara panel pakar berkenaan sub komponen ini. Berkaitan dengan sub komponen yang boleh digunakan untuk mengajar kultur tisú, empat sub komponen diterima oleh panel pakar; yang terdiri daripada pengenalan kepada kultur tisú, konsep dan jenis kultur tisú, teknik kultur tisú serta aplikasi kultur tisú dalam pertanian. Kesemua sub komponen mencatat nilai mod dan median 3 serta JAK menunjukkan wujudnya konsensus yang tinggi dalam kalangan pakar yang terlibat.

Jadual 6.31

Kesesuaian dan Cadangan Sub komponen Bagi Sub Elemen: Teknik Kultur Tisu

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kultur tisú	100	4	4	1	Tinggi	- 1.414 *
Cadangan sub komponen kultur tisú:						
i.Pengenalan kepada kultur tisú	94.2	3	3	0	Tinggi	
ii.Konsep dan jenis kultur tisú	88.3	3	3	1	Tinggi	
iii.Teknik kultur tisú	94.2	4	3	0	Tinggi	
iv. Aplikasi kultur tisú dalam pertanian	100	4	4	0	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Seterusnya, bagi menyampaikan pengajaran sub elemen ini, di antara kaedah yang diterima oleh panel pakar adalah lawatan, amali secara *hands-on* dan kuliah. Kaedah lawatan dan amali secara *hands-on* mencapai JAK bernilai 1 manakala kaedah kuliah mencapai JAK bernilai 0. Walaupun ke semua kaedah yang tertera di dalam Jadual 6.32 mempunyai nilai Z di antara -1.000 – .000, namun demikian kaedah yang selain dari tiga kaedah yang telah dipersetujui oleh pakar untuk digunakan dalam pengajaran sub elemen ini adalah ditolak. Dalam sub elemen ini juga, panel pakar bersepakat untuk menerima tayangan dokumentari sebagai kaedah alternatif yang boleh digunakan dalam aktiviti pengajaran.

Jadual 6.32

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Kultur Tisu

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Lawatan	100	3	3	1	Tinggi	- 1.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	100	3	3	1	Tinggi	- 1.000 *
Kuliah	94.2	3	3	0	Tinggi	- 0.577 *
Perbincangan dalam kumpulan	41.2	2	2	1	Tinggi	- 1.000 *
Projek	41.2	2	2	1	Tinggi	.000 *
Amali menggunakan laman web maya	41.2	2	2	1	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	23.6	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	0	2	2	0	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	0	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti:						
Menyaksikan tayangan dokumentari	88.2	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Kejuruteraan Genetik dalam haiwan dan tumbuhan

Berhubung dengan sub elemen ini, kesepakatan antara panel pakar dapat dilihat di mana nilai peratus 94.1 dan nilai konsensus yang tinggi dengan nilai Z berada pada -1.414 diperoleh. Sub elemen ini dipersetujui untuk dimuatkan ke dalam modul yang dibangunkan dan cadangan sub komponen yang diberikan pada pusingan pertama diterima oleh panel pakar. Kedua-dua sub komponen ini mempunyai JAK di antara $0.5 - 1$ seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 6.33.

Jadual 6.33

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Kejuruteraan Genetik Dalam Haiwan dan Tumbuhan

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kejuruteraan Genetik dalam haiwan dan tumbuhan	94.1	3	3	1	Tinggi	- 1.414 *
Cadangan Sub komponen						
i. Pengenalan	88.2	3	3	1	Tinggi	
ii. Konsep asas kejuruteraan genetik	76.5	3	3	0.5	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Selanjutnya, merujuk kepada kaedah pengajaran yang sesuai dalam sub elemen ini, lima kaedah telah dipersetujui oleh panel pakar. Kaedah-kaedah tersebut adalah lawatan, kuliah, projek, amali menggunakan laman web maya dan perbincangan secara kumpulan. Kelima–lima kaedah tersebut mempunyai peratus melebihi 88.3% dan nilai Z di antara -1.732 dan $.000$. Empat kaedah yang selebihnya tidak diterima oleh panel pakar dan ini jelas dilihat daripada nilai Z bagi kesemua kaedah ini yang menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan di antara pilihan jawapan mereka dari dapatan pusingan 1 dan 2 seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.34. Di samping itu, terdapat dua cadangan aktiviti yang dipersetujui oleh panel pakar; iaitu melalui tayangan dokumentari berkaitan

dan menjemput saintis, pegawai dari badan bukan kerajaan atau institusi berkaitan memberikan ceramah mengenai sub elemen ini.

Jadual 6.34

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Kejuruteraan Genetik Haiwan dan Tumbuhan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Lawatan	94.2	3	3	0	Tinggi	- 1.732 *
Kuliah	94.2	3	3	0	Tinggi	- 1.414 *
Projek	88.3	3	3	0	Tinggi	.000 *
Amali menggunakan laman web maya	88.3	3	3	0	Tinggi	.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	88.3	3	3	0	Tinggi	- 1.342 *
Perbahasan/Forum	47.1	2	2	1	Tinggi	- 1.414 *
Pembelajaran berasaskan masalah	35.3	2	2	1	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	17.6	2	2	0	Tinggi	- 1.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	0	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti:						
i. Menyaksikan tayangan dokumentari	94.1	3	3	0	Tinggi	
ii. Jemput saintis/NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah	70.6	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Analisis DNA dalam Kejuruteraan Genetik

Di dalam sub elemen ini, kesepakatan di antara panel pakar dapat dilihat dan situasi ini disokong dengan JAK yang bernilai 0.5 serta persetujuan pakar dalam kedua-dua pusingan menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan pada jawapan pakar-pakar terbabit. Nilai Z yang dicatatkan dalam Jadual 6.35 juga berada pada paras -1.000 dan peratusan persetujuan antara panel menerima sub elemen ini adalah 76.4%. Berhubung

ini, dua sub komponen dikenal pasti sesuai dikembangkan untuk memperincikan sub elemen ini iaitu teknik-teknik yang terlibat serta kepentingan analisis DNA. Kedua-dua sub komponen mencapai JAK antara 0.5 -1 dengan nilai peratus 58.1% dan 75.5%.

Jadual 6.35

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen Bagi Sub Elemen: Analisis DNA Dalam Kejuruteraan Genetik

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Analisis DNA dalam Kejuruteraan genetik	76.4	3	3	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Cadangan sub komponen						
i. Teknik-teknik yang terlibat	58.1	3	2	1	Tinggi	
ii. Kepentingan analisis DNA	75.5	3	3	0.5	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Selanjutnya, merujuk kepada kaedah pengajaran yang boleh digunakan semasa mengajar sub elemen ini, panel pakar bersepakat bahawa kaedah kuliah sahaja yang paling sesuai untuk menyampaikan kandungan sub elemen ini. Ini disokong dengan analisis data di dalam Jadual 6.36 menunjukkan kaedah ini mencapai peratus 94.1 dan nilai Z adalah - 1.000. Selain itu, panel pakar bersetuju dengan cadangan penggunaan dokumentari bagi menyokong aktiviti pengajaran dan pembelajaran di mana nilai median dan mod dicatat pada aras 3 serta JAK bernilai 1 dicapai.

Jadual 6.36

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Analisis DNA Dalam Kejuruteraan Genetik

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	94.1	3	3	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Amali menggunakan laman web maya	47.1	2	2	1	Tinggi	.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Lawatan	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Projek	17.6	2	2	0	Tinggi	.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	11.8	2	2	0	Tinggi	- 1.414 *
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Perbahasan/Forum	5.9	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti:						
Menyaksikan tayangan dokumentari	70.6	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Projek Genom

Pemilihan sub elemen ini untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi mendapat persetujuan pakar di mana JAK bernilai 0 dan nilai Z adalah – 1.000 telah diperolehi sepertimana ditunjukkan dalam Jadual 6.37.

Jadual 6.37

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen Bagi Sub Elemen: Projek Genom.

Sub komponen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/ Sederhana/Tiada	Nilai Z
Projek Genom	82.4	3	3	0	Tinggi	- 1.000 *

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Masih berkisar mengenai sub elemen ini, Jadual 6.38 menunjukkan kaedah pengajaran yang dipersetujui oleh pakar adalah kaedah kuliah dan lawatan; yang mana kedua-duanya mempunyai nilai median dan mod pada aras 3 serta JAK bernilai 0.

Jadual 6.38

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Projek Genom

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	94.1	3	3	0	Tinggi	.000 *
Lawatan	70.6	3	3	1	Tinggi	- 1.134 *
Amali menggunakan laman web maya	41.2	2	2	1	Tinggi	.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	41.2	2	2	1	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Projek	29.4	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	17.7	2	2	0	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	17.6	2	2	0	Tinggi	.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	0	2	2	0	Tinggi	- 1.414 *
Cadangan Aktiviti:Tiada						

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sehubungan itu juga, persetujuan panel pakar dari kedua-dua pusingan 1 dan 2 adalah konsisten di mana nilai Z adalah .000 dan – 1.134 setiap satunya. Ini juga menunjukkan bahawa tidak wujud perbezaan secara signifikan di antara pilihan jawapan pakar dalam kedua-dua pusingan tersebut. Kaedah yang selebihnya yang terdapat di dalam Jadual 6.39 menunjukkan bahawa panel pakar bersetuju pada kedua-dua pusingan untuk tidak memilih kaedah ini digunakan untuk pengajaran sub elemen ini.

Sub elemen: Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik

Seterusnya bagi sub elemen ini, nilai mod dan median yang diperoleh dari Jadual 6.39 adalah 3 dan nilai Z adalah – 1.000. Sub elemen ini juga mempunyai nilai JAK satu serta mendapat konsensus yang tinggi daripada panel pakar.

Jadual 6.39

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen Bagi Sub Elemen: Sistem Vektor Organisma yang Terlibat Dalam Kejuruteraan Genetik

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik	70.6	3	3	1	Tinggi	- 1.000 *

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Bagi sub elemen ini, daripada 9 kaedah yang disenaraikan di dalam Jadual 6.40, hanya kaedah kuliah sahaja mencapai persetujuan pakar untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi dengan mencatatkan nilai mod dan median bernilai 3 dan Z bernilai – 1.414. Kaedah yang selainnya tidak mendapat persetujuan pakar untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi dan ini dapat dilihat di mana kesemua kaedah ini mempunyai nilai Z sama ada 0 atau -1.732. Ini mengimplikasikan bahawa sembilan kaedah ini tidak dipersetujui oleh pakar digunakan dalam pengajaran sub elemen ini.

Jadual 6.40

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Sistem Vektor Organisma yang Terlibat Dalam Kejuruteraan Genetik

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	100	3	3	0	Tinggi	- 1.414 *
Perbincangan dalam kumpulan	47.1	2	2	1	Tinggi	.000 *
Lawatan	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Projek	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Amali menggunakan laman web maya	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	17.7	2	2	0	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	5.9	2	2	0	Tinggi	- 1.732 *
Cadangan aktiviti: Tiada						

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Elemen 3 : Bioteknologi dalam perubatan

Sub elemen: Potensi Kajian Sel Stem

Apabila dilihat kepada dapatan yang ditunjukkan dalam Jadual 6.41, di dapati bahawa sub elemen ini sesuai dimasukkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan. Ini disokong dengan dapatan kajian yang menunjukkan bahawa sub elemen ini mencapai nilai JAK sifar serta nilai Z berada pada aras – 1.732. Cadangan sub komponen mengenai Aplikasi kajian sel stem dalam perubatan diterima oleh panel pakar dengan mencapai median dan mod bernilai 3 dengan JAK bernilai 1.

Jadua 6.41

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub elemen: Potensi Kajian Sel Stem

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Potensi kajian sel stem	88.2	3	3	0	Tinggi	- 1.732 *
Cadangan subkomponen						
i. Aplikasi kajian sel stem dalam perubatan	94.2	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Seterusnya dalam Jadual 6.42 berhubung dengan kaedah pengajaran yang sesuai bagi sub elemen ini, 2 kaedah telah disepakati oleh panel pakar digunakan semasa pengajaran, iaitu kaedah kuliah dan perbincangan dalam kumpulan. Kedua-dua kaedah ini mencatat peratusan 94.1 dan 82.4 serta mempunyai nilai JAK pada aras 1 dan 0. Di samping itu, kedua-dua kaedah ini mencatat Z pada nilai -1.414 dan $.000$. Dapatan ini menunjukkan bahawa jawapan panel pakar dari pusingan 1 dan 2 Teknik Delphi adalah konsisten dan menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan. Dalam erti kata lain, dapatan ini mengitlakan bahawa jawapan panel pakar adalah tidak banyak berubah dan mereka bersepat memilih kaedah ini untuk digunakan semasa pengajaran konsep ini. Sehubungan itu juga, kaedah lain yang juga menunjukkan nilai Z yang di antara -1.414 dan $.000$ juga mentafsirkan bahawa kaedah-kaedah ini ditolak oleh panel pakar dan kurang sesuai digunakan untuk pengajaran sub elemen ini. Di samping itu, panel pakar juga bersepat bahawa aktiviti tambahan dengan menjemput saintis, wakil dari badan bukan kerajaan dan institusi berkaitan boleh digunakan sebagai kaedah alternatif bagi pengajaran konsep ini di mana aktiviti ini mencatat median dan mod pada aras 3 dan dipersetujui oleh pakar dalam kajian ini.

Jadual 6.42

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Potensi Kajian Sel Stem

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	94.1	3	3	1	Tinggi	- 1.414 *
Perbincangan dalam kumpulan	82.4	3	2	0	Tinggi	.000 *
Lawatan	45.8	2	2	1.5	Tinggi	- 1.414 *
Projek	41.2	2	2	1	Tinggi	.000 *
Perbahasan/Forum	35.3	2	2	1	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Amali menggunakan laman web maya	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	5.9	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti						
Jemput saintis/NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah	76.4	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Potensi Terapi Gen

Analisis data berkaitan dengan potensi terapi gen menunjukkan bahawa sub elemen ini mempunyai median dan mod bernilai 3 serta Z bernilai – 1.000. Dapatan ini menunjukkan bahawa wujud konsistensi pilihan jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2. Pakar bersetuju menerima sub elemen ini sebagai salah satu komponen yang boleh dimuatkan dalam Modul Bioteknologi seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.43. Selain itu, pakar juga bersependapat bahawa 2 sub komponen iaitu terapi gen untuk penyakit dan kejuruteraan tisu untuk menghasilkan organ dimuatkan dan dibincangkan di dalam sub elemen ini.

Jadual 6.43

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Potensi Terapi Gen

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus: Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Potensi terapi gen	76.4	3	3	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Cadangan sub komponen						
i. Terapi gen untuk penyakit	82.4	3	3	1	Tinggi	
ii. Kejuruteraan tisu untuk menghasilkan organ	76.4	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Berkaitan dengan kaedah pengajaran yang boleh digunakan dalam pengajaran sub elemen ini dalam Jadual 6.44, dua kaedah telah dikenalpasti sesuai digunakan iaitu kaedah kuliah dan perbincangan dalam kumpulan. Kedua-dua kaedah ini mencapai median dan mod bernilai 3 serta Z bernilai di antara - 1.414 dan .000. Kaedah yang selainnya tidak dipersetujui oleh pakar untuk digunakan dalam pengajaran sub elemen ini sepertimana ditunjukkan dalam Jadual 6.44. Terdapat 2 cadangan aktiviti yang dicadangkan oleh panel pakar dan dipersetujui untuk digunakan dalam pengajaran sub tema ini iaitu dengan menjemput saintis, wakil dari badan bukan kerajaan atau institusi berkaitan ataupun dengan menyaksikan tayangan dokumentari berkaitan sub elemen ini. Kedua-dua cadangan aktiviti ini mencapai mod dan median bernilai 3 serta JAK bernilai 1.

Jadual 6.44

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Potensi Terapi Gen

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	94.1	3	3	0	Tinggi	- 1.414 *
Perbincangan dalam kumpulan	76.5	3	3	0.5	Tinggi	.000 *
Amali menggunakan laman web maya	29.4	3	2	1	Tinggi	.000 *
Lawatan	29.4	2	2	1	Tinggi	- 1.000*
Pembelajaran berasaskan masalah	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Projek	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	17.6	2	2	0	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	17.6	2	2	0	Tinggi	0.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	0.0	2	2	0	Tinggi	- 1.732
Cadangan aktiviti:						
i. Jemput saintis/ NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah	76.4	3	3	1	Tinggi	
ii. Menyaksi tayangan dokumentari	82.3	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Perubatan Molekul

Analisis data yang telah dijalankan dan ditunjukkan dalam Jadual 6.45 menunjukkan bahawa sub elemen ini mencapai konsensus tinggi dan disepakati oleh panel pakar bahawa ianya sesuai untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan. Nilai Z sub elemen ini berada pada aras – 1.732 dengan nilai mod dan median bernilai 3 memberi implikasi kepada kesesuaian kemasukan sub elemen ini ke dalam modul yang dibangunkan.

Jadual 6.45

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Perubatan Molekul

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Perubatan molekul	82.4	3	3	0	Tinggi	- 1.731 *

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Apabila dirujuk Jadual 6.46, kaedah pengajaran yang dipilih oleh panel pakar terdiri daripada kaedah kuliah dan lawatan. Kedua-dua kaedah ini mencapai peratus 100 dan 76.4; di samping JAK di antara 0 -1. Kedua-dua kaedah ini mencapai Z bernilai - 1.414 dan - 1.000 dan ini menunjukkan konsistensi panel dan tiada perbezaan yang signifikan di antara jawapan mereka di dalam pusingan 1 dan 2.

Jadual 6.46

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Perubatan Molekul

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	100	3	3	0	Tinggi	- 1.414 *
Lawatan	76.4	3	3	1	Tinggi	- 1.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	35.3	2	2	1	Tinggi	.000 *
Projek	35.3	2	2	1	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	29.4	2	2	1	Tinggi	- 1.000 *
Amali menggunakan laman web maya	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	11.2	2	2	0	Tinggi	.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	0	2	2	1	Tinggi	- 1.414 *

Cadangan aktiviti: Tiada

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Forensik

Bagi sub elemen ini, Jadual 6.47 menunjukkan persetujuan panel pakar untuk dimuatkan sub elemen ini ke dalam Modul Bioteknologi tercapai. Nilai median dan mod

pada aras 3 serta nilai $Z = -1.732$ menunjukkan wujud kesepakatan dalam pilihan jawapan pakar dari kedua-dua pusingan Teknik Delphi ini.

Jadual 6.47

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Forensik

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Forensik	82.3	3	3	0	Tinggi	- 1.732 *

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Seterusnya, kaedah pengajaran sub elemen ini adalah pembelajaran berasaskan masalah, kuliah dan amali menggunakan web maya. Hasil analisis ketiga-tiga kaedah ini mencatatkan nilai mod dan median bernilai 3 dan nilai Z berada di dalam julat di antara -1.000 sehingga -0.577 . Kaedah yang selainnya mempunyai median bernilai 2 dan nilai Z di antara -1.414 dan -0.577 . Wujud konsistensi dalam pilihan jawapan di kedua-dua pusingan yang telah dijalankan; seperti ditunjuk dalam Jadual 6.48.

Jadual 6.48

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Forensik

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Pembelajaran berasaskan masalah	88.2	3	3	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Kuliah	88.2	3	3	1	Tinggi	- 0.577 *
Amali menggunakan laman web maya	70.6	3	3	1	Tinggi	- 1.000 *
Lawatan	47.1	2	2	1	Tinggi	- 1.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	41.2	2	2	1	Tinggi	- 1.414 *
Penyelesaian masalah	41.1	2	2	1	Tinggi	.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	23.5	2	2	1	Tinggi	- 0.743*
Projek	23.6	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	17.7	2	2	0	Tinggi	- 1.000 *

Cadangan Aktiviti: Tiada

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Elemen 4: Bioteknologi dalam pertanian

Terdapat 2 sub elemen di dalam elemen, iaitu akuakultur dan aplikasi mikrob dalam pertanian.

Sub elemen: Akuakultur

Merujuk kepada Jadual 6.49, sub elemen akuakultur dipersetujui oleh pakar di mana nilai median dan modnya bernilai 3. Di samping itu, JAK dan Nilai Z bernilai 0 dan - 1.414 menunjukkan bahawa sub elemen ini dipersetujui oleh panel pakar untuk dimuatkan ke dalam modul yang dibangunkan. Dua sub komponen dikenal pasti boleh digunakan semasa mengajar sub tema ini iaitu pengenalan kepada akuakultur dan proses yang terlibat dalam akuakultur; di mana kedua-dua sub komponen ini mencapai median dan mod bernilai 3 serta JAK di antara 0.5 - 0.

Jadual 6.49

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen Bioteknologi bagi Sub Elemen: Akuakultur

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Akuakultur	82.4	3	3	0	Tinggi	- 1.414 *
Cadangan sub komponen						
i. Pengenalan kepada akuakultur	76.4	3	3	0.5	Tinggi	
ii. Proses yang terlibat dalam akuakultur	82.4	3	3	0	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sehubungan ini juga, daripada 9 kaedah yang dicadangkan, hanya 2 kaedah sahaja yang disepakati pakar untuk pengajaran sub elemen ini. Kedua-dua kaedah mencapai median dan mod bernilai 3 serta .000 dan ini mengimplikasikan bahawa jawapan panel pakar untuk kedua-dua pusingan Teknik Delphi adalah konsisten dan mencapai konsensus tinggi seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 6.50.

Jadual 6.50

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Akuakultur

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	94.1	3	3	0	Tinggi	- 1.732 *
Lawatan	88.3	3	3	0	Tinggi	.000 *
Projek	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Amali menggunakan laman web maya	11.8	2	2	0	Tinggi	- 1.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	11.8	2	2	0	Tinggi	- 1.000 *
Perbincangan/Forum	17.6	2	2	0	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	17.6	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan Aktiviti tambahan: Tiada						

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Aplikasi mikrob dalam pertanian

Masih membincangkan mengenai kesesuaian dan kaedah pengajaran sub elemen yang dimuatkan dalam Modul Bioteknologi, sub elemen ini juga mencapai konsensus pakar di mana mod dan mediannya bernilai 3 serta JAK bernilai 1. Nilai Z yang diperoleh juga menunjukkan konsistensi antara jawapan pakar dari kedua-dua pusingan teknik Delphi. Di samping itu, panel pakar juga mencadangkan tiga sub komponen yang boleh dibincangkan semasa mengajar sub elemen ini; iaitu jenis mikrob, peranan mikrob dan kebaikan dan keburukan aplikasi mikrob dalam pertanian. Namun demikian, sub komponen kebaikan dan keburukan aplikasi mikrob dalam pertanian tidak dipersetujui oleh panel pakar untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan. Ini dapat dilihat di mana nilai mod dan median adalah bernilai 2 sahaja seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.51.

Jadual 6.51

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen Bioteknologi bagi Sub Elemen:Aplikasi Mikrob Dalam Pertanian

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Aplikasi mikrob dalam pertanian	88.2	3	3	1	Tinggi	- 1.732 *
Cadangan sub komponen						
i. Jenis mikrob	94.1	3	3	0	Tinggi	
ii. Peranan mikrob	70.6	3	3	1	Tinggi	
iii. Kebaikan dan keburukan aplikasi mikrob dalam pertanian	17.6	2	2	0	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Selanjutnya, Jadual 6.52 menunjukkan 5 kaedah dikenal pasti boleh digunakan bagi mengajar sub elemen ini iaitu kaedah kuliah, projek, lawatan, menjalankan amali menggunakan laman web maya serta perbincangan dalam kumpulan. Kesemua kaedah ini memperoleh median dan min bernilai 3, JAK di antara 0 - 1 dan nilai Z di antara -1.000 sehingga - 1.633. Kaedah yang selainnya hanya memperoleh nilai min dan median 2; yang mana ianya menunjukkan panel pakar tidak bersetuju mencadangkan kaedah ini untuk pengajaran sub elemen tersebut. Di samping itu, kesepakatan dalam kalangan panel pakar dilihat di mana mereka mencapai konsensus tinggi dan menerima cadangan aktiviti menyaksikan tayangan dokumentari sebagai kaedah alternatif yang boleh digunakan semasa menyampaikan pengajaran sub elemen ini.

Jadual 6.52

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Aplikasi Mikrob Dalam Pertanian

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	94.1	3	3	1	Tinggi	- 1.414 *
Projek	82.3	3	3	0	Tinggi	- 1.000 *
Lawatan	70.6	3	3	1	Tinggi	- 1.414 *
Amali menggunakan laman web maya	64.7	3	3	1	Tinggi	- 1.633 *
Perbincangan dalam kumpulan	70.6	3	3	1	Tinggi	- 1.732 *
Pembelajaran berasaskan masalah	47.0	2	2	1	Tinggi	- 1.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	35.3	2	2	1	Tinggi	.000 *
Perbahasan/Forum	29.4	2	2	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi	- 1.414 *
Cadangan Aktiviti:						
i. Menyaksi tayangan dokumentari		3	3	1	70.6 Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Elemen 5: Bioteknologi berkaitan dengan penghasilan produk

Sub elemen: Fermentasi dalam Biopemprosesan

Merujuk kepada sub elemen ini, panel pakar menerima sub tema ini dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi di mana mod dan median bernilai 3 dengan JAK bernilai 0. Sehubungan itu, nilai Z adalah .000 dan peratus persetujuan pakar adalah 94.2 seperti mana di tunjukkan dalam Jadual 6.53.

Jadual 6.53

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Fermentasi Dalam Biopemprosesan

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/ Sederhana/Tiada	Nilai Z
Fermentasi dalam biopemprosesan	94.2	3	3	0	Tinggi	.000 *

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Selanjutnya bagi kaedah yang sesuai untuk pengajaran sub elemen ini, tiga daripada sembilan kaedah dipersetujui oleh panel pakar; amali secara *hands-on*, kuliah dan projek. ketiga-tiga kaedah mencapai median dan mod bernilai 3 serta nilai *Z* adalah -1.000. Enam kaedah yang selainnya tidak dipersetujui pakar digunakan dalam pengajaran sub elemen ini seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.54 berikut.

Jadual 6.54

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Fermentasi Dalam Bio Pemprosesan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai <i>Z</i>
Amali secara <i>hands-on</i>	88.2	3	3	1	Tinggi	- 1.000 *
Kuliah	88.3	3	3	0	Tinggi	- 1.000 *
Projek	64.7	3	3	1	Tinggi	- 1.000 *
Amali menggunakan laman web maya	47.1	2	2	1	Tinggi	.000 *
Lawatan	41.2	2	2	1	Tinggi	.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	35.3	2	2	1	Tinggi	- 1.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	23.5	2	2	0	Tinggi	- 1.000 *
Perbincangan/Forum	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti: Tiada						

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Penghasilan Bioproduk

Seterusnya berkaitan sub elemen penghasilan bioproduk, panel pakar bersetuju untuk memuatkan sub elemen ini ke dalam modul yang dibangunkan dengan mencatat median dan mod bernilai 3 serta JAK bernilai 1. Nilai *Z* pada aras .000 juga menunjukkan kaedah ini mencapai persetujuan pakar dan tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar pada kedua-dua pusingan. Di samping itu, cadangan memuatkan sub komponen penghasilan ubatan dan hormon dipersetujui pakar untuk dimuatkan ke dalam

modul tersebut, di mana sub komponen ini mencapai mod dan median 3 serta mempunyai peratusan 88.2 seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.55.

Jadual 6.55

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen Bagi Sub Elemen: Penghasilan Bioproduk

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Penghasilan bioproduk	94.1	3	3	1	Tinggi	.000 *
Cadangan Sub komponen						
i. Penghasilan ubatan dan hormone	88.2	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Selanjutnya bagi kaedah pengajaran yang sesuai untuk pengajaran sub elemen ini, di dapati empat kaedah dipersetujui oleh panel pakar; terdiri dari projek, kuliah, perbincangan dalam kumpulan dan lawatan. Kaedah projek dan kuliah mencapai 100% persetujuan manakala kaedah perbincangan dalam kumpulan dan lawatan mencatat peratusan 82.4 dan 76.4 masing-masing. Kaedah yang selainnya tidak dipersetujui oleh pakar untuk digunakan dalam pengajaran sub elemen ini. Nilai median dan mod kaedah-kaedah ini adalah 2 dan nilai JAK di antara 0 - 1. Terdapat satu kaedah iaitu menjalankan amali secara *hands-on* mempunyai Z bernilai - 2.070 dan ianya menunjukkan wujudnya perbezaan yang signifikans dalam pilihan jawapan pusingan satu dan dua Teknik Delphi yang telah dijalankan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.56. Sehubungan ini juga, terdapat satu aktiviti tambahan yang boleh digunakan dalam pengajaran sub elemen ini iaitu menyaksikan tayangan dokumentari yang berkaitan. Nilai median dan mod bagi aktiviti tambahan ini adalah 3 dan mencatat peratusan sebanyak 82.4.

Jadual 6.56

Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Penghasilan Bioproduk

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Projek	100.0	3	3	1	Tinggi	- 1.732 *
Kuliah	100.0	3	3	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	82.4	3	3	0	Tinggi	- 1.732 *
Lawatan	76.4	3	3	1	Tinggi	- 1.633 *
Amali secara hands-on	41.2	2	2	1	Tinggi	- 2.070
Amali menggunakan laman web maya	23.5	2	2	1	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	11.8	2	2	0	Tinggi	- 1.000 *
Penyelesaian masalah	17.6	2	2	0	Tinggi	- 1.000 *
Cadangan aktiviti						
i. Menyaksi tayangan dokumentari	82.4	3	3	0	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Aplikasi mikrobial dalam Biopemprosesan

Seterusnya, sub elemen ini mencapai 88.2 % serta mempunyai mod dan median bernilai 3. Di samping itu, JAK yang diperolehi bernilai 0 serta Z mencatat nilai .000 dan ia menunjukkan wujud kesepakatan panel pakar menerima sub elemen ini dimasukkan ke dalam modul yang dibangunkan seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.57.

Jadual 6.57

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Aplikasi Mikrobial Dalam Bio Pemprosesan

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi/Sederhana/Tiada	Nilai Z
Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan	88.2	3	3	0	Tinggi	.000 *

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Seterusnya, terdapat empat kaedah yang dipersetujui oleh panel pakar; iaitu kaedah kuliah, projek, lawatan dan perbincangan dalam kumpulan seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.58. Setiap satunya mencatat nilai peratusan di antara 58.9 hingga 88.2. Tiga daripada 4 kaedah ini mencapai JAK di antara 0.5 - 1 dan Z bernilai di antara - 1.732 – .000. Kaedah selainnya tidak diterima oleh pakar di mana mod dan mediannya bernilai 2. Selain itu, menyaksikan tayangan dokumentari dicadangkan dalam pengajaran di mana ia mencatat peratusan 64.7 % serta median dan mod bernilai 3.

Jadual 6.58

Kaedah Pengajaran yang Sesuai Bagi Sub Elemen: Aplikasi Mikrobial Dalam Bio Pemprosesan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	88.2	3	3	0.5	Tinggi	- 1.000 *
Projek	88.2	3	3	1	Tinggi	- 1.732 *
Lawatan	58.9	3	3	1	Tinggi	.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	70.6	3	2	1	Tinggi	- 1.342 *
Amali menggunakan laman web maya	29.4	2	2	1	Tinggi	- 1.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	17.6	2	2	0	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	23.6	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	11.8	2	2	0	Tinggi	.000 *
Perbincangan/Forum	5.9	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti						
Menyaksikan tayangan dokumentari	64.7	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Sub elemen: Sains Makanan

Bagi sub elemen ini, persetujuan pakar sebanyak 88.3 % dicatatkan; di samping JAK bernilai 1 dan Z bernilai .000 dicapai. Ini menunjukkan pakar konsisten dalam

memilih sub elemen ini tanpa perbezaan signifikan jawapan dari pusingan satu dan dua seperti ditunjukkan dalam Jadual 6.59.

Jadual 6.59
Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Sains Makanan

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Sains makanan	88.3	3	4	1	Tinggi	.000 *

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Dalam Jadual 6.60, empat kaedah dipersetujui pakar digunakan; terdiri daripada kaedah kuliah, amali secara *hands-on*, lawatan dan projek. Lawatan mencapai 100 % persetujuan, diikuti kuliah (94.1%), amali secara *hands-on* (88.2%) dan projek (76.4%). Nilai JAKnya adalah antara 0.5 – 1 dan Z bernilai antara - 1.414 dan- 1.890.

Jadual 6.60
Kaedah Pengajaran yang Sesuai bagi Sub Elemen: Sains Makanan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kuliah	94.1	3	3	0.5	Tinggi	- 1.414 *
Amali secara <i>hands-on</i>	88.2	3	3	0.5	Tinggi	- 1.414 *
Lawatan	100	3	3	1	Tinggi	- 1.890*
Projek	76.4	3	3	0.5	Tinggi	- 1.414*
Amali menggunakan laman web maya	47.1	2	2	1	Tinggi	.000 *
Perbincangan dalam kumpulan	41.2	2	2	1	Tinggi	.000 *
Pembelajaran berasaskan masalah	35.2	2	2	1	Tinggi	.000 *
Perbincangan/forum	29.4	2	2	1	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	23.5	2	2	0.5	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti						
Menyaksikan tayangan dokumentari	76.5	3	3	0.5	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Elemen 6: Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan

Sub elemen: Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi

Merujuk kepada sub elemen ini, Jadual 6.61 menunjukkan bahawa sub elemen ini dipersetujui oleh panel pakar dimuatkan ke dalam modul dan manual yang dibangunkan dan ianya mencapai mod dan median bernilai 3 serta JAK bernilai 1. Nilai Z yang diperoleh mengesahkan bahawa kesepakatan di antara pakar diperoleh dan tiada perbezaan yang signifikan bagi jawapan pakar dari pusingan satu dan dua. Selain itu, kedua-dua sub komponen ini mencapai mod dan median bernilai 3 serta JAK bernilai 0 dan 1 setiap satunya.

Jadual 6.61

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen bagi Sub Elemen: Kebaikan dan Keburukan Bidang Bioteknologi Dalam Kehidupan

Sub elemen	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi dalam kehidupan	94.1	3	3	1	Tinggi	.000 *
Cadangan sub komponen						
Kesan bidang bioteknologi kepada perkembangan ekonomi Negara	82.4	3	3	0	Tinggi	
Isu etika, moral dan perundangan	76.4	3	3	1	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Selanjutnya, tiga kaedah pengajaran dipersetujui oleh panel pakar iaitu kaedah kuliah, perbincangan dalam kumpulan dan perbahasan/forum; di mana ianya mencapai nilai mod dan median pada aras 3 serta JAK bernilai di antara 0 dan 1. Nilai Z yang diperoleh untuk ketiga-tiga kaedah ini bernilai di antara .000 dan - 1.732. Kaedah selainnya tidak dipersetujui oleh pakar di mana nilai median dan mod bagi item ini hanya mencatat nilai 2 sahaja seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 6.62. Di samping itu, aktiviti tambahan yang dicadangkan oleh pakar digunakan untuk pengajaran sub elemen ini adalah dengan menyaksikan tayangan dokumentari yang berkaitan.

Jadual 6.62

Kesesuaian dan Cadangan Sub Komponen Bagi Sub Elemen: Impak Bidang Bioteknologi kepada Kehidupan

Kaedah pengajaran yang sesuai	Peratus (%)	Mod	Median	Julat antara kuartil (JAK)	Konsensus:Tinggi /Sederhana/Tiada	Nilai Z
Perbincangan dalam kumpulan	94.1	3	3	0	Tinggi	.000*
Perbincangan/Forum	88.3	3	3	1	Tinggi	- 1.000*
Kuliah	100	3	3	0	Tinggi	- 1.732 *
Pembelajaran berasaskan masalah	47.0	2	2	1	Tinggi	.000 *
Projek	47.1	2	2	1	Tinggi	.000 *
Penyelesaian masalah	47.1	2	2	1	Tinggi	- 0.577 *
Amali menggunakan laman web maya	17.6	2	2	0	Tinggi	- 0.447 *
Lawatan	5.9	2	2	0	Tinggi	.000 *
Amali secara <i>hands-on</i>	0	2	2	0	Tinggi	.000 *
Cadangan aktiviti						
Menyaksikan tayangan Dokumentari	94.1	3	3	0	Tinggi	

* Tiada perbezaan yang signifikan antara jawapan pakar dalam pusingan 1 dan 2

Selanjutnya, ringkasan kepada dapatan Teknik Delphi pusingan dua yang telah dibincangkan akan dibentangkan dalam bentuk rumusan keseluruhan.

Rumusan Dapatan Dari Pusingan Satu dan Dua Teknik Delphi Ubah suaian

Hasil daripada analisis ke atas soal selidik yang telah dijawab oleh ke semua 17 pakar yang terlibat dalam Pusingan satu dan dua Teknik Delphi ubah suaian ini, Jadual 6.63 menunjukkan 18 sub elemen dipersetujui oleh pakar yang terlibat dalam pusingan dua Teknik Delphi ubah suaian yang telah dijalankan. Sementara itu, daripada sembilan cadangan aktiviti pengajaran dan tambahan dua aktiviti yang bersesuaian yang boleh dicadangkan oleh panel pakar; aktiviti yang paling kerap dicadangkan untuk digunakan dalam pengajaran adalah kaedah kuliah, diikuti dengan aktiviti menyaksikan tayangan dokumentari, lawatan, perbincangan dalam kumpulan, menjalankan amali menggunakan

laman web maya, menjalankan amali secara *hands-on*, menjalankan projek, dan menjemput saintis/NGO/institusi berkenaan untuk menyampaikan ceramah berkaitan, menjalankan perbahasan/forum dan pembelajaran berasaskan masalah. Kaedah penyelesaian masalah di dapati tidak sesuai digunakan semasa pengajaran elemen ini.

Jadual 6.63

Peruntukan Kaedah Pengajaran bagi Sub Elemen Bioteknologi yang Dipersetujui Oleh Pakar

		Kaedah Pengajaran yang dipersetujui oleh pakar										
Bil	Elemen/Sub elemen	Amali secara hands-on	Amali menggunakan laman web maya	Projek	Penyelesaian masalah	Perbincangan dalam kumpulan	Perbahasan/Forum	Pembelajaran berasaskan masalah	Kuliah	Lawatan	Kaedah lain: Menyaksikan Tayangan dokumentari	Kaedah lain: Jemput saintis/NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah
Elemen 1: Pengenalan												
1	Sejarah Bioteknologi 1.1 Sejarah & perkembangan bioteknologi 1.2 Mikrob sebagai agen utama bioteknologi			2	3				1		√	
2	Konsep gen dan DNA	1							2			
Elemen 2: Teknik Kultur tisu & Kejuruteraan Genetik												
3	Kultur tisu 3.1 Pengenalan kepada kultur tisu 3.2 Konsep dan jenis kultur tisu 3.3 Teknik kultur tisu 3.4 Aplikasi kultur tisu dalam pertanian	1							3	1	√	

* Pangkat 1,2,3.... merujuk kepada pemilihan item mengikut keutamaan berdasarkan peratus

** Tandaan √ digunakan memandangkan dapatan ini adalah dari 1 pusingan Teknik Delphi sahaja

Jadual 6.63 (Sambungan)

Peruntukan Kaedah Pengajaran Bagi Sub Elemen Bioteknologi yang Dipersetujui Oleh Pakar

		Kaedah Pengajaran yang dipersetujui oleh pakar									
Bil	Elemen/Sub elemen	Amali secara hands-on	Amali menggunakan laman web maya	Projek	Penyelesaian masalah	Perbincangan dalam kumpulan	Perbahasan/Forum	Pembelajaran berasaskan masalah	Kuliah Lawatan	Kaedah lain: Menyaksikan Tayangan dokumentari	Kaedah lain: Jemput saintis /NGO/ Institusi berkenaan memberi ceramah
Elemen 2: Teknik Kultur tisu & Kejuruteraan Genetik											
4	Kejuruteraan genetik haiwan dan tumbuhan 4.1 Pengenalan 4.2 Konsep asas kejuruteraan genetik	3	3	5				1	1	√	√
5	Analisis DNA dalam Kejuruteraan genetic 5.1 Teknik-teknik yang terlibat 5.2 Kepentingan analisis DNA							1		√	
6	Projek Genom							1	2		
7	Sistem vektor organisma yang terlibat dalam Kejuruteraan Genetik							1			
Elemen 3: Bioteknologi Dalam Perubatan											
8	Potensi kajian sel stem 8.1 Aplikasi kajian sel stem dalam perubatan				2			1			√
9	Potensi terapi gen 9.1 Terapi gen untuk penyakit 9.2 Kejuruteraan tisu untuk hasilkan organ				2			1		√	√

* Pangkat 1,2,3.... merujuk kepada pemilihan item mengikut keutamaan berdasarkan peratus

** Tandaan √ digunakan memandangkan dapatan ini adalah dari 1 pusingan Teknik Delphi sahaja

Jadual 6.63 (Sambungan)

Peruntukan Kaedah Pengajaran Bagi Sub Tema Bioteknologi yang Dipersetujui Oleh Pakar

		Kaedah Pengajaran yang dipersetujui oleh pakar									
Bil	Elemen/Sub elemen	Amali secara hands-on	Amali menggunakan laman web maya	Projek	Penyelesaian masalah	Perbincangan dalam kumpulan	Perbahasan/Forum	Pembelajaran berasaskan masalah	Kuliah Lawatan	Kaedah lain: Menyaksikan Tayangan dokumentari	Kaedah lain: Jemput saintis/NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah
Elemen 3: Bioteknologi Dalam Perubahan											
10	Forensik		3					1	2		
11	Perubahan molekul								1	2	
Elemen 4: Bioteknologi dalam Pertanian											
12	Akuakultur 12.1 Pengenalan kepada akuakultur 12.2 Proses yang terlibat dalam akuakultur								1	2	
13	Aplikasi mikrob dalam pertanian 13.1 Jenis mikrob 13.2 Peranan mikrob 13.3 Kebaikan dan keburukan aplikasi mikrob dalam pertanian	5	2		3				1	3	√
Elemen 5: Bioteknologi berkaitan dengan Penghasilan Produk											
14	Fermentasi dalam biopemprosesan	1		3					2		
15	Penghasilan bioproduct 15.1 Penghasilan tumbuhan perubahan			1	3				1	4	√
16	Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan			1	3				1	4	√
17	Sains makanan	3		4					2	1	√

* Pangkat 1,2,3.... merujuk kepada pemilihan item mengikut keutamaan berdasarkan peratus

** Tandaan √ digunakan memandangkan dapatan ini adalah dari 1 pusingan Teknik Delphi sahaja

Jadual 6.63 (Sambungan)
 Peruntukan Kaedah Pengajaran Bagi Sub Tema Bioteknologi yang Dipersetujui Oleh Pakar

		Kaedah Pengajaran yang dipersetujui oleh pakar										
Bil	Elemen/Sub elemen	Amali secara hands-on	Amali menggunakan laman web maya	Projek	Penyelesaian masalah	Perbincangan dalam kumpulan	Perbahasan/Forum	Pembelajaran berasaskan masalah	Kuliah Lawatan	Kaedah lain: Menyaksikan Tayangan dokumentari	Kaedah lain: Jemput saintis/NGO/Institusi berkenaan memberi ceramah	
Elemen 6: Impak bidang Bioteknologi kepada kehidupan												
18	Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi 18.1 Kesan bidang bioteknologi dalam kehidupan 18.2 Isu etika, moral dan perundangan				2	3			1	√		
	Jumlah	3	3	6	0	8	1	1	17	9	10	3

* Pangkat 1,2,3.... merujuk kepada pemilihan item mengikut keutamaan berdasarkan peratus

** Tandaan √ digunakan memandangkan dapatan ini adalah dari 1 pusingan Teknik Delphi sahaja

Berdasarkan rumusan ini, di dapati bahawa guru perlu mempunyai pengetahuan yang kukuh mengenai kandungan elemen bioteknologi untuk membolehkan mereka menyampaikan pengajaran konsep ini dengan jelas dan lancar. Guru juga mampu menyakinkan pelajar apabila mereka mempunyai pengetahuan yang kukuh dan dapat menjalankan pengajaran dan pembelajaran secara teratur. Di samping itu, guru haruslah mempunyai tahap pengetahuan bioteknologi, pedagogi dan teknologi yang kukuh bagi melaksanakan pengajaran yang baik serta mampu meningkatkan tahap pengetahuan pelajar mengenai pembelajaran komponen bioteknologi ini. Antara semua kaedah yang dicadangkan, kaedah kuliah disepakati oleh panel pakar di samping kaedah penayangan dokumentari, lawatan, perbincangan dalam kumpulan serta penyelesaian masalah.

Pelbagai kaedah yang dicadangkan oleh panel pakar; antaranya adalah tayangan dokumentari. Menurut Smetana dan Bell (2012), tayangan dokumentari ataupun video adalah alat yang penting untuk merangsang pembelajaran dan memudahkan pengajaran. Manusia belajar secara verbal dan linguistik melalui proses mendengar dan membaca; di samping belajar secara visual dengan melihat dan mengimej. Imej, teks bertulis, dialog dan kesan bunyi boleh menjadi alat pembelajaran yang mampu merangsang otak (Berk, 2009).

Bagi mendapatkan dokumentari yang bersesuaian dengan aspek bioteknologi dan ledakan ilmu berkaitan dengan teknologi maklumat, guru mestilah mempunyai pengetahuan teknologi untuk memilih dan menjalankan pengajaran elemen bioteknologi. Sehubungan ini juga, bagi menjalankan pengajaran berasaskan amali secara *hands-on*, guru juga mestilah mempunyai pengetahuan teknologi dalam mengendalikan eksperimen dan alat radas serta teknik-teknik yang digunakan semasa menjalankan eksperimen. Kajian oleh Kwon dan Chang (2009) di Korea Selatan mendapati daripada soal selidik yang dijalankan, guru-guru yang terlibat mencadangkan agar kandungan dalam komponen bioteknologi harus diubah bagi meningkatkan minat pelajar melalui pemilihan aktiviti *hands-on* dan pembelajaran berasaskan masalah di samping memuatkan pelbagai topik berkaitan bioteknologi.

Selain itu, guru juga haruslah mempunyai pengetahuan pedagogi mengenai kaedah pengajaran yang boleh digunakan semasa menyampaikan konsep bioteknologi ini. Pengetahuan pedagogi guru juga dilihat mempunyai perhubungan dengan langkah guru semasa menjalan dan mengendalikan aktiviti amali secara *hands-on*, perbincangan dalam kumpulan, menjalankan perbahasan/forum dan projek.

Daripada analisis dari kedua-dua pusingan Teknik Delphi ini, pengkaji telah membangunkan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK untuk kegunaan guru dan pelajar-pelajar yang mengambil mata pelajaran Biologi setelah dibincangkan dengan

empat pakar yang terlibat di peringkat awal penyediaan kerangka soal selidik Teknik Delphi. Oleh yang demikian, bahagian selanjutnya akan membincangkan berkenaan dengan pembangunan Modul Bioteknologi tersebut.

Pembangunan Modul Bioteknologi

Berdasarkan dapatan daripada pengetahuan kandungan, teknologi dan pedagogi guru-guru Biologi yang berada pada tahap sederhana dan rendah dan dapatan dari cadangan yang dikemukakan dari Peringkat 1: Analisis keperluan Guru, pelajar serta Analisis Kandungan Sukatan Pelajaran, pengkaji telah berbincang dengan empat panel pakar yang terdiri dari dua pakar Bioteknologi berjawatan Professor dari Universiti Malaya dan Universiti Kebangsaan Malaysia, dua pakar Pendidikan berjawatan Pensyarah dari Universiti Pendidikan Sultan Idris dan Universiti Malaya. Perbincangan ini berkisar mengenai bentuk modul yang akan dibangunkan, elemen dan sub elemen yang perlu dimasukkan serta aktiviti pengajaran yang akan digunakan.

Hasil dari perbincangan dengan keempat-empat panel pakar, kesemua mereka bersetuju agar pengkaji menyediakan Modul Bioteknologi yang boleh digunakan oleh guru Biologi dan juga pelajar. Modul yang akan dibangunkan ini akan dilengkapi dengan Lembaran Kerja untuk membolehkan pelajar menjalankan aktiviti yang telah dirancang selaras dengan elemen bioteknologi yang dipilih. Hasil dari perbincangan dengan keempat-empat panel pakar ini, panel pakar bersetuju supaya beberapa elemen dan sub elemen sahaja yang digunakan di dalam pembangunan modul ini seperti mana yang ditunjukkan dalam Jadual 6.64.

Ciri Modul Bioteknologi yang dibangunkan untuk mata pelajaran Biologi Tingkatan empat dan lima dari aspek elemen Bioteknologi, aktiviti pembelajaran dan strategi pengajaran

Bahagian ini membincangkan ciri Modul Bioteknologi yang dibangunkan, merujuk kepada aspek-aspek berikut.

Elemen Bioteknologi

Modul Bioteknologi yang dibangunkan terdiri daripada tujuh modul dengan hanya lima elemen sahaja dipilih daripada 18 elemen yang dipesetujui oleh empat panel pakar yang terlibat kerana ianya adalah hampir sama dengan elemen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran Biologi yang digunakan di sekolah sekarang ini. Elemen-elemen yang dipilih adalah Pengenalan kepada Bioteknologi, Teknik kultur tisu dan Kejuruteraan genetik, Bioteknologi berkaitan penghasilan produk, Bioteknologi dalam perubatan dan Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan. Modul ini juga meliputi 10 sub elemen iaitu Sejarah Bioteknologi, Konsep gen dan DNA, Kejuruteraan genetik haiwan dan tumbuhan, Penghasilan tumbuhan melalui teknik kultur tisu, Fermentasi dalam biopemprosesan, Sains makanan, Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan, Penghasilan bioproduk, Potensi kajian sel stem, Potensi terapi gen, Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi serta isu moral, etika dan perundangan. Hasil pembelajaran yang ingin dicapai dari setiap modul ini dijelaskan dalam Jadual 6.64.

Jadual 6.64

Agihan Elemen, Sub Elemen dan Hasil Pembelajaran yang Ingin dicapai Dalam Modul Bioteknologi yang disepakati oleh Pakar.

Lembaran Kerja	Elemen	Sub elemen	Hasil Pembelajaran
Lembaran Kerja 1	Elemen 1: Pengenalan kepada Bioteknologi	1. Sejarah Bioteknologi 2. Konsep gen dan DNA	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. perkembangan dalam bidang Bioteknologi ii. komposisi dan struktur DNA iii. teknik mengekstrak DNA
Lembaran Kerja 2	Elemen 2: Teknik kultur tisu dan Kejuruteraan genetik	Kejuruteraan genetik haiwan dan tumbuhan	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. aplikasi kejuruteraan genetik kepada tumbuhan ii. aplikasi kejuruteraan genetik kepada haiwan iii. aplikasi kejuruteraan genetik kepada manusia
Lembaran Kerja 3	Elemen 2: Teknik kultur tisu dan Kejuruteraan genetik	Penghasilan tumbuhan melalui teknik kultur tisu	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. teknik menghasilkan tumbuhan menggunakan teknik kultur tisu ii. DNA merupakan bahan asas genetik dan proses mitosis menghasilkan sel baru bagi pertumbuhan serta penghasilan organisma baru.
Lembaran Kerja 4	Elemen 5: Bioteknologi berkaitan penghasilan produk	i. Fermentasi dalam biopemprosesan ii. Sains makanan	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. Proses penghasilan dadih/yogurt ii. Penggunaan bakteria dalam penghasilan makanan
Lembaran Kerja 5	Elemen 5: Bioteknologi berkaitan penghasilan produk	i. Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan ii. Penghasilan bioproduct	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. teknik pengkulturan hormon insulin ii. kebaikan kaedah bioteknologi kepada kesihatan manusia
Lembaran Kerja 6	Elemen 3: Bioteknologi dalam perubatan	i. Potensi kajian sel stem ii. Potensi terapi gen	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. jenis –jenis sel stem ii. proses terapi gen
Lembaran Kerja 7	Elemen 6: Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan	i. kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi ii. isu moral,etika dan perundangan	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi ii. isu moral,etika, perundangan dan keagamaan berkaitan dengan bidang bioteknologi

Aktiviti pembelajaran dan strategi pengajaran

Di dalam Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan ini, pelbagai aktiviti pembelajaran yang berbeza diketengahkan. Antaranya, melibatkan aktiviti pembelajaran secara kuliah oleh guru, perbincangan dalam kumpulan, perbahasan/forum, pembelajaran

berasaskan masalah, menjalankan projek dan aktiviti amali secara *hands-on*. Dalam setiap aktiviti pelajar menyaksikan tayangan dokumentari berkaitan dan disusuli dengan aktiviti yang dinyatakan seperti mana ditunjukkan dalam Jadual 6.65.

Jadual 6.65

Aktiviti Pembelajaran dan Strategi Pengajaran Modul Bioteknologi yang Disepakati Oleh Pakar.

Lembaran kerja	Elemen	Sub elemen	Hasil Pembelajaran	Aktiviti Pembelajaran	Strategi Pengajaran
1	Elemen 1: Pengenalan kepada Bioteknologi	1. Sejarah Bioteknologi 2. Konsep gen dan DNA	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. perkembangan dalam bidang Bioteknologi ii. komposisi dan struktur DNA iii. teknik mengekstrak DNA	a) Menjalankan amali secara <i>hands-on</i> b)Menyaksikan tayangan video c)Melengkapkan lembaran kerja	a) Kuliah b) Tayangan video c) Amali secara <i>hands-on</i>
2	Elemen 2: Teknik kultur tisu dan Kejuruteraan genetik	Kejuruteraan genetik haiwan dan tumbuhan	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. aplikasi kejuruteraan genetik kepada tumbuhan ii. aplikasi kejuruteraan genetik kepada haiwan iii. aplikasi kejuruteraan genetik kepada manusia	a) Menyaksikan tayangan video b) Melengkapkan lembaran kerja	a) Kuliah b) Tayangan video
3	Elemen 2: Teknik kultur tisu dan Kejuruteraan genetik	Penghasilan tumbuhan melalui teknik kultur tisu (Prosedur dan peralatan tisu kultur ini adalah dengan kebenaran Prof. Dr Norzulaani Khalid, Fakulti Sains, Universiti Malaya)	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. teknik menghasilkan tumbuhan menggunakan teknik kultur tisu ii. DNA merupakan bahan asas genetik dan proses mitosis menghasilkan sel baru bagi pertumbuhan serta penghasilan organisma baru.	a) Menjalankan amali secara <i>hands-on</i> b)Menyaksikan tayangan video c)Melengkapkan lembaran kerja	a) Kuliah b) Menayang tayangan video c) Amali secara <i>hands-on</i>

Jadual 6.65 (Sambungan)

Aktiviti Pembelajaran dan Strategi Pengajaran Modul Bioteknologi yang Disepakati Oleh Pakar.

Lembaran kerja	Elemen	Sub elemen	Hasil Pembelajaran	Aktiviti Pembelajaran	Strategi Pengajaran
4	Elemen 5: Bioteknologi berkaitan penghasilan produk	i. Fermentasi dalam biopemprosesan makanan ii. Sains makanan	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. Proses penghasilan dadih/yogurt ii. Penggunaan bakteria dalam penghasilan makanan	a) Menjalankan amali secara <i>hands-on</i> b) Menyaksikan tayangan video c) Melengkapkan lembaran kerja	a) Kuliah b) Tayangan video c) Amali secara <i>hands-on</i>
5	Elemen 5: Bioteknologi berkaitan penghasilan produk	i. Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan ii. Penghasilan bioproduk	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. teknik pengkulturan hormon insulin ii. kebaikan kaedah bioteknologi kepada kesihatan manusia	a) Menyaksikan tayangan video b) Melengkapkan lembaran kerja	a) Kuliah b) Tayangan video
6	Elemen 3: Bioteknologi dalam perubatan	i. Potensi kajian sel stem ii. Potensi terapi gen	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. jenis –jenis sel stem ii. proses terapi gen	a) Menyaksikan tayangan video b) Melengkapkan lembaran kerja	a) Kuliah b) Tayangan video
7	Elemen 6: Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan	i. kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi ii. isu moral,etika dan perundangan	Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan: i. kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi ii. isu moral,etika, perundangan dan keagamaan berkaitan dengan bidang bioteknologi	a) Perbincangan dalam kumpulan b) Perbahasan/ forum	a) Kuliah b) Perbahasan/ forum

Bagi Lembaran Kerja 1 yang melibatkan sub elemen Sejarah Bioteknologi dan Konsep gen dan DNA, hasil pembelajaran yang melibatkan perkembangan dalam bidang Bioteknologi, komposisi dan struktur DNA serta teknik mengekstrak DNA telah dipilih. Aktiviti melibatkan ekstrak DNA dipilih dan ianya adalah aktiviti permulaan dan sesuai untuk didedahkan kepada pelajar di dalam kelas, memandangkan pembelajaran mengenai

proses di peringkat sel adalah abstrak dan sukar untuk dibayangkan (De Ann, 2007).

Kebanyakan aktiviti yang dicadangkan dalam modul yang dibangunkan ini memfokuskan kepada inovasi terkini yang melibatkan pendekatan secara *hands-on* dan persekitaran pembelajaran secara 'online' seperti mana disarankan oleh Garrison dan Kanuka (2004), Chabalengula et al. (2011) serta Ertmer and Ottenbreit-Leftwich (2010). Penggunaan teknologi moden dapat memudahkan aktiviti pengajaran dan pembelajaran (Kelly & Jones, 2007; Kozma, 2003; Stith, 2004). Umpamanya, simulasi yang didedahkan melalui penggunaan media elektronik membolehkan pelajar membuat pemerhatian, menyiasat, mereka cipta dan mendapatkan maklum balas mengenai objek sebenar, fenomena dan proses yang terlibat (Bell & Garofalo, 2006) menggunakan medium yang tersedia. Teknologi digital juga memungkinkan pemahaman proses-proses biologi baru dapat disampaikan kepada pelajar secara sistematik (Van Rooy, 2012). Di samping itu, aktiviti yang dirangka di dalam modul juga melibatkan pelajar menjalankan aktiviti dalam kumpulan. Menurut Thomas et al. (2001), aktiviti seperti ini dapat meningkatkan keyakinan pelajar dalam kemahiran berkerja bersama-sama, berkomunikasi dan menyelesaikan masalah.

Modul yang dibangunkan ini disediakan dalam versi Bahasa Melayu dan Bahasa Inggeris dan dirancang menurut Sembilan Langkah Pengajaran dan proses pembelajaran Gagne seperti yang telah dibincangkan dalam bab dua. Modul yang telah siap dibina kemudiannya diserahkan kepada dua orang guru yang terdiri daripada guru Bahasa Melayu dan Bahasa Inggeris yang menilai kandungan modul dari sudut kesesuaian makna dan ayat yang digunakan. Modul ini juga diberikan kepada ke semua panel pakar bertujuan untuk mendapat maklum balas akan kesesuaian kandungan modul tersebut. Kesemua panel berpuashati dengan kandungan modul yang dibangunkan dan menyatakan hanya unsur grafik perlu ditambah bagi menjadikan modul ini lebih menarik.

Cadangan yang diterima dari panel pakar telah diambil perhatian dan dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan seperti ditunjukkan dalam Lampiran B berserta Manual PTPK yang dimuatkan dalam Lampiran C.

Kajian Rintis Penggunaan Modul Bioteknologi yang Dibangunkan

Kajian rintis selama tiga minggu telah dijalankan bagi menentukan kebolegunaan Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan serta menerima cadangan penambahbaikan yang dikemukakan oleh guru dan pelajar selepas mengikuti aktiviti pengajaran dan pembelajaran ini seperti yang dinyatakan dalam bab empat dirujuk. Dapatan dari maklumbalas yang diterima dari guru pelaksana dan empat panel pakar (muka surat 140 dan 141) telah digunakan bagi tujuan penambahbaikan Modul Bioteknologi tersebut sebelum aktiviti pengajaran sebenar dilakukan seperti mana yang telah dibincangkan di bab empat yang lepas.

Ringkasan

Modul Bioteknologi yang dibangunkan ini akan digunakan dalam fasa output, Model Pengajaran Isman. Perbincangan seterusnya mengenai proses pelaksanaan Modul Bioteknologi di sekolah dan disusuli dengan penilaian ke atas kebolehgunaan Modul Bioteknologi akan diterangkan di bab tujuh.

BAB 7

PELAKSANAAN DAN PENILAIAN

Pendahuluan

Di dalam Model Pengajaran Aytakin İşman, bahagian pelaksanaan dan penilaian ini melibatkan sebahagian daripada langkah proses, keseluruhan langkah output serta maklum balas. Dalam ke semua langkah ini, Modul Bioteknologi yang dihasilkan telah dilaksanakan di sekolah oleh guru. Ini disusuli dengan langkah maklum balas melibatkan cadangan penambahbaikan oleh guru dan pelajar ke atas Modul Bioteknologi dan Manual PTPK yang dihasilkan. Oleh yang demikian, pengkaji akan membincangkan setiap langkah yang telah dilakukan dalam bahagian terakhir kajian ini.

Menjalankan Aktiviti Pengajaran yang Sebenar

Aktiviti pengajaran sebenar dijalankan selama 10 minggu selepas kebenaran pengetua diperoleh dan mengikut prosedur yang telah dijelaskan dalam Bab empat. Pelaksanaan aktiviti pengajaran dilakukan di dua buah sekolah di Lembah Klang dengan melibatkan dua kelas dari setiap sekolah. Sekolah yang berada di jalur (*band*) dua melibatkan 76 pelajar berprestasi tinggi manakala sekolah di jalur (*band*) enam dengan seramai 71 pelajar berprestasi rendah; diajar oleh seorang guru bagi setiap sekolah. Pelajar yang terlibat diberikan ujian pra di awal kajian dan ujian pasca setelah selesai menyempurnakan semua modul yang telah disediakan. Sehubungan ini, pengkaji telah menemu bual kedua-dua guru yang terlibat dan lapan orang pelajar; empat orang dari setiap sekolah bagi menentukan pandangan mereka mengenai Modul Bioteknologi dan Manual PTPK yang telah dibangunkan.

Menentukan Keberkesanan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Di bahagian ini, pengkaji akan membentangkan dapatan dari kajian yang telah diperolehi.

Perbandingan tahap pengetahuan pelajar berprestasi tinggi dan rendah selepas mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi dan pembelajaran biasa

Bagi tujuan ini, pengkaji telah memastikan syarat asas menjalankan kaedah kuasi-eksperimen ditepati seperti yang dikemukakan oleh Pallant (2011). Setiap ukuran skor markah yang dilakukan adalah bebas dan setiap pemboleh ubah (variabel) adalah bertaburan normal. Selain itu, data juga menunjukkan homogeniti/kesamaan variasi, iaitu tiada perbezaan variasi bagi setiap kumpulan yang dikaji.

Kenormalan Data

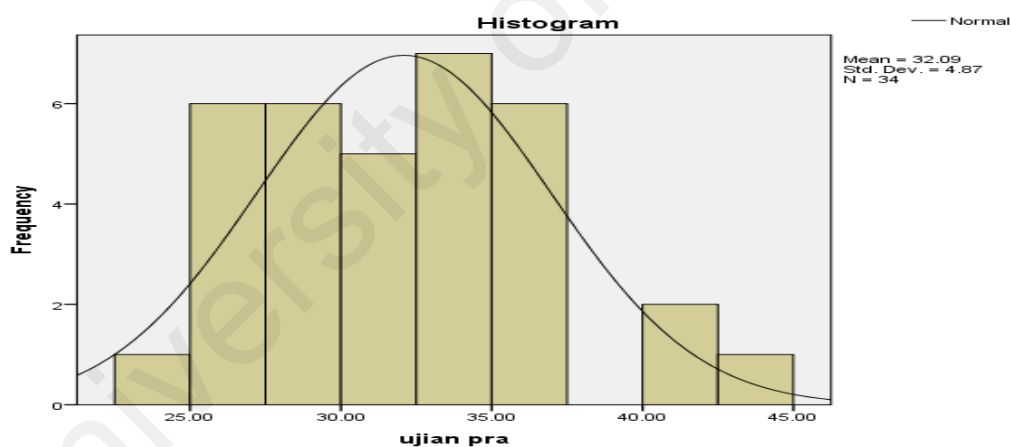
Dalam kajian ini, ujian Kolmogorov-Smirnov, ujian Shapiro Wilks dan histogram palang telah digunakan bagi ujian kenormalan ke atas pemboleh ubah ujian pra dan pasca bagi setiap pelajar berprestasi tinggi dan rendah yang menggunakan kaedah pembelajaran biasa (tanpa menggunakan Modul Bioteknologi) dan kaedah pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi. Pengujian Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro Wilks melebihi 0.05 adalah diterima sebagai bertaburan normal (Field, 2009). Keputusan dalam Jadual 7.1 menunjukkan bahawa data yang diperolehi dari ke semua kumpulan yang terlibat adalah bertaburan normal dengan nilai yang dicatat adalah melebihi 0.05.

Jadual 7.1

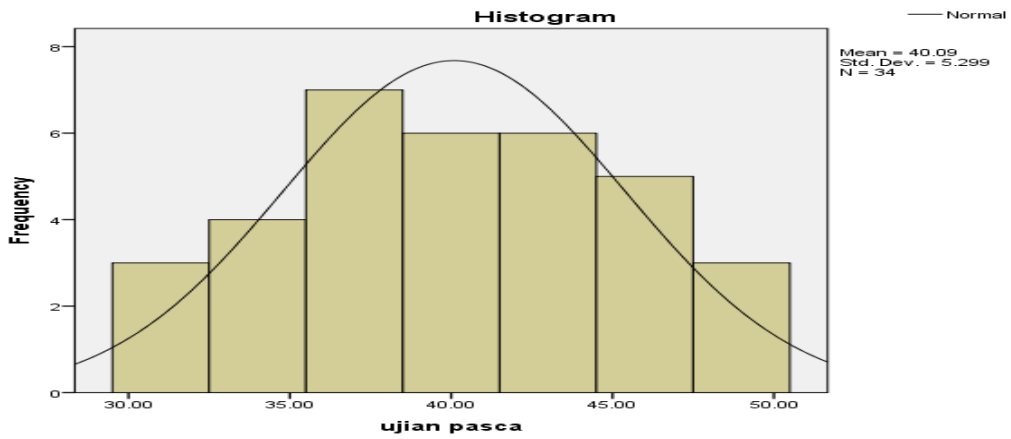
Dapatan Ujian Kolmogorov-Smirnov dan Shapiro Wilks

Prestasi	Kumpulan	Ujian	Kolmogorov-Smirnov (Signifikan)	Shapiro Wilks (Signifikan)
Rendah	Kawalan (Pengajaran Biasa)	Ujian Pra	0.200	0.189
		Ujian Pasca	0.143	0.106
Rendah	Rawatan (Pengajaran menggunakan Modul)	Ujian Pra	0.123	0.201
		Ujian Pasca	0.076	0.109
Tinggi	Kawalan (Pengajaran Biasa)	Ujian Pra	0.089	0.081
		Ujian Pasca	0.200	0.180
Tinggi	Rawatan (Pengajaran menggunakan Modul)	Ujian Pra	0.076	0.103
		Ujian Pasca	0.200	0.198

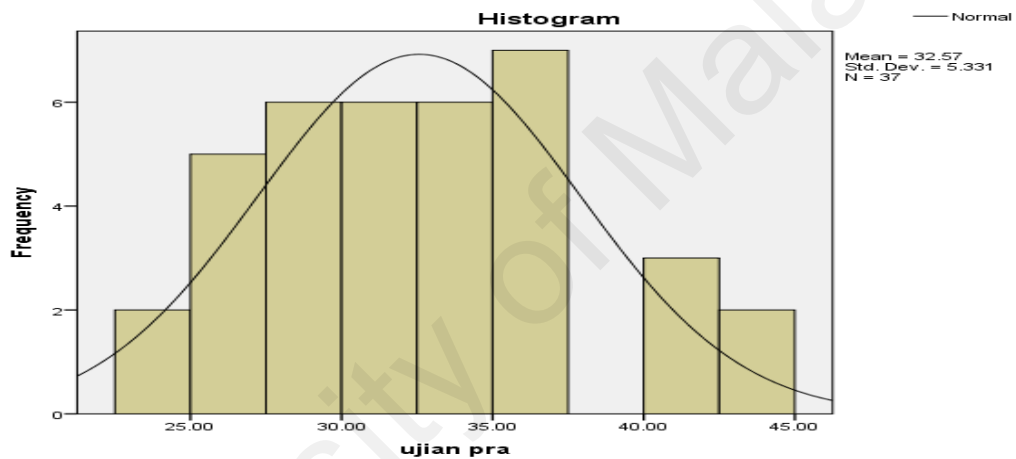
Dapatan dari ujian Kolmogorov - Smirnov dan Shapiro Wilks disokong dengan histogram yang ditunjukkan di bahagian selanjutnya menunjukkan data bertaburan normal.



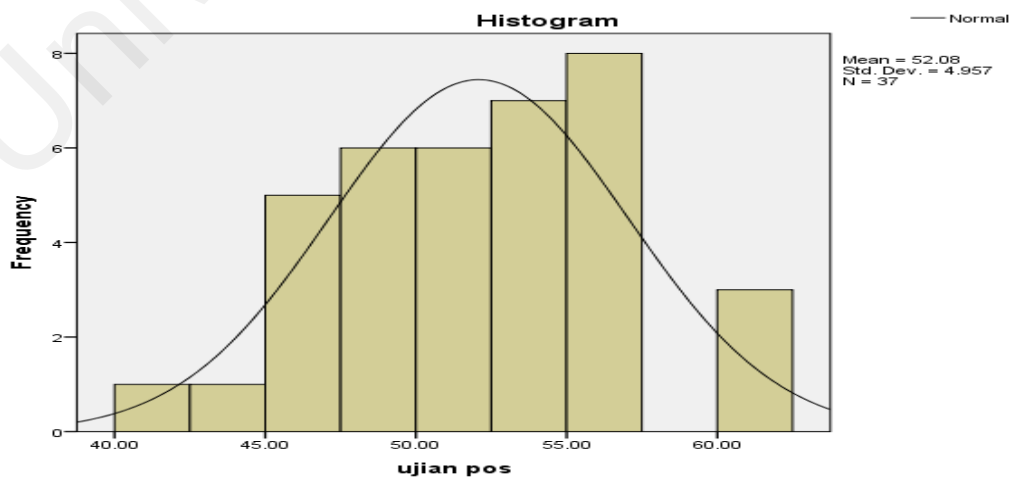
Rajah 7.1. Histogram pencapaian ujian pra bagi pelajar berprestasi rendah menggunakan kaedah pengajaran biasa (Kumpulan Kawalan)



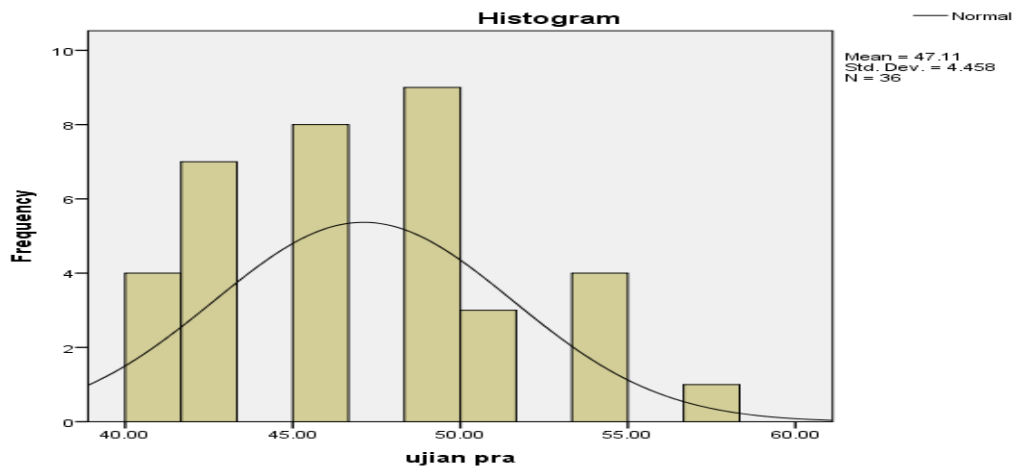
Rajah 7.2. Histogram pencapaian ujian pasca oleh pelajar berprestasi rendah menggunakan kaedah pengajaran biasa (Kumpulan Kawalan)



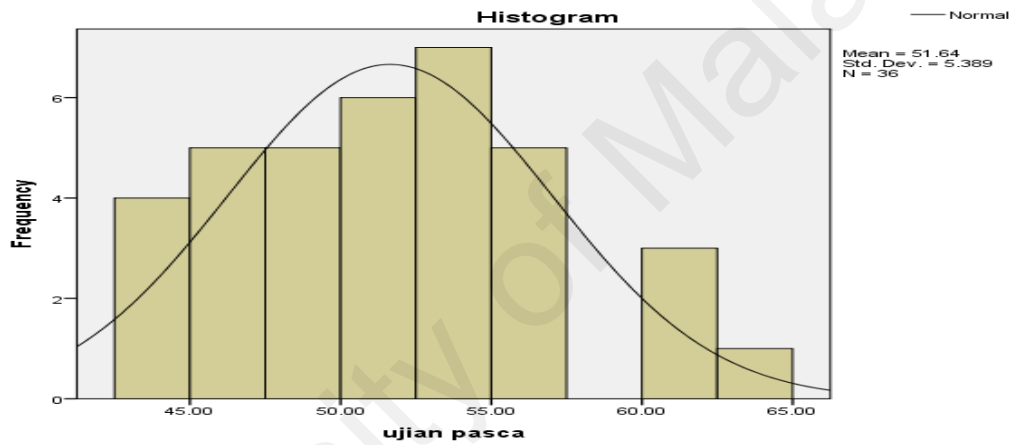
Rajah 7.3. Histogram pencapaian ujian pra bagi pelajar berprestasi rendah menggunakan kaedah pengajaran dengan Modul Bioteknologi (Kumpulan Rawatan)



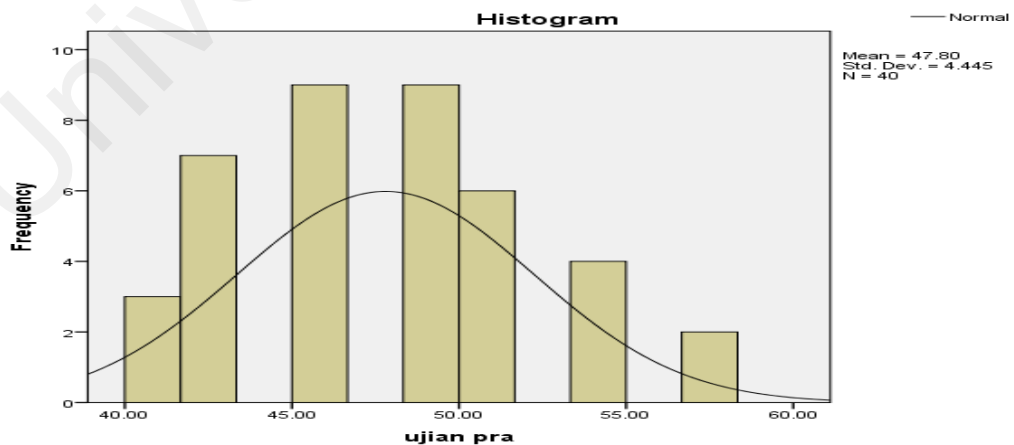
Rajah 7.4. Histogram pencapaian ujian pasca bagi pelajar berprestasi rendah menggunakan kaedah pengajaran dengan Modul Bioteknologi (Kumpulan Rawatan)



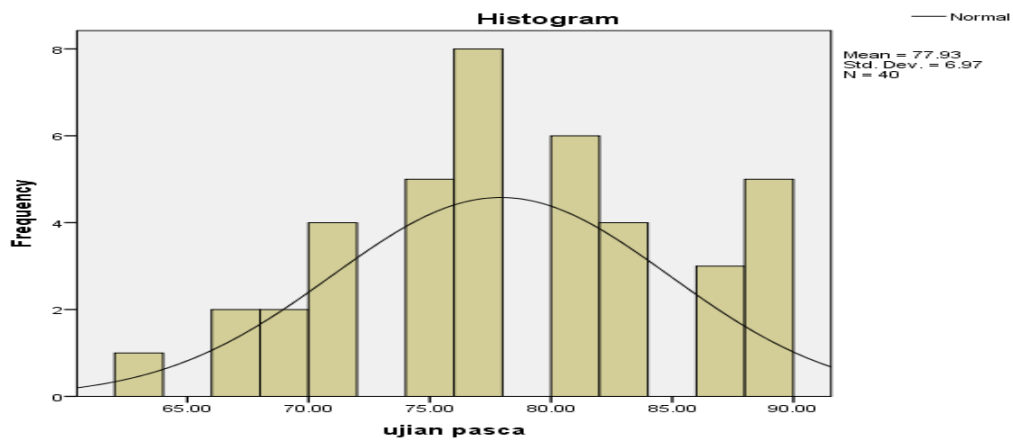
Rajah 7.5. Histogram pencapaian ujian pra bagi pelajar berprestasi tinggi menggunakan kaedah pengajaran biasa (Kumpulan Kawalan)



Rajah 7.6. Histogram pencapaian ujian pasca bagi pelajar berprestasi tinggi menggunakan kaedah pengajaran biasa (Kumpulan Kawalan)



Rajah 7.7. Histogram pencapaian ujian pra bagi pelajar berprestasi tinggi menggunakan kaedah pengajaran dengan Modul Bioteknologi (Kumpulan Rawatan)



Rajah 7.8. Histogram pencapaian ujian pasca bagi pelajar berprestasi tinggi menggunakan kaedah pengajaran dengan Modul Bioteknologi (Kumpulan Rawatan)

Homogeiniti/ Kesamaan Variasi

Dalam bahagian ini, sifat homogeniti data melalui Ujian Levene ditentukan ke atas ujian pra bagi tahap pengetahuan bioteknologi pelajar dan ditunjukkan dalam Jadual 7.2.

Jadual 7.2
Dapatan Ujian Levene

Prestasi	Kumpulan	Ujian	Nilai <i>F</i>	DF 1	DF 2	Signifikan
Rendah	Kawalan dan Rawatan	Ujian Pra	0.359	1	69	0.551
Tinggi	Kawalan dan Rawatan	Ujian Pra	0.069	1	74	0.794

Data dari ujian pra setiap kumpulan kawalan dan rawatan menunjukkan tidak terdapat variasi dalam taburan data dan ianya homogen. Oleh itu, andaian taburan normal dan homogeiniti yang ditentukan oleh pengkaji, menunjukkan kedua-dua syarat ini dipenuhi. Oleh yang demikian, statistik parametrik yang dilakukan ke atas data boleh diteruskan bagi menjawab soalan kajian yang telah dinyatakan di Bab satu.

Perbandingan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi

H₀₁: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₁: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Bagi menjawab soalan ini, ujian-t telah dijalankan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7.3 untuk membandingkan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar dari kumpulan kawalan dan rawatan.

Jadual 7.3

Ujian-t Bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Tinggi Sebelum Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi

Kumpulan	Bilangan (N)	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Ujian Levene		Nilai-t	df	Signifikan
				Nilai F	Signifikan			
Kawalan	36	47.19	4.35	.07	.79	-0.52	74	.60
Rawatan	40	47.73	4.60					

Keputusan menunjukkan tidak terdapat perbezaan yang signifikan tahap pengetahuan bioteknologi kumpulan kawalan ($M = 47.19$, $SP = 4.35$) dan kumpulan rawatan ($M = 47.73$, $SP = 4.60$; $t(74) = -0.52$) sebelum pembelajaran komponen bioteknologi. Ujian Levene juga menunjukkan data adalah homogen dan tiada variasi dalam kedua-dua kumpulan kawalan dan rawatan sebelum pembelajaran berkaitan bioteknologi ($p > .05$)

Perbandingan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi

H₀₂: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₂: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Seterusnya, ujian-*t* bebas dijalankan untuk membandingkan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi yang terdiri daripada kumpulan kawalan dan rawatan selepas mereka mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi. Dapatan yang ditunjukkan dalam Jadual 7.4 bagi ujian - *t* menunjukkan perbezaan signifikan dalam markah tahap pengetahuan pelajar kumpulan kawalan ($M = 51.64, SP = 5.39$) dan pelajar kumpulan rawatan ($M = 77.93, SP = 6.97; t(74) = -18.24$) selepas pengajaran konsep bioteknologi dilakukan. Ujian Levene juga menunjukkan tiada variasi dalam kedua-dua kumpulan kawalan dan rawatan dan data adalah bersifat homogen ($p > .05$).

Jadual 7.4

Ujian-t bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan Dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Tinggi Selepas Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi

Kumpulan	Bilangan (N)	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Ujian Levene		Nilai- <i>t</i>	Df	Signifikan
				Nilai <i>F</i>	Signifikan			
Kawalan	36	51.64	5.39	2.09	.15	-18.24	74	.00
Rawatan	40	77.93	6.97					

Seterusnya, bagi mengurangkan kesan ujian pra ke atas keputusan ujian pasca, markah ujian pra dijadikan sebagai kovariat dan pengkaji menjalankan Analisis kovarian sehala (ANCOVA) seperti yang dicadangkan oleh Pallant (2011) dan Field (2009) dan ditunjukkan dalam Jadual 7.5.

Jadual 7.5

Analisis Kovarian Sehala (ANCOVA) Bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan Dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Tinggi

i. Ujian Levene

Nilai F	df1	df2	Signifikan
1.82	1	74	.18

ii. Ujian kesan antara subjek (*Test of between –subjects effects*)

	Jumlah Kuasa Dua (Type III sum of squares)	Darjah Kebebasan (df)	Min Kuasa Dua (Mean square)	Nilai F	Signifikan
Corrected Model	13115.25	2	6557.63	165.78	.00
Intercept	3232.97	1	3232.97	81.73	.00
Ujian Pra	23.39	1	23.39	.59	.44
Kumpulan	13098.34	1	13098.34	331.12	.00
Ralat(Error)	2887.70	73	39.56		
Jumlah (Total)	341800.00	76			
Jumlah dibetulkan (Corrected Total)	16002.95	75			

R Squared= 0.82

iii. Ujian perbandingan pasangan skor (*Pairwise comparison*)

I- Kumpulan	J- Kumpulan	Perbezaan min (I-J)	Sisihan piawai (SP)	Signifikan	95% aras keyakinan (Confidence)	
					Lower bound	Upper bound
Kawalan	Rawatan	-26.37	1.45	.00	-29.26	-23.49
Rawatan	Kawalan	26.37	1.45	.00	23.49	29.26

iv. Univariate tests

	Sum of squares	Df	Min kuasa dua	F	Signifikan
Constrast	13098.34	1	13098.34	331.12	.00
Ralat (Error)	2887.70	73	39.56		

Keputusan ujian Levene menunjukkan nilai varians pemboleh ubah bersandar dalam setiap kumpulan adalah sama $F(1,74) = 1.82, p = 0.18$) dan menunjukkan ianya tidak signifikan ($p > .05$). Analisis kovarian sehala (ANCOVA) melalui ujian kesan antara

subjek (Test of between-subjects effects) menunjukkan terdapat kesan kumpulan kawalan dan rawatan yang signifikan terhadap ujian pasca [$F(1,73) = 331.12, p < .05$]. Walau bagaimanapun, tiada kesan yang signifikan markah ujian pra terhadap markah ujian pasca [$F(1,73) = 0.59, p > .05$]. Keputusan ini menunjukkan bahawa dengan mengawal ujian pra (kovariat), kumpulan pelajar samada kawalan mahupun rawatan mempengaruhi markah tahap pengetahuan bioteknologi ujian pasca secara signifikan.

Keputusan ujian perbandingan pasangan markah ujian pasca kumpulan kawalan dan rawatan menunjukkan bahawa selepas mengawal ralat Jenis 1 menggunakan kaedah Bonferroni, pasangan perbandingan ini memperoleh keputusan yang signifikan (perbezaan min = 26.37, $p < .05$). Keputusan dalam jadual Univariate tests mengesahkan keputusan perbandingan pasangan dalam Jadual Pairwise Comparison bahawa terdapat perbezaan yang signifikan secara keseluruhan [$F(1,73) = 331.12, p < .05$]. Keputusan ini mengesahkan bahawa terdapat kesan kumpulan kawalan dan rawatan terhadap markah ujian pasca, selepas mengawal ujian pra yang merupakan kovariat.

Perbandingan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi

H₀₃: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₃: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan sebelum mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Merujuk kepada Jadual 7.6, dapatan dari Ujian- t menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar kumpulan kawalan ($M = 32.09, SP = 4.87$) dan kumpulan rawatan ($M = 32.57, SP = 5.33; t(69) = -0.39$) sebelum

mengikuti pembelajaran berkaitan dengan bioteknologi. Selain itu, Ujian Levene menunjukkan tiada perbezaan varians dalam ujian pra kumpulan kawalan dan rawatan sebelum pembelajaran berkaitan bioteknologi, iaitu $F = 0.36$ ($p > .05$).

Jadual 7.6

Ujian-t Bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan Dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Rendah Sebelum Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi

Kumpulan	Bilangan (N)	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Ujian Levene		Nilai-t	df	Signifikan
				Nilai F	Signifikan			
Kawalan	34	32.09	4.87	.36	0.55	-0.39	69	.70
Rawatan	37	32.57	5.33					

Perbandingan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi rendah selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi

H₀₄: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

H₁₄: Terdapat perbezaan yang signifikan dalam tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 6) antara kumpulan kawalan dan kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Tahap pengetahuan bioteknologi pelajar kawalan dan rawatan selepas pembelajaran berkaitan bioteknologi menunjukkan bahawa ujian t kumpulan kawalan ($M = 40.09$, $SP = 5.30$) dan kumpulan rawatan ($M = 52.08$, $SP = 5.00$) mempunyai perbezaan yang signifikan seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7.7.

Jadual 7.7

Ujian-t bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan Dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Rendah Selepas Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi

Kumpulan	Bilangan (N)	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Ujian Levene		Nilai-t	df	Signifikan
				Nilai F	Signifikan			
Kawalan	34	40.09	5.30	.09	0.76	-9.85	69	.00
Rawatan	37	52.08	5.00					

Seterusnya, seperti mana yang telah dinyatakan semasa menjawab soalan 5 a dan b, pengkaji telah melaksanakan Analisis kovarian sehala (ANCOVA) ke atas kedua-dua kumpulan pelajar ini sebelum dan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi seperti yang dicadangkan oleh Pallant (2011) dan Field (2009). Dapatan kajian ini adalah seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 7.8.

Jadual 7.8

Analisis Kovarian Sehala (ANCOVA) bagi Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Kawalan dan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Rendah

i. Ujian Levene

Nilai F	df1	df2	Signifikan
0.15	1	69	.70

ii. Ujian kesan antara subjek (*Test of between-subjects effects*)

	Jumlah Kuasa Dua (Type III sum of squares)	Darjah Kebebasan (df)	Min Kuasa Dua (Mean square)	Nilai F	Signifikan
Corrected Model	2640.59	2	1320.30	52.22	.00
Intercept	2536.73	1	2536.73	100.33	.00
Ujian Pra	92.20	1	92.20	3.65	.06
Kumpulan	2496.95	1	2496.95	98.76	.00
Ralat(Error)	1719.30	68	25.28		
Jumlah (Total)	156812.00	71			
Jumlah dibetulkan (Corrected Total)	4359.89	70			

R Squared= 0.61

iii. Ujian perbandingan pasangan skor (*Pairwise comparison*)

I- Kumpulan	J- Kumpulan	Perbezaan min (I-J)	Sisihan piawai (SP)	Signifikan	95% aras keyakinan (Confidence)	
					Lower bound	Upper bound
Kawalan	Rawatan	-11.89	1.20	0.00	-14.27	-9.50
Rawatan	Kawalan	11.89	1.20	0.00	9.50	14.27

iv. Univariate tests

	Sum of squares	Df	Min kuasa dua	F	Signifikan
Constrast	2496.95	1	2496.95	98.76	.00
Ralat (Error)	1719.30	68	25.30		

Hasil penentuan ujian Levene iaitu $F(1,69) = .70, p > .05$ menunjukkan tiada perbezaan varians dalam ke semua pembolehubah. Analisis kovarian sehala (ANCOVA) melalui ujian kesan antara subjek (Test of between-subjects effects) menunjukkan terdapat kesan kumpulan kawalan dan rawatan yang signifikan terhadap ujian pasca [$F(1,68) = 98.76, p < .05$]. Walau bagaimanapun, tiada kesan yang signifikan markah ujian pra terhadap markah ujian pasca [$F(1,68) = 3.65, p > .05$]. Keputusan ini menunjukkan bahawa dengan mengawal ujian pra (kovariat), kumpulan pelajar samada kawalan mahupun rawatan mempengaruhi markah tahap pengetahuan bioteknologi ujian pasca secara signifikan.

Keputusan ujian perbandingan pasangan markah ujian pasca kumpulan kawalan dan rawatan menunjukkan bahawa selepas mengawal ralat Jenis satu menggunakan kaedah Bonferroni, pasangan perbandingan ini memperoleh keputusan yang signifikan (perbezaan min = 11.89, $p < .05$). Keputusan dalam Jadual Univariate tests mengesahkan keputusan perbandingan pasangan dalam Jadual Pairwise Comparison bahawa terdapat perbezaan yang signifikan secara keseluruhan [$F(1,68) = 98.76, p < .05$]. Keputusan ini mengesahkan bahawa terdapat kesan kumpulan kawalan dan rawatan terhadap markah ujian pasca, selepas mengawal ujian pra yang merupakan kovariat.

Perbandingan antara tahap pengetahuan (*gain scores*) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi dan rendah kumpulan rawatan selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi

H₀₅: Tidak terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan (*gain score*) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan (mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi

H₁₅: Terdapat perbezaan yang signifikan antara peningkatan tahap pengetahuan (*gain score*) bioteknologi pelajar berprestasi tinggi (Jalur 2) dan berprestasi rendah (Jalur 6) dalam kumpulan rawatan (mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi) selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi.

Berhubung dengan soalan ini, penentuan peningkatan skor markah (*gain score*) kedua-dua kumpulan rawatan serta ujian-*t* pelajar yang mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi telah ditentukan. *Gain score* ditentukan melalui penentuan perbezaan markah ujian pasca dan ujian pra setiap pelajar yang terlibat dalam kajian ini. Dapatan analisis ini ditunjukkan dalam Jadual 7.9. Dapatan kajian menunjukkan terdapat peningkatan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi dan berprestasi rendah dalam kedua-dua kumpulan rawatan yang terlibat dan ianya adalah signifikan.

Jadual 7.9

Ujian-t bagi Peningkatan Tahap Pengetahuan Bioteknologi Kumpulan Rawatan dalam Kalangan Pelajar Berprestasi Rendah dan Tinggi Selepas Pembelajaran Berkaitan Bioteknologi

Prestasi	Bilangan (N)	Min (M)	Sisihan Piawai (SP)	Ujian Levene		Nilai- <i>t</i>	Df	Signifikan
				Nilai <i>F</i>	Signifikan			
Tinggi	40	30.13	9.00	1.65	.20	5.59	75	.00
Rendah	37	19.51	7.52					

Pelajar berprestasi tinggi mencatat peningkatan yang lebih tinggi dalam tahap pengetahuan bioteknologi mereka ($M = 30.13$, $SP = 9.00$) berbanding peningkatan dalam pelajar berprestasi rendah ($M = 19.51$, $SP = 7.52$). Walaupun peningkatan tahap pengetahuan pelajar rawatan berprestasi rendah adalah rendah berbanding pelajar rawatan berprestasi tinggi, namun dapatan ini menunjukkan bahawa modul yang telah dibina ini sesuai dan boleh digunakan oleh pelajar berprestasi rendah bagi meningkatkan pengetahuan bioteknologi mereka.

Dapatan kajian ini adalah sedikit berbeza daripada kajian yang telah dijalankan oleh Zohar dan Dori (2003); yang mana selepas mengikuti pembelajaran menggunakan modul, kumpulan pelajar prestasi rendah mencapai peningkatan pencapaian yang lebih tinggi berbanding kumpulan pelajar prestasi tinggi. Ini menunjukkan bahawa modul mempunyai kesan positif dalam pemerolehan pengetahuan berkaitan. Seterusnya, perbincangan lebih mendalam dilakukan berkaitan pandangan pelajar dan guru mengenai kebolegunaan Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan.

Pandangan Pelajar dan Guru Mengenai Modul Bioteknologi

Pengkaji telah menemu bual lapan orang pelajar; empat orang dari setiap sekolah yang terlibat dalam kajian ini dan telah menjalani pembelajaran dengan menggunakan Modul Bioteknologi. Dapatan daripada temu bual ini akan dibincangkan mengikut tema-tema yang telah dikenal pasti oleh pengkaji. Justeru itu, pengkaji memberikan simbol Pelajar 1, Pelajar 2,....Pelajar 8 yang merujuk kepada pelajar-pelajar dan simbol Guru 1 dan Guru 2 yang mewakili kedua-dua guru yang terlibat dalam sesi temu bual yang telah dijalankan dan penjelasan selanjutnya akan menggunakan simbol ini mewakili pelajar dan guru terbabit. Guru dari sekolah yang berada di jalur enam adalah seorang guru yang baru berkhidmat selama dua tahun manakala guru yang bekerja di sekolah yang berada pada jalur dua telah berkhidmat

selama 15 tahun. Di dalam penjelasan yang dilakukan, pengkaji akan merujuk guru dari sekolah yang berada pada jalur enam sebagai Guru 1 manakala guru dari sekolah yang berada pada jalur dua dikenali sebagai Guru 2. Penjelasan yang dilakukan akan merujuk kepada soalan temu bual yang telah dikemukakan kepada kedua-dua kumpulan responden.

Kesesuaian jangka masa pelaksanaan aktiviti Modul Bioteknologi

Apabila persoalan mengenai kesesuaian jangka masa pelaksanaan aktiviti Modul Bioteknologi ini diajukan kepada pelajar-pelajar, pelbagai respon yang telah diterima daripada mereka. Antaranya adalah:

“ Secara keseluruhannya, masa tu cukup...terutamanya yang eksperimen pasal ekstrak DNA tu. Cuma modul yang menggunakan internet tu perlukan lebih sedikit masa lagi” (Pelajar 1, SKJ)

“Kalau aktiviti yang melibatkan internet tu masa macam tak cukup sebab kita kena dengar banyak kali. Lepas tu, semua pelajar pasang benda yang sama...jadi ia macam mengganggu kita nak dengar...tu yang melambatkan. Eksperimen tu..masanya cukup...macam eksperimen ekstrak DNA tu masanya mencukupi ” (Pelajar 2, SH)

“Ada aktiviti yang tak cukup masa. Ekstrak DNA...masanya cukup. Tisu kultur...masa tak cukup” (Pelajar 3, SH)

“Masa cukup, ok...cuma kena buat cepat sikit...” (Pelajar 4, SH)

“Masa kena lebihkan sikit terutama yang guna internet sebab kita kena dengar satu-satu dan fahamkan apa yang dia kata dalam video. Eksperimen...masa yang diberi mencukupi” (Pelajar 5, SKJ)

“Cukup masa... cuma bab yang tisu kultur tu hanya seorang dalam kumpulan sahaja yang dapat buat” (Pelajar 6, SH)

“Eksperimen tu cukup masa....yang ‘youtube’ tu masa nya tak cukupkena tambah masa lagi” (Pelajar 7, SKJ)

“Ada aktiviti modul yang masa dia tak cukup...macam sel stem tu..kena guna internet...masa dia tak cukup” (Pelajar 8, SKJ)

Kebanyakan pelajar menyatakan bahawa aktiviti yang melibatkan menjalankan aktiviti *hands-on* mempunyai masa yang mencukupi untuk melaksanakannya. Hanya

aktiviti yang melibatkan penggunaan laman web tertentu yang perlu dilayari oleh pelajar menunjukkan masa yang diberikan tidak mencukupi. Antara faktor yang menyebabkan fenomena ini seperti yang telah dinyatakan oleh Pelajar 2 adalah faktor kebisingan yang wujud apabila semua pelajar membuka dan mendengar video yang sama serentak. Ini menyebabkan butir-butir penerangan yang terdapat di dalam tayangan video tersebut tidak dapat didengari dengan jelas oleh pelajar. Ini menunjukkan faktor yang menimbulkan masalah ini bukan merupakan masalah dalaman yang timbul dari tayangan video yang dipilih; tetapi ianya adalah disebabkan oleh faktor luaran kesan bunyi bergema apabila video ini dipasang oleh pelajar secara serentak. Sewajarnya, pelajar yang terlibat dibekalkan dengan 'headphone' bagi membolehkan mereka mendengar penerangan dari 'YouTube' yang terpilih secara senyap; tanpa dipengaruhi oleh bunyi bising diluar.

Dari perspektif guru, kedua-dua guru menyatakan bahawa masa yang diberikan adalah mencukupi; terutamanya melibatkan aktiviti menjalankan eksperimen secara *hands-on*. Namun demikian, kedua-dua guru menyarankan agar dilihat lebih teliti kepada aspek kemudahan dalam makmal komputer semasa aktiviti yang melibatkan penggunaan internet dijalankan. Di antara saranan guru-guru tersebut adalah:

“Masa menjalankan aktiviti mencukupi, tetapi kadangkala...seperti hari itu apabila capaian internet tidak stabil...dan pelajar perlu berkongsi komputer dan komputer riba...ianya menjejaskan sedikit kelancaran aktiviti...Kan lebih bagus jika setiap pelajar dibekalkan dengan komputer masing-masing semasa menjalankan aktiviti dan juga dibekalkan dengan *headphone*...maka pelajar boleh fokus mendengar dari *YouTube* tanpa sebarang gangguan dari rakan di sebelah yang menjalankan aktiviti yang sama” (Guru 2, SH)

Guru 1 memberi komen berikut mengenai isu yang sama iaitu:

“Saya rasa pelajar boleh diminta mengakses laman web berkaitan dirumah . . .kalau tak cukup masa di sekolah. Mungkin dekat rumah dia (pelajar) tenang sedikit. Kadang-kadang ada masalah dengan makmal komputer kat sini di mana *sound system* nya tidak baik...semua pelajar nak dengar video tu semasa menjalankan aktiviti...kita (sekolah) pun tak ada *headphone*...kesian pelajar...susah mereka nak fokus mendengar” (Guru 1, SKJ)

Oleh yang demikian, isu yang diketengahkan oleh kedua-dua guru ini perlu diberi perhatian yang sewajarnya agar aktiviti yang dirancang dapat berjalan dengan lancar. Kemudahan infrastruktur di sekolah perlu diberi perhatian. Selain dari kemudahan yang telah dinyatakan, alatan dan radas yang diperlukan di dalam makmal sains juga perlu ada supaya aktiviti pengajaran dan pembelajaran dapat dijalankan. Ini adalah selaras dengan pandangan yang telah dilontarkan oleh Guru 2 iaitu:

“Ada sedikit masalah semasa nak sediakan bahan untuk aktiviti tisu kultur...dari segi nak sediakan dan sterilkan bahan di dalam *autoclave* atau periuk tekanan. Di sekolah saya ni, peralatan seperti periuk tekanan ada di dalam makmal tetapi ianya kecil...jadi banyak masa yang diperlukan untuk kami mensteril peralatan yang akan digunakan tu” (Guru 2, SH)

Kesesuaian tajuk/tema yang dipilih dalam Modul Bioteknologi

Seterusnya, berhubung dengan tema/tajuk yang dipilih dimuatkan ke dalam aktiviti-aktiviti yang disenaraikan di dalam modul tersebut, pelajar menyatakan bahawa tajuk yang berkaitan dengan menjalankan aktiviti secara *hands-on* adalah sangat sesuai. Namun demikian, tajuk yang berkaitan dengan melakukan aktiviti menggunakan laman web yang dinyatakan agak mencabar tahap kefahaman dan pemikiran sebahagian mereka.

Di antara komen yang diberikan oleh pelajar adalah:

“Saya suka buat aktiviti di depan mata saya...macam ekstrak DNA, buat dadih...kalau aktiviti yang nak cari dari internet tu...bagi saya agak susah...saya mesti tengok...nampak dan buat sendiri baru saya faham”(Pelajar 1, SKJ)

“Eksperimen tu senang...yang pasal plasmid tu...yang ada penghasilan hormon insulin tu payah sikit nak faham...Sel stem dan terapi gen pun kurang faham jugak...Saya rasa sebab aras Bahasa Inggerisnya tu tinggi” (Pelajar 2, SH)

“Semuanya sesuai...cuma tajuk pasal terapi gen dan penghasilan hormon insulin tu je yang sedikit sukar...tapi boleh juga diikuti pengajaran yang disampaikan dalam video tu” (Pelajar 3, SH)

“ Yang paling *best* sekali buat *yogurt* sebab itu yang paling senang dan saya faham konsep dia... yang cari bahan dekat internet tu susah sikit...macam terapi gen, penerangan dia saya kurang faham...sebab Bahasa Inggeris dia agak sukar...tapi bila cikgu terangkan baru saya faham”(Pelajar 4, SH)

“Pada saya, aktiviti yang ada sesuai...yang *Youtube* tu pasal kejuruteraan genetik, susah nak faham sebab dia cakap laju...kadang-kadang saya *search* dekat *Wikipedia*. ..yang lain tu saya boleh ikuti pengajarannya” (Pelajar 5, SKJ)

“Setakat apa yang ada cukup dah...saya rasa kalau boleh ditambah lagi aktiviti eksperimen yang ada ...lagi *best*...sebab ia dapat tambahkan lagi minat saya kepada bioteknologi” (Pelajar 6, SH)

“ Sesuai sangat...boleh” (Pelajar 7, SKJ)

“Pada pandangan saya, aktiviti tu okaylah...penerangan dalam *YouTube okay*... ada sikit sahaja yang kurang jelas...tapi bila cikgu terangkan dalam kelas ...saya boleh faham. Eksperimen tu okay...masanya cukup” (Pelajar 8, SKJ)

Merujuk kepada aspek ini juga, kedua- dua guru menyatakan bahawa tajuk yang dipilih ini adalah bersesuaian dengan tahap pelajar yang berada di Tingkatan empat dan lima yang telah didedahkan kepada mata pelajaran Biologi. Guru 1 menyatakan bahawa:

“Tajuk yang diberikan itu bersesuaian dengan tema sebab dalam mata pelajaran Biologi pun telah diselitkan juga unsur bioteknologi ni, cuma ianya diasingkan dalam bab tertentu” (Guru 1, SKJ)

Guru 2 menambah:

“Pada pendapat saya, modul yang telah dijalankan sangat membantu dan sangat menarik...tajuk-tajuknya pun sesuai. Apabila kita buat bersama-sama pelajar, mereka sangat teruja” (Guru 2, SH)

Secara keseluruhan, tema yang dipilih berkaitan dengan aktiviti eksperimen secara *hands-on* disukai oleh pelajar dan mereka dapat memahami konsep yang disampaikan. Tema yang melibatkan penggunaan internet dan tayangan video dalam Bahasa Inggeris memperlihatkan wujud sedikit gangguan kepada perjalanan aktiviti pembelajaran. Beberapa pelajar menjelaskan bahawa mereka kurang faham akan tajuk yang berkaitan pada peringkat awal. Fenomena ini biasanya wujud kerana apabila pelajar didedahkan kepada suatu konsep yang baru, mereka akan memilih untuk tidak menerima idea tersebut kerana mereka kurang memahami konsep baru tersebut (Halverson, Freyermuth, Siegel & Clark, (2010). Namun demikian, terdapat pelajar yang mempunyai inisiatif dan kemahiran untuk mencari pencerahan kepada kemusykilan yang timbul ini dengan menggunakan laman sesawang seperti *Wikipedia* atau mendapatkan penjelasan dari guru.

Kesesuaian strategi pengajaran dan pembelajaran yang dipilih dalam Modul Bioteknologi

Selanjutnya, terdapat beberapa strategi pembelajaran yang digunakan dalam modul yang telah dibangunkan ini; umpamanya perbincangan dalam kumpulan, perbahasan/forum, menjalankan eksperimen secara *hands-on*, pembelajaran menggunakan internet serta diiringi dengan kuliah yang disampaikan oleh guru. Daripada senarai ini, strategi pembelajaran dengan menjalankan eksperimen secara *hands-on*, perbincangan dalam kumpulan serta penggunaan internet mendapat persetujuan kebanyakan pelajar yang terlibat, sebagai kaedah pembelajaran yang baik; seperti mana yang dipaparkan:

“Bagi saya, aktiviti yang cikgu buat tu pada saya dah cukup okay sebab saya lebih suka buat aktiviti dalam kumpulan... Saya kena bincang, buat bersama-sama kawan dan nampak apa yang saya buat...baru saya faham” (Pelajar 1, SKJ)

“Aktiviti macam ni dah okay...sebab ada banyak jenis aktiviti...ada kepelbagaian” (Pelajar 2, SH)

“Saya suka yang bahagian eksperimen...” (Pelajar 3, SH)

“Eksperimen tu sangat menarik sebab kita tak pernah buat...yang guna internet tu pun ok...kita tak bosan...perbincangan dalam kumpulan pun ok sebab kita boleh kongsi banyak idea dengan rakan-rakan sekelas” (Pelajar 4, SH)

“Sesuai...tak ada masalah. Saya suka kedua-dua aktiviti *YouTube* dan eksperimen” (Pelajar 5, SKJ)

“Saya rasa yang guna internet tu kalau boleh dikurangkan sebab saya tak berminat” (Pelajar 6, SH)

“Rasanya yang lain tu okay...cuma yang *Youtube* tu tak sesuai... saya rasa lebih sesuai kita buat eksperimen sahaja” (Pelajar 7, SKJ)

“Saya suka cara pembelajaran dengan menjalankan eksperimen sebab saya boleh buat dan nampak hasil dari eksperimen tu” (Pelajar 8, SKJ)

Apabila soalan yang sama ditanyakan kepada guru, kedua-duanya juga bersetuju bahawa strategi yang ada adalah pelbagai dan ini menarik perhatian pelajar. Pelajar juga di dapati amat menyukai aktiviti yang melibatkan eksperimen secara *hands-on* yang

dicadangkan. Di samping itu, guru juga mendapati aktiviti yang melibatkan penggunaan internet juga sesuai didedahkan kepada pelajar. Namun demikian, kaedah perbincangan dalam kumpulan yang dijalankan semasa melakukan aktiviti mengenai kebaikan dan keburukan bioteknologi mendapati pelajar kurang biasa dengan aktiviti perbincangan dalam kumpulan dan menjalankan perbahasan dan forum. Antara komen yang diberikan oleh guru ialah:

“Pendekatan saya rasa dah pelbagai...ada yang interaktif...ada yang *hands-on*...perbincangan ...saya rasa macam dah merangkumi pelbagai *intelligence* yang pelajar ada...saya rasa dah banyak dah dan boleh diteruskan sahaja” (Guru 2, SH)

“Eksperimen tu ok...internet (aktiviti) itupun ok...Perbincangan boleh dilakukan.. tetapi mungkin budak ni (pelajar) dia tak berapa pandai berbincang dan berhujah semasa aktiviti perbahasan dijalankan... jadi tak berapa menjadi” (Guru 1, SKJ)

Dapatan dari penjelasan Guru 1 menunjukkan kurangnya keupayaan pelajar untuk berbincang dan seterusnya berhujah mengenai isu yang dibahaskan. Perkara ini perlu diberikan perhatian kerana pelajar di sekolah perlu diberikan pendedahan untuk berhujah dan mampu untuk berfikir secara kreatif dan kritis apabila berhadapan dengan isu-isu yang berkaitan dengan kebaikan dan keburukan penggunaan teknik-teknik kejuruteraan genetik dan bidang bioteknologi yang selainnya. Senario ini juga adalah sama seperti yang telah dilaporkan oleh Helena, Aleš, Branka, Katarina, dan Cirila (2011) dan Sadler, Chambers, dan Zeidler (2004). Kajian yang dijalankan oleh Helena et al. (2011) di Slovenia mendapati bahawa kebolehan menghujah isu moral pelajar adalah rendah dan mereka hanya mengutarakan beberapa justifikasi sahaja. Memandangkan kebolehan pelajar yang rendah untuk membahaskan isu ini, dicadangkan agar pelajar dilatih kemahiran berdebat mengenai isu sosio-saintifik seperti mana yang terdapat dalam bioteknologi (Helene et al., 2011; Molinatti et al., 2010). Chang dan Chiu (2008) juga mengatakan perlu digabungkan kemahiran ini di dalam perbincangan dalam kumpulan kerana ia mampu membantu pelajar memikirkan cara membidas dan menyokong pendapat semasa berhujah.

Aktiviti yang menyeronokkan

Terdapat tujuh aktiviti yang telah dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi ini. Apabila soalan diajukan kepada pelajar akan aktiviti yang manakah yang paling menyeronokkan, hampir keseluruhan pelajar mengatakan bahawa aktiviti yang melibatkan eksperimen secara *hands-on* menjadi pilihan mereka seperti yang dinyatakan dari butiran transkrip berikut:

“Saya suka bahagian yang ada ekstrak DNA dari buah strawberi ...sebab tak sangka bila lenyek buah tu...boleh dapat DNA. Kalau aktiviti macam ni saya memang suka. Kalau guna internet tu, saya kurang suka” (Pelajar 1, SKJ)

“Ekstrak DNA dari buah strawberi ...tisu kultur tak dapat buat sebab cikgu arahkan seorang sahaja dalam kumpulan yang buat...yang lain dapat tengok sahaja” (Pelajar 2, SH)

“Ekstrak dan tisul kultur tu *best*...saya suka buat. Itu juga sebagai pengalaman sebab tak pernah buat sebelum ini. Kita orang tak pernah didedahkan kepada bioteknologi ini. Sebelum ini kita tak tahupun tentang benda yang ada disekeliling kita ada kaitan dengan Bioteknologi” (Pelajar 3, SH)

“Eksperimen...saya suka ketiga-tiga eksperimen itu” (Pelajar 4, SH)

“Dadih dan ekstrak DNA...tisu kulturpun seronok juga” (Pelajar 5, SKJ)

“Semua aktiviti menarik...saya nak *explore* lagi” (Pelajar 6, SH)

“Yang buat DNA strawberi tu...sebab kita nampak DNANYA...cantik DNA dia...nak buat eksperimen ni pun senang. Tisu kultur pun menarik juga ...tapi sebab kita buat dalam kumpulan...jadi tak semua dapat peluang buat tisul kultur sendiri. Bila kita buat pasal dadih tu saya dapat belajar macam mana dadih dihasilkan ...rupanya ada bakteria yang terlibat” (Pelajar 7, SKJ)

“Saya suka aktiviti yang kita buat eksperimen. Saya suka semua 3 aktiviti yang melibatkan eksperimen...yang internet tu saya tak berapa minat sebab dia (aktiviti guna internet) tak begitu seronok macam buat eksperimen” (Pelajar 8, SKJ)

Seterusnya guru-guru yang terlibat pula menyatakan bahawa aktiviti yang ada adalah sesuai dan pelajar sangat berminat dan teruja dengan aktiviti yang ada. Menurut guru-guru tersebut:

“ Saya rasa aktiviti yang ada okay...sebab budakpun (pelajar) *have fun* dengan aktiviti tersebut...dan dia boleh faham” (Guru 1, SKJ)

“Secara keseluruhan, semuanya okay. Pelajar nampaknya berminat, seronok ...tapi yang nampak sangat yang pelajar berminat ialah pengekstrakan DNA strawberi...kemudian tisu kultur. Macam kultur tisu, lambat nak nampak kalus dia...tapi *DNA extraction* tu pelajar cepat dapat lihat keputusan dia...*DNA extraction* memang sangat menyeronokkan pelajar” (Guru 2, SH)

Berkaitan dengan senario yang dilihat, dapat dikatakan bahawa aktiviti *hands-on* adalah salah satu cara bagi guru melibatkan pelajar dalam proses pemindahan ilmu pengetahuan daripada pengalaman pembelajaran lepas dan juga menggalakkan pemindahan ilmu yang selanjutnya dengan memberikan pengalaman yang baru (Dunham et al., 2002b). Apabila pelajar boleh melihat apa yang mereka sedang pelajari dan boleh berinteraksi dengan bahan pembelajaran, maka bahan pembelajaran tersebut menjadi kurang abstrak dan pelajar akan mula bertanyakan soalan yang membawa kepada pemahaman yang lebih mendalam. Aktiviti *hands-on* juga membolehkan pelajar membuat perhubungan antara pelbagai topik sains yang diajar secara umum dan terpisah (Kirkpatrick et al., 2002) serta meningkatkan motivasi mereka (Paris et al., 1998).

Penambahbaikan ke atas Modul Bioteknologi

Soalan terakhir yang diberikan kepada pelajar adalah berkenaan cadangan penambahbaikan yang boleh dilakukan ke atas Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan. Berikut adalah beberapa contoh penambahbaikan yang dicadangkan:

“Saya rasa lembaran kerja yang diberikan itu boleh ditambah sedikit grafik ...yang lain tu saya rasa dah mencukupi” (Pelajar 1, SKJ)

“Pada saya, modul tu dah okay dah...tak payah buat apa-apa. Soalan yang diberikan pun selari dengan apa yang ada di dalam video tu” (Pelajar 2, SH)

“Bahagian yang melibatkan aktiviti guna laman web pasal sel stem, terapi gen dan hormon insulin agak sukar difahami...mungkin cikgu boleh guna contoh yang lebih mudah” (Pelajar 3, SH)

“Modul boleh kekalkan yang ada...tak perlu penambahbaikan...cuma perlu ditambah grafik seperti gambar...sebab tulisan sahaja kurang menarik”(Pelajar 4, SH)

“Lembaran tu tak ada masalah...cuma *website* yang digunakan tu penerangannya laju...rasanya perlu dipermudahkan “(Pelajar 5, SKJ)

“Letak gambarajah pada modul...” (Pelajar 6, SH)

“Arahan yang diberikan senang diikuti dan difahami...soalan yang diberikan dalam modul membantu dalam memahami apa yang nak dipelajari” (Pelajar 7, SKJ)

“Perkataan yang susah difahami diberikan penjelasan...tuliskan maksudnya. Ini boleh diletak dalam modul ...buat macam glosari” (Pelajar 8, SKJ)

Apabila diutarakan soalan ini kepada guru yang terbabit dalam kajian ini, kedua-dua mereka bersetuju bahawa modul yang telah digunakan ini adalah bermanfaat untuk kegunaan pelajar. Di samping apa yang sedia ada di dalam modul ini, guru-guru ini bersependapat agar bahagian aktiviti yang melibatkan penggunaan video dari internet dilakukan penambahbaikan. Menurut mereka, sedikit kekangan wujud dalam kalangan segelintir pelajar-pelajar yang mempunyai batasan dalam penggunaan Bahasa Inggeris untuk memahami penjelasan yang diberikan di dalam video berkenaan. Menurut guru-guru tersebut:

“Mungkin pemilihan *YouTube* tu penting juga sebab budak (pelajar)... dia nak fahamkan bahagian bahasa tu susah sikit. Bahasa dia (video) perlu diturunkan ke paras yang lebih rendah lagi...tapi selepas saya terangkan mereka boleh faham pembelajaran tu. Mengenai lembaran kerja(modul)...okay sahaja sebab pelajar boleh faham arahan yang diberi” (Guru 1, SKJ)

“Dari segi aktiviti yang mana pelajar perlu mencari bahan dari *website*...memang bagus cara tu...kita (guru) dah bagi...dah bantu di situ...tapi kekangannya mungkin segelintir pelajar tak faham dari segi penggunaan bahasa yang ada dalam video itu terlalu tinggi...mungkin pelajar kadang-kadang kepandaian berbahasa mereka tu tak sama, ada yang senang faham...ada yang dengar banyak kalipun tak faham. Ini kekangan yang ada apabila kita guna bahan dari internet. Oleh kerana pengajaran sekarang dalam Bahasa Melayu dan bahan dari internet dalam Bahasa Inggeris, maka inilah yang akan menjadi sebab mengapa pelajar kurang faham” (Guru 2, SH)

Guru 2 juga menambah:

“Ada pelajar tanya pasal terapi gen, macam mana virus masuk dalam badan ni...tak bahaya ke...jadi saya jelaskan sebenarnya ianya tak bahaya. Maksudnya di sini, pelajar masih dalam keadaan sukar untuk menerima konsep itu....pelajar masih sangsi akan konsep ini. Mereka macam tak percaya sebab dalam persepsi mereka...virus adalah organisma yang biasanya memudaratkan...jadi kenapa pulak nak dimasukkan virus yang bahaya ke dalam badan...saya lihat ada masalah penerimaan konsep di sini” (Guru 2, SH)

Senario yang dilihat dari pernyataan Guru 2 ini mengimplikasikan bahawa faktor penerimaan dan pengetahuan pelajar akan kegunaan virus di dalam bidang bioteknologi adalah terbatas dan keadaan ini juga menyebabkan pemahaman mereka mengenai konsep ini tidak begitu memberangsangkan. Fenomena ini juga menunjukkan bahawa pendedahan pelajar kepada konsep penggunaan mikroorganisma di dalam bidang sains adalah tidak kukuh dalam kalangan segelintir pelajar. Dapatan ini bererti bahawa isu ini perlu dilihat secara lebih khusus dan langkah perlu dilakukan untuk membetulkan tanggapan kurang tepat yang telah dikemukakan oleh pelajar.

Secara amnya, daripada respon yang diberikan oleh pelajar, beberapa penambahbaikan yang dicadangkan adalah dengan penambahan grafik seperti gambar dan gambarajah, memilih laman web berkaitan terapi gen, sel stem dan penghasilan hormon insulin secara tiruan yang lebih sesuai dan yang lebih mudah difahami, penerangan yang tidak terlalu laju dan lebih jelas. Di samping itu, terdapat cadangan agar dimuatkan dalam modul ini satu ruangan glosari yang memberikan istilah perkataan yang agak sukar difahami.

Secara amnya, dapatan dari temu bual ini menunjukkan bahawa pelajar-pelajar yang terlibat dalam kajian ini menyukai aktiviti yang melibatkan aktiviti secara *hands-on*; seperti mengekstrak DNA dan melakukan kultur tisu tumbuhan. Dapatan kajian ini adalah hampir sama dengan dapatan kajian oleh Kidman (2009); Hagay dan Baram-Tsabari (2011). Kidman (2009) mendapati pelajar-pelajar adalah lebih berminat dalam topik yang mempunyai idea yang relevan melibatkan eksperimen secara *hands-on*, melibatkan aktiviti mengklon tumbuhan mereka sendiri, menguji antibiotik semula jadi, mengubah kod pada gen manusia dan pengekstrakan DNA. Senario yang hampir sama dilihat dalam kajian oleh Hagay dan Baram-Tsabari (2011) yang juga mendapati kebanyakan pelajar yang mengikuti mata pelajaran Biologi adalah berminat dengan teknik-teknik

pemanipulasian gen, seperti pengklonan dan kejuruteraan genetik dan implikasinya kepada perubatan dan pembiakan.

Walaupun terdapat beberapa perkara yang perlu dilakukan penambahbaikan, namun melalui aktiviti yang dirancang, ianya telah berjaya bukan sahaja melahirkan minat dalam kalangan pelajar berhubung dengan bioteknologi; tetapi juga memudahkan guru-guru untuk menyampaikan pengajaran komponen ini kepada pelajar sekolah.

Salah satu daripada isu yang selalu dihadapi oleh pelajar semasa pembelajaran bioteknologi adalah berkenaan dengan kaedah atau teknik yang terlibat (Falk et al., 2008). Kaedah biologi molekul adalah sangat asing kepada kebanyakan pelajar kerana ianya tidak berkait secara langsung dengan kehidupan seharian. Kaedah yang digunakan dalam bidang ini adalah berdasarkan kepada pemahaman konsep dan proses molekul yang abstrak; yang mana ianya memberi cabaran intelektual kepada pelajar sekolah (Falk et al., 2008). Justeru itu, adalah menjadi satu keperluan untuk menggunakan pendekatan yang konkrit dan boleh dicapai bagi memperlihatkan segala tindakan dan aplikasi dalam proses pada peringkat molekul yang berlaku.

Walaupun terdapat pandangan dari guru dan pelajar yang mengatakan bahawa aktiviti berkaitan dengan tajuk terapi gen dan kaedah sel stem sebagai agak sukar difahami; perkara yang sama ini juga telah diketengahkan oleh pengkaji yang lain. Copland (2003) bersetuju bahawa kedua-dua topik ini adalah agak kompleks dan ia juga adalah isu bersifat kontroversi (Dawson, 2007). Memandangkan kedua-dua topik ini adalah baru dan kebanyakan pelajar tidak pernah didedahkan kepadanya menyebabkan kepada keadaan yang dilihat dalam kajian ini. Dalam konteks kajian ini, kedua-dua tajuk ini telah dipersetujui dan dicadangkan oleh panel pakar yang terlibat dalam pembangunan modul untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang dibangunkan. Rasionalnya adalah kerana kedua-duanya merupakan isu baru yang perlu didedahkan dan diketahui oleh pelajar dan guru secara lebih terperinci.

Selanjutnya, jika merujuk kepada Model Pengajaran Isman, Fasa maklum balas perlu dilakukan. Di bahagian ini, pengkaji memberikan maklum balas dan langkah penambahbaikan yang perlu dilakukan ke atas Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan. Sehubungan dengan perkara ini, merujuk kepada dapatan temu bual yang telah dijalankan ke atas guru dan pelajar yang terlibat, beberapa perkara yang perlu dibuat penambahbaikan dan diberikan perhatian. Antaranya adalah:

- i. Bahan dokumentari yang lebih sesuai dengan aras pemahaman pelajar serta menggunakan laras Bahasa Inggeris yang lebih mudah dipilih untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi.
- ii. Kemudahan infrastruktur yang terdapat di dalam Makmal Komputer atau di dalam Makmal Sains perlu dinaik taraf bagi menghasilkan pembelajaran yang lebih kondusif.
- iii. Modul Bioteknologi yang terdiri dari Lembaran Kerja perlu ditambah baik dengan memuatkan unsur grafik yang menarik di samping menambahkan ruangan glosari yang memuatkan makna bagi istilah-istilah bioteknologi yang kurang difahami.
- iv. Senarai bahan dan peralatan yang diperlukan semasa menjalankan aktiviti di dalam Modul Bioteknologi perlu diberikan dengan lebih jelas; umpamanya saiz bikar atau tabung didih yang perlu disediakan untuk aktiviti berkaitan.

Secara amnya terdapat beberapa penambahbaikan sahaja yang perlu dilakukan ke atas Modul Bioteknologi yang telah disediakan bagi tujuan penggunaannya di masa akan datang.

Dalam kajian ini, faktor masa yang ada merupakan suatu kekangan memandangkan kajian ini telah dijalankan sehingga bulan April dan pengkaji tidak mahu mengganggu aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang telah dirancang di sekolah. Seperti mana yang disarankan oleh Bahagian Perancangan dan Penyelidikan Dasar

Pendidikan (BPPDP), pengkaji telah mengambil keputusan menghentikan kajian setakat ini sahaja.

Ringkasan

Secara amnya, bab ini telah membentangkan dapatan yang telah diperoleh daripada pelaksanaan Modul Bioteknologi kepada pelajar yang terlibat di mana guru yang terlibat melakukan aktiviti pengajaran dan pembelajaran dengan menggunakan Modul Bioteknologi ini. Dapatan analisis statistik menunjukkan terdapat peningkatan pengetahuan Bioteknologi dalam kalangan pelajar-pelajar yang mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan. Di samping itu, pelajar rawatan dari kumpulan berprestasi rendah dan tinggi mencapai tahap pengetahuan yang lebih tinggi berbanding dengan pelajar kawalan dari kedua-dua kumpulan prestasi terbabit. Ini menunjukkan penggunaan modul dapat meningkatkan pemahaman pelajar yang berprestasi tinggi dan juga rendah. Melalui aktiviti yang telah dirancang di dalam modul, pelajar menyatakan bahawa mereka berminat menjalankan aktiviti bersifat *hands-on*. Ke semua penambahbaikan yang telah dikemukakan oleh pelajar dan guru terbabit juga telah dijelaskan dalam bahagian ini.

Selanjutnya, bab lapan akan membincangkan mengenai penghasilan Manual PTPK yang merupakan panduan untuk guru mengajar aspek bioteknologi ini.

BAB 8

PEMBANGUNAN MANUAL PTPK

Pendahuluan

Manual merupakan dokumen rujukan yang memberikan maklumat terperinci mengenai operasi dan penyelenggaraan sesuatu produk. Dalam konteks kajian ini, manual di sini merujuk kepada buku panduan mengenai cara menyampaikan pengajaran komponen bioteknologi yang terkandung dalam Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan kepada pelajar yang terlibat dalam kajian ini. Dalam kajian ini, Manual PTPK dibangunkan setelah pengkaji mendapati guru yang terlibat dalam pengajaran sebenar yang sedang mengikuti latihan penggunaan Modul Bioteknologi yang diberikan oleh pengkaji menunjukkan mereka kekurangan pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi mereka. Keadaan yang dilihat ini juga disokong oleh dapatan dari ujian awal menggunakan Instrumen PTPK, kedua-dua guru yang terlibat sebelum pengajaran sebenar menunjukkan keputusan yang sama.

Oleh yang demikian, bahagian ini akan memperincikan berkenaan pembangunan Manual PTPK. Sebelum itu, pengkaji akan menjelaskan berkenaan dapatan dari perkembangan PTPK dua guru yang terlibat sebelum dan selepas melakukan pengajaran sebenar berdasarkan Instrumen PTPK.

Perkembangan PTPK Guru Biologi Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Dalam usaha menjawab soalan ini, pengkaji telah menyerahkan Borang PTPK yang telah digunakan dalam fasa Input kepada kedua-dua guru yang terlibat dalam fasa pelaksanaan dan penilaian Modul Bioteknologi yang telah dibina. Instrumen PTPK yang dibekalkan kepada guru-guru berkenaan mengandungi 14 soalan merangkumi soalan mengenai pengetahuan teknologi, pengetahuan pedagogi, pengetahuan bioteknologi serta gabungan dua dan tiga komponen pengetahuan tersebut setiap satunya. Dapatan dari

analisa ke atas instrumen tersebut dibentangkan dan pengkaji akan merujuk guru-guru terlibat sebagai Guru 1 dan Guru 2. Guru 1 merujuk kepada guru yang mengajar di sekolah yang berada pada jalur (band) dua manakala Guru 2 merujuk kepada guru yang mengajar di sekolah yang berada pada jalur (band) enam.

Dapatan dari jawapan Guru 1 dan 2 dianalisis dan akan dibincangkan mengikut jenis pengetahuan yang diuji kebolehan nya kepada kedua-dua guru ini.

Pengetahuan bioteknologi guru

Merujuk kepada Jadual 8.1, Senario 1 adalah berkaitan dengan pengetahuan bioteknologi mengenai langkah penyelesaian yang boleh diambil bagi mengatasi masalah hasil kelapa sawit menurun kerana serangan tikus.

Jadual 8.1

Pengetahuan Bioteknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 1 Langkah mengatasi masalah buah kelapa sawit kecil, kulit lembut dan rosak di makan oleh tikus.	Hapuskan tikus	1.Pelihara pemangsa (burung helang) yang akan membunuh mangsa (tikus). 2.Tanam pokok kelapa sawit Tenera sp yang dikacuk (lebih kuat, kulit besar dan sukar dimakan tikus).
Senario 2 Penerangan mengenai penghasilan hormon insulin tiruan secara komersil menggunakan teknik kejuruteraan genetic	Teknik pengklonan	Guna bakteria yang hasilkan hormon insulin. Plasmid bakteria dipotong menggunakan enzim.Gen yang menghasilkan insulin diambil dari sel manusia. Gen dari kromosom sel manusia digabung dengan plasmid dan dimasukkan ke dalam bakteria. Bakteria hasilkan insulin.

Guru 1 mencadangkan supaya tikus itu dibunuh. Guru 2 pula mencadangkan agar dipelihara pemangsa seperti burung helang yang akan membunuh pemangsa (tikus); ataupun menanam pokok kelapa sawit Tenera sp. yang dikacuk yang lebih kuat dan berkulit besar yang sukar dimakan oleh tikus. Jawapan Guru 1 menunjukkan bahawa beliau mempunyai pengetahuan umum kaedah mengatasi masalah yang dihadapi tetapi tidak mengaitkannya dengan konsep bioteknologi. Guru 2 dilihat mempunyai pengetahuan lebih luas berhubung dengan aspek kawalan biologi bagi mengurangkan

jumlah tikus, serta pengetahuan bioteknologi dengan mengaitkan kaedah penyelesaian masalah dengan penanaman pokok kelapa sawit yang dihasilkan melalui kaedah pembiakbakaan.

Bagi Senario 2 yang berkaitan dengan penghasilan hormon insulin tiruan melalui teknik kejuruteraan genetik, Guru 1 menyatakan mengenai teknik pengklonan tetapi tidak memberikan penjelasan kepada kaedah penghasilannya. Sebaliknya, Guru 2 menunjukkan beliau mempunyai pengetahuan bioteknologi berkenaan konsep ini seperti mana ditunjukkan dalam jawapannya dalam Jadual 8.1.

Pengetahuan pedagogi guru

Pengetahuan pedagogi guru dalam Senario 3 sebelum menggunakan Modul Bioteknologi dipaparkan dalam Jadual 8.2. Guru 1 dilihat tidak pasti akan kaedah eksperimen yang sesuai digunakan dan ianya berbeza dengan Guru 2 yang mempunyai pengetahuan yang lebih luas dalam pengajaran komponen ini. Bagi Senario 4, dapatan yang hampir sama diperoleh di mana Guru 2 di dapati mempunyai pengetahuan pedagogi yang lebih mantap berbanding Guru 1 dan fenomena ini dapat dilihat dengan jelas melalui paparan yang ditunjukkan dalam Jadual 8.2.

Jadual 8.2

Pengetahuan Pedagogi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 3 Cara mendapatkan roti yang lembut dan gebu. Rancangan pengajaran dan beri rasional mengapa pendekatan tersebut dipilih.	Melakukan eksperimen yang berkaitan	Pelajar membuat eksperimen menggunakan bahan di atas berserta yis untuk membuat roti. Buat dua contoh, satu tanpa yis manakala satu lagi ada yis.
Senario 4 Bagaimana mengajar konsep sel stem kepada pelajar	Menonton di 'YouTube'	Memberi contoh berkaitan sel stem. Memberi laman sesawang berkaitan. Pelajar mencari maklumat dan menghantar email sebagai bukti pembelajaran.

Pengetahuan teknologi guru

Merujuk kepada Jadual 8.3, Senario 5 mengenai reka bentuk eksperimen, dapatan yang hampir sama dilihat di mana Guru 1 di dapati mempunyai pengetahuan yang kurang mengenai kaedah eksperimen dalam soalan ini. Guru 2 mempunyai pengetahuan teknologi yang lebih baik dan dapat dilihat di dalam kedua-dua respon yang diberikan. Fenomena yang dilihat pada senario ini dan sebelumnya bagi Guru 1 dapat mengimplicasikan bahawa guru ini kurang pengetahuan pedagogi; memandangkan guru ini adalah seorang guru yang baru berkhidmat 2 tahun sebagai guru berbanding dengan Guru 1 yang telah berkhidmat selama 15 tahun seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 8.3. Namun demikian bagi senario 6, di dapati kedua-dua guru ini kekurangan pengetahuan kerana mereka tidak dapat memberikan contoh laman sesawang yang boleh digunakan oleh pelajar untuk memahami konsep kaedah untuk meningkatkan kualiti dan kuantiti penghasilan makanan.

Jadual 8.3

Pengetahuan Teknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 5 Cadang reka bentuk eksperimen serta reka bentuk keputusan eksperimen dipersembahkan kepada pelajar.	Tiada jawapan dari guru berkenaan	Eksperimen dilakukan dengan memberi asas pemboleh ubah berkaitan. Suhu adalah pemboleh ubah manipulasi dan kadar respirasi yis adalah pemboleh ubah bergerak balas. Campurkan yis dengan larutan glukosa (sebagai sumber gula) . 10 ml larutan glukos dan 1 ml yis. Buat beberapa sampel yang digunakan pada suhu berbeza, contoh: 0° C, 10° C, 37° C, 60° C. Lihat penghasilan gas karbon dioksida melalui gelembung gas yang dapat dilihat di dalam larutan kapur: lebih baik kadar respirasi adalah air kapur yang paling cepat menjadi keruh
Senario 6 Senarai laman sesawang yang boleh digunakan oleh pelajar untuk memahami konsep kaedah untuk meningkatkan kualiti dan kuantiti penghasilan makanan.		Tiada jawapan dari guru berkenaan

Pengetahuan bioteknologi dan pedagogi guru

Selanjutnya, bagi Senario 7 melibatkan guru merancang aktiviti untuk memupuk kemahiran pelajar menilai dan membuat keputusan berkaitan bioteknologi menunjukkan Guru 2 mempunyai idea untuk menjalankan aktiviti tersebut. Cadangan yang dikemukakan oleh Guru 1 menunjukkan kaedah yang dipilihnya kurang sesuai untuk dilakukan di dalam kelas. Senario 8 pula menunjukkan Guru 1 hanya menyatakan menjalankan aktiviti secara *hands-on* tetapi tidak memberi penjelasan terperinci manakala Guru 2 tidak dapat memberikan sebarang cadangan yang sesuai, seperti yang ditunjukkan di dalam Jadual 8.4. Ini menunjukkan kedua-dua guru ini kurang pengetahuan akan aktiviti *hands-on* yang sesuai digunakan untuk pengajaran komponen bioteknologi ini.

Jadual 8.4

Pengetahuan Bioteknologi dan Pedagogi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 7 Rancang aktiviti dan kaedah untuk memupuk kemahiran pelajar menilai dan membuat keputusan tentang isu-isu berkaitan bioteknologi.	Melakukan Eksperimen	Guru menyediakan topik berkaitan bioteknologi. Pelajar mencari maklumat dalam di dalam internet, menyediakan folio.
Senario 8 Rancangan aktiviti melibatkan aktiviti hands-on di dalam atau di luar kelas untuk pelajar.	Menjalankan eksperimen	Tiada jawapan dari guru berkenaan

Pengetahuan bioteknologi dan teknologi guru

Seterusnya, Senario 9 dan 10 adalah mengenai pengetahuan bioteknologi dan teknologi, di dapati kedua-dua guru mempunyai sedikit idea mengenai penggunaan laman sesawang tertentu bagi membantu pengajaran konsep yang sukar seperti mana dilihat dalam Jadual 8.5, tetapi ianya tidak dijelaskan dengan lebih terperinci.

Jadual 8.5

Pengetahuan Bioteknologi dan Teknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 9 Alatan teknologi yang akan dipilih bagi menyediakan bahan pengajaran Cap Jari DNA.	Menggunakan video interaktif	Gunakan laman sesawang dan pelajar melengkapkan kertas edaran.
Senario 10 Cadangkan penerangan tentang konsep kultur tisu dan pengklonan berdasarkan alatan teknologi yang dipilih.	Menerangkan konsep kultur tisu menggunakan konsep pengklonan	Pengukuhan konsep kultur tisu dan pengklonan di ajar dengan menggunakan pendekatan berasaskan penyelidikan. Pelajar mendalami pengetahuan berdasarkan buku teks kepada penyelidikan menggunakan laman sesawang dan buku rujukan.

Pengetahuan pedagogi dan teknologi guru

Merujuk kepada Jadual 8.6 mengenai Senario 11 dan 12, kedua-dua guru dapat menggabungkan kedua-dua elemen pengetahuan ini dalam menggunakan alatan teknologi yang difikirkan sesuai. Namun demikian, Senario 12 menunjukkan kedua-dua guru tidak dapat menyatakan reka bentuk aktiviti yang akan mereka gunakan secara *hands-on* semasa menjelaskan konsep yang dipilih. Ini mungkin disebabkan mereka tidak dapat mengenal pasti makmal maya yang ada dan boleh digunakan dalam pengajaran konsep yang dipilih.

Jadual 8.6

Pengetahuan Pedagogi dan Teknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 11 Mereka bentuk aktiviti pembelajaran menggunakan internet bagi mengajar elemen bioteknologi dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 dan 5.	Memberi kertas edaran/ latihan yang harus diselesaikan menggunakan internet	Menggunakan aplikasi VLE-frog. Membuat laman yang mengandungi butang web yang mempunyai alamat sesawang berkaitan. Pelajar boleh membuka laman berkenaan dan menggunakan alamat sesawang yang diberikan.
Senario 12 Rancangkan pengajaran menggunakan makmal maya secara <i>hands-on</i> kepada pelajar dengan menyatakan tajuk pengajaran dan laman web yang sesuai menggunakan kaedah ini.		Tiada jawapan dari guru berkenaan

Pengetahuan pedagogi, bioteknologi dan teknologi guru

Bagi Senario 13 dan 14 ini, kedua-dua guru di dapati tidak dapat memberikan jawapan kepada kedua-dua senario yang diberikan secara terperinci seperti mana ditunjukkan di dalam Jadual 8.7. Ini menunjukkan bahawa kedua mereka tidak mempunyai pengetahuan yang diperlukan yang dapat menggandingkan ketiga-tiga pengetahuan pedagogi, bioteknologi dan teknologi dalam merangka aktiviti bagi kedua-dua senario yang dinyatakan.

Jadual 8.7

Pengetahuan Pedagogi, Bioteknologi dan Teknologi Guru Sebelum Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 13 Menyediakan garis panduan bagaimana pelajar boleh melaksanakan projek berkaitan “Penghasilan pisang hibrid di Malaysia”		Tiada jawapan dari guru berkenaan
Senario 14 Sebagai ahli Jawatan kuasa Biologi Daerah, anda perlu merangka program menyediakan bahan mengajar berkaitan bioteknologi menggunakan pelbagai pendekatan pedagogi dan teknologi yang sesuai. Anda perlu memilih satu topik khusus berkaitan dengan komponen bioteknologi tersebut.	Topik: Kejuruteraan genetic	Saya memilih merangka program eksperimen penghasilan kultur tisu.

Melihat kepada dapatan yang diperoleh dari jawapan kedua guru ini sebelum mengikuti latihan yang dikendalikan oleh pengkaji mengenai pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi yang telah dihasilkan, pengkaji mendapati tahap pengetahuan PTPK kedua guru ini adalah kurang memuaskan. Semasa mula-mula mengendalikan latihan pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi juga, keadaan yang sama dilihat oleh pengkaji. Kedua guru di dapati kurang yakin dan tidak pasti bagaimana ingin melakukan pengajaran menggunakan aktiviti yang terdapat di dalam modul. Oleh yang demikian, bahagian seterusnya akan membincangkan mengenai penghasilan Manual PTPK yang akan digunakan oleh kedua guru ini semasa pengajaran konsep bioteknologi kepada pelajar.

Penghasilan Manual PTPK

Berhubung dengan dapatan yang diperoleh semasa latihan penggunaan Modul Bioteknologi dijalankan kepada dua guru yang terlibat dalam aktiviti pengajaran sebenar serta dapatan dari Instrumen PTPK yang telah dijawab oleh keduanya yang menunjukkan kurangnya pengetahuan PTPK mereka, pengkaji menyediakan Manual PTPK yang menjadi sumber rujukan kepada kedua guru ini semasa mereka melaksanakan pengajaran sebenar menggunakan Modul Bioteknologi. Manual yang dibangunkan ini direka bentuk melibatkan aspek pengetahuan pedagogi, pengetahuan teknologi dan kandungan pengetahuan guru-guru berkaitan dengan bioteknologi yang diperlukan semasa pengajaran komponen bioteknologi yang terdapat di dalam Modul Bioteknologi yang dihasilkan oleh pengkaji.

Di dalam Manual PTPK ini, pengkaji memuatkan penerangan berkaitan dengan pengetahuan konsep bioteknologi yang selari dengan aktiviti yang dirancangkan di dalam tujuh lembaran kerja seperti mana yang terdapat dalam Modul Bioteknologi berserta jawapan bagi setiap soalan yang dikemukakan dalam Lembaran Kerja. Ini meliputi perkara berkenaan aktiviti pengajaran yang disediakan, prosedur menjalankan aktiviti serta bahan bantu mengajar yang sesuai digunakan sama ada yang bersifat tradisional seperti papan putih, alat radas, buku teks ataupun bahan bantu mengajar yang lebih moden seperti multimedia. Jika aktiviti ini melibatkan penggunaan laman sesawang, pengkaji mencadangkan alamat laman sesawang berkenaan bagi memudahkan guru mengakses laman sesawang tersebut dan membuat persediaan awal yang lebih terancang sebelum memulakan pengajaran. Pada masa yang sama, guru boleh mencari bahan dan laman sesawang yang lebih sesuai pada pandangan mereka untuk pengajaran kepada kumpulan pelajar berprestasi tinggi dan rendah yang terlibat.

Manual ini juga adalah berdasarkan kepada Model PTPK yang dikemukakan oleh Koehler dan Mishra (2006) yang melibatkan gabungan aspek pedagogi, teknologi dan

pengetahuan bioteknologi. Manual PTPK yang dihasilkan ini mempunyai ciri-ciri seperti yang dinyatakan:

- i. Tajuk pengajaran bagi setiap Lembaran kerja
- ii. Mempunyai hasil pembelajaran yang ingin dicapai oleh pelajar
- iii. Langkah Pengajaran/ pengetahuan pedagogi yang diperlukan
- iv. Senarai bahan dan laman sesawang untuk memperoleh pengetahuan bioteknologi
- v. Senarai bahan dan laman sesawang untuk memperoleh pengetahuan teknologi

Manual PTPK yang dihasilkan (Lampiran B) digunakan oleh guru sebagai panduan semasa pengajaran sebenar komponen bioteknologi menggunakan Modul Bioteknologi. Guru terbabit boleh menggunakan cadangan yang diberikan di dalam manual yang dihasilkan atau menghasilkan bahan pengajaran yang lebih sesuai dengan kebolehan pelajar yang terlibat dan masa yang ada untuk pengajaran komponen ini.

Selepas menjalankan pengajaran menggunakan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK, sekali lagi Instrumen PTPK diberikan kepada kedua-dua guru berkenaan bagi melihat pencapaian mereka selepas menjalankan pengajaran sebenar. Dapatan yang diperolehi ini akan dibincangkan di bahagian berikutnya.

Perkembangan PTPK Guru Biologi Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Pengetahuan bioteknologi guru

Dapatan yang diperolehi berkaitan pengetahuan bioteknologi selepas pengajaran sebenar menunjukkan bahawa tahap pengetahuan bioteknologi kedua guru meningkat, walaupun peningkatan yang ditunjukkan oleh Guru 2 adalah jauh lebih tinggi berbanding peningkatan dari Guru 1, seperti yang ditunjukkan dalam Jadual 8.8. Guru 2 dilihat mempunyai pengetahuan lebih luas berhubung dengan aspek kawalan biologi bagi

mengurangkan jumlah tikus, serta pengetahuan bioteknologi dengan mengaitkan kaedah penyelesaian masalah dengan penanaman pokok kelapa sawit yang dihasilkan melalui kaedah pembiakbakaan. Guru 1 pula di dapati mencadangkan penggunaan teknologi pembiakbakaan terpilih bagi mengatasi masalah buah kelapa sawit kecil dan kerap dimakan tikus. Jawapan ini menunjukkan bahawa guru ini dapat mengaitkan cadangannya kepada kaedah bioteknologi dan bukan hanya kepada penghapusan tikus seperti jawapannya di awal kajian.

Merujuk kepada Senario 2 yang berkaitan dengan penghasilan hormon insulin tiruan melalui teknik kejuruteraan genetik seperti ditunjukkan dalam Jadual 8.8, Guru 1 berjaya menjelaskan lebih lanjut jawapan awal sebelum kajian mengenai teknik pengklonan yang melibatkan pertukaran DNA bakteria kepada DNA penghasilan insulin.

Jadual 8.8

Pengetahuan Bioteknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 1 Langkah mengatasi masalah buah kelapa sawit kecil, kulit lembut dan rosak di makan oleh tikus.	Menggunakan teknologi pembiakbakaan terpilih	Membuat pemilihan ortet (pokok sawit yang berpotensi untuk diklon). Ciri pemilihan adalah buah kelapa sawit yang berpotensi dalam kadar perahan minyak setiap tandan, hasil minyak dan kadar pertumbuhan sawit.
Senario 2 Penerangan mengenai penghasilan hormon insulin tiruan secara komersil menggunakan teknik kejuruteraan genetik	Teknik pengklonan dengan menukarkan DNA bakteria kepada DNA penghasilan insulin	Sintesis insulin dengan bantuan <i>Escherichia coli</i> (sejenis bakteria) guna teknologi plasmid. Langkahnya: 1. Mengisolasi plasmid dari <i>E.coli</i> . Plasmid adalah untai DNA. 2. Plasmid yang sudah diisolasi dipotong pada segmen menggunakan enzim endonuklease. DNA yang diisolasi dari sel pankreas . 3. Kod insulin DNA disambung pada plasmid menggunakan enzim DNA ligase. Hasilnya kombinasi DNA kod insulin dengan plamid bakteria disebut DNA rekombinan. 4. DNA rekombinan dimasukkan ke dalam sel bakteria. 5. Bila <i>E.coli</i> membiak, akan dihasilkan koloni bakteria yang memiliki DNA rekombinan. Hormon insulin terhasil.

Sebaliknya, Guru 2 menunjukkan beliau mempunyai pengetahuan bioteknologi berkenaan konsep ini di mana beliau mampu menjelaskan lebih mendalam nama bakteria

yang terlibat dalam penghasilan hormon insulin, proses mengisolasi plasmid dari bakteria tersebut menggunakan enzim khusus sehingga bakteria tersebut boleh menghasilkan hormon insulin.

Pengetahuan pedagogi guru

Pengetahuan pedagogi guru dalam Senario 3 selepas menggunakan Modul Bioteknologi dipaparkan dalam Jadual 8.9. Selepas menggunakan Modul Bioteknologi, Guru 1 di dapati masih mempunyai pengetahuan pedagogi yang kurang kerana jawapannya sebelum dan selepas menggunakan Manual PTPK dan Modul Bioteknologi mengenai kaedah yang boleh digunakan untuk menjalankan eksperimen berkaitan topik ini adalah hampir sama seperti ditunjukkan dalam Jadual 8.2 dan 8.9. Guru 2 pula menunjukkan peningkatan pengetahuannya di mana beliau dapat memperincikan perancangan eksperimen tersebut.

Jadual 8.9

Pengetahuan Pedagogi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 3 Cara mendapatkan roti yang lembut dan gebu. Rancangan pengajaran dan beri rasional mengapa pendekatan tersebut dipilih.	Melakukan eksperimen dan melihat kesannya	Aktiviti berkumpulan (4-5 orang) Bahan dibekalkan: tepung roti, telur gula, marjerin, yis. Pelajar merangka kaedah yang perlu dilakukan dan langkah berjaga-jaga yang perlu diambil. Eksperimen dijalankan. Hasil roti yang lembut dan gebu diperoleh daripada hail inkuiri dan penemuan melalui kaedah cuba jaya.
Senario 4 Bagaimana mengajar konsep sel stem kepada pelajar	Menonton di 'YouTtube' dan guru menerangkan.	Setiap kumpulan dibekalkan dengan epal untuk sentiasa cantik dan sihat (sebagai simulasi). Pelajar diberi lembaran kerja yang mempunyai maklumat laman web berkaitan sel stem ; contohnya livinghypothroids.m.wm.

Bagi Senario 4, jika dibandingkan jawapan kedua-dua guru ini dalam Jadual 8.2 dan 8.8, dapatan yang hampir sama di awal dan selepas pengajaran sebenar menggunakan Manual PTPK dan Modul Bioteknologi bagi Guru 1 diperoleh. Guru 2 di dapati lebih kreatif di mana beliau berjaya mencadangkan dua kaedah pengajaran yang boleh

digunakan untuk pengajaran konsep sel stem daripada jawapannya sebelum dan selepas menggunakan Manual PTPK dan Modul Bioteknologi.

Pengetahuan teknologi guru

Merujuk kepada Jadual 8.10, selepas menggunakan Modul Bioteknologi, bagi senario 5, Guru 1 tidak menyatakan keseluruhan reka bentuk eksperimen, tetapi beliau hanya mampu mengaitkannya dengan penghasilan jadual dan graf. Walaupun demikian, guru ini menunjukkan ada peningkatan pengetahuan teknologinya kerana pada awal kajian ini beliau tidak dapat memberi sebarang cadangan jawapan kepada soalan ini.

Jadual 8.10

Pengetahuan Teknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 5 Cadang reka bentuk eksperimen serta reka bentuk keputusan eksperimen dipersembahkan kepada pelajar.	Jadual dengan 2 lajur iaitu suhu dan masa yang diambil. Bina graf masa di ambil (paksi y) melawan suhu (paksi x)	Menentukan pembolehubah: - manipulasi; suhu- 0°C, 10°C, 37°C, 60°C. - bergerak balas; penghasilan gas CO ₂ menyebabkan air kapur keruh. - malar; isipadu air kapur Kaedah: 1. Isi 10 ml larutan gula dan 1 ml yis ke dalam 4 tabung uji. Isi tabung uji dengan 15 ml air kapur. Pasangkan tiub U untuk menyambungkan kedua-dua tabung uji. 2. Letakkan setiap tabung uji ke dalam peti ais, suhu bilik makmal, oven. Biar selama 30 minit. Catat pemerhatian dalam jadual dan lukis graf menunjukkan pemerhatian.
Senario 6 Senarai laman sesawang yang boleh digunakan oleh pelajar untuk memahami konsep kaedah untuk meningkatkan kualiti dan kuantiti penghasilan makanan.	Laman web: www.foodqualitynews.com/	Laman web: 1. www.jbfm.com.my/quality_policy.html . 2. econinterest.com/bzevolution/.../...quantity-over-quality-in-food-production .

Guru 2 di dapati mampu memberikan reka bentuk eksperimen secara jelas di awal dan di peringkat ini di mana beliau mampu menyatakan pemboleh ubah yang terlibat berserta kaedah menjalankan eksperimen tersebut.

Bagi senario 6, selepas menggunakan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK, kedua-dua guru mampu menyatakan alamat laman sesawang yang berkaitan dengan senario yang diberikan, di mana keadaan ini tidak dilihat di awal kajian kerana kedua-dua guru ini tidak memberi sebarang respons kepada soalan ini.

Pengetahuan bioteknologi dan pedagogi guru

Selanjutnya, Senario 7 adalah mengenai aktiviti untuk memupuk kemahiran menilai dan membuat keputusan tentang isu-isu bioteknologi, kedua-dua guru menunjukkan wujudnya penambahan dalam pengetahuan guru-guru ini terhadap bioteknologi dan teknologi selepas menggunakan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK dimana mereka dapat memberi penjelasan yang lebih baik apabila dibandingkan jawapan mereka di dalam Jadual 8.4 dan 8.11.

Jadual 8.11

Pengetahuan Bioteknologi dan Pedagogi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 7 Rancang aktiviti dan kaedah untuk memupuk kemahiran pelajar menilai dan membuat keputusan tentang isu-isu berkaitan bioteknologi.	Aktiviti perbincangan menggunakan bahan yang dimuat turun dari internet berkaitan kebaikan dan keburukan kaedah berkaitan teknologi.	Aktiviti membuat yogurt 1. Sediakan bahan iaitu pemula yogurt dan susu segar. 2. Campurkan yogurt (2 sudu besar) dan 50 ml susu dan dipanaskan sehingga 45°C dan disejukkan. 3. Simpan yogurt di dalam suhu bilik untuk 6 jam sebelum dimasukkan ke dalam peti sejuk. 4. Boleh dimakan oleh pelajar dan dikaitkan dengan isu baik berkaitan bioteknologi.
Senario 8 Rancang aktiviti melibatkan pelajar melakukan aktiviti hands-on di dalam atau di luar kelas.	Menjalankan eksperimen ekstrak DNA dari sel pipi manusia.	Memberi peluang setiap pelajar mencuba teknik tisu kultur bunga orkid dan pemerhatian dilakukan setiap minggu.

Senario 8 juga menunjukkan keadaan yang sama di mana pengetahuan kedua-dua guru meningkat setelah mereka menggunakan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK. Kedua-dua mereka berjaya menyatakan dengan lebih lengkap eksperimen *hands-on* yang

boleh dijalankan seperti yang ditunjukkan di dalam Jadual 8.11, tidak seperti jawapan awal mereka yang ditunjukkan dalam Jadual 8.4.

Pengetahuan bioteknologi dan teknologi guru

Seterusnya, Senario 9 dan 10 adalah mengenai pengetahuan bioteknologi dan teknologi, di dapati kedua guru menunjukkan peningkatan pengetahuan mengenai penggunaan laman sesawang tertentu bagi membantu pengajaran konsep yang agak sukar dilakukan seperti mana yang ditunjukkan dari jawapan mereka di dalam Jadual 8.5 dan Jadual 8.12. Kedua-dua guru ini juga berjaya menunjukkan keyakinan berkaitan pengetahuan bioteknologi mereka dalam pengajaran konsep Cap Jari DNA di mana mereka mencadangkan untuk memberikan penerangan dan menilai hasil kerja pelajar.

Jadual 8.12

Pengetahuan Bioteknologi dan Teknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 9 Alatan teknologi yang akan dipilih bagi menyediakan bahan pengajaran Cap Jari DNA.	Menggunakan video interaktif dan guru menerangkan konsep terapi gen.	Menggunakan laman web berkaitan terapi gen. Pelajar melengkapkan lembaran yang mempunyai soalan yang perlu dijawab sebagai eviden tahap pemahaman pelajar dan Membuat pembentangan kajian. Penilaian rakan sebaya .
Senario 10 Cadangan penerangan tentang konsep kultur tisu dan pengklonan berdasarkan alatan teknologi yang dipilih.	Menggunakan komputer untuk mencari bahan bantu mengajar yang sesuai. Menggalakkan pelajar mengumpul maklumat sendiri.	Menggunakan internet dan web berkaitan. Memberi contoh yang mudah difahami agar pelajar tidak salah konsep.

Pengetahuan pedagogi dan teknologi guru

Merujuk kepada Jadual 8.13 mengenai Senario 11 dan 12 yang berkaitan dengan pengetahuan teknologi dan pedagogi, Guru 2 di dapati dapat menggabungkan kedua-dua elemen pengetahuan ini dalam menggunakan alatan teknologi yang difikirkan sesuai

dengan lebih baik berbanding Guru 1. Dalam Senario 12, di dapati kedua-dua guru juga menunjukkan peningkatan di mana pada awalnya dari Jadual 8.6, mereka tidak dapat memberikaan sebarang respons. Namun demikian, selepas menggunakan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK, kedua-dua mereka dapat menyatakan reka bentuk aktiviti yang akan mereka gunakan secara *hands-on* semasa menjelaskan konsep yang mereka pilih kepada pelajar.

Jadual 8.13

Pengetahuan Pedagogi dan Teknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 11 Mereka bentuk aktiviti pembelajaran menggunakan internet bagi mengajar ekemen bioteknologi dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 dan 5.	Memberikan lembaran kerja, bincangkan dan kumpul maklumat melalui internet.	Salah satu tajuk di dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 ialah tisu kultur. Cadangan aktiviti: Mencari maklumat proses yang terlibat dengan tisu kultur menggunakan internet. Supaya istilah yang digunakan dapat dilihat dengan jelas; contohnya kalus.
Senario 12 Rancangan pengajaran menggunakan makmal maya secara <i>hands-on</i> kepada pelajar dengan menyatakan tajuk pengajaran dan laman web yang sesuai menggunakan kaedah ini.	Tajuk: Penghasilan insulin. Guru mengajar dengan menerangkan konsep dan disertai dengan penggunaan laman web yang bersesuaian.	Tajuk: Kejuruteraan genetik Guru mengarahkan pelajar kepada laman web yang dipilih dan mengikuti teknik kejuruteraan genetik dilakukan mengikut arahan yang diberikan oleh guru.

Pengetahuan pedagogi, bioteknologi dan teknologi guru

Bagi Senario 13, Jadual 8.7 menunjukkan di awal kajian bahawa kedua-dua guru tidak dapat menyatakan garis panduan pelaksanaan projek penghasilan pisang hibrid di Malaysia, namun setelah menggunakan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK di dapati kedua-dua guru ini berjaya memberikan penjelasan mengenai aktiviti yang boleh dilaksanakan di sekolah seperti mana ditunjukkan di dalam Jadual 8.14. Fenomena yang sama juga dilihat dalam jawapan kedua-dua guru ini bagi menjawab Senario 14 di mana pada awal kajian, kedua-dua guru ini tidak dapat menjelaskan kaedah yang akan mereka

gunakan. Namun demikian, setelah menggunakan Manual PTPK dan Modul Bioteknologi, kedua-dua guru berjaya memberikan penjelasan langkah-langkah yang boleh digunakan semasa menjalankan program yang dinyatakan dalam Jadual 8.14.

Jadual 8.14

Pengetahuan Pedagogi, Bioteknologi dan Teknologi Guru Selepas Menggunakan Modul Bioteknologi Bersama Manual PTPK

Senario	Guru 1	Guru 2
Senario 13 Menyediakan garis panduan bagaimana pelajar boleh melaksanakan projek berkaitan “Penghasilan pisang hibrid di Malaysia”	Pelajar diagihkan dalam kumpulan. Guru membimbing pelajar mencari maklumat dari internet mengenai Pisang hibrid yang terdapat di Malaysia. Pelajar menyediakan sudut informasi mengenai pisang hibrid.	Projek Buku Skrap berkaitan “Penghasilan pisang hibrid di Malaysia”. Majlis pelancaran menerangkan kaedah projek dijalankan dan kumpulan pelajar terlibat. Selama seminggu, pelajar dibimbing untuk memilih bahan, membuat kajian, mencari contoh pisang hibrid di pasaran. Majlis penutup, buku skrap yang lengkap dipamerkan. Pokok pisang hibrid ditanam di Taman Sains sebagai simbolik majlis tersebut.
Senario 14 Sebagai ahli Jawatan kuasa Biologi Daerah, anda perlu merangka program menyediakan bahan mengajar berkaitan bioteknologi menggunakan pelbagai pendekatan pedagogi dan teknologi yang sesuai. Anda perlu memilih satu topik khusus berkaitan dengan komponen bioteknologi tersebut.	Tajuk pengklonan Program pertandingan bahan bantu mengajar Biologi. 1. Penyediaan kertas kerja 2. Membuat mesyuarat Ahli jawatankuasa Biologi Daerah. 3. Penetapan AJK, masa, tentatif dan syarat pertandingan. 4. Pertandingan berdasarkan tajuk pengklonan yang mana peserta perlu membuat replika atau carta yang menarik berhubung topik tersebut. 5. Maklumat berkaitan topik disertakan sebagai bahan bukti.	Penyediaan bahan bantu mengajar berkaitan tisu kultur. 1. Mengadakan mesyuarat dan melantik ahli jawatankuasa. 2. Menetapkan syarat pertandingan. 3. Menjemput sekolah lain. 4. Menjalankan pertandingan. 5. Mendapatkan bahan bantu mengajar terbaik.

Sebagai kesimpulan, rumusan dari Ujian PTPK kedua guru yang terlibat dibincangkan dibahagian selanjutnya.

Rumusan dari Ujian PTPK Guru Sebelum dan Selepas Penggunaan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK

Secara amnya, dapatan yang diperolehi daripada ujian PTPK yang telah dijalankan ke atas kedua-dua guru terbabit menunjukkan wujudnya peningkatan dalam tahap pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi mereka selepas menggunakan Modul

Bioteknologi bersama Manual PTPK. Walaupun terdapat keadaan di mana beberapa daripada elemen tersebut menunjukkan guru-guru ini sudah mempunyai tahap pengetahuan yang baik mengenainya diperingkat awal. Di samping itu, pengetahuan Guru 2 mengenai pedagogi adalah lebih baik berbanding Guru 1 dan ini mungkin disebabkan oleh faktor jangka masa perkhidmatan dan pengalamannya adalah melebihi daripada yang dipunyai oleh Guru 2. Dapatan kajian ini juga menunjukkan bahawa kedua-dua guru ini mempunyai tahap pengetahuan teknologi, pedagogi, bioteknologi, gabungan pengetahuan bioteknologi dan pedagogi, gabungan pengetahuan bioteknologi dan teknologi, gabungan pedagogi dan teknologi serta gabungan pengetahuan bioteknologi, teknologi dan pedagogi yang rendah pada peringkat awal kajian tetapi ia menunjukkan peningkatan selepas kedua guru ini didedahkan kepada latihan menggunakan Modul Bioteknologi dan dibantu dengan Manual PTPK. Di samping itu, setelah menggunakan Manual PTPK bersama Modul Bioteknologi, di dapati tahap pengetahuan kedua-duanya telah meningkat dan ini dapat dilihat daripada kualiti jawapan yang diberikan oleh kedua-dua guru ini selepas menggunakan Manual PTPK adalah lebih baik daripada sebelumnya.

Seterusnya, pengkaji akan membincangkan dapatan dari temu bual yang telah dijalankan kepada kedua-dua guru yang sama mengenai pemerolehan pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi guru yang terlibat.

Pemerolehan Pengetahuan Teknologi, Pedagogi dan Bioteknologi

Berhubung dengan pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi yang diperoleh kedua guru ini setelah menggunakan Manual PTPK bersama Modul Bioteknologi, menunjukkan respon yang positif di mana mereka bersetuju bahawa manual dan modul banyak membantu dan memudahkan pengajaran komponen bioteknologi. Mereka juga memperoleh pengetahuan teknologi, pengetahuan bioteknologi dan pengetahuan pedagogi yang berkaitan dari manual ini melalui nota dan

cadangan alamat laman web yang berkaitan yang disertakan sebelum meneruskan dengan aktiviti pengajaran. Antara respons yang diberikan oleh guru-guru ini adalah:

“Ya...memang bergunalah manual ni. Ianya memang dah lengkap dengan pautan-pautan berkaitan...jadi bila saya taip sahaja...saya boleh terus pergi ke pautan tersebut... memang membantu sangatlah sebab saya akan baca bahagian pengetahuan pedagogi, teknologi dan bioteknologi yang disediakan itu untuk mendapatkan kefahaman dan maklumatnya memang membantu ” (Guru 1, SKJ)

“Manual tu padat, membantu...walaupun katalah penerangannya tidak *detail* diberikan kepada saya...tetapi saya boleh dapat apa yang saya nak dari bacaan manual yang dibekalkan. Manual tu telah disusun dengan teliti dan sangat membantu. Bila ada 3 komponen pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi ... ianya memudahkan saya sebab mungkin bidang saya masa di universiti dulu tak menjurus kepada bidang biotek” (Guru 2, SH)

Di samping itu, Guru 2 juga menambah:

“Berkenaan pengetahuan teknologi...tu banyak membantu...terutamanya *website* dan *link-link* yang berkaitan. Banyak benda yang kadang-kadang kita pun tak arif...tapi bila diberikan web yang ada...apabila saya baca...ia menambah pengetahuan saya...menambah ilmu saya juga” (Guru 2, SH)

“manual ini apabila dipecahkan kepada pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi, ianya banyak memudahkan saya...memandangkan bidang saya adalah Biologi umum...bukan genetik atau bioteknologi ..ini bukan bidang saya di universiti...tapi bila ada manual, dari susunan yang dilakukan dalam manual, saya dapati benda (aktiviti) ini bukanlah begitu sukar”(Guru 2, SH)

Walaupun pada awal kajian, kedua-dua guru mempunyai pengetahuan teknologi, pedagogi dan bioteknologi yang terbatas, namun komen yang diberikan oleh mereka menunjukkan bahawa manual ini memberi manfaat kepada mereka; iaitu semasa membuat persediaan sebelum melakukan aktiviti pengajaran dan mereka memperoleh ilmu pengetahuan berkaitan yang diperlukan. Secara keseluruhannya, di dapati bahawa Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK ini telah memungkinkan aktiviti-aktiviti yang berkaitan dengan bioteknologi dapat disampaikan oleh guru kepada pelajar dengan lebih berkesan.

Selanjutnya, hasil dari dapatan kajian yang telah dijalankan ini, bab 9 akan membincangkan mengenai implikasi dan kesimpulan keseluruhan yang diperolehi dari kajian ini.

BAB 9

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KAJIAN

Pendahuluan

Dalam kajian ini, Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK yang telah dibangunkan oleh pengkaji digunakan dalam aktiviti pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Biologi Tingkatan lima di dua buah sekolah menengah di daerah Klang. Kajian ini juga telah berjaya memberikan jawapan kepada ke semua persoalan yang telah dikemukakan dalam kajian ini seperti mana yang telah dijelaskan dalam bab-bab sebelum ini. Oleh yang demikian, bahagian selanjutnya ini akan membincangkan perkara ini secara lebih terperinci.

Ringkasan Kajian

Kajian ini melibatkan langkah yang dijalankan sehingga terbentuknya Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK bagi pengajaran mata pelajaran Biologi sekolah menengah. Pembangunan Modul Bioteknologi ini dilakukan berlandaskan kepada Model Pengajaran Isman yang melibatkan langkah input, proses, output serta maklum balas dan perinciannya dinyatakan di bahagian berikutnya.

Analisis keperluan dan analisis kandungan

Dalam fasa ini, analisis keperluan dijalankan melibatkan temu bual ke atas 15 guru berkenaan pandangan mereka mengenai pengajaran komponen Bioteknologi dalam mata pelajaran Biologi, masalah yang timbul dan cadangan penambah baikan yang boleh dilakukan. Hasilnya, guru menyatakan bahawa mereka kurang didedahkan kepada komponen Bioteknologi semasa di peringkat universiti mahupun dalam perkhidmatan, konsep bioteknologi yang salah serta kurang bahan bantu mengajar yang sesuai. Di

samping itu, kekurangan pengetahuan pedagogi, bioteknologi dan teknologi guru membantutkan usaha penerapan pendidikan bioteknologi di sekolah. Kaedah pengajaran yang kerap digunakan adalah secara kuliah dengan bantuan multi media. Selanjutnya, penentuan tahap pengetahuan bioteknologi, teknologi dan pedagogi 30 guru Biologi terpilih di sekitar Lembah Klang menggunakan Instrumen PTPK menunjukkan tahap pengetahuan pedagogi, teknologi dan bioteknologi mereka lemah dan mereka perlu dibimbing.

Selanjutnya, soal selidik kepada 427 pelajar Tingkatan lima di sekitar Lembah Klang yang menyentuh mengenai pengetahuan bioteknologi, sumber pemerolehan informasi, minat serta cadangan penambah baikan pembelajaran komponen ini menunjukkan mereka mempunyai pengetahuan asas mengenai ciri gen dan rantaian polinukleotida DNA, Projek Genom manusia, penganalisaan DNA, dan aplikasi kaedah modifikasi genetik; khususnya dalam bidang perubatan. Namun demikian, mereka tidak dapat mengaitkan konsep gen dengan sintesis protein, memberikan definisi DNA rekombinan serta teknik menghasilkan insulin melalui kejuruteraan genetik, serta keupayaan sel stem membahagi dan menghasilkan sel-sel tertentu. Pelajar juga keliru tentang teknik modifikasi genetik di mana ia dikatakan menyakitkan haiwan serta organisma termodifikasi genetik dikatakan mengandungi bahan kimia berbahaya. Pelajar berminat mengetahui lebih lanjut mengenai kesan buruk kaedah kejuruteraan genetik kepada alam sekitar, penggunaan kacang soya termodifikasi genetik kepada kesihatan, perubahan kod genetik untuk mengurangkan masalah genetik pada manusia, keselamatan memakan makanan termodifikasi kandungan genetik serta jenis ubat-ubatan yang dihasilkan melalui teknik kejuruteraan genetik.

Penambahbaikan yang dicadangkan oleh pelajar adalah pembelajaran secara *hands-on*, penggunaan internet/multimedia dan video, projek berkumpulan serta lawatan. Pelajar berharap lebih banyak maklumat berkaitan bioteknologi, ilustrasi dan fakta

berkaitan dimuatkan ke dalam buku teks dan amali; sama ada mengenai penyakit, ubatan, kepentingan bioteknologi, pengklonan, kebaikan dan keburukan kejuruteraan genetik. Pelajar berharap gurunya kreatif, mempunyai pengetahuan bioteknologi serta teknologi yang kukuh, sistematik dan berinformasi terkini, memandangkan sumber perolehan informasi bioteknologi mereka adalah internet dan guru.

Seterusnya, analisis kandungan sukatan pelajaran dari Indonesia, China (Hong Kong) dan Singapura menunjukkan bahawa sukatan pelajaran Biologi di Malaysia perlu dilakukan penambahbaikan, umpamanya penambahan aktiviti secara *hands-on*, perbincangan dalam kumpulan yang terbimbing dan aktiviti pengumpulan maklumat menggunakan laman web berkaitan seperti mana yang terdapat dalam sukatan pelajaran dari negara Indonesia dan China (Hong Kong).

Pembangunan Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK

Di dalam fasa ini, Teknik Delphi Ubah suaian dua pusingan dijalankan di mana empat pakar ditemu bual bagi mendapatkan maklum balas intipati soal selidik bagi Teknik Delphi pusingan satu, berdasarkan senarai elemen bioteknologi yang dikemukakan oleh Wells (1994). Hasilnya, hanya 18 daripada 68 sub elemen sesuai dimuatkan ke dalam soal selidik tersebut melibatkan enam elemen iaitu Pengenalan kepada bioteknologi, Teknik kultur tisu dan Kejuruteraan Genetik, Bioteknologi dalam perubatan, pertanian, Bioteknologi berkaitan dengan penghasilan produk dan Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan serta sembilan aktiviti pengajaran terdiri daripada amali secara *hands-on* atau laman web maya, projek, penyelesaian masalah, perbincangan dalam kumpulan, perbahasan/forum, pembelajaran berasaskan masalah, kuliah serta lawatan. Teknik Delphi melibatkan 17 pakar terdiri dari pensyarah, guru cemerlang, guru Biologi dan pegawai dari badan bukan kerajaan berkaitan dengan bioteknologi. Analisis pusingan satu dan dua Teknik Delphi menunjukkan ke semua 18 sub elemen dipersetujui oleh pakar

sesuai untuk pelajar Tingkatan empat dan lima yang mengambil mata pelajaran Biologi dan aktiviti yang mendapat persetujuan ramai pakar adalah tayangan video, aktiviti secara *hands-on*, perbincangan dalam kumpulan, kuliah dan lawatan.

Semasa pembangunan Modul Bioteknologi, ke empat-empat pakar bersetuju memuatkan enam elemen dengan 10 sub elemen, iaitu Sejarah Bioteknologi, Konsep gen dan DNA, Kejuruteraan genetik haiwan dan tumbuhan, Penghasilan tumbuhan melalui teknik kultur tisu, Fermentasi dalam biopemprosesan, Sains makanan, Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan, Penghasilan bioproduk, Potensi kajian sel stem, Potensi terapi gen, Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi serta Isu moral, etika dan perundangan. Cadangan aktiviti pengajaran adalah kuliah, tayangan video, amali secara *hands-on* dan perbahasan/forum. Sehubungan ini, semasa latihan diberikan kepada kedua-dua guru, di dapati tahap PTPK mereka agak rendah dan ini menyebabkan pengkaji menghasilkan Manual PTPK untuk membantu mereka dalam pengajaran sebenar kelak.

Pelaksanaan dan penilaian Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK

Dalam langkah ini, kajian rintis ke atas 68 pelajar dari dua kelas Tingkatan empat dijalankan dan beberapa penambahbaikan ke atas Modul Bioteknologi dilakukan oleh pengkaji, meliputi kandungan dalam versi Bahasa Melayu dan Bahasa Inggeris, penambahan grafik dan pemecahan satu modul yang panjang kepada dua modul berasingan. Modul Bioteknologi ini digunakan dalam kaedah penyelidikan secara kuasi eksperimen selama 10 minggu, melibatkan kumpulan kawalan dan rawatan menduduki ujian pra dan pasca. Aktiviti pengajaran sebenar melibatkan pelajar berprestasi tinggi dari sekolah di jalur (band) dua dan pelajar berprestasi rendah dari sekolah di jalur (band) enam di daerah Klang dengan dua buah kelas di setiap sekolah yang terdiri daripada kumpulan kawalan dan rawatan. Pelajar dalam kumpulan rawatan mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi dan guru mengajar berpandukan kepada

Manual PTPK, manakala pelajar dalam kumpulan kawalan mengikuti pembelajaran secara biasa dan dikendalikan oleh guru yang sama.

Dapatan analisis dan penilaian keberkesanan Modul Bioteknologi menggunakan ujian-*t* dan Analisis kovarian (ANCOVA) menunjukkan pada awal kajian tidak terdapat perbezaan signifikan tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi kumpulan kawalan ($M = 47.19, SP = 4.35$) dan kumpulan rawatan ($M = 47.73, SP = 4.60; t(74) = -0.52$) serta pelajar berprestasi rendah kumpulan kawalan ($M = 32.09, SP = 4.87$) dan kumpulan rawatan ($M = 32.57, SP = 5.33; t(69) = -0.39$). Selepas mengikuti pembelajaran berkaitan bioteknologi, perbezaan signifikan ditunjukkan dalam markah tahap pengetahuan pelajar berprestasi tinggi kumpulan kawalan ($M = 51.64, SP = 5.39$) dan kumpulan rawatan ($M = 77.93, SP = 6.97; t(74) = -18.24$) serta pelajar berprestasi rendah kumpulan kawalan ($M = 40.09, SP = 5.30$) dan kumpulan rawatan ($M = 52.08, SP = 5.00$). Selanjutnya, *gain score* tahap pengetahuan bioteknologi pelajar berprestasi tinggi dan rendah yang menerima pembelajaran bioteknologi menggunakan Modul Bioteknologi menunjukkan peningkatan signifikan. Pelajar berprestasi tinggi mencatat peningkatan tahap pengetahuan bioteknologi mereka ($M = 30.13, SP = 9.00$) dengan peningkatan min sebanyak 10.62 berbanding peningkatan dalam pelajar berprestasi rendah ($M = 19.51, SP = 7.52$). Kedua-dua kumpulan telah menunjukkan peningkatan tahap pengetahuan tetapi peningkatan di dapati lebih tinggi pada kumpulan pelajar berprestasi tinggi. Ini berkemungkinan disebabkan oleh pengetahuan asas mereka berkaitan bioteknologi telah ada dan mereka membina pengetahuan tambahan hasil dari mengikuti aktiviti yang telah dirancang di dalam Modul Bioteknologi yang digunakan. Ini mengimplikasikan bahawa Modul Bioteknologi sesuai bagi kedua-dua prestasi pelajar, hasil dari kebolehan guru menyampaikan pengajaran secara sistematik berpandukan Manual PTPK yang disediakan.

Seterusnya, pengkaji menemu bual dua guru dan empat pelajar yang telah didedahkan kepada pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi dan pengajaran berdasarkan Manual PTPK dari setiap sekolah. Hasil temu bual pelajar menunjukkan mereka berminat mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi, ketiga-tiga aktiviti secara *hands-on* menarik dan membantu mereka memahami konsep abstrak. Temu bual kepada kedua-dua guru pelaksana mendapati Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK amat membantu dan memudahkan mereka mendapatkan pengetahuan bioteknologi, teknologi dan pedagogi sebelum dan semasa menjalankan aktiviti pengajaran.

Selanjutnya pengkaji membandingkan Modul Bioteknologi yang dibangunkan dengan modul yang dihasilkan oleh pengkaji lain.

Perbandingan Di antara Modul Bioteknologi yang Dibangunkan dengan Modul yang Dihasilkan oleh Pengkaji Lain

Setelah Modul Bioteknologi dihasilkan, ia dibandingkan dengan modul bioteknologi yang telah dihasilkan oleh pengkaji selainnya seperti ditunjukkan dalam Jadual 8.15. Perbandingan yang dilakukan menunjukkan modul yang dihasilkan oleh Klop et al. (2010) dan pengkaji sendiri adalah melibatkan aktiviti 'hands-on' sepertimana yang telah dicadangkan oleh guru dan pelajar yang terlibat di dalam analisis keperluan guru dan pelajar yang telah dijalankan di bahagian awal kajian ini. Kirkpatrick et al. (2002) pula menghasilkan modul yang melibatkan eksperimen secara maya manakala Falk et al. ((2003) pula menggunakan kaedah perbincangan dan mencari maklumat dari laman sesawang. Di samping aktiviti tersebut, pengkaji melalui Modul Bioteknologi mencadangkan penggunaan tayangan video, perbincangan/forum sebagai tambahan kaedah yang boleh digunakan selain amali secara 'hands-on'. Hanya modul yang dihasilkan oleh Falk et al. dan pengkaji sendiri sahaja yang mempunyai manual untuk kegunaan guru.

Jadual 8.15

Perbandingan Antara Modul Bioteknologi yang Dibangunkan dengan Modul yang Dihasilkan oleh Pengkaji Lain

	Model Kurikulum 'Read the language of tumour'	Modul primer diadaptasi	Artikel Genomic Analogy Model for Educator	Modul Bioteknologi
Pengkaji	Klop et al. (2010)	Falk et al. (2003)	Kirkpatrick et al. (2002)	Pengkaji sendiri
Komponen bioteknologi yang dibincangkan	Genom, Tumour kanser, Menyisih DNA daripada reaksi rantai polimerase dan elektroforesis gel	Artikel mengenai: i. erythroprotein manusia ii. Pengklonan hormon pertumbuhan manusia dalam bakteria. iii. Tumbuhan transgenik terjurutera genetik terhadap serangga.	Konsep bioteknologi dan kejuruteraan genetik	i. Pengenalan kepada bioteknologi ii. Teknik kultur tisu iii. Penghasilan produk iv. Bioteknologi dalam perubahan v. Impak kepada kehidupan
Aktiviti Pembelajaran	i. Percambahan fikiran mengenai kanser dan penyelidikannya. ii. Aktiviti 'hands-on' (kolaborasi sekolah dan universiti) iii. Laporan tugas berkumpulan. iv. Refleksi dan perbincangan	i. Mencari maklumat dari internet untuk menyelesaikan masalah. ii. Menentukan aplikasi tambahan sesuatu kaedah. iii. Menentukan aplikasi sosial. iv. Penilaian.	Permainan dan interaktif (secara maya): i. Penerangan tentang urutan DNA (guna LEGO) dan struktur genom (analogi perpustakaan kecil) ii. Aktiviti menggunakan laman web secara individu atau berkumpulan.	i. amali secara 'hands-on' ii. Tayangan video iii. Melengkapkan lembaran kerja iv. Perbincangan dalam kumpulan v. Perbahasan/ forum
Manual guru	Tiada	Ada	Tiada	Ada

Komponen bioteknologi yang dicadangkan oleh pengkaji selain dari pengkaji sendiri menunjukkan skop bioteknologi yang lebih kecil dan tidak menyeluruh. Modul Bioteknologi yang dihasilkan oleh pengkaji mempunyai skop yang lebih luas di mana komponen bioteknologi yang dibincangkan disusun ke dalam tujuh lembaran kerja bermula dengan pengenalan kepada bioteknologi dan disusuli dengan kultur tisu,

kejuruteraan genetik, penghasilan produk, bioteknologi dalam perubatan dan diakhiri dengan impak bioteknologi kepada kehidupan.

Dapatan ini menunjukkan bahawa Modul Bioteknologi yang dibangunkan oleh pengkaji adalah lebih komprehensif dengan lebih banyak komponen bioteknologi yang dinilai. Aktiviti 'hands-on' yang dicadangkan juga boleh dilaksanakan di makmal sekolah dengan menggunakan alatan radas sedia ada.

Selanjutnya, pengkaji akan membentangkan cadangan untuk kajian selanjutnya yang boleh dilakukan di masa akan datang.

Cadangan untuk Kajian Lanjutan

Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan dalam kajian ini boleh digunakan dalam kalangan pelajar lemah dan pelajar berprestasi tinggi di kawasan bandar. Konteks luar bandar adalah berbeza dengan konteks bandar. Oleh itu, bagi tujuan kajian lanjutan, Modul Bioteknologi ini boleh digunakan dalam kalangan pelajar luar bandar untuk melihat keberkesannya dalam pelbagai jenis sekolah (*Band*). Maklumbalas daripada pelajar dan guru luar bandar boleh digunakan untuk mengubahsuai contoh senario dalam Modul tersebut agar ianya lebih mantap. Di samping itu, dicadangkan agar bahan dokumentari/video versi Bahasa Melayu dibangunkan untuk kegunaan pelajar dan boleh dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi yang akan dibangunkan kelak.

Elemen Bioteknologi juga termuat dalam silibus Biologi Tingkatan enam dan Matrikulasi. Maka, aktiviti dan latihan dalam Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan boleh diubahsuai (melalui teknik Delphi yang seterusnya) untuk tahap yang lebih tinggi supaya kajian keberkesanan penggunaan modul ini di peringkat pra-universiti sebagai persediaan untuk mengikuti pengajian yang lebih tinggi di institusi pendidikan tinggi boleh dilakukan.

Pengetahuan teknologi, pedagogi dan kandungan bioteknologi guru biologi adalah penting dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Modul Bioteknologi yang telah dibangunkan bersama Manual PTPK dan kebolehgunaannya untuk mempertingkatkan tahap PTPK guru biologi boleh diuji dengan lebih mendalam dalam program latihan guru biologi di Institut Pendidikan Guru dan Universiti yang menawarkan program pendidikan guru sains (biologi). Di samping itu, sejauhmana Modul Bioteknologi dan Manual PTPK boleh digunakan sebagai bahan latihan dalam perkhidmatan bagi mempertingkatkan PTPK guru Biologi juga boleh dikaji.

Implikasi kajian

Dari dapatan yang telah dibentangkan, kajian ini menunjukkan ia dapat memberi implikasi kepada pelbagai pihak yang terlibat. Pertamanya, ianya akan memberi manfaat kepada Kementerian Pendidikan Malaysia umumnya. Pandangan guru dan pelajar yang terlibat dalam pelajaran Biologi dapat memberikan gambaran sebenar fenomena yang berlaku di sekolah menengah tentang isu yang dihadapi oleh guru dan pelajar terbabit. Disamping itu, aktiviti yang terkandung dalam Modul Bioteknologi ini boleh diadaptasi untuk dimuatkan ke dalam buku teks dan buku amali biologi atau mata pelajaran lain yang berkaitan. Dapatan ini berguna kepada Bahagian Pembangunan Kurikulum yang ditugaskan mengemaskini dan membuat perubahan kepada kurikulum mata pelajaran sains dan khususnya biologi di sekolah, memandangkan pihak ini dalam usaha membuat pengubah suaian kurikulum Biologi yang dijangka akan diperkenalkan pada tahun 2017 kelak.

Keduanya, Institut Pendidikan Guru Malaysia (IPGM) dan universiti yang menawarkan program pendidikan guru juga tidak terkecuali dari mendapat manfaat hasil daripada penghasilan Modul Bioteknologi dan Manual PTPK ini. Kedua-dua produk ini boleh diubahsuai dan digunakan bagi tujuan melatih guru pelatih mengenai pengajaran

konsep dan prosedur berkaitan bioteknologi. Modul Bioteknologi ini boleh digunakan dalam pengajaran mata pelajaran lain seperti Sains, Sains Pertanian, Kimia dan mata pelajaran selainnya yang melibatkan elemen bioteknologi. Selain itu, ia juga boleh digunakan sebagai satu aktiviti dalam komponen pedagogi mahupun dalam silibus pendidikan guru di Institut Pendidikan Guru ataupun di universiti.

Implikasi ketiga, Modul Bioteknologi ini juga boleh diketengahkan oleh Kementerian Sains, Teknologi dan Inovasi di mana ia boleh digunakan dan dimurnikan bagi tujuan menyemai kesedaran, menambah pengetahuan dan minat orang awam, guru dan pelajar berkenaan bidang bioteknologi ini. Ini adalah kerana bidang bioteknologi ini masih lagi 'asing' kepada rakyat Malaysia dan tidak ramai yang tahu akan kesan positif dan negatif bidang bioteknologi kepada kehidupan di masa kini dan akan datang.

Selanjutnya, implikasi ke empat kajian ini, adalah Modul Bioteknologi yang dihasilkan boleh didedahkan di peringkat sekolah rendah, menengah ataupun di peringkat pra universiti dengan dilakukan sedikit pengubahsuaian mengikut aras kognitif kumpulan pelajar berkenaan. Ianya boleh didedahkan kepada pelajar sama ada sebagai aktiviti kurikulum panitia ataupun aktiviti kokurikulum Persatuan Sains; untuk menarik minat pelajar mempelajari sains serta mendapatkan pengetahuan lebih lanjut mengenai bidang bioteknologi.

Dari perspektif lain, manfaat kelima dapatan kajian ini adalah ianya dapat memberi maklumat kepada penyelidik lain akan status pelaksanaan pendidikan bioteknologi di sekolah menengah dan tahap PTPK guru terbabit. Memandangkan Modul Bioteknologi yang dibangunkan ini adalah khusus bagi kegunaan pelajar Tingkatan empat dan lima yang mengambil mata pelajaran Biologi, maka kajian selanjutnya boleh dilakukan dan modul atau manual panduan guru boleh dihasilkan untuk mendedahkan konsep ini kepada kanak-kanak pra sekolah dan pelajar sekolah rendah. Melalui usaha ini, konsep asas bioteknologi dapat disalurkan kepada anak-anak ini dan mereka mempunyai

pengetahuan dan bersedia menangani sebarang isu berkaitan bioteknologi yang akan mereka depani pada masa akan datang.

Tidak kurang juga, dapatan kajian ini secara tak langsung mampu melahirkan lebih ramai modal insan cerdas pandai yang mempunyai literasi sains dan bioteknologi. Golongan cerdas pandai ini bukan sahaja menjadi pencetus inovasi berdaya saing, malah mampu berfikir secara rasional dan holistik apabila didepani dengan sesuatu isu berkaitan bioteknologi serta berjaya di persada dalam dan luar negara, seiring dengan aspirasi status negara maju dan mampu menjana sumber ekonomi negara.

Kesimpulan

Sebagai kesimpulan, kajian yang telah dilakukan dapat memberikan pencerahan mengenai senario sebenar pendidikan Bioteknologi di Malaysia; khususnya dalam konteks pendidikan Biologi, bagi pelajar di Tingkatan empat dan lima. Guru dan pelajar yang terlibat membuktikan bahawa walaupun penguasaan bioteknologi yang kurang memuaskan di peringkat awal kajian, namun akhirnya mereka berjaya menunjukkan peningkatan dalam aspek pendidikan bioteknologi masing-masing. Walaupun dapatan kajian ini memfokuskan kepada guru dan pelajar di sekitar Lembah Klang, namun dapatan ini dapat dijadikan sebagai kayu pengukur usaha penambahbaikan komponen mata pelajaran Biologi di masa akan datang.

Modul Bioteknologi bersama Manual PTPK yang dihasilkan mempunyai impak yang positif dalam membantu guru menguasai pengetahuan bioteknologi, teknologi dan pedagogi mereka dan pelajar samada berprestasi tinggi mahupun rendah berjaya memperoleh pengetahuan bioteknologi mengikut keupayaan masing-masing. Ini merupakan satu permulaan yang bagi memartabatkan sistem pendidikan negara ini di mana masih ada penambahbaikan yang perlu dilakukan dalam merealisasikan penerapan

komponen bioteknologi yang lebih berkualiti ke dalam sistem pendidikan negara bagi melahirkan generasi yang mampu menguasai bidang bioteknologi di masa akan datang.

University of Malaya

BIBLIOGRAFI

- Ahmad Sobri Shuib. (2009). *Reka bentuk kurikulum M-Pembelajaran sekolah menengah*. Disertasi Ijazah Doktor Falsafah yang tidak diterbitkan, Universiti Malaya, Kuala Lumpur.
- Ajitha Nayar, K. (2012). Enhancing Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) towards effective technology integration/ infusion in science education In *Practices in mathematics & science education: A reflection*. Kuala Lumpur: Pearson Malaysia.
- Angeli, C., & Valanides, N. (2009). Epistemological and methodological issues for the conceptualization, development and assessment of ICT-TPCK: Advances in technological pedagogical content knowledge (TPCK). *Computers in Education*, 52(1), 154-168.
- Archambault, L., & Crippen, K. (2009). Examining TPACK among K-12 online distance educators in the United States. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 9(1), 71-88.
- Banister, S., & Reinhart, R. V. (2011). TPCK for Impact: Classroom teaching practices that promote social justice and narrow the digital divide in an Urban Middle School. *Computers in the Schools*, 28(1), 5-26.
- Barrett, B. K., & Long, V. B. (2012). The Moore Method and the constructivist theory of learning: Was R. L. Moore a constructivist? *PRIMUS: Problems, Resources, and Issues in Mathematics Undergraduate Studies*, 22(1), 75-84.
- Bell, R. L., & Garofalo, J. (2006). Simulating science. *School Science & Mathematics*, 106(5), 267-271.
- Berk, R. A. (2009). Multimedia teaching with video clips: TV, movies, YouTube, and mtvU in the college classroom. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 5(1), 1-21.
- Bigler, A. M., & Hanegan, N. L. (2011). Student content knowledge increases after participation in a hands-on biotechnology intervention, *Journal of Science and Educational Technology*, 20, 246-257.
- Bonaccorsi, G., Levi, M., Bassetti, A., Sabatini, C., Comodo, N., & Lorini, C. (2010). Risk perception about GMOS and food choices among adolescents attending secondary schools: A Tuscan case. *Italian Journal of Food Science*, 3(22), 264 – 273.
- Brown, J. D. (1995). *The elements of language curriculum: A systematic approach to program development*. New York, NY: Heinle & Heinle.
- Bryce, T., & Gray, D. (2004). Tough acts to follow: The challenges to science teachers presented by biotechnological progress. *International Journal of Science Education*, 26(6), 717 – 733.
- Chabalengula, V., M., Mumba, F., & Chitiyo, J. (2011). American elementary education pre-service teachers' attitudes towards biotechnology processes, *International Journal of Environmental & Science Education*, 6(4), 341-357.

- Chang, S., Y., & Chiu, M. H. (2008). Lakatos' scientific research programmes as a framework for analysing informal argumentation about socio-scientific issues. *International Journal of Science Education*, 30(13), 1753-1773.
- Chauvot, J. B. (2008). Curricular knowledge and the work of mathematics teacher educators. *Issues in Teacher Education*, 17(2), 83–99.
- Chen, S-Y., & Raffan, J. (1999). Biotechnology: Student's knowledge and attitudes in the UK and Taiwan. *Journal of Biological Education*, 34(1), 17-23.
- Chiappetta, E. L., Ganesh, T. G., Lee, Y. H., & Phillips, M. C. (2006). *Examination of science textbook analysis research conducted on textbooks published over the past 100 years in the United States*. Paper presented at the annual meeting of the National Association for Research in Science Teaching, San Francisco, CA.
- Chou, C., & Tsai, C-C. (2002). Developing web-based curricula: Issues and challenges, *Journal of Curriculum Studies*, 34, 623-636.
- Clayton, M. J. (1997). Delphi: A technique to harness expert opinion for critical decision-making tasks in education. *Educational Psychology*, 17(4), 373 – 386.
- Copland, P. (2003). Science and ethics must not be separated. *Nature*, 425, 121.
- Corbin, J., & Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory* (3rd ed.). Thousand Oaks, CA: Sage.
- Dalkey, N., & Helmer, O. (1963). An experimental application of the Delphi Method to the use of experts. *Management Science*, 9, 458-567.
- Dawson, V. (2007). An exploration of High School (12–17 Year Old) students' understandings of, and attitudes towards Biotechnology processes. *Research in Science Education*, 37, 59–73.
- Dawson, V., & Schibeci, R. (2003). Western Australian high school students' understanding of biotechnology. *International Journal of Science Education*, 25(1), 57-69.
- Dawson, V., & Soames, C. (2006). The effect of biotechnology education on Australian high school students' understandings and attitudes about biotechnology processes. *Research in Science & technological Education*, 24(2), 183- 198.
- De Ann, C. (2007). Biotechnology in the middle school curriculum, *Science Scope*, 31(4), 42- 46.
- Dejong, T., & Van Joolingen, W. (1998). Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68(2), 179 – 201.
- Delbecq, A. L., Van de Ven, A. H., & Gustafson, D. H. (1975). *Group techniques for programs planning: A guide for nominal group, and Delphi processes*. Glenview, IL: Scott, Foresman.

- Derham, T. R. (2012). *Problems with engagement: Problem based learning strategies effect on engagement in middle grades technology education class*, Unpublished doctoral dissertation, Capella University.
- Driscoll, M. P. (2000). *Psychology of Learning for instruction*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Dunham, T., Wells, J., & White, K., (2002a). Biotechnology Education: A multiple instructional strategies approach. *Journal of Technology Education*, 14(1), 65-81.
- Dunham, T., Wells, J., & White, K., (2002b). Photobioreactor: Biotechnology for the technology education classroom. *Technology Teacher*, 62(2), 7-12.
- Ebel, R. L. (1972). *Essentials of educational measurement*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ee Ah Meng. (2003). *Ilmu Pendidikan: Pengetahuan dan ketrampilan ikhtisas (semester 1)*. Selangor: Penerbit Fajar Bakti.
- Erdogan, M., Ozel, M., Usak, M., & Prokop, P., (2009). Development and validation of an instrument to measure university student's biotechnology attitude. *Journal of Science Education and Technology*, 18, 255-264.
- Ertmer, P. A., & Ottenbreit-Leftwich, A. T. (2010). Teacher technology change: How knowledge, confidence, beliefs, and culture intersect. *Journal of Research on Technology in Education*, 42(3), 255-284.
- Falk, H., Brill, G., & Yarden, A. (2008). Teaching a biotechnology curriculum based on adapted primary literature. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1841 – 1866.
- Falk, H., Piontkevitz, Y., Brill, G., Baram, A., & Yarden, A. (2003). *Gene Tamers: Studying Biotechnology Through Research*. (A student text, a teacher guide and an internet site <http://stwww.weizmann.ac.il/g-bio/biotech>, The Amos de-Shalit Israeli Center for Science Teaching, grades 10-12).
- Fari, M. G., & Kralovansky, U. P. (2006). The founding father of biotechnology: Karoly (Karl) Ereky. *International Journal of Horticultural Science*, 12(1), 9 -12.
- Field, A. (2009). *Discovering Statistics using SPSS*. London: Sage.
- Fonseca, M. J., Costa, P., Lencastre, L., & Tavares, F., (2012). Multidimensional analysis of high school students' perceptions about biotechnology, *Journal of Biological Education*, iFirst Article, 1-11.
- France, B. (2007). Location, location, location: Positioning Biotechnology Education for the 21st Century. *Studies in Science Education*, 43, 88-122.
- Franzoni, A. N., & Assar, S. (2009). Student Learning Styles Adaptation Method based on teaching strategies and electronic media. *Educational Technology & Society*, 12(4), 15-29.

- Gagné, R. M. (1972). Domains of learning. *Interchange*, 3(1), 1-8.
- Gagné, R. M. (1985). *The conditions of learning and theory of instruction* (4th ed.). New York, NY: CBS College Publishing.
- Garrison, D., & Kanuka, H. (2004). Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education. *The Internet and Higher Education*, 7(2), 95- 105.
- George, D., & Mallery, P. (2005). *SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference*. Boston, MA: Allyn & Bacon.
- Gibbert, M., Ruigrok, W., & Wicki, B. (2008) What passes as a rigorous case study? *Strategic Management Journal*, 29(13), 1465–1474.
- Grayford, C. (1987). Biotechnology 13-18: In-service training for teachers. *Journal of Biological Education*, 21(4), 281- 287.
- Groff, J., & Mouza, C. (2008). A framework for addressing challenges to classroom technology use. *AACE Journal*, 16(1), 21–46.
- Gunter, B., Kinderlerer, J., & Beyleveld, D. (1998). Teenagers and Biotechnology: A survey of understanding and opinion in Britain. *Studies in Science Education*, 32, 81-11.
- Hagay, G., & Baram-Tsabari, A. (2011). A shadow curriculum: Incorporating students' interests into the formal biology curriculum. *Res. Science Education*, 41, 611-634.
- Halverson, K. L., Freyermuth, S., K., Siegel, M. A., & Clark, C. G. (2010). What undergraduates misunderstand about Stem Cell research. *International Journal of Science Education*, 32(17), 2253-2272.
- Harms, U. (2002). Biotechnology education in schools. *Electronic Journal of Biotechnology (on line)*. 5(3), 205-211. Diperoleh dari internet: <http://www.ejbiotechnology.info/content/vol5/issue3/teaching/01/>. ISSN 0717-3458.
- Hanegan, N., & Bigler, A. (2009). Infusing authentic inquiry into biotechnology, *Journal of Science Education and Technology*, 18(5), 393 – 401.
- Heinich, R., Molenda, M., Russell, J. D., & Smaldino, S. E. (1999). *Instructional media and technologies for learning*. Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.
- Helena Č., Aleš, H., Branka, J., Katarina, K., & Cirila, P., (2011). Is judgement of biotechnological ethical aspects related to high school students' knowledge, *International Journal of Science Education*, iFirst Article, 1-20.
- Herodotou, C., Kyza, E. A., Nicolaidou, I., Hadjichambis, A., Kafouris, D., & Terzian, F. (2011). The development and validation of the GMOAS, an instrument measuring secondary school students' attitudes towards genetically modified organisms. *International Journal of Science Education*, Part B, iFirst Article, 1-17.

- Holbrook, J., & Rannikmae, M., (2007). Nature of science education for enhancing scientific literacy. *International Journal of Science Education*, 29(11), 1347-1362.
- Holsti, O. R. (1969). *Content analysis for the Social Sciences and Humanities*. Reading, MA: Addison-Wesley.
- Isman, A. (2011). Instructional design in Education: New model. *Turkish Online Journal of Educational Technology*, 10(1), 136 - 142.
- Jones, A., Harlow, A., & Cowie, B. (2004). New Zealand Teachers' Experiences in Implementing the Technology Curriculum, *International Journal of Technology and Design Education*, 14(2), 101–119.
- Kalantzis, M., & Cope, B. (2010). The teacher as designer: Pedagogy in the new media age, *E-Learning and Digital Media*, 7, 200–222.
- Kamisah Osman, Zanaton Iksan, & Lilia Halim. (2007). Sikap terhadap sains dan sikap saintifik di kalangan pelajar sains. *Jurnal Pendidikan*, 32, 39-60.
- Kelly, R. M., & Jones, L. L. (2007). Exploring how different features of animations of sodium chloride dissolution affect students' explanations. *Journal of Science Education and Technology*, 16, 413–429.
- Kementerian Pelajaran Malaysia. (2005). *Kurikulum Bersepadu sekolah menengah: Biologi Tingkatan Empat*. Pusat Perkembangan Kurikulum, Kuala Lumpur.
- Kementerian Pelajaran Malaysia. (2012). *Kurikulum Bersepadu Sekolah menengah: Spesifikasi Kurikulum Biologi*. Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kuala Lumpur.
- Kemp, J. E. (1985). *The instructional design process*. New York, NY: Haper and Row.
- Kidman, G. (2010). What is an 'Interesting Curriculum' for Biotechnology Education? Students' and teachers' opposing views. *Research in Science Education*, 40, 353 – 373.
- Kim Bok Young. (1991). *A content analysis of the treatment of Korea in contemporary Social Studies textbooks used in Connecticut High School*. Unpublished doctoral dissertation, University of Connecticut.
- Kirkpatrick, G., Orvis, K., & Pittendrigh, B. (2002). A teaching model for biotechnology and genomics education. *Journal of Biological Education*, 37(1), 31-35.
- Klop, T., & Severiens, S. (2007). An exploration of attitudes towards modern biotechnology: A study among Dutch secondary school students. *International Journal of Science Education*, 29(5), 663 – 679.
- Klop, T., Severiens, S., Knipples, M. C. P. J., Van Mil, M. H. W., & Ten Dam, G. T. M., (2010). Effects of a science education module on attitudes towards modern biotechnology of secondary school students. *International Journal of Science Education*, 32(9), 1127 -1150.

- Knippels, M. C. P. J., Waarlo, A. J., & Boersma, K. T. (2005). Design criteria for learning and teaching genetics. *Journal of Biological Education*, 39(3), 108–112.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2005). What happens when teachers design educational technology? The development of Technological Pedagogical Content Knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 32(2), 131-152.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge for educators*. New York, NY: Routledge for American Association of Colleges for Teacher Education.
- Koh, J. H. L., Chai, C. S., & Tsai, C. C. (2010). Examining the technological pedagogical content knowledge of Singapore pre-service teachers with a large-scale survey. *Journal of Computer Assisted Learning*, 26(6), 563-573.
- Kozma, R. (2003). The material features of multiple representations and their cognitive and social affordances for science understanding. *Learning and Instruction*, 13(2), 205–226.
- Krejcie, R.V., & Morgan, D. W. (1970). Determining sample size for research activities. *Educational and Psychological Measurements*, 30, 607-610.
- Krippendorff, K. (2004). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Beverly Hills, CA: Sage.
- Kwon, H., & Chang, M. (2009). Technology teachers' beliefs about biotechnology and its instruction in South Korea. *Journal of Technology Studies*, 35(1), 67 – 75.
- Latifah Amin, & Jamaluddin Md Jahi. (2006). Factors affecting public attitude toward Genetically Modified Food in Malaysia. *Sains Malaysiana*, 35(1), 51-55.
- Latifah Amin, Hasrizul Hashim, Nik Marzuki Sidik, Zinatul A. Zainol, & Nurina Anuar. (2011a). Public attitude towards modern biotechnology, *African Journal of Biotechnology*, 10(58), 12409-12417.
- Latifah Amin, Zinatul A. Zainol, Jamaluddin Md Jahi, Abd Rahim Md Nor, Mohamad Osman, & Nor Muhammad Mahadi. (2011b). Effect of demographic variables on public attitudes towards genetically modified insulin. *African Journal of Biotechnology*, 10(58), 12425 – 12434.
- Latifah Amin, Noor Ayuni Ahmad Azlan, Jamil Ahmad, Hasrizul Hashim, Abdul Latif Samian, & Mohamad Sobri Haron. (2011c). Ethical perception of synthetic biology, *African Journal of Biotechnology*, 10(58), 12469 – 12480.
- Latifah Amin, Nor Ayuni Ahmad Azlan, Hasrizul Hashim, & Jamil Ahmad. (2011d). Ethical perception of modern biotechnology, *African Journal of Biotechnology*, 10(58), 12435 – 12447.

- Latifah Amin, Nor Ayuni Ahmad Azlan, Mohd Fadhli Hamdan, Abdul Latif Samian, & Mohamad Sobri Haron. (2011e). Awareness and knowledge on modern biotechnology, *African Journal of Biotechnology*, 10(58), 12448 – 12456.
- Lee, H., Abd-El-Khalick, F., & Choi, K., (2006). Korean science teachers' perceptions of the introduction of socioscientific issues into the science curriculum. *Can. J. Sci. Math. Technol. Educ.*, 6(2), 67-117.
- Lee Shu Shing. (2013). *Penaakulan Mekanistik dalam kalangan murid Sains Tingkatan Empat terpilih bagi Teori Sel*. Disertasi kedoktoran yang tidak diterbitkan, Universiti Malaya.
- Levin, T., & Wadmany, R. (2008). Teachers' views on factors affecting effective integration of information technology in the classroom: Developmental scenery. *Journal of Technology and Teacher Education*, 16(2), 233-263.
- Lewis, J., Leach, J., & Wood- Robinson, C. (2000). All in the genes? Young people's understanding of the nature of genes. *Journal of Biological Education*, 34, 74-79.
- Lilia Halim, & Tamby Subahan Mohd Meerah. (2002). Science trainee teachers' pedagogical content knowledge and its influence on Physics teaching. *Research in Science & Technological Education*, 20(2), 215-225.
- Linstone, H. A., & Turoff, M. (1975). *The Delphi method techniques and applications*. Reading, MA: Addison- Wesley.
- Lombard, M., Snyder-Duch, J., & Bracken, C. C. (2004). A call for standardization in content analysis reliability. *Human Communication Research*, 30, 434-437.
- Loveless, A. (2011). Technology, pedagogy and education: Reflections on the accomplishment of what teachers know, do and believe in a digital age, *Technology, Pedagogy and Education*, 20(3), 301-316.
- Maekawa, F., & Macer, D. (2004). How Japanese students reason about agricultural biotechnology, *Science Engineering Ethics*, 10(4), 705 – 716.
- Marwan Abualarob. (2010). *The development of STS teaching and learning materials for ninth grade science textbooks in Palestine*. Unpublished doctoral dissertation, University of Malaya, Kuala Lumpur.
- Mayes, T., & de Freitas, S. (2007). *Learning and e-learning: The role of theory*. In H. Beetham & R. Sharp (Eds.), *Rethinking pedagogy for a digital age: Designing and delivering e-learning* (pp. 13–25). Abingdon, UK: Routledge.
- Mehlinger, H. D., & Powers, S. M. (2002). *Technology and teacher education: A guide for educators and policymakers*. Boston, MA: Houghton Mifflin.
- Merriam, S. B. (1998). *Qualitative research and case studies applications in education*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.
- Millar, R. (2006). Twenty first century science: Insights from the design and implementation of a scientific literacy approach in school science. *International Journal of Education*, 28(13), 1499-1521.

- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Press, 108*, 1017–1054.
- Mohd. Firdaus-Raih, Sahidan Senafi, Abdul Munir Murad, Nik Marzuki Sidik, Wan Kiew Lian, Fauzi Daud, ... Rahmah Mohamed. (2005). A nationwide biotechnology outreach and awareness program for Malaysian high schools, *Electronic Journal of Biotechnology: Issues in Biotechnology Teaching, 8*(1), 9-15.
- Mohd Najib Abdul Ghafar. (2003). *Reka bentuk tinjauan soal selidik pendidikan*. Skudai: Penerbit Universiti Teknologi Malaysia.
- Molinatti, G., Girault, Y., & Hammond, C. (2010). High school students debate the use of embryonic stem cells: The influence of context on decision-making. *International Journal of Science Education, 32*(16), 2235-2251.
- Moreland, J., Jones, A., & Cowie, B. (2006). Developing pedagogical content knowledge for the new sciences: The example of biotechnology, *Teaching Education, 17*(2), 143 – 155.
- Morrison, G., Ross, S., & Kemp, J. (2007). *Designing effective instruction* (5th ed.). Hoboken, NJ: Wiley.
- Morrison, G., Ross, S., Kalman, H. K., & Kemp, J. (2011). *Designing effective instruction*. Hoboken, NJ: Wiley.
- Murniza Muhamad, Halimah Badioze Zaman, & Azlina Ahmad. (2010). Virtual laboratory for learning Biology: A preliminary investigation, *World Academy of Science, Engineering and Technology, 71*, 572- 575.
- Mus Chairil Samani, Nurul Ilyana Rezali, Latifah Amin, & Zaharah Hassan. (2011). Biotechnology issues in four Malaysian mainstream newspapers. *African Journal of Biotechnology, 10*, 12497- 12503.
- Niess, M. L. (2005). Preparing teachers to teach science and mathematics with technology: Developing a technology pedagogical content knowledge. *Teaching and Teacher Education, 21*(5), 509-523.
- Nor Arizah Masiron. (2008). *Kefahaman dan sikap guru pertanian terhadap penggunaan bioteknologi dalam pertanian*. Disertasi sarjana yang tidak diterbitkan, Universiti Pertanian Malaysia.
- Norlidah Alias. (2010). *Pembangunan Modul Pedagogi Fizik Tingkatan Empat menggunakan gaya pembelajaran Felder - Silverman*. Disertasi Ijazah Kedoktoran yang tidak diterbitkan, Universiti Malaya.
- Norlidah Alias, Dorothy DeWitt, & Saedah Siraj. (2013). *Development of Science Pedagogical Module based on learning styles and technology*. Kuala Lumpur: Pearson Malaysia
- Norris, S., & Phillips, L. (2003). How literacy in its fundamental sense is central to scientific literacy, *Science Education, 87*(2), 224–240.

- North, R. C., Holsti, O., Zaninovich, M. G., & Zinnes, D. A. (1963). *Content analysis: A handbook with applications for the study of international crisis*. Evanston: North Western University Press
- Pallant, J. (2005). *SPSS survival manual: A step by step guide to data analysis using SPSS version 12*. Maidenhead, UK: Open University Press.
- Paris, S., G., Yambor, K., M., Wai-Ling, P. B. (1998). Hands-on biology: A museum-school-university partnership for enhancing students' interest and learning science. *Elementary School Science*, 98(3), 267-288.
- Prayun Sriprasart. (1970). Delphi technique. *Journal of National Education*, 3, 50-59.
- Prokop, P., Leskova, A., Kubiato, M., & Diran, C., (2007). Slovakian students' knowledge of and attitudes towards biotechnology. *International Journal of Science Education*, 29(7), 895 – 907.
- Rancangan Malaysia Ke Sepuluh: 2011-2015. (2010). Unit Perancang Ekonomi Jabatan Perdana Menteri, Putrajaya.
- Rashidah, B. G., & Norlidah, A. (2012), Pendidikan Bioteknologi: Isu dan Cabaran Perlaksanaannya di Sekolah, *Jurnal Isu Dalam Pendidikan*, 36, 69-82.
- Ramasundarm, V., Grunwald, S., Mangeot, A., Comerford, N. B., & Bliss, C. M. (2005). Development of an environmental virtual field laboratory. *Computers*, 45(1), 21–34.
- Reigeluth, C. M. (Ed.) (1983). *Instructional-design theories and models* (vol. 1). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2005). Developmental research methods: Creating knowledge from instructional design and development practice. *Journal of Computing in Higher Education*, 16(2), 23-38.
- Richey, R. C., & Klein, J. D. (2007). *Design and development research*. Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Richey, R. C., Klein, J., & Nelson, W. (2004). Developmental research: Studies of instructional design and development. In D. Jonassen (Ed.), *Handbook of research for educational communications and technology* (2nd ed., pp. 1099-1130). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Roehrig, G., & Luft, J. (2004). Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. *International Journal of Science Education*, 26(1), 3-24.
- Rogers, S., & Rogers, G. (2005). Technology education benefits from the inclusion of pre-engineering education. *Journal of Industrial Teacher Education*, 42(2), 88-95.
- Rowe, G., & Wright, G. (1999). The Delphi technique as a forecasting tool: Issues and analysis. *International Journal of Forecasting*, 15(4), 353 - 375.

- Rozaiman Makmun, Zamri Mahamod, Noor Izam Mohd Taib, & A. Rahman Haron. (2011). Pengetahuan teknologikal pedagogikal kandungan Kesusasteraan Melayu: Peranan guru sastera dalam SPN 21. *Jurnal Pendidikan Bahasa Melayu*, 1(2), 85 – 98.
- Sadler, T. D., Chambers, F. W., & Zeidler, D. L. (2004). Student conceptualisations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*, 26(4), 387–409.
- Sadler, T. D., & Zeidler, D. L. (2004). The morality of sosioscientific issues: Construal and resolution of genetic engineering dilemmas. *Science Education*, 88, 4-27.
- Saedah Siraj. (2008). *Kurikulum masa depan*. Kuala Lumpur: Penerbit Universiti Malaya.
- Sáez, M. J., Niño, A. G., & Carretero, A. (2008). Matching society values: Students' views of biotechnology, *International Journal of Science Education*, 30(2), 167-183.
- Saridan Abu Bakar. (2007). *Factors contributing to the success of biotechnology SMEs in Malaysia*. Unpublished doctoral dissertation, Science University of Malaysia.
- Schott, F., & Driscoll, M. P. (1997). On the architectonics of instructional theory. In R. D. Tennyson, F., Schott, N. Seel, & S. Dijkstra (Eds.), *Instructional design: International perspective* (Vol. 1, pp. 135–173). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Schunk, D. H. (2009). *Learning theories: An educational perspective*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.
- Seels, B. B., & Richey, R. C. (1994). *Instructional technology: The definition and domains of the field*. Washington, DC: Association for Educational Communications and Technology.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14.
- Skulmoski, G. J., Hartman, F. T., & Krahn, J. (2007). The Delphi method for graduate research. *Journal of Information Technology Education*, 6, 1-21.
- Simonneaux, L. (2000). A study of pupils' conceptions and reasoning in connection with 'microbes', as a contribution to research in biotechnology education. *International Journal of Science Education*, 22(6), 619-644.
- Simonneaux, L. (2002). Analysis of classroom debating strategies in the field of biotechnology. *Journal of Biology Education*, 37(1), 9-12.
- Simpkins, S. D., Davis-Kean, P. E., & Eccles, J. S. (2006). Math and Science motivation: A longitudinal examination of the links between choices and beliefs, *Developmental Psychology*, 42(1), 72-83.
- Smaldino, S., Lowther, D., & Russell, J. (2012). *Instructional technology and media for learning*. Upper Saddle River, NJ: Pearson.

- Smeltzer, S., (2008). Biotechnology, the environment, and alternative media in Malaysia. *Canadian Journal*, 33(1), 5-20.
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support Science instruction and learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337-1370.
- Songer, N. B. (2007). Digital resources or cognitive tools: A discussion of learning science with technology. In S. Abell & N. Lederman (Eds.), *Handbook of research on science education* (pp. 471–491). Mahwah, NJ: Erlbaum.
- Steele, F., & Aubusson, P. (2004). The challenge in teaching biotechnology, *Research in Science Education*, 34, 365 – 387.
- Stith, B. J. (2004). Use of animation in teaching cell biology. *Cell Biology Education*, 3, 181–188.
- Stock, W. A. (1994). Systematic coding for research synthesis. In H. Cooper & L. V. Hedges (Eds.), *The handbook of research synthesis* (pp. 125-138). New York, NY: Russell Sage Foundation.
- Tamby Subahan Mohd Meerah, Mohd Fairuz Ahmad Harail, & Lilia Halim. (2012). Malaysian secondary school student's knowledge and attitude towards biotechnology. *Journal of Baltic Science Education*, 11(2), 153-163.
- Thomas, M., Keirie, K., Griffith, G., Hughes, S. G., Hart, P., & Schollar, J. (2002). The biotechnology summer school: A novel teaching initiative, *Innovations in Education and Teaching International*, 39(2), 124 – 136.
- TIMSS 2011 International Results in Science. (2012). TIMMS and Pirls International Study Center, Lynch School of Education, Boston College, Chestnut Hill, MA.
- Tuan, Y. F. (1990). *Topophilia, A study of environment perception attitude and values*. Columbia University Press.
- Usak, M., Erdogan, M., Prokop, P., & Ozel, M. (2009). High school and university students' knowledge and attitudes regarding biotechnology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 37(2), 123-130.
- Van Der Schaaf, M. F., & Stokking, K. M. (2011). Construct validation of content standards for teaching. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 55(3), 273-289.
- Vanderschuren, H., Heinzmann, D., Faso, C., Stupak, M., Arga, K.Y., Hoerzer, H., Simková, K. (2010). A cross-sectional study of biotechnology awareness and teaching in European high schools, *Nature in Biotechnology*, 27(6), 822-828.
- Van der Zande, P., Akkerman, S., F., Brekelmans, M., Jan Waarlo, A., & Vermunt, J. D. (2012): Expertise for teaching Biology situated in the context of genetic testing, iFirst Article, *International Journal of Science Education*, 1- 27.

- Van Rooy, W. S. (2012). Using information and communication technology (ICT) to the maximum: learning and teaching biology with limited digital technologies, *Research in Science & Technological Education*, 30(1), 65-80.
- Verma, S. S., Agrahari, S., Rastogi, S., & Singh A., (2011). Biotechnology in the realm of history. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences*, 3(3), 321– 323.
- Wallace, C. S., & Kang, N. H. (2004). An investigation of experienced secondary science teacher's beliefs about inquiry: An examination of competing belief sets. *Journal of Research in Science Teaching*, 41(9), 936-960.
- Watkins, C., & Mortimore, P. (1999). Pedagogy: What do we know? In P. Mortimore (Ed.), *Understanding pedagogy and its impact on learning* (pp. 1-19). London: Paul Chapman.
- Wells, J. G. (1994). Establishing a taxonomic structure for the study of Biotechnology in secondary school technology education. *Journal of Technology Education*, 6(1), 58- 75.
- Zohar, A., & Dori, Y. J. (2003). Higher order thinking skills and low-achieving students: Are they mutually exclusive? *Journal of Learning Sciences*, 12(2), 145-181.
- Zohar, A., Degani, A., & Vaaknin, E. (2001). Teachers' beliefs about low achieving students and higher order thinking. *Teaching and Teachers' Education*, 17, 469-485.

LAMPIRAN

University of Malaya

LAMPIRAN A

INSTRUMEN TAHAP PENGETAHUAN TEKNOLOGI, PEDAGOGI DAN PENGETAHUAN KANDUNGAN BIOTEKNOLOGI (PTPK) GURU-GURU BIOLOGI.

Assalamualaikum w.b.r dan salam sejahtera.

Instrumen yang dibina ini adalah bertujuan untuk menentukan tahap pengetahuan sedia ada berkenaan dengan pengetahuan penggunaan teknologi yang ada semasa menyedia dan menjalankan aktiviti pengajaran dan pembelajaran; di samping pengetahuan berkaitan pedagogi yang guru pilih untuk menyampaikan pengajaran serta pengetahuan guru berkenaan dengan komponen bioteknologi.

Sehubungan itu, guru diminta melengkapkan instrumen ini mengikut pandangan guru sendiri. Segala masa dan kerjasama yang tuan/puan berikan dalam menjawab instrumen ini saya dahului dengan ucapan terima kasih.

Tahap pengetahuan pedagogi, pengetahuan teknologi dan pengetahuan bioteknologi guru-guru Biologi

A) Pengetahuan Bioteknologi

Senario 1

Seorang petani mendapati kebanyakan pokok kelapa sawitnya menghasilkan buah yang kecil, kulitnya lembut dan selalunya rosak akibat dimakan oleh tikus yang terdapat di kebunnya. Hal ini menyebabkan hasil kelapa sawitnya menurun dan beliau mengalami kerugian yang besar.

Sebagai seorang ahli bioteknologi, cadangkan langkah- langkah yang boleh diambil bagi mengatasi masalah ini.

Senario 2 Petikan dari Utusan Malaysia 19/06/2012

Penjagaan pesakit diabetes

Oleh NOOR FAZRINA KAMAL

Obesiti antara penyumbang kepada peningkatan risiko diabetes. Kalau dulu sebut pasal diabetes atau kencing manis kurang menimbulkan rasa cemas kerana belum ramai yang menghidapinya. Tapi kini, penghidap penyakit berbahaya itu di negara ini telah meningkat seramai 2.6 juta orang. Trend yang membimbangkan itu dikenal pasti menerusi Kajian Kesihatan dan Morbiditi Kebangsaan (NHMS) 2011. Berdasarkan laporan itu diabetes kini kekal sebagai cabaran kesihatan yang paling besar. Sama ada mahu percaya atau tidak, kiraan purata menunjukkan seorang daripada tujuh rakyat Malaysia menghidapinya. Tapi bukan setakat di Malaysia sahaja, insiden penghidap penyakit itu sebenarnya makin meningkat di seluruh dunia.

Berkaitan dengan fenomena yang dilihat ini, salah satu cara terakhir yang dilakukan untuk mengurangkan paras gula dalam darah adalah dengan penyuntikan insulin tiruan. Sehubungan itu, terangkan bagaimana hormon insulin tiruan ini dihasilkan secara komersil menggunakan teknik kejuruteraan genetik.

B) Pengetahuan Pedagogi

Senario 3

Seorang pelajar bertanya kepada anda:

“Apabila saya mengadun roti dengan menggunakan tepung, gula dan air, doh yang terhasil tidak naik apabila dibakar dan roti yang dihasilkan menjadi keras. Bagaimanakah cara untuk mendapatkan roti yang lembut dan gebu?”

Jika anda ingin menjadikan masalah ini sebagai suatu aktiviti yang boleh dijalankan dalam kelas, rancanglah pengajaran anda dan berikan rasional sebab anda memilih pendekatan tersebut.

Senario 4

Historic stem cell transplant performed at IJN (Sept 23,2003)

KUALA LUMPUR: Malaysia's first cardiovascular stem cell transplantation surgery was successfully performed at the National Heart Institute here last Tuesday. Institute chairman Tan Sri Mohamed Khatib Abdul Hamid said the surgery was a proud achievement for the institute and the country. “This research is among the first few clinical trials in the world using stem cell in treating a severe heart disease.” “We are proud to be involved in this leading edge research on stem cells as this is the first phase of the clinical trial in the world,” he said at a press conference here.



RECOVERING: Allagara, with the help of a nurse, showing where doctors operated on his body.

On Sept 16, a collaborative effort between the institute, Kansai Medical University of Osaka and Kuala Lumpur Hospital saw 20 medical experts performing a six-hour operation on 60-year-old Allagara Arumugam, who has been suffering from recurring chest pains since a coronary artery bypass surgery in 1997. He said at the press conference yesterday that he was “very comfortable now compared to before”. “It doesn't hurt to breathe anymore,” said the retired defence ministry storekeeper.

The operation was led by Datuk Dr Mohd Azhari Yakub from the institute. It involved the harvesting of bone marrow from Arumugam's hipbone, which was then processed before being injected into his heart. Dr Mohd Azhari explained that new blood vessels were expected to form within the next two to three weeks. “Stem cell therapy offers a great opportunity for these patients to have an effective treatment and better quality of life.”

Berdasarkan keratan akhbar di atas, terangkan bagaimana anda merancang untuk mengajar konsep ‘stem cell’ kepada pelajar anda?

C) Pengetahuan Teknologi

Senario 5

Anda ingin menjalankan eksperimen berkaitan dengan ‘Kesan suhu yang berbeza ke atas respirasi yis’. Cadangkan reka bentuk bagi eksperimen serta keputusan eksperimen ini dalam bentuk graf dan jadual yang akan anda persembahkan kepada pelajar anda .

Senario 6

Selepas mengajar tentang kaedah yang digunakan untuk meningkatkan kualiti dan kuantiti penghasilan makanan, anda mendapati pelajar anda masih kurang faham akan konsep tersebut. Oleh yang demikian, senaraikan laman sesawang yang boleh digunakan oleh pelajar anda untuk mendalami pengetahuan mereka.

D) Pengetahuan Bioteknologi dan Pedagogi

Senario 7

Anda ingin memupuk kemahiran pelajar menilai dan membuat keputusan tentang isu-isu berkaitan bioteknologi. Rancangkan aktiviti dan kaedah yang boleh anda gunakan untuk mengajar kemahiran ini.

Senario 8

Bioteknologi adalah satu bidang yang melibatkan konsep yang abstrak dan memerlukan pelajar didedahkan dengan aktiviti yang mampu memudahkan mereka memahami konsep tersebut. Sebagai guru yang prihatin, rancangkan satu aktiviti yang melibatkan pelajar melakukan ‘hands-on’ aktiviti di dalam atau di luar kelas.

E) Pengetahuan Bioteknologi dan Teknologi

Senario 9

Anda bercadang ingin mengajar pelajar berkenaan tajuk Cap Jari DNA (DNA Fingerprinting). Apakah alatan teknologi yang akan anda pilih bagi menyediakan bahan pengajaran anda?

Senario 10

Semasa perbincangan tentang konsep kultur tisu dan pengklonan di dalam kelas, didapati ramai pelajar mempunyai kesalahan konsep berkenaan kedua-dua konsep ini. Oleh itu, anda perlu membetulkan kesalahan konsep mereka. Cadangkan penerangan anda berdasarkan penggunaan alatan teknologi yang anda pilih.

F) Pengetahuan Teknologi dan Pedagogi

Senario 11

Anda mendapati terdapat sejumlah pelajar lebih suka mengikuti pengajaran dan pembelajaran dengan menggunakan internet. Reka bentukkan suatu aktiviti yang bersesuaian bagi mengajar salah satu bahagian daripada elemen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran biologi tingkatan empat atau lima.

Senario 12

Kekurangan peralatan di makmal menyukarkan pengajaran dan pembelajaran berkaitan konsep Bioteknologi. Rancangkan suatu pengajaran berkaitan eksperimen yang menggunakan kaedah ‘hands-on’ kepada pelajar-pelajar anda secara makmal maya.

G) Pengetahuan Bioteknologi, Pengetahuan Pedagogi dan Pengetahuan Teknologi

Senario 13

Bersempena dengan Minggu Sains dan Matematik di sekolah anda yang bertemakan ‘Bioteknologi Pencetus Pelajar Berinovasi dan Kreatif’, sebagai Ketua Panitia Biologi, anda diminta membimbing pelajar menjalankan suatu projek berkaitan ‘Penghasilan Pisang Hibrid Di Malaysia’. Hasil projek anda perlu dipamerkan semasa upacara penutup minggu tersebut.

Sediakan garis panduan dan isi penting yang perlu dimuatkan dan boleh digunakan oleh pelajar bagi melaksanakan projek ini.

Senario 14

Sebagai ahli di dalam Jawatankuasa Biologi Daerah, anda diminta merangka suatu program menyediakan bahan mengajar berhubung dengan bioteknologi dengan menggunakan pelbagai pendekatan pedagogi dan teknologi yang sesuai. Anda perlu memilih satu topik khusus berkaitan dengan komponen bioteknologi tersebut.

LAMPIRAN B



MANUAL PTPK

NASKAH GURU/ TEACHER'S COPY

**Disediakan oleh/Prepared by:
Rashidah Begum Gelamdin, University Malaya**

MANUAL 1: ELEMEN 1- PENGENALAN KEPADA BIOTEKNOLOGI

Tajuk Pengajaran/Sub elemen: a. Sejarah Bioteknologi b. Konsep gen dan DNA

Hasil Pembelajaran:

Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- perkembangan dalam bidang Bioteknologi
- komposisi dan struktur DNA
- teknik mengekstrak DNA

Aktiviti Pembelajaran yang dicadangkan:

- a) Eksperimen secara hands-on
- b) Melengkapkan lembaran kerja



LANGKAH PENGAJARAN:
(PENGETAHUAN PEDAGOGI GURU)

1. **Set induksi:**

Guru meminta pelajar menyebut beberapa peralatan teknologi yang terdapat di dalam makmal. (Guru berharap pelajar akan menyebut peralatan seperti mikroskop, tabung uji, komputer riba, lampu, kipas angin dan sebagainya).

Guru seterusnya meminta pelajar cuba memberi contoh produk yang terhasil melalui penggunaan teknologi dalam bidang biologi atau lebih tepat bioteknologi.

(Guru mengandaikan pelajar akan memberikan contoh seperti tumbuhan dan haiwan yang terubahsuai kandungan genetiknya, penghasilan ubatan dan makanan)

2. **Penerangan Konsep Bioteknologi:**

Catatan: Pengetahuan Bioteknologi Guru

Guru boleh melayari laman sesawang:

i. <http://www.irs.gov/Businesses/Biotech-Industry-Overview---History-of-Industry>

ii. <http://www.fao.org/docrep/014/i1905e/i1905e00.pdf>

iii. <http://www.youtube.com/watch?v=fFeExvpCjPQ>

iv. <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/>

dahulu sebelum aktiviti pengajaran dilakukan untuk membolehkan guru menjelaskan bidang berkenaan bioteknologi yang melibatkan manipulasi gen dan DNA yang terdapat di dalam sesuatu organisma.

A) Menjelaskan perkembangan bidang Bioteknologi

Guru membincangkan sejarah perkembangan bidang bioteknologi serta bidang-bidang yang berkaitan dengannya berpandukan suatu dokumentari di alamat sesawang

<http://www.youtube.com/watch?v=fFeExvpCjPQ>

Guru mengarahkan pelajar mengikuti tayangan dokumentari tersebut dan melengkapkan lembaran kerja yang diberikan.

Guru menyarankan bahawa DNA yang terdapat dalam sel sesuatu organisma adalah merupakan komponen penting dalam bidang bioteknologi ini.

3. **B) Gen, DNA dan Kromosom**

Guru mengaitkan konsep gen, DNA dan kromosom dengan menggunakan alamat sesawang

<http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/>

Guru mengarahkan pelajar menggunakan alamat sesawang yang dinyatakan dan menjawab soalan yang berkaitan.

4. **C) Menjalankan aktiviti mengekstrak DNA:**

Catatan : Pengetahuan Teknologi Guru

Melalui aktiviti ini, guru akan dibimbing untuk mengendalikan aktiviti bioteknologi yang boleh dijalankan bersama pelajar

i. Guru mengagihkan setiap kumpulan terdiri dari 5 pelajar dan memaklumkan aktiviti yang akan dijalankan iaitu mengekstrak DNA dari buah-buahan.

ii. Guru mengarahkan ketua kumpulan mengambil alat dan radas yang diperlukan dari meja guru.

Bahan yang diperlukan oleh setiap kumpulan:

1 Beg plastik ber zip

1 Bikar

Kain muslin/ 'cheese cloth'

Rak tabung uji

1 Corong turas	2 Tabung uji kecil
Buah strawberry	Penitis
2 ml 95% etanol sejuk /isopropanol alkohol	950 ml air suling
15 g garam	Rod kaca
10 ml Larutan buffer ekstrak DNA buah	Selinder penyukat

Cara penyediaan larutan buffer ekstrak DNA buah (Disediakan oleh guru):

Masukkan 50 ml detergen (tanpa conditioner atau selain syampu bayi) dan 15 g garam ke dalam bekas 1 liter. Tambahkan air sebanyak 950 ml sehingga ke paras 1 liter. Larutkan garam dengan mengacau perlahan-lahan untuk mengelakkan terbentuknya buih. Sukat 20 ml larutan ini bagi setiap kumpulan

* boleh digunakan sabun cecair jenama 'sunlight'

ii. Guru mengedarkan lembaran kerja kepada pelajar.

iii. Guru menerangkan teknik menjalankan eksperimen.

a. Masukkan sebiji buah strawberry ke dalam beg plastik ber zip. Pastikan beg plastik ditutup dan tidak mengandungi banyak udara yang terperangkap.

b. Lenyek buah di dalam beg plastik berhati-hati selama 2 minit supaya beg plastik tidak pecah.

c. Masukkan 10 ml larutan ekstrak ke dalam beg plastik. Pastikan tidak banyak udara terperangkap di dalam beg plastik dan lenyek selama seminit lagi.

d. Letakkan kain muslin/ cheese cloth di dalam corong turas dan kemudian letakkannya di atas bikar. Tapis campuran jus buah dengan menuangkannya ke atas kain muslin/cheese cloth tersebut.

e. Sediakan 2 ml ke dalam setiap tabung uji kecil bagi setiap kumpulan.

f. Berhati-hati tidak menggoncang isi kandungan tabung uji, tambahkan 2 ml 95% etanol sejuk/ isopropanol alkohol ke dalam setiap tabung uji.

g. Isikan 5 ml air suling ke dalam sebuah tabung uji. Ambil DNA yang terampai di bahagian atas larutan menggunakan rod kaca dan masukkan ke dalam tabung uji berisi air suling tersebut.

h. Amati bahagian atas larutan di dalam tabung uji dan tulis pemerhatian anda..

iv. Guru mengarahkan pelajar menjawab soalan berkaitan dengan aktiviti dan menulis pemerhatian yang dilihat.

4. Guru membuat kesimpulan tentang pentingnya DNA sebagai bahan asas maklumat genetik dan sintesis protein. DNA yang diperoleh juga boleh digunakan dalam penyelidikan; umpamanya dalam penyiasatan forensik melalui teknik gel electrophoresis. Kaedah ini akan diterangkan di dalam pelajaran selanjutnya.

MANUAL 1 : ELEMENT 1- INTRODUCTION TO BIOTECHNOLOGY

Lesson title/ Sub element:

a. History of biotechnology

b. Gene & DNA concept

Learning Outcomes:

At the end of this unit, the student can explain:

- Developments in the Biotechnology field
- Structure and composition of DNA
- Technique for extracting DNA

Suggested learning activity:

- a) Hands-on experiment
- b) Completing the worksheet

**INSTRUCTIONAL PROCEDURE:
(TEACHER'S PEDAGOGICAL KNOWLEDGE)**

1. **Set induction:**

Teacher asks students to mention several technology equipment found in the laboratory.

(Teacher hopes students will cite equipment such as microscope, test tube, laptop computer, lamp, fan and so forth).



Teacher then asks students to give examples of products derived from use of technology in biology or, to be exact, biotechnology.
(Teacher expects students to give examples such as genetically modified plants and animals, production of medicines and foodstuff)

2. **Explanation of Biotechnology concept:**

Notes: Teacher's Biotechnology knowledge

Teacher can surf the following websites

- i. <http://www.irs.gov/Businesses/Biotech-Industry-Overview---History-of-Industry>
- ii. <http://www.fao.org/docrep/014/i1905e/i1905e00.pdf>
- iii. <http://www.youtube.com/watch?v=fFeExvpCjPQ>
- iv. <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/>

first before the activity takes place to enable teacher to explain the related biotechnology fields involving manipulation of genes and DNA found in an organism.

A) Explaining the development of Biotechnology field

Teacher discusses the history of developments in Biotechnology as a field as well as the related fields based on a documentary at the website <http://www.youtube.com/watch?v=fFeExvpCjPQ>

Teacher directs the students to follow the documentary and complete the worksheet given.

Teacher suggests that the DNA in the cell of an organism is an important component in this biotechnology field.

3. **B) Genes, DNA and chromosomes**

Teacher relates the concept of gene, DNA and chromosome by using the website <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/>

Teacher directs students to use the stated website to answer the related questions.

4. **C) Carrying out activity to extract DNA:**

Notes: Teacher's Technological Knowledge

Through this activity, teacher can be guided to carry out a biotechnology activity together with the students

- i. Teacher gives out worksheets to each group of 5 students and announces the activity to be carried out, namely the extraction of DNA from fruits.
- ii. Teacher directs the group leaders to take the equipment and apparatus required from the teacher's table.

Materials required by each group:

1 zipped plastic bag	muslin/ 'cheese cloth'
1 Beaker	test tube rack
1 filter funnel	2 small test tubes
Strawberry fruit	Dropper
2 ml 95% cold ethanol/isopropanol alcohol	950 ml distilled water
15 g salt	Glass rod
10 ml buffer solution DNA fruit extract	Measuring cylinder

Procedure for preparing the fruit DNA buffer extract solution (Prepared by teacher):

Place 50 ml detergent (without conditioner or other than baby shampoo) and 15 g salt in a 1 liter beaker. Add 950 ml water until the 1 liter level. Dissolve the salt by slowly stirring to prevent formation of bubbles. Measure out 20 ml of this solution for each group.

* can use liquid soap branded 'Sunlight'

- ii. teacher distributes worksheets to students.
- iii. Teacher explains the technique for carrying out the experiment.

- a. Place one strawberry into a plastic zipped bag. Ensure that the plastic bag is closed and does not contain much trapped air.
- b. Carefully mash the fruit in the plastic bag for two minutes so that the bag does not leak/burst.

- c. Add 10 ml of extract solution into the plastic bag. Ensure that not much air is trapped inside the plastic bag and mash for one more minute.
 - d. Place muslin/ cheese cloth in a filter funnel and then place it on a beaker. Filter the mixture of fruit juice by pouring it on the muslin/cheese cloth given.
 - f. Prepare 2 ml of the filtrate in a small test tube for each group.
 - g. Taking care not to shake the contents of the test tube, add 2 ml 95% cold ethanol/ isopropanol alcohol into each test tube.
 - h. Fill 5 ml distilled water in a test tube. Take the DNA accumulating in the top part of the solution using a glass rod and put it into the test tube of distilled water.
 - i. Observe the top part of the solution in the test tube and note down your observations..
- iv. Teacher asks students to answer questions related to the activity and to write down their observations.
4. Teacher makes a conclusion regarding the importance of DNA as the basic material of genetic information and protein synthesis. DNA extracted can also be used in research; for example, in forensic investigation through gel electrophoresis technique. This technique will be explained in a forthcoming lesson.

MANUAL 2: ELEMEN 2 - TEKNIK TISU KULTUR DAN KEJURUTERAAN GENETIK

Tajuk Pembelajaran/ Sub elemen: Kejuruteraan genetik haiwan dan tumbuhan

Hasil Pembelajaran:

Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- aplikasi kejuruteraan genetik kepada tumbuhan
- aplikasi kejuruteraan genetik kepada haiwan
- aplikasi kejuruteraan genetik kepada manusia

Aktiviti Pembelajaran yang dicadangkan:

- a) Menayang dokumentari
- b) Melengkapkan lembaran kerja

**LANGKAH PEMBELAJARAN:
(PENGETAHUAN PEDAGOGI GURU)**

1. **Set induksi:**
Guru membawa skenario penghasilan padi dalam setahun di Malaysia yang dapat dituai semakin cepat. Guru juga menyatakan tentang padi yang ditambah vitamin untuk meningkatkan kualitinya. Guru mengaitkannya dengan pembelajaran hari ini iaitu teknik kejuruteraan genetik untuk penghasilan organisma yang mempunyai ciri-ciri yang lebih baik. Guru menunjukkan satu artikel berkaitan untuk tujuan ini.
2. **Penerangan Konsep:**

A) Menjelaskan konsep kejuruteraan genetik

Catatan: Pengetahuan Bioteknologi & Teknologi Guru

Guru boleh melayari laman sesawang yang diberikan sebelum aktiviti pengajaran bagi membolehkan guru menjelaskan proses kejuruteraan genetik serta produk yang terhasil melalui kaedah ini. Laman sesawang tersebut adalah:

- i. http://agbiosafety.unl.edu/basic_genetics.shtml
- ii. <http://www.fao.org/docrep/014/i1905e/i1905e00.pdf>
- iii. <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v9n2/chapman.html>

Guru menjelaskan bahawa penghasilan produk ini adalah melibatkan proses kejuruteraan genetik, iaitu pengubahsuaian yang dilakukan dengan memasukkan gen asing ke dalam sesuatu organisma bagi tujuan meningkatkan kualitinya.

Guru membincangkan berkenaan konsep kejuruteraan genetik dengan berpandukan dokumentari di alamat sesawang <https://www.youtube.com/watch?v=J3-UASpgjTA> dan contoh tumbuhan dan haiwan

yang dihasilkan melalui kaedah kejuruteraan genetik di laman sesawang
<https://www.youtube.com/watch?v=gSBx1Th4Hml>

Guru mengarahkan pelajar mengikuti tayangan dokumentari tersebut dan melengkapkan lembaran kerja yang diberikan.

3. Guru mengaitkan konsep kejuruteraan genetik ini dengan bidang lain yang berkaitan seperti terapi gen dan penggunaan sel dasar dalam bidang perubatan dengan menggunakan laman sesawang:
Sel dasar : <https://www.youtube.com/watch?v=3Axkn8G18t8>
Terapi gen : <https://www.youtube.com/watch?v=77UmqyELViE>

Guru mengarahkan pelajar mengikuti tayangan dokumentari tersebut dan melengkapkan lembaran kerja yang diberikan.

4. Guru membuat kesimpulan tentang kepentingan bidang ini bagi mengatasi masalah yang berlaku di dunia; dengan mengambil kira faktor-faktor keselamatan dalam penggunaan teknologi ini.

MANUAL2 : ELEMENT 2 - TISSUE CULTURE TECHNIQUE AND GENETIC ENGINEERING

Title of Lesson/ Subtheme: Genetic engineering of animal and plants

Learning outcomes:

At the end of this unit, the student is able to explain:

- Applications of genetic engineering to plants
- Applications of genetic engineering to animals
- Applications of genetic engineering to humans

Suggested Learning Activity:

- a) Presentation of documentary
- b) Completion of worksheet

LEARNING STEPS:
(TEACHER'S PEDAGOGICAL KNOWLEDGE)

1. **Induction Set:**
Teacher brings a scenario of rice production per year in Malaysia where the rice (*padi*) can be harvested even faster. Teacher also explains about vitamin-enriched rice to enhance its quality. Teacher relates these to the day's lesson on genetic engineering to produce organisms having better characteristics.
Teacher shows an article related to achieving the lesson objective.

2. **Concept Explanation:**
A) Clarifying the concept of genetic engineering

Notes: Teacher Knowledge of Technology and Biotechnology

Teacher can surf the given websites before conducting the activity to enable the teacher to explain the genetic engineering process and the products of the process. The suggested websites are:

- i. http://agbiosafety.unl.edu/basic_genetics.shtml
- ii. <http://www.fao.org/docrep/014/i1905e/i1905e00.pdf>
- iii. <http://scholar.lib.vt.edu/ejournals/SPT/v9n2/chapman.html>

Teacher explains that production of product involves the genetic engineering process or modification by inserting foreign gene in an organism for enhancing its quality.

Teacher discusses the concept of genetic engineering with the help of a documentary at the website <https://www.youtube.com/watch?v=J3-UASpgjTA> and gives examples of the plants and animals derived through the genetic engineering process through the website <https://www.youtube.com/watch?v=gSBx1Th4Hml>

3. Teacher asks the students to follow the documentary and then to complete the worksheet given. Teacher relates the concept of genetic engineering with other related fields such as gene therapy and use of stem cells in medicine, using the websites:
Stem cell <https://www.youtube.com/watch?v=3Axkn8G18t8>
Gene therapy <https://www.youtube.com/watch?v=77UmqyELViE>
4. Teacher directs the students to watch the documentary and fill in the worksheet given. Teacher summarizes the importance of this field in solving the problems in the world; taking into account the safety factors in using biotechnology.

MANUAL 3: ELEMEN 2 - TEKNIK KULTUR TISU DAN KEJURUTERAAN GENETIK

Tajuk Pembelajaran/Sub elemen: Penghasilan tumbuhan melalui teknik kultur tisu

Hasil Pembelajaran:

Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- teknik menghasilkan tumbuhan menggunakan teknik tisu kultur
- DNA merupakan bahan asas genetik dan proses mitosis menghasilkan sel baru bagi pertumbuhan serta penghasilan organisma baru.

Aktiviti Pembelajaran yang dicadangkan:

- a) Eksperimen secara hands-on b) Melengkapkan lembaran kerja

**LANGKAH PEMBELAJARAN:
(PENGETAHUAN PEDAGOGI GURU)**

1. **Set induksi:**

Guru mengaitkan konsep DNA dan mitosis yang terlibat dalam penghasilan sel baru bagi pertumbuhan. Guru menyatakan DNA adalah bahan asas genetik yang menentukan ciri perwarisan sesuatu organisma dan ianya mereflesikan ciri – ciri genetik dari ibu dan bapa. Proses pertumbuhan melibatkan proses mitosis dan pembezaan sel bagi menghasilkan organisma baru.

2. **Penerangan Konsep:**

Catatan: Pengetahuan Bioteknologi Guru

Guru boleh melayari laman sesawang yang tertera di bawah untuk mendapatkan maklumat mengenai tisu kultur dan teknik yang terlibat:

- <http://hort201.tamu.edu/YouthAdventureProgram/TissueCulture/TissueCulture.html>
- <http://www.fao.org/docrep/014/i1905e/i1905e00.pdf>
- <http://www.youtube.com/watch?v=zd0iVJrQwyY>

Guru menerangkan konsep mitosis dan kultur tisu. Guru menjelaskan bahawa proses penghasilan organisma baru dapat dilakukan melalui teknik kultur tisu.. Guru menunjukkan prosedur yang perlu dipatuhi semasa menjalankan teknik kultur tisu dengan menggunakan alamat sesawang:

- <http://hort201.tamu.edu/YouthAdventureProgram/TissueCulture/TissueCulture.html>
- <http://www.youtube.com/watch?v=zd0iVJrQwyY>

3. **A) Menjalankan aktiviti menghasilkan organisma baru menggunakan teknik kultur tisu:**

Catatan : Pengetahuan Teknologi Guru

Melalui aktiviti ini, guru akan dibimbing untuk mengendalikan aktiviti bioteknologi yang boleh dijalankan bersama pelajar.

Guru boleh mengikuti penerangan teknik tisu kultur melalui laman sesawang <http://www.youtube.com/watch?v=IL-d6v05rt4>

i. Guru mengagihkan setiap kumpulan terdiri dari 5 pelajar dan memaklumkan aktiviti yang akan dijalankan iaitu menghasilkan organisma baru.

ii. Guru mengarahkan ketua kumpulan mengambil alat dan radas yang diperlukan dari meja guru.

Bahan yang diperlukan oleh setiap kumpulan:

Kotak kultur	Air bersih disteril
Pressure cooker	Nutrien dan pil vitamin
Pisau blade	Lilin
Kapas	Larutan sabun
Tweezer/ Forsep	Sarung tangan getah
Plastik beg PE	Bekas plastik PEPP
Sprayer	Kertas surak khabar
Peluntur	Etanol
Kelalang kon	

ii. Guru mengedarkan lembaran kerja kepada pelajar.

iii. Guru menerangkan teknik menyediakan 1 Liter larutan media (Guru perlu menyediakan larutan ini sebelum aktiviti dijalankan):

3. 17 g stok nutrisi
 3-4 tablet multivitamin (ditumbuk halus)
 4 cawan air bersih
 30 gram gula ditambah
 8 gram serbuk agar

Masukkan kesemua nya ke dalam bikar dan tambah air sehingga ke paras 1000 ml

Panaskan media selama 6-7 minit menggunakan pemanas gelombang mikro/hot plate dan sentiasa dikacau rata.

Masukkan anggaran 20 ml ke dalam setiap bekas plastik.

Media ini disteril di dalam pressure cooker selama 15 minit.

Media yang tersedia ini boleh disimpan di tempat yang tidak terdedah kepada pancaran cahaya matahari.

Larutan etanol 70%: tambah 700ml etanol kepada 300 ml air.

Etanol 100% - bagi mencelup forsep dan skapel

Cara mensteril peralatan yang akan digunakan semasa menjalankan teknik kultur tisu:

Balut semua peralatan, tuala, dan bikar air bertapis (distilled) dengan aluminium foil dan di masukkan ke dalam periuk tekanan (pressure cooker) selama 15 minit (masa mula dikira selepas periuk tekanan mengeluarkan bunyi).

Bahan untuk mensteril eksplan kobis bunga/lobak merah:

¼ cawan peluntur (sebarang jenama)

¾ cawan air steril

1 titis larutan sabun cecair (sebarang jenama)

Masukkan ke dalam kelalang kon

Rendam eksplan kobis bunga/lobak merah yang telah dipotong kecil ke dalam kelalang kon dan digoncang selama 15 minit.

Keluarkan dan masukkan eksplan ke dalam bekas yang telah di steril.

iii. Guru menerangkan prosedur menjalankan teknik tisu kultur.

a. Sarungkan tangan anda dengan sarung tangan getah. Spray dan bersihkan tangan anda yang bersarung dengan sarung tangan getah menggunakan larutan spray 70% etanol.

b. Sembur bahagian dalam kotak kultur dengan 70% larutan etanol dan dilap menggunakan kain yang telah disteril.

c. Nyalakan lilin dan letakkannya di tengah kotak kultur.

d. Sembur semua peralatan yang ingin dibawa masuk menggunakan 70% larutan etanol satu persatu sebelum meletakkannya ke dalam kotak kultur.

e. Keluarkan sehelai keratan kertas dengan menggunakan forsep dan letakkan di atas permukaan kotak kultur.

Amaran: Jangan sekali-kali anda menggunakan tangan atau peralatan yang tidak disteril.

f. Lalukan bekas berisi eksplan berhampiran penutupnya di atas api lilin.

g. Buka penutup bekas berisi eksplan, ambil satu eksplan dan diletakkan di atas kertas.

h. Potong sedikit bahagian tepi eksplan untuk membuang bahagian yang telah terdedah kepada larutan peluntur tadi. Biar eksplan di atas kertas seketika.

i. Buka penutup bekas plastik mengandungi medium tersteril berhampiran sumber api dan lalukan permukaan bekas plastik di atas api.

j. Buka penutup bekas plastik dan halakan mulut bekas berhampiran dengan sumber api dalam keadaan condong sedikit.

k. Dengan menggunakan forsep, ambil eksplan yang telah dibersihkan dan letakkannya di atas media dengan sedikit menekannya ke dalam media (bertujuan untuk membantu eksplan melekat dan dapat menggunakan media dengan lebih cekap).

l. Lalukan permukaan bekas plastik di atas api. Tutupkan dengan penutup dan lalukan permukaan bekas plastik di atas api sekali lagi.

m. Simpan bekas plastik mengandungi eksplan di tempat di mana pengudaraan sekitar 18-20 C.

iv. Guru mengarahkan pelajar menjawab soalan berkaitan dengan aktiviti dan menulis pemerhatian yang dilihat.

4

Guru membuat kesimpulan tentang pentingnya DNA sebagai bahan asas maklumat genetik dan proses mitosis membantu menghasilkan sel-sel baru untuk pertumbuhan.

Guru juga menjelaskan kepada pelajar bahawa mereka perlu berhati-hati dan mengikut langkah-langkah yang telah digariskan dalam prosedur menjalankan aktiviti tersebut.

MANUAL 3: ELEMENT 2: TISSUE CULTURE TECHNIQUE AND GENETIC ENGINEERING

Lesson Title/Subtheme: Producing plants through tissue culture technique

Learning Outcomes: At the end of this unit, the student is able to determine:

- Technique for producing plants using tissue culture
- How DNA is the basic genetic material and mitosis process produces new cells for growth and producing new organisms.

Suggested learning activity:

- a) Hands-on experiment b) Completing the worksheet

LEARNING STEPS: (TEACHER'S PEDAGOGICAL KNOWLEDGE)

1. **Set induction:**

Teacher relates the concept of DNA and mitosis involved in producing new cells for growth. Teacher states that DNA is the basic building block of genetics that determines the inherited traits of an organism and it reflects the genetic characteristics of parents. The growth process involves the mitosis process and cell differentiation for producing a new organism.

2. **Concept Explanation:**

Notes: Teacher's Biotechnology Knowledge

Teacher can surf the websites below to obtain information on tissue culture and the techniques involved:

- <http://hort201.tamu.edu/YouthAdventureProgram/TissueCulture/TissueCulture.html>
- <http://www.fao.org/docrep/014/i1905e/i1905e00.pdf>
- <http://www.youtube.com/watch?v=zd0iVJrOwY>

Teacher explains the concept of mitosis and tissue culture. Teacher clarifies that the process of producing a new organism can be done by tissue culture. Teacher shows the procedure to be followed when carrying out tissue culture technique using the following websites:

- <http://hort201.tamu.edu/YouthAdventureProgram/TissueCulture/TissueCulture.html>
- <http://www.youtube.com/watch?v=zd0iVJrOwY>

3. **A) Carrying out activities to produce new organisms using tissue culture technique:**

Notes: Teacher's Technology Knowledge

Through this activity teacher can be guided in carrying out biotechnology activities that can be performed with students.

Teacher can follow the explanation on tissue culture technique through the website <http://www.youtube.com/watch?v=IL-d6v05rt4>

- Teacher distributes worksheet to every group of 5 students and announces that the activity to be performed is to produce a new organism.
- Teacher directs group leaders to collect the equipment and apparatus needed from the teacher's table.

Materials required for each group:

Culture box	Clean sterile water
Pressure cooker	Nutrients and vitamin pills
Blade knife	Candle
Cotton	Liquid soap
Tweezer/ Forceps	Rubber gloves
PE plastic bag	PEPP plastic container
Sprayer	Newspaper piece
Clorox	Ethanol
Clone container	

ii. Teacher distributes worksheets to students.

iii. Teacher explains technique for preparing 1 Liter mixed media solution (Teacher must prepare this solution before carrying out the activity):



17 g nutrient stock
3-4 multivitamin tablets (pounded fine)
4 cups clean water
30 gram added sugar
8 gram agar powder

Put all in beaker and add water until it reaches 1000 ml level

Warm the media for 6-7 minutes using a microwave/hot plate and keep stirring it well.
Put in approximately 20 ml into each plastic container.
This media is sterilized in a pressure cooker for 15 minutes.
This prepared medium can be kept in a place away from direct sunlight.

A 70% ethanol solution: add 700ml ethanol to 300 ml water.
A 100% ethanol solution for soaking the forceps and scalpel

Procedure for sterilizing equipment used for tissue culture technique:

Completely wrap all equipment, towels, and distilled water beaker with aluminium foil and put in a pressure cooker for 15 minutes (timed from start of sound emitted from pressure cooker).

Materials for sterilizing cabbage flower/carrot explant:

¼ cup clorox (any brand)
¾ cup sterile water
Drops of liquid soap mix (any brand)

Place in clone container

Soak the cabbage flower/carrot explant which has been cut small into the clone container and shake for 15 minutes

Remove and place explant in the sterilized container.

iii. Teacher explains the procedure for carrying out tissue culture.

- a. Put on rubber gloves. Spray and clean your gloved hands with a 70% ethanol solution.
- b. Spray the inner side of the culture box with 70% ethanol solution and wipe with a sterile cloth.
- c. Light a candle and place it in center of culture box.
- d. Spray all equipment to be brought in using a mixture of 70% ethanol one by one before placing in the culture box.
- e. Take out a piece of paper using the forceps and place it on the culture box surface .
Warning: Never ever use your hands or non-sterile equipment.
- f. Pass the cover of container holding the explant close to the candle flame.
- g. Open the cover of the container filled with explant and take out one explant to put on the paper.
- h. Cut one part of the side of explant to throw the exposed part in the mix . Leave the explant on the paper for a moment.
- i. Open the cover of the plastic container containing sterilized medium and near the flame source and pass the surface of the plastic container over the flame.
- j. Open the cover of plastic container and direct the mouth of the container close to the flame source in a slanted position.
- k. Using the forceps, take the cleaned explant and put it on the culture medium by pressing it lightly into the medium (aimed at facilitating the bonding of explant in the medium to use the medium more efficiently).
- l. Pass the surface of the plastic over the flame.

Close container with cover and pass the surface of the plastic over the flame once more.

m. Keep the plastic container containing the explant in a spot with air temperature of about 18-20 C.

iv. Teacher asks the students to answer the questions related to the activity and to record their observations.

4 Teacher makes a summary of the importance of DNA as the basic building block of genetic information and how the mitosis process helps to produce new cells for growth.



v. Guru mengedarkan lembaran kerja kepada pelajar dan mengarahkan pelajar mengikut kaedah yang diberikan.

Kaedah:

- a. Pelajar diminta mengambil 50 ml campuran susu segar dan air ke dalam bikar.
- b. Campuran air dan susu dipanaskan sehingga suhu 57 C dan membentuk gelembung-gelembung susu yang hampir mendidih. Matikan penunu bunsen.
- c. Biarkan campuran susu menyejuk selama 15 minit pada suhu 40C.
- d. Tuangkan campuran susu ke dalam bekas plastik.
- e. Tambahkan 2 spatula pemula yogurt dan digaulkan.
- f. Tutup bekas plastik dan simpan di meja tepi makmal selama 6 jam dan pastikan nama kumpulan anda ditulis di bekas plastik sebelum dimasukkan ke dalam peti sejuk.

Catatan: Proses fermentasi (penapaian) akan terhenti apabila bekas plastik diletakkan ke dalam peti sejuk.

g. Setelah 6 jam, ambil semula bekas plastik anda dan cuba rasa yogurt yang telah anda hasilkan.

vi. Guru membuat kesimpulan tentang pentingnya proses penghasilan makanan secara besar-besaran dalam industri melalui penggunaan mikro organisma.

MANUAL 4: ELEMENT 5 – BIOTECHNOLOGY RELATED TO PRODUCT PRODUCTION

Title of Lesson/ Sub element: a. Fermentation in bioprocessing b. Food science

Learning Outcomes: At the end of this unit, the learner is able to:

- Describe the process for producing yogurt
- Explain the use of bacteria in food production

Suggested learning activity:

- a) Carrying out hands-on activity to produce yogurt
- b) Completing the worksheet

LEARNING PROCEDURE:

(TEACHER'S PEDAGOGICAL KNOWLEDGE)

1. **Set induction:**
Teacher explains the use of micro-organisms such as bacteria and fungi in food production such as manufacture of bread, *tempe*, *tapai* and production of other foods.
2. **Explanation of Biotechnology Concept:**

Notes: Teacher's Knowledge of Biotechnology

Teacher can surf the suggested websites to obtain information related to the concept to be taught to the students through:

- i. <http://bioprocessing.weebly.com/index.html>
- ii. <http://biology.slss.ie/resources/u32.pdf>

Teacher explains to students regarding the fermentation process:

The bioprocess or fermentation is a biotechnology process involving live cells (microbes, mammals or plants) organelles or enzymes as catalysts and is aimed at effecting specific chemical or physical change in biochemical materials obtained from the medium used. The bioprocess technique is used in industry considering that it is capable of producing specific products such as vaccines and antibiotics.

Yogurt is a product of the milk fermentation process. It involves the action of a bacteria, *Lactobacillus sp.* on the sugar in milk (lactose) to produce lactic acid that gives yogurt its sour taste. The acid acts on the protein in milk (casein) resulting in a change in the protein structure (denaturation) and causing it to coagulate.

3. **A) Carrying out activity to produce yogurt**

Notes: Teacher's Technology Knowledge

Through this activity, the teacher is guided to carry out biotechnology activities that can be done together with the students

- i. Teacher distributes worksheets to students.
- ii. Teacher announces the activity to be performed, namely to produce yogurt.



- [b02/lessonp.html](#) dan menjalankan aktiviti berkaitan penghasilan hormon insulin secara tiruan sepertimana yang dihasilkan secara besar-besaran dalam industri.
- 3 Guru mengedarkan lembaran kerja dan meminta pelajar menjawab soalan yang dikemukakan semasa mereka menjalankan aktiviti makmal maya tersebut.
 - 4 Guru membuat kesimpulan berkenaan pentingnya proses berkaitan bioteknologi bagi membantu mengatasi masalah yang dihadapi oleh manusia.

MANUAL 5: ELEMENT 5 – BIOTECHNOLOGY RELATED TO PRODUCT PRODUCTION

Lesson Title/ Subtheme: a. Microbial application in bioprocessing
b. Bioproduct Production

Learning Outcomes: At the end of this unit, students are able to determine:

- The technique for culturing the hormone insulin
- The benefits of biotechnology approach to human health

Suggested learning activities:

- a) Learning activities using video
- b) Completing the worksheets

LEARNING STEPS:

(TEACHER’S PEDAGOGICAL KNOWLEDGE)

1 Set Induction:

Teacher relates the learning concept of genetic engineering in the previous module and how it can be used to manipulate and produce useful products for mankind in curing diseases.

Teacher asks students to surf the website <http://www.youtube.com/watch?v=jHRfDTqPzj4> which shows the types of diabetes.

2 Concept Explanation:

Notes: Teacher’s Knowledge and of Biotechnology and Technology

Teacher can surf the websites given in the past before the learning activity begins to allow teacher to explain the fields related to biotechnology involved in production of insulin.

- i. <http://www.iptv.org/explore/ge/what/insulin.cfm#3>
- ii. <http://www.madehow.com/Volume-7/Insulin.html>

Teacher explains the importance of producing the hormone insulin through biotechnology. For this objective, teacher directs the student to surf the following website:

<http://www.montereyinstitute.org/courses/AP%20Biology%20I/course%20files/multimedia/chapter9virtuallab02/lessonp.html> and carry out activities related to production of the hormone insulin in synthetic form as manufactured in large scale by industry.

- 3 Teacher distributes worksheets and asks students to answer the given questions while they are doing the online activities in the virtual laboratory.
- 4 Teacher summarizes the importance of biotechnology related processes in helping to solve problems faced by humans.

MANUAL 6: ELEMEN 3: BIOTEKNOLOGI DALAM PERUBATAN

Tajuk Pembelajaran/ Sub elemen:

Potensi sel stem dan penyelidikan terapi gen

Hasil Pembelajaran: Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- jenis sel stem dan potensinya
- terapi gen dan potensinya

Aktiviti Pembelajaran yang dicadangkan:

- A) Menayang dokumentari
- b) Melengkapkan lembaran kerja

LANGKAH PEMBELAJARAN:

(PENGETAHUAN PEDAGOGI GURU)

1. **Set induksi:**
Guru membawa perhatian pelajar kepada perbincangan mengenai kejuruteraan genetik yang telah dibincangkan terdahulu dan mengaitkannya kepada penemuan dan kegunaannya dalam bidang perubatan.

2. **Penerangan Konsep:**

A) Menjelaskan konsep sel stem dan penyelidikan terapi gen dan potensinya

Catatan: Pengetahuan Bioteknologi & Teknologi Guru

Guru boleh melayari laman sesawang yang diberikan sebelum aktiviti pengajaran bagi membolehkan guru menjelaskan pengajaran mengenai sel stem dan terapi gen. Laman sesawang tersebut adalah:

- i. <http://en.setgyc.es/useful-information/introduction-to-gene-therapy.aspx>
- ii. http://www.medicalnewstoday.com/info/stem_cell/
- iii. <http://learn.genetics.utah.edu/content/tech/stemcells/>
- iv. <http://learn.genetics.utah.edu/content/tech/genetherapy/>

Guru menjelaskan konsep sel stem dan terapi gen.

Guru membincangkan berkenaan konsep tersebut dengan berpandukan dokumentari di alamat sesawang :

Sel dasar : <https://www.youtube.com/watch?v=3Axkn8G18t8>

Terapi gen : <https://www.youtube.com/watch?v=77UmqyELViE>

Guru mengarahkan pelajar mengikuti tayangan dokumentari tersebut dan melengkapkan lembaran kerja yang diberikan.

4. Guru membuat kesimpulan tentang kepentingan bidang ini bagi mengatasi masalah yang berlaku di dunia; dengan mengambil kira faktor-faktor keselamatan dalam penggunaan teknologi ini.

MANUAL 6 : ELEMENT 3 – BIOTECHNOLOGY IN MEDICINE

Title of Lesson/ Sub element: Stem cell and gene therapy research potential

Learning outcomes: At the end of this unit, the student is able to explain:

- Types of cell stem and it's potential
- Therapy gene and it's potential

Suggested Learning Activity:

- a) Presentation of documentary
- b) Completion of worksheet

LEARNING STEPS:

(TEACHER'S PEDAGOGICAL KNOWLEDGE)

1. **Induction Set:**
Teacher brings students attention on the previous discussion of genetic engineering carried out and relates it with the findings and it's usefulness in the field of medicine.

2. **Concept Explanation:**

A) Clarifying the concept of stem cell and therapy gene research and their potentials.

Notes: Teacher Knowledge of Technology and Biotechnology

Teacher can surf the given websites before conducting the lesson on stem cell and gene therapy . The suggested websites are:

- i. <http://en.setgyc.es/useful-information/introduction-to-gene-therapy.aspx>
- ii. http://www.medicalnewstoday.com/info/stem_cell/
- iii. <http://learn.genetics.utah.edu/content/tech/stemcells/>
- iv. <http://learn.genetics.utah.edu/content/tech/genetherapy/>

Teacher explains the concept of stem cell and gene therapy.

Teacher discusses the concepts with the help of a documentary at the website :

Stem cell : <https://www.youtube.com/watch?v=3Axkn8G18t8>

Gene therapy : <https://www.youtube.com/watch?v=77UmgyELViE>

4. Teacher directs the students to watch the documentary and fill in the worksheet given.
Teacher summarizes the importance of this field in solving the problems in the world; taking into account the safety factors in using biotechnology.

MANUAL7: ELEMEN 6- IMPAK BIDANG BIOTEKNOLOGI KEPADA KEHIDUPAN

Tajuk Pembelajaran/ Sub elemen : a. Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi
b. Isu moral, etika dan perundangan

Hasil Pembelajaran: Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi
- isu moral, etika, perundangan dan keagamaan berkaitan dengan bidang bioteknologi

Aktiviti Pembelajaran yang dicadangkan:

- a) Perbincangan dalam kumpulan b) Perbahasan/Forum

LANGKAH PEMBELAJARAN:

(PENGETAHUAN PEDAGOGI GURU)

1. **Set induksi:**
Guru meminta pelajar menyatakan bidang-bidang yang berkaitan dengan bioteknologi yang telah dipelajari setakat ini. Guru mengaitkan bahawa terdapat beberapa isu yang timbul dalam bidang yang dinyatakan dan meminta pelajar memberikan beberapa contoh.

2. **Penerangan Konsep:**
Isu berkaitan bidang Bioteknologi

Catatan: Pengetahuan Bioteknologi Guru

Guru boleh melayari antara beberapa laman sesawang yang disenaraikan untuk mendapatkan maklumat berkaitan:

- <http://www.biotecharticles.com/Issues-Article/Hazards-of-Biotechnology-Disadvantages-and-negative-effects-of-Biotech-1050.html>
- <http://agriinfo.in/default.aspx?page=topic&superid=3&topicid=1951>
- <http://www.ces.ncsu.edu/depts/foodsci/ext/pubs/bioapp.html>
- <http://sophiakim.edublogs.org/2012/03/28/advantages-and-disadvantages-of-using-genetic-engineering/>

Ini membolehkan guru menjelaskan bidang berkenaan bioteknologi yang melibatkan manipulasi gen dan DNA yang terdapat di dalam sesuatu organisma.

Guru membahagikan pelajar kepada kumpulan berlima dan mereka diminta pelajar akan menentukan:

- i. kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi
- ii. isu moral, etika, perundangan dan keagamaan berkaitan dengan bidang bioteknologi

Setiap kumpulan diberikan satu tajuk kaedah bioteknologi yang telah dipelajari dan mereka diminta melayari laman internet dan mencari maklumat berkaitan.

Pelajar diberikan masa selama 30 minit untuk mencari maklumat dan kemudiannya diminta melengkapkan lembaran kerja dan mempersembahkan dapatan mereka kepada rakan sekelas dalam bentuk perbahasan/forum.

3. Guru membuat kesimpulan tentang pentingnya seseorang mempunyai pengetahuan tentang bidang bioteknologi dan seterusnya memahami implikasi penggunaan teknik –teknik berkaitan kepada masyarakat.



MANUAL 7: ELEMENT 6 - IMPACT OF BIOTECHNOLOGY TO LIFE

Title of Lesson/ Sub elemen : a. Advantages and disadvantages of biotechnology
b. Moral, ethics and law issues

Learning Outcomes: At the end of this unit the student can determine:

- The advantages and disadvantages of biotechnology
- The moral, ethical, legal and religious issues related to the biotechnology field

Suggested Learning activity:

- a) Group discussion b) Debate/Forum

LEARNING STEPS:

(TEACHER PEDAGOGICAL KNOWLEDGE)

1. **Induction set:**
Teacher asks students to state the fields related to biotechnology learned so far. Teacher relates that several issues arise in the stated fields and asks the students for some examples.

2. **Concept Explanation:**

Issues Related to Biotechnology

Notes: Teacher's Biotechnology Knowledge

Teacher can surf a few listed websites to obtain the relevant information before beginning the lesson so that teacher can clarify the issues in biotechnology involving gene manipulation and DNA in an organism :

- <http://www.biotecharticles.com/Issues-Article/Hazards-of-Biotechnology-Disadvantages-and-negative-effects-of-Biotech-1050.html>
- <http://agriinfo.in/default.aspx?page=topic&superid=3&topicid=1951>
- <http://www.ces.ncsu.edu/depts/foodsci/ext/pubs/bioapp.html>
- <http://sophiakim.edublogs.org/2012/03/28/advantages-and-disadvantages-of-using-genetic-engineering/>

Teacher can divide learners into groups of five and they can ask the groups to identify:

- the advantages and disadvantages of biotechnology
- the moral, ethical, legal and religious issues related to biotechnology

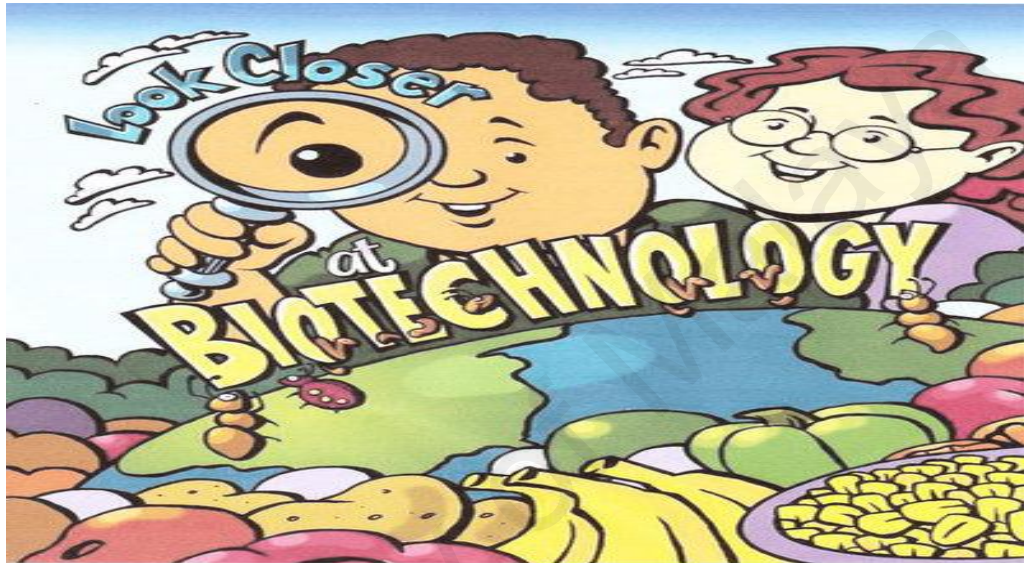
Each group is given one topic in biotechnology approach learned and is required to surf the Net for the related information.

Students are given 30 minutes to find the information and are then asked to fill in the worksheets and present their findings to their classmates either in a form of debate or forum.

3. Teacher summarizes the importance of having knowledge of the biotechnology field and thus understanding of the social implications of using the related techniques.

LAMPIRAN C

MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH
MENENGAH



BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL
BIOLOGY SUBJECT

LEMBARAN KERJA

NASKAH PELAJAR/ STUDENT'S COPY

Disediakan oleh/Prepared by:
Rashidah Begum Gelamdin, University Malaya

**MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH
BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL BIOLOGY SUBJECT**

**LEMBARAN KERJA1: ELEMEN 1- PENGENALAN KEPADA BIOTEKNOLOGI
WORK SCHEDULE 1: ELEMENT 1- INTRODUCTION TO BIOTECHNOLOGY**

Tajuk Pembelajaran: a. Sejarah Bioteknologi b. Konsep Gene & DNA
Lesson Title: a. History of Biotechnology b. Gene & DNA Concept

Hasil Pembelajaran: Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- perkembangan dalam bidang Bioteknologi
- komposisi dan struktur DNA
- teknik mengekstrak DNA

Learning Outcome: At the end of this unit, the student will be able to determine

- the developments in the field of biotechnology
- composition and structure of DNA
- technique of extracting DNA

Pendahuluan:

DNA adalah bahan asas gen dan ia hadir di dalam sel setiap organisma. DNA boleh diekstrak dari organisma hidup. Bioteknologi merupakan salah satu bidang sains yang melibatkan perkembangan pelbagai teknik untuk aplikasi proses biologi bagi penghasilan bahan-bahan yang digunakan dalam pelbagai bidang; umpamanya perubatan dan industri. Umpamanya, dalam penghasilan antibiotik, keju dan wain serta sintesis hormon, vaksin, antibodi atau memperkenalkan ciri baru yang lebih baik kepada haiwan dan tumbuhan.

Introduction:

DNA is the basic genetic material present in the cell of every organism. DNA can be extracted from live organisms. Biotechnology represents biological processes to produce ingredients used in various fields, such as medical and industrial fields. For example, in the production of antibiotics, cheese and wines as well as synthetic hormones, vaccines, antibodies or introducing new and better characteristics of animals and plants.

Buat Renungan:

Bagaimanakah bentuk DNA? Bolehkah anda mengeluarkan DNA daripada sel? Siapakah ahli sains yang menemui struktur DNA? Jom ikuti pengembaraan ini.

Point to ponder:

What is the shape of DNA. Can you extract DNA from a cell? Which scientist discovered the structure of DNA? Let us go on this journey.

Bahagian A:

Anda akan disajikan dengan tayangan dokumentari yang boleh dicapai melalui laman sesawang <http://www.youtube.com/watch?v=fFeExvpCjPQ> oleh guru anda. Semasa mengikuti tayangan dokumentari ini, anda perlu melengkapkan jadual berikut dengan menyatakan ahli sains dan penemuan mereka berhubung dengan Bioteknologi.

Part A:

Your teacher will show you a documentary feature on the website <http://www.youtube.com/watch?v=fFeExvpCjPQ>. While watching this documentary you must complete the following schedule by stating the name of the scientists and their biotechnological findings.

Bahagian B: Gen, DNA dan kromosom

Part B: Gene, DNA and Chromosome

Anda akan meneroka berkenaan gen, DNA dan kromosom dengan menggunakan laman sesawang <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/>. Semasa mengikuti penerangan yang diberikan, anda perlu melengkapkan soalan yang dikemukakan.

You will explore about gene, DNA and chromosome via this website: <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour>. While following the explanations given, please answer the questions given.



**LEMBARAN KERJA 1: PENGENALAN KEPADA BIOTEKNOLOGI
WORKSHEET 1: INTRODUCTION TO BIOTECHNOLOGY**

Nama/Name:

Tingkatan/Class:

Sekolah/School:

BIL No	TAHUN Year	AHLI SAINS Scientist	PENEMUAN Discovery
1	1798	Edward Jenner	Menghasilkan vaksin untuk penyakit cacar (smallpox) Production of small pox vaccine
2	1862	Louis Pasteur	
3	1863		Penemuan Hukum Perwarisan Discovery of hereditary law
4	1881	Louis Pasteur	
5	1885	Louis Pasteur & Emile Roux	Menghasilkan vaksin bagi penyakit rabies Production of vaccine for rabies
6	1919	Karl Ereky	
7	1928	Alexander Flemming	
8	1953		Penemuan struktur DNA Discovery of DNA structure
9	1973	Stanley Norman Cohen & Herbert Boyer	Penemuan teknik DNA rekombinan (kejuruteraan genetik) menggunakan gen bakteria. Discovery of DNA recombinant technique (genetic engineering) using bacterial gene
10	1967	Arthur Kornberg	Menghasilkan replikasi gen dari virus Production of gene replication from virus
11	1982	-	Hormon insulin tiruan dihasilkan melalui kaedah kejuruteraan genetik. Synthetic insulin produced via genetic engineering.
12	1994	Food & Drug Administration (FDA) Amerika Syarikat	Meluluskan tumbuhan pertama, tomato "Flavr Savr" yang dihasilkan melalui kejuruteraan genetik The American FDA approved the first plant produced by genetic engineering i.e tomato Flavr Savr.
13	1997	Ian Wilmut	
14	2003	-	Projek Genom Manusia selesai dilakukan Human Genome project was completed.

Bahagian B: Gen, DNA dan kromosom

Part B: Gene, DNA and Chromosome

Anda akan meneroka berkenaan gen, DNA dan kromosom dengan menggunakan laman sesawang <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/>. Semasa mengikuti penerangan yang diberikan, anda perlu melengkapkan soalan yang dikemukakan di bawah ini.

You will explore about gene, DNA and chromosome via this website: <http://learn.genetics.utah.edu/content/begin/tour/>. While following the explanations given, please answer the questions given below:

Arahan: Mulakan dengan membawa kursor ke kotak 'What is DNA' dan klik ikon tersebut. Lengkapkan bahagian berikut setelah anda di perkenalkan dengan konsep DNA.

Instruction:

Start by bringing the cursor to the box "What is DNA" and click on the said icon. Complete the following part after your introduction to the DNA concept.

- Di manakah arahan yang perlu bagi keterushidupan organisma di simpan?
Where is the necessary direction for sustaining organism kept?
- Apakah peranan DNA? What is the function of DNA?
- Apakah ciri khusus DNA? What is the specific characteristics of DNA?
- Nyatakan pasangan bagi bes yang terdapat pada DNA: State the matching base found in DNA:
 - Adenin / Adenine (A) -
 - Sitosin/ Cytosine (C) -



e) Apakah nama daya ikatan yang mengikat pasangan bes yang dinyatakan di c).
 What do you call the binding effect which holds together the base match stated in c)

Arahan: Bawa kursor ke ikon ‘ What is Gene?’ sebelum anda meneruskan ke bahagian selanjutnya.

Instruction: Now, bring the cursor to the “What is Gene” icon before proceeding to the next section.

f) Apakah struktur asas gen? What is the basic gene structure?

g) Apakah istilah yang menunjukkan berlakunya perubahan kepada gen yang akan menyebabkan perubahan kepada protein yang dihasilkan?
 What terminology denotes the evolution of gene which will cause a change in the protein produced?

h) Berikan satu contoh perubahan yang anda nyatakan di bahagian g)?
 Give an example of the change mentioned in g)

Arahan: Seterusnya bawa kursor ke ikon ‘ What is a Chromosome?’ sebelum anda meneruskan ke bahagian yang seterusnya.

Instruction: Next bring cursor to icon “What is a Chromosome” before proceeding.

i) Bagaimana kromosom terhasil? How is chromosome produced?

j) Berapakah jumlah kromosom yang terdapat dalam manusia?
 What is the total number of chromosomes found in human?

k) Apakah kromosom jantina yang terdapat pada seorang perempuan?
 What is the sex chromosome found in a human female?

l) Apakah kromosom jantina yang terdapat pada seorang lelaki?
 What is the sex chromosome found in a human male?

m)

Organisma/ Organism	Jumlah Kromosom Total no. of chromosomes
Nyamuk/ Mosquito	6
Bawang/ Onion	16
Ikan Karp/ Carp fish	104

Berdasarkan jadual di atas, apakah yang boleh anda simpulkan berkenaan dengan jumlah kromosom dalam organisma?
 Based on the above, what is your conclusion with regard to total chromosomes in an organism?

Bahagian C/ Part C:

Dalam bahagian ini, anda akan dipandu oleh guru anda menjalankan eksperimen bagi tujuan mengekstrak DNA yang terdapat dalam buah-buahan. Berikut adalah bahan dan langkah-langkah yang boleh digunakan untuk mengekstrak DNA.

In this segment, your teacher will guide you to carry out experiments to extract DNA found in fruits. The following items and steps can be used to extract DNA:

Bahan Alatan/ Apparatus:

- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1 Beg plastik ber zip/ plastic zipped bag | Kain muslin/ ‘cheese cloth’ |
| 1 Bikar /beaker | Rak tabung uji/ test tube rack |
| 1 Corong turas/ funnel | 2 Tabung uji kecil/small test tubes |
| Buah strawberry/ strawberries | Penitis/ Dropper |
| 2 ml 95% etanol sejuk /isopropanol alkohol | Rod kaca/ Glass rod |
| Cold ethanol/ isopropanol alcohol | 15 g garam/salt |
| 10 ml Larutan buffer ekstrak DNA buah/ | Selinder penyukat/ Measuring cylinder |
| Buffer solution of fruit DNA extract | |

Kaedah/ Method:

- Masukkan sebiji buah strawberry ke dalam beg plastik berzip.
 Place one strawberry in the plastic zipped bag.
- Pastikan beg plastik ditutup dan tidak mengandungi banyak udara yang terperangkap.
 Ensure that the plastic bag is properly zipped and does not contain much trapped air.
- Lenyek buah di dalam beg plastik berhati-hati selama 2 minit dan pastikan supaya beg plastik tidak pecah.
 Crush the fruit gently for 2 minutes and make sure that the bag does not rupture.



4. Tambahkan 10 ml larutan ekstrak ke dalam beg plastik berzip. Pastikan beg plastik ditutup ketat tanpa banyak udara terperangkap di dalamnya.
Add 10ml extract mixture into the zipped bag and ensure that the plastic bag is zipped tightly to minimize trapped air

5. Lenyek buah di dalam beg plastik selama seminit. Berhati-hati agar beg plastik tidak bocor.

Mash the fruit in the plastic bag gently for one minute taking care not to cause any leakage.

6. Letakkan kain muslin/ cheese cloth yang telah dipotong ke dalam corong turas dan letakkan bikar di bawah penapis. Tapiskan larutan jus buah melaluinya.

Place the cut muslin or cheese cloth in the funnel and place the beaker underneath a filter. Filter the fruit juice through this.

7. Masukkan 2 ml larutan jus tersebut ke dalam tabung uji. Pastikan anda tidak menggoncang tabung uji tersebut.
Put 2ml of the juice mixture in the test tube. Ensure that you do not shake the test tube.

8. Tambahkan 2 ml 95% etanol sejuk/ isopropanol alkohol ke dalam tabung uji.
Add 2ml 95% cold ethanol/isopropanol alcohol into the test tube.

9. Isikan 5 ml air suling ke dalam sebuah tabung uji yang baru. Ambil DNA yang terampai di bahagian atas larutan menggunakan rod kaca dan masukkan ke dalam tabung uji berisi air suling tersebut. Amati bahagian atas larutan di dalam tabung uji. Perhatikan bahagian atas larutan jus.

Add 5ml distilled water into the other test tube. Take the DNA floating on the mixture using the glass rod and put it in the test tube of filtered water. Study the top of the mixture in the test tube and observe the top of the juice mixture.

10. Catatkan pemerhatian anda.

Note down your observations.

Pemerhatian/ Observations:

Soalan/ Questions:

1. Mengapakah anda melenyek buah –buahan di dalam plastik?
Why do you crush the fruits in the plastic bag?
2. Apakah tujuan menggunakan etanol sejuk?
What is the purpose of using cold ethanol?
3. Mengapa etanol tidak boleh digunakan pada suhu bilik?
Why is ethanol not to be used at room temperature?
4. Apakah kegunaan DNA yang telah diekstrak?
What is the DNA extract used for?

MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL BIOLOGY SUBJECT

LEMBARAN KERJA 2: ELEMEN 2- TEKNIK TISU KULTUR DAN KEJURUTERAAN GENETIK WORK SCHEDULE 2: ELEMENT 2- TISSUE CULTURE TECHNIQUE AND GENETIC ENGINEERING

Tajuk Pembelajaran/Sub elemen: Kejuruteraan genetik haiwan dan tumbuhan
Learning Topic/ Sub elemen : Genetic engineering of animal and plants

Hasil Pembelajaran: Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:
- aplikasi kejuruteraan genetik kepada tumbuhan
- aplikasi kejuruteraan genetik kepada haiwan
- aplikasi kejuruteraan genetik kepada manusia

Learning Outcome: At the end of this unit, the student will be able to determine
- genetic engineering application on plants
- genetic engineering application on animals
- genetic engineering application on humans



Pendahuluan:

Kejuruteraan genetik adalah istilah yang digunakan kepada pengubahsuaian kandungan genetik sesuatu organisma. Kejuruteraan genetik juga dikenali sebagai teknologi DNA rekombinan kerana gen yang terdiri daripada urutan DNA tertentu diasingkan dan digabung semula dengan DNA organisma lain. Teknologi ini membolehkan manusia memindahkan sesuatu maklumat genetik yang berguna daripada sesuatu spesies organisma kepada spesies organisma lain. Perkara ini tidak dapat dilakukan dengan teknik pembiakan biasa. Kejuruteraan genetik menggunakan teknik pengklonan dan pengubahsuaian molekul untuk mengubah struktur dan ciri gen secara langsung.

Introduction:

Genetic engineering is the term used in the genetic content reconstruction of an organism. Genetic engineering is also known as recombinant DNA technology as the gene from specific DNA is separated and recombined with the DNA of another organism. This technology enables humans to transfer useful genetic information from one species of organism to another species. This cannot be achieved by using normal breeding technique. Genetic engineering uses cloning technique and molecular reconstruction to directly change the genetic structure and feature.

Buat Renungan:

Apakah teknik – teknik yang terlibat dalam kejuruteraan genetik? Berikan contoh organisma yang telah dihasilkan menggunakan kaedah kejuruteraan genetik?

Point to Ponder:

What are the techniques involved in genetic engineering? Give example of organism which has been produced using genetic engineering method?

Bahagian A: Takrifan Kejuruteraan Genetik

Part A: Definition of Genetic Engineering

Anda akan disajikan dengan tayangan dokumentari berkenaan konsep kejuruteraan genetik dengan berpandukan dokumentari di alamat sesawang <https://www.youtube.com/watch?v=J3-UASpgjTA> dan contoh tumbuhan dan haiwan yang dihasilkan melalui kaedah kejuruteraan genetik di laman sesawang <https://www.youtube.com/watch?v=gSBx1Th4HmI>.

Semasa mengikuti tayangan dokumentari ini, anda perlu melengkapkan lembaran kerja yang diberikan.

You will be shown a documentary regarding genetic engineering concept via the website <https://www.youtube.com/watch?v=J3-UASpgjTA> and samples of the plants and animals produced via the genetic engineering method shown in the website <https://www.youtube.com/watch?v=gSBx1Th4HmI>.

While watching the documentary feature, you are required to complete the given worksheet.

LEMBARAN KERJA 2: KEJURUTERAAN GENETIK WORKSHEET 2: GENETIC ENGINEERING

Nama/ Name:

Tingkatan/ Class:

Sekolah/School:

1. Nyatakan teknik-teknik yang digunakan dalam kejuruteraan genetik.

State the techniques used in genetic engineering.

Teknik/Technoque	Kaedah/Method
1. Pembiakbakaan / Breeding	
2.	Menggabungkan DNA dari satu organisma (dimana pembawanya adalah plasmid bakteria) kepada DNA organisma yang lain. Combining DNA from one organism (whereby the carrier is bacteria plasmid) with DNA of another organism.
3. PCR (Polimerase chain reaction) Tindakbalas rantaian polymerase	
4. Gel elektroporesis/ Gel electrophoresis	
5 .	Penghasilan organisma termodifikasi kandungan genetiknyanya. Production of organism with modified genetic content.

2. Contoh tumbuhan dan haiwan yang dihasilkan melalui kaedah kejuruteraan genetik.
Sample of plant and animal produced using genetic engineering method.

Organisma/Produk Organism/Product	Ciri-ciri Characteristics
1.	Minyak yang terhasil tiada kandungan asid yang toksik. Minyak digunakan untuk menggoreng dan menghasilkan marjerin/mentega. Oil produced does not contain toxic acid. Oil is used for frying or making margarine/butter.
2.	Tahan terhadap virus ' ring spot'. Buah yang lebih manis. Tolerance of virus ' ring spot'. The fruit is sweeter.
3. Susu Lembu / Cow's milk	Disuntik dengan bakteria rBGH yang menghasilkan susu yang banyak.
4. Labu Pumpkin/Squash	
5.	Saiz ikan yang 2 kali lebih besar dari saiz ikan yang biasa dan cepat membesar. Fish size is twice the size of a normal fish and grows faster.

MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL BIOLOGY SUBJECT

LEMBARAN KERJA3 :ELEMEN 2- TEKNIK KULTUR TISU DAN KEJURUTERAAN GENETIK WORKSHEET 3: ELEMENT 2- TISSUE CULTURE TECHNIQUE AND GENETIC ENGINEERING

Tajuk Pembelajaran/ Sub elemen: Penghasilan tumbuhan melalui teknik kultur tisu
Learning Title/ Sub elemen : Production of plants through tissue culture techniques

Hasil Pembelajaran: Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- teknik menghasilkan tumbuhan menggunakan teknik kultur tisu
- DNA merupakan bahan asas genetik dan proses mitosis menghasilkan sel baru bagi pertumbuhan serta penghasilan organisma baru.

Learning Outcomes: At the end of this unit, the students will determine:

- the technique to produce plants using tissue culture technique
- DNA is the basic genetic material and the process of mitosis produces new cells for growth and production of new organisms.

Pendahuluan:

Aplikasi mitosis yang melibatkan teknologi untuk menghasilkan sekumpulan anak/zuriat (klon) yang seiras dengan induknya dari segi genetik melalui pembiakan aseks, dikenali sebagai pengklonan. Dua teknik yang menggunakan aplikasi mitosis ialah **teknik kultur tisu** dan **pengklonan**.

Teknik kultur tisu merupakan aplikasi mitosis yang digunakan untuk meningkatkan mutu dan hasil pengeluaran pertanian seperti pokok kelapa sawit, pokok getah, pokok orkid, dan pokok pisang. Kultur tisu ialah kaedah biak baka yang melibatkan pemindahan sel tunggal, cebisan tisu atau organ tumbuhan organisma tertentu secara in-vitro ke dalam larutan medium bernutrien. Tujuan utama kultur tisu adalah untuk membiakkan sel tumbuhan untuk menghasilkan organisma baru yang sama dengan induknya dari segi fizikal dan kandungan genetik.

Cebisan tisu atau sel yang telah diekstrak dimasukkan ke dalam bekas yang mengandungi larutan medium bernutrien. Medium bernutrien biasanya terdiri daripada satu campuran kompleks glukosa, asid amino, garam mineral, dan semua bahan keperluan lain yang sesuai untuk pertumbuhan sel atau tisu. Medium nutrien juga mungkin mengandungi hormon tertentu. Medium bernutrien tersebut mestilah steril, mempunyai pH dan suhu yang sesuai serta mengandungi semua bahan nutrien yang diperlukan untuk pertumbuhan tisu atau sel. Teknik ini memerlukan pengawalan persekitaran tisu atau sel.

Dalam teknik kultur tisu, sel tumbuh dengan membahagi secara mitosis untuk membentuk sel-sel baru dan akhirnya membentuk tumbuhan baru. Kelompok tisu baru yang terbentuk dalam teknik kultur tisu dinamakan kalus. Di antara bahagian tumbuhan yang boleh dikulturkan ialah tisu meristem, tunas pucuk, daun, hujung akar, dan embrio. Teknik kultur tisu telah digunakan dengan meluas dalam penghasilan tanaman orkid, tomato, nanas, ciku, manggis, betik, getah, dan kelapa sawit di negara kita. Melalui teknik kultur tisu, beribu-ribu klon yang mempunyai ciri yang baik seperti mempunyai rintangan tinggi terhadap penyakit atau kemarau dihasilkan daripada sel soma yang diambil daripada tumbuhan induk.

Introduction:

Applications of mitosis involving technology to produce a group of children / offspring (clones) which are identical to the parent genetics through breeding asexually is known as cloning. Two techniques which use the application of mitosis is the technique of tissue culture and cloning

Tissue culture technique is the application of mitosis that is used to increase the quality and yield of agricultural products such as palm trees, rubber trees, orchids, and banana trees. Tissue culture is a method of breeding involving the transfer of a single cell, tissue pieces or specific organism from plant organ by in vitro to aqueous nutrient medium. The main purpose of tissue culture is to breed plant cells to produce new organisms similar to its parent in the physical and genetic content.

Pieces of tissue or cells that have been extracted are put into containers containing aqueous nutrient medium. Nutrient medium usually consists of a complex mixture of glucose, amino acids, minerals, and other essential ingredients for growth of cells or tissue. Nutrient medium may also contain certain hormones. Nutrient medium must be sterile, with appropriate pH and temperature and contains all of the nutrients required for the growth of plant tissue or cells. This technique requires environmental monitoring of tissue or cells.

In tissue culture techniques, cell growth by dividing through mitosis to form new cells and eventually form new plants. Clusters of new tissue that form in the tissue culture technique are called callus. Among the parts of plants that can be cultured are the meristematic tissues, budding shoots, leaves, root tips, and embryos. Tissue culture techniques have been widely used in the production of orchids, tomatoes, pineapple, mangosteen, papaya, rubber, and oil palm in the country. Through tissue culture techniques, thousands of clones that have features such as high resistance to disease or drought were produced from somatic cell taken from the parent plant.

Bagaimana tumbuhan ini dihasilkan?

How are plants produce?

Bahan alatan/ Apparatus:

Kotak kultur/ Culture box
Pressure cooker/ Periuk tekanan
Pisau blade/ Blade
Kapas/ Cotton
Tweezer/ Forsep/Foeceps
Plastik beg PE/PE plastic bag
Bekas penyembur air/Sprayer
Peluntur/Bleach
Kelalang kon/ Conical flask

Air bersih disteril/ Sterilised clean water
Nutrien dan pil vitamin/ Nutrient & Vitamin pills
Lilin/ Candle
Larutan sabun/ Soapy water
Sarung tangan getah/ Rubber gloves
Bekas plastik PEPP/PEPP Plastic container
Kertas surak khabar/ News paper
Etanol/Ethanol

Kaedah/Method:

Persediaan bahan (oleh guru)/Preparatory items (by teacher)

1. Larutan media (1 liter)/Medium mixture (1 liter)

- 17 g stok nutrien/nutrient stock
3-4 tablet multivitamin ditumbuk halus/
crushed finely multivitamin tablet
4 cawan air bersih/ cups of clean water
30 gram gula ditambah/added sugar
8 gram serbuk agar/ powdered gelatine

Masukkan ke semuanya ke dalam bikar dan tambah air sehingga ke paras 1000 ml
Put all ingredients in the beaker and add water until 1000 ml level

b. Media dipanaskan selama 6-7 minit menggunakan pemanas gelombang mikro/hot plate dan sentiasa dikacau rata.
Heat the media for 6-7 minutes using microwave heater /hotplate and stir well continuously.

c. Anggaran 20 ml larutan media dimasukkan ke dalam setiap bekas plastik.
Put about 20ml of medium mixture in each plastic container.

d. Bekas plastik berisi media ini disteril di dalam pressure cooker selama 15 minit.
Sterilise the plastic containers in the pressure cooker for 15 minutes.

e. Media yang tersedia ini boleh disimpan di tempat yang tidak terdedah kepada pancaran cahaya matahari.
The prepared medium must be stored away from sunlight.

2. Larutan etanol/Ethanol solution 70%

Tambah 700 ml etanol kepada 300 ml air/Add 700 ml ethanol to 300 ml water

3. Etanol/Ethanol 100% - bagi mencelup forsep dan skapel/ To dip in the forceps and scalpel

4. Cara mensteril peralatan yang akan digunakan semasa menjalankan teknik kultur tisu.

Method of sterilising items to be used when applying tissue culture techniques.

Semua peralatan, tuala, dan bikar air bertapis (distilled) dibalut dengan aluminium foil dan di masukkan ke dalam periuk tekanan (pressure cooker) selama 15 minit (masa mula dikira selepas periuk tekanan mengeluarkan bunyi).

All items, towel and beaker of distilled water is covered in aluminium foil and placed in the pressure cooker for 15 minutes (time starts after the pressure cooker makes a sound.)

5. Bahan untuk mensteril eksplan kobis bunga/Items used to sterilise explants of cauliflower

- | | |
|--|--|
| ¼ cawan peluntur/ bleach (sebarang jenama/any brand) | } Masukkan ke dalam kelalang kon
Put into a conical flask |
| ¾ cawan air steril | |
| 1 titis larutan sabun cecair (sebarang jenama)/ | |
| A drop of liquid soap (any brand) | |

Rendam eksplan kobis bunga yang telah dipotong kecil ke dalam kelalang kon berisi peluntur dan digoncang selama 15 minit. Keluarkan dan masukkan eksplan ke dalam bekas yang telah di steril.

Soak explants of cauliflower which has been cut in small sizes into the conical flask containing bleach and shake for 15 minutes. Put the contents into a sterilized container.

6. Prosedur menjalankan teknik kultur tisu/ Procedure to apply tissue culture technique.

- a. Sarungkan tangan anda dengan sarung tangan getah. Sembur dan bersihkan tangan anda yang bersarung dengan sarung tangan getah menggunakan larutan spray 70% etanol.
Using rubber gloves pray and wash your gloved hands using a spray solution of 70% ethanol.
 - b. Sembur bahagian dalam kotak kultur dengan 70% larutan etanol dan dilap menggunakan kain yang telah disteril.
Spray the inside of the box culture with 70% aqueous ethanol and wipe with the sterilized cloth.
 - c. Nyalakan lilin dan letakkannya di tengah kotak kultur.
Light a candle and place it in the middle of the box culture.
 - d. Isikan setengah tabung uji dengan etanol 100%.
Fill half a test tube with 100% ethanol.
 - e. Sembur semua peralatan yang ingin dibawa masuk menggunakan 70% larutan etanol satu persatu sebelum meletakkannya ke dalam kotak kultur.
Spray all equipment to be brought in with 70% aqueous ethanol before they are put into a box culture.
 - f. Keluarkan forcep dan pisau dari aluminium foil dan masukkan ke dalam tabung uji berisi larutan etanol 100%.
Remove the blade and the forcep from the aluminum foil and put into a test tube containing a solution of 100% ethanol.
 - g. Keluarkan sehelai keratan kertas dengan menggunakan forcep dan letakkan di atas permukaan kotak kultur.
Remove a piece of the cut paper using forceps and place it on the culture box.
- Amaran:** Jangan sekali-kali anda menggunakan tangan atau peralatan yang tidak disteril.
Warning: Never use hands or equipment that have not been sterilized.
- h. Lalukan bekas berisi eksplan berhampiran penutupnya di atas api lilin.
Pass the container of explant along its cover on the lighted candle.
 - i. Buka penutup bekas berisi eksplan, ambil satu eksplan dan diletakkan di atas kertas.
Open the container of explant, take one explant and place on the paper.
 - j. Potong sedikit bahagian tepi eksplan untuk membuang bahagian yang telah terdedah kepada larutan peluntur tadi. Biar eksplan di atas kertas seketika.
Cut a small piece of the explant to remove the part which was exposed to the bleach. leave the explant on the paper for a moment.
 - k. Buka penutup bekas plastik mengandungi medium tersteril berhampiran sumber api dan lalukan permukaan bekas plastik di atas api.
Open the plastic container with the sterilized medium near the source of fire and pass the surface of the plastic container over the flame.
 - l. Buka penutup bekas plastik dan halakan mulut bekas berhampiran dengan sumber api dalam keadaan condong sedikit.
Open the plastic container and face its mouth tilted towards the flame.
 - m. Dengan menggunakan forcep, ambil eksplan yang telah dibersihkan dan letakkannya di atas media dengan sedikit menekannya ke dalam media (bertujuan untuk membantu eksplan melekat dan dapat menggunakan media dengan lebih cekap).
Using forceps, take the cleaned explants and place it on top of the media with slightly pressing into the media (with the aim of helping the explants attach to and use the media more effectively).
 - n. Lalukan permukaan bekas plastik di atas api. Tutupkan dengan penutup dan lalukan permukaan bekas plastik di atas api sekali lagi.
Move the plastic surface over the flame. Close the lid and move it once again over the flame.
 - o. Simpan bekas plastik yang mengandungi eksplan di tempat di mana pengudaraan sekitar 18-20 C.
Keep a plastic container containing explants in the place where ventilation is around 18-20 C.



- iv. Guru mengarahkan pelajar menjawab soalan berkaitan dengan aktiviti, melihat eksplan setiap minggu dan menulis pemerhatian yang dilihat setiap minggu.
Teacher instructs students to answer questions relating to the activities, see explants each week and note down each weekly observation.

**LEMBARAN KERJA 3: PENGHASILAN TUMBUHAN MENGGUNAKAN TEKNIK KULTUR TISU
WORKSHEET 3: PLANT PRODUCTION USING TISSUE CULTURE TECHNIQUE**

Pemerhatian pertumbuhan eksplan/ Observation on explants growth:

Minggu/Week	Pemerhatian/Observation
1	
2	
3	
4	

Soalan/ Questions:

- Apakah tujuan mengelap permukaan dalam kotak kultur dengan larutan etanol 70%
What is the objective of wiping the surface of the culture box with a 70% ethanol solution?
- Apakah tujuan meletakkan semua peralatan ke dalam periuk tekanan?
What is the purpose of putting all the equipment into the pressure pot?
- Apakah tujuan meletakkan lilin di dalam kotak kultur?
What is the purpose of putting a candle in the culture box?

**MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH
BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL BIOLOGY SUBJECT**

**LEMBARAN KERJA 4: ELEMEN 5- BIOTEKNOLOGI BERKAITAN PENGHASILAN PRODUK
WORK SHEET 4: ELEMENT 5 – BIOTECHNOLOGY RELATED TO PRODUCT PRODUCTION**

Tajuk Pembelajaran/ Sub elemen: a. Fermentasi dalam biopemprosesan
b. Sains makanan

Learning Title/ Subtheme: a. Fermentation in bioprocessing
b. Food Science

Hasil Pembelajaran: Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- Proses penghasilan dadih/yogurt
- Penggunaan bakteria dalam penghasilan makanan

Learning Outcome: At the end of this unit, students will be able to determine:

- The process of creating curd / yogurt
- Use of bacteria in food production

Pendahuluan:

Yogurt adalah bahan hasil proses fermentasi susu. Ia melibatkan tindakan bakteria, *Lactobacillus sp.* ke atas gula di dalam susu (laktosa) menghasilkan asid laktik yang memberikan yogurt/dadiah rasa masam. Asid bertindak ke atas protein dalam susu (kasein) menyebabkan perubahan dalam struktur protein (denaturasi) dan menyebabkannya membentuk separa pepejal (coagulate).



Introduction:

Yogurt is a dairy product of milk fermentation process. It involves the action of bacteria *Lactobacillus sp.* on the milk sugar (lactose) producing lactic acids which give yogurt / curd sour taste. Acid acts upon the milk protein (casein) which causes a change in the protein structure (denaturation) and causes to coagulate.

Buat Renungan/ Point to ponder:

Bagaimanakah bentuk bakteria *Lactobacillus sp* ?

Dalam aktiviti ini, anda akan menyediakan yogurt/dadih berdasarkan kepada langkah yang dinyatakan di bawah.

What is the shape of bacteria *Lactobacillus sp*?

In this activity, you will provide a yogurt / curd based on the steps listed below.

Bahan Alatan/ Materials :

500 ml susu segar di campur dengan 200 ml air.

500 ml of fresh milk mixed with 200 ml of water.

1-2 sudu makan Pemula yogurt (boleh diperoleh di pasaraya)

1-2 tablespoons of yogurt base (available at supermarkets)

Bekas plastik berpenutup/ Plastic containers with covers

Penunu Bunsen/ Bunsen burner

Peti sejuk/Refrigerator

Bikar/Beaker

Termometer /Thermometer

Spatula

Kaedah/Method:

1. Ambil 50 ml campuran susu segar dan air dan tuangkan ke dalam bikar.

Take 50 ml of a mixture of fresh milk and water and pour it into the beaker.

2. Panaskan campuran air dan susu dipanaskan sehingga suhu 57 C dan membentuk gelembung-gelembung susu yang hampir mendidih. Matikan penunu bunsen.

Heat the mixture of water and milk upto a temperature of 57 C until bubbles of milk are formed at almost boiling point. Turn off the bunsen burner.

3. Biarkan campuran susu menyejuk selama 15 minit pada suhu 40 C.

Leave the milk mixture to cool for 15 minutes at a temperature of 40 C.

4. Tuangkan campuran susu ke dalam bekas plastik.

Pour milk mixture into a plastic container.

5. Tambahkan 2 spatula pemula yogurt dan digaulkan.

Add 2 spatula of yogurt base and mixed thoroughly.

6. Tutup bekas plastik dan simpan di meja tepi makmal selama 6 jam dan pastikan nama kumpulan anda ditulis di bekas plastik sebelum dimasukkan ke dalam peti sejuk.

Cover the plastic container tightly and place it on a table beside the laboratory for 6 hours. Make sure your group's name is written on the plastic containers before putting them in the fridge.

**LEMBARAN KERJA 4: FERMENTASI DALAM BIOPEMROSESAN
PENGHASILAN DADIH/YOGURT****WORK SHEET 4: FERMENTATION IN BIOPROCESSING PRODUCTION OF CURD / YOGURT**

Nama/Name:

Tingkatan/Class:

Sekolah/School:

Pemerhatian/Observations:

a. Tekstur yogurt/ The texture of yogurt –

b. Rasa pemula yogurt/ Taste of yogurt starter –

c. Rasa yogurt/ Taste of yogurt-

Soalan/ Questions:

1. Apakah tujuan menggunakan pemula yogurt?

What is the purpose of using yogurt starter?

2. Apakah tujuan menyimpan bekas plastik berisi pemula yogurt di dalam makmal?

What is the purpose of keeping a plastic containers of yogurt starter in the laboratory?

3. Berikan satu contoh penggunaan mikro organisma dalam penghasilan makanan.

Give one example of the use of micro-organisms in food production.



**MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH
BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL BIOLOGY SUBJECT**

**LEMBARAN KERJA 5: ELEMEN 5 – BIOTEKNOLOGI BERKAITAN PENGHASILAN PRODUK
WORKSHEET 5: ELEMENT 5 – BIOTECHNOLOGY RELATED TO PRODUCT PRODUCTION**

- Tajuk Pembelajaran/ Sub elemen:** a. Aplikasi mikrobial dalam biopemprosesan
b. Penghasilan bioproduct
- Learning Title/ Sub elemen:** a. Microbial application in bioprocessing
b. Bioproduct production
- Hasil Pembelajaran:** Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:
- teknik pengkulturan hormon insulin
 - kebaikan kaedah bioteknologi kepada kesihatan manusia
- Learning Outcome:** At the end of this unit, students will be able to determine:
- Culturing techniques for insulin hormone
 - Benefits of biotechnology to human health
- Aktiviti Pembelajaran yang dicadangkan:**
- Aktiviti pembelajaran menyaksikan persembahan video
 - Melengkapkan lembaran kerja
- Study activities proposed:**
- Study activities with the help of a video presentation
 - Complete the worksheet

Pendahuluan:

Penyakit diabetes adalah di antara penyakit yang kerap dihidapi masyarakat Malaysia sama ada dalam kalangan kanak-kanak mahupun golongan dewasa. Penyakit ini disebabkan oleh faktor keturunan ataupun pengambilan makanan secara tidak sihat dan berlebihan. Bagi mendapatkan maklumat yang lebih lanjut berkenaan penyakit ini, anda perlu melayari laman sesawang <http://www.youtube.com/watch?v=jHRfDTqPzj4> dan menunjukkan jenis – jenis penyakit diabetes.

Introduction:

Diabetes is among the diseases most often affecting Malaysian society whether in children or adults. The disease is caused by hereditary factors or unhealthy food intake and excess. For more information about the disease, you should browse the website <http://www.youtube.com/watch?v=jHRfDTqPzj4> which indicates the types of diabetes.

Buat Renungan/Point to ponder:

Bagaimanakah hormon insulin secara tiruan dapat dihasilkan secara besar-besaran?
How can the insulin hormone be synthetically produced on a large scale?

Dalam aktiviti ini, anda akan melihat bagaimana bidang bioteknologi dapat membantu dalam penghasilan hormon insulin secara besar-besaran. Anda diminta melayari laman sesawang <http://www.montereyinstitute.org/courses/AP%20Biology%20I/course%20files/multimedia/chapter9virtuallab02/lessonp.html> dan menjalankan aktiviti berkaitan penghasilan hormon insulin secara tiruan sepertimana yang dihasilkan secara besar-besaran dalam industri.

In this activity, you will see how biotechnology can help in insulin production on a large scale. You are required to surf this website: <http://www.montereyinstitute.org/courses/AP%20Biology%20I/course%20files/multimedia/chapter9virtuallab02/lessonp.html> and run related activity to produce synthetic insulin on a large scale in the industry.

Anda juga diminta menjawab soalan berkaitan yang dikemukakan di dalam lembaran kerja yang diberikan oleh guru anda.

You are also asked to answer the related questions posed in the worksheet provided by your teacher.



LEMBARAN KERJA: PENGHASILAN INSULIN
WORKSHEET: PRODUCTION OF INSULIN

- a. Apakah peranan karbohidrat di dalam tubuh kita?
What is the role of carbohydrates in our bodies?
- b. Apakah organ yang menghasilkan hormon insulin/Which organ does produce insulin:
- c. Apakah peranan hormon insulin/What is the role of insulin?
- d. Apakah organ yang menyimpan glukosa berlebihan di dalam badan? Which organ stores excess of glucose in the body?
- e. Lengkapkan jadual di bawah mengenai sifat-sifat penyakit diabetes jenis 1 dan 2.
Complete the table below regarding the properties of diabetes type 1 and 2.

Diabetis jenis 1/diabetes type 1	Diabetis jenis 2/diabetes type 2

- f. Apakah langkah yang terlibat dalam pengklonan molekul bagi menghasilkan insulin?
What steps are involved in molecular cloning to produce insulin?
- g. Nyatakan 3 kaedah yang boleh digunakan untuk menghasilkan insulin?
State 3 methods that can be used to produce insulin?
- h. Apakah fungsi enzim pembatas?
What is the function of restriction enzyme?
- i. Apakah kaedah penghasilan plasmid rekombinan?
What is the method of producing a recombinant plasmid?
- j. Apakah suhu yang sesuai bagi proses ini?
What is the appropriate temperature for this process?
- k. Apakah bahan yang digunakan bagi memisahkan DNA mengikut saiznya?
What is the material used for DNA extraction according to its size?
- l. Dimanakah sampel DNA akan dimuatkan dalam teknik ini?
Where is DNA sample to be loaded in this technique?
- m. Apakah caj elektrik yang terdapat pada DNA yang menyebabkannya bergerak ke arah bertentangan?
What is the electrical charge in the DNA that causes it to move in the opposite direction?
- n. Molekul DNA bersaiz _____ akan bergerak lebih cepat ke bahagian positif gel elektroforesis.
DNA molecules of _____ size will move faster to the positive side of the electrophoresis gel.
- o. Gen . lac -Z terdapat pada plasmid yang akan digunakan mempunyai bahan beta – galaktosidase yang mampu menukarkan:
The Genes. lac-Z found in the plasmid to be used has a substance called beta - galactosidase which is able to convert:
 - i. laktosa kepada glukosa dan galaktosa/ lactose to glucose and galactose.
 - ii. X-gal kepada galaktosa dan bahan biru/ X-gal to galactose and blue material

Gen menghasilkan insulin akan dimuatkan pada _____
Genes producing insulin will be loaded on _____
- p. Apakah jenis bakteria yang sesuai digunakan dalam penghasilan insulin?
What is the appropriate type of bacteria used in the production of insulin?
- q. Bagi menjadikan sel bakteria kompeten dan boleh menerima plasmid baru yang ingin dimasukkan, ia perlu didedahkan kepada ion kalsium. Kaedah _____ panas dan sejuk berselang –seli diberikan kepada sel bakteria untuk membolehkannya menerima plasmid yang cuba dimasukkan.
To make bacterial cells competent and receptive to a new plasmid, it should be exposed to calcium ion. The method _____ of intermittent hot and cold is applied to the bacterial cell to enable it to receive plasmid to be inserted.
- r. Bagaimana proses pengkulturan hormon insulin dilakukan? How is insulin hormone culturing process conducted?



**MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH
BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL BIOLOGY SUBJECT**

**LEMBARAN KERJA 6 :ELEMEN 3- BIOTEKNOLOGI DALAM PERUBATAN
WORK SCHEDULE6: ELEMENT 3- BIOTECHNOLOGY IN MEDICINE**

**Tajuk Pembelajaran/Sub elemen: Potensi Sel stem dan penyelidikan terapi gen
Learning Topic/ Sub element : Stem cell and gene therapy research potential**

Hasil Pembelajaran: Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:

- jenis sel stem dan potensinya
- terapi gen dan potensinya
-

Learning Outcome: At the end of this unit, the student will be able to determine

- Types of cell stem and it's potential
- Therapy gene and it's potential

Pendahuluan:

Bidang kejuruteraan genetik juga telah diaplikasikan dalam bidang perubatan bagi mengubati penyakit. Dalam aspek perubatan misalnya, bioteknologi moden membolehkan para doktor mendiagnosis penyakit dengan lebih baik kerana kaedah terapi gen mula digunakan bagi menggantikan gen yang tidak sempurna. Selain itu, bagi pesakit barah misalnya, mereka akan diberikan rawatan yang bertindak terus ke atas sel barah tanpa membunuh sel yang sihat berbanding kaedah kemoterapi yang membunuh sel.

Introduction:

Genetic engineering has been used in medicine to treat illnesses. In the medical aspect, for example, modern biotechnology enables doctors to better diagnose diseases because the method first used gene therapy to replace the defective gene. In addition, for cancer patients, for example, they will be given a treatment that acts directly on cancer cells without killing healthy cells against chemotherapy that kills cells.

Buat Renungan:

Apakah potensi sel stem dan terapi gen dalam bidang perubatan?

Point to Ponder:

What are the potential of cell stem and gene therapy in medicine field?

**LEMBARAN KERJA 6: BIOTEKNOLOGI DALAM PERUBATAN
WORKSHEET 6: BIOTECHNOLOGY IN MEDICINE**

Anda akan seterusnya meneroka perkaitan konsep kejuruteraan genetik ini dengan bidang lain yang berkaitan seperti terapi gen dan penggunaan sel dasar dalam bidang perubatan dengan menggunakan laman sesawang:

Sel Stem : <https://www.youtube.com/watch?v=3Axkn8G18t8>

Terapi gen : <https://www.youtube.com/watch?v=77UmqyELViE>

Anda diminta mengikuti tayangan dokumentari tersebut dan melengkapkan lembaran kerja yang diberikan.

You will now explore the connection of genetic engineering concept with other related fields such gene therapy and use of base cell in medical field via the Cell Stem website:

<https://www.youtube.com/watch?v=3Axkn8G18t8>

Gene therapy: : <https://www.youtube.com/watch?v=77UmqyELViE>

You are requiredd to follow the said documentary and complete the given worksheet

3. Apakah kepentingan kajian dalam bidang sel stem?

What is the importance of research in the field of stem cell?

4. Nyatakan dua jenis sel dasar yang wujud dan nyatakan ciri-cirinya.

Jenis Sel Stem/Type of cell stem	Ciri-ciri/Characteristics
a. Sel stem dewasa/ Adult Cell stem	i. Wujud di dalam/ exist in: ii. Digunakan untuk merawat/ Used in the treatment of:
b. Sel Stem embrionik/ Embryonic Cell stem	i. ii. iii. iv.



5. Kegunaan terapi gen/ Usage of gene therapy:
- i.
 - ii.
6. Prosedur menjalankan kaedah terapi gen bagi penyakit Cystic Fibrosis:
Procedure using gene therapy method for Cystic Fibrosis disease:
- i. Gen yang dipilih yang sihat/baik dari individu yang normal dimasukkan ke dalam virus yang telah diubahsuai (DNA telah dikeluarkan).
The healthy and good gene chosen from a normal individual is combined with the virus which DNA has been extracted.
 - ii.
 - iii. Virus merangsang sel paru-paru menghasilkan protein yang normal.
Virus stimulates lung cells to produce normal protein
 - iv.
7. Penyakit yang boleh diubati melalui kaedah terapi gen:
Diseases which can be cured by gene therapy method:
- i.
 - ii.
 - iii.
 - iv.

**MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH
BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL BIOLOGY SUBJECT**

**LEMBARAN KERJA 7: ELEMEN 6- IMPAK BIDANG BIOTEKNOLOGI KEPADA KEHIDUPAN
WORK SHEET 7: ELEMENT 6 - IMPACT OF BIOTECHNOLOGY TO LIFE**

Tajuk Pembelajaran/Sub elemen: a. Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi
b. Isu moral, etika dan perundangan

Lesson Title/ Sub element: a. Advantages and disadvantages of biotechnology
b. Moral, ethics and law issues

Hasil Pembelajaran: Di akhir unit ini, pelajar akan menentukan:
a, kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi
b. isu moral, etika, perundangan dan keagamaan berkaitan dengan bidang bioteknologi

Learning Outcome: At the end of this unit, students will determine:
a. pros and cons of biotechnology
b. moral, ethical, legal and religious issues related to the field of biotechnology

Pendahuluan: Bioteknologi adalah suatu bidang yang pesat mengalami perubahan dengan banyak penemuan –penemuan baru yang memberi kesan kepada penduduk dunia secara langsung mahupun tidak langsung. Namun demikian, terdapat beberapa isu yang mula timbul akibat dari penemuan –penemuan ini yang melibatkan isu etika, moral, perundangan dan keagamaan.

Introduction: Biotechnology is a field that is rapidly changing with many new findings that affect the world's population directly or indirectly. However, there are some issues that arose as a result of these findings involving ethical, moral, legal and religious aspects.

Buat Renungan /Point To Ponder:
Apakah implikasi penemuan dalam bioteknologi kepada masyarakat ?
What are the implications of biotechnology findings to the public?

Aktiviti/Activity:
Guru akan membahagikan anda kepada kumpulan berlima dan anda perlu menentukan dan membincangkan mengenai:
i. kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi



ii. isu moral,etika, perundangan dan keagamaan berkaitan dengan bidang bioteknologi

The teacher will divide you into groups of five and you have to decide and discuss the following:

- i. pros and cons of biotechnology
- ii. moral, ethical, legal and religious issues relating to biotechnology

Setiap kumpulan diberikan satu tajuk kaedah bioteknologi yang telah dipelajari dan anda diminta melayari laman internet untuk mencari maklumat berkaitan. Antara tajuk kaedah bioteknologi tersebut adalah:

- i. Pengklonan
- ii. Terapi gen
- iii. Penggunaan sel stem
- iv. Kejuruteraan genetik

Each group is given a specific method of biotechnology which was studied earlier and you are required to surf the internet to find relevant information. Among the topics of biotechnology are:

- i. cloning
- ii. gene Therapy
- iii. The use of stem cells
- iv. genetic engineering

Anda diberikan masa selama 30 minit untuk mencari maklumat dan melengkapkan lembaran kerja yang diberikan. Anda juga diminta mengemukakan dapatan kajian anda kepada rakan sekelas semasa sesi forum atau perdebatan diselia oleh guru anda.

Nama ahli kumpulan:

Tajuk:

Dapatan (Kebaikan dan keburukan) :

You are given 30 minutes to find the information and complete the worksheet provided. You are also requested to submit your findings to your classmates during the forum or debate session under your teachers supervision..

Name of persons in group:

Title:

Results (pros and cons):

LEMBARAN KERJA 7: TEMA 6- IMPAK BIDANG BIOTEKNOLOGI KEPADA KEHIDUPAN

WORK SHEET 7: THEME 6 - IMPACT OF BIOTECHNOLOGY TO LIFE

Nama/Name:

Tingkatan/Class:

Sekolah/School:

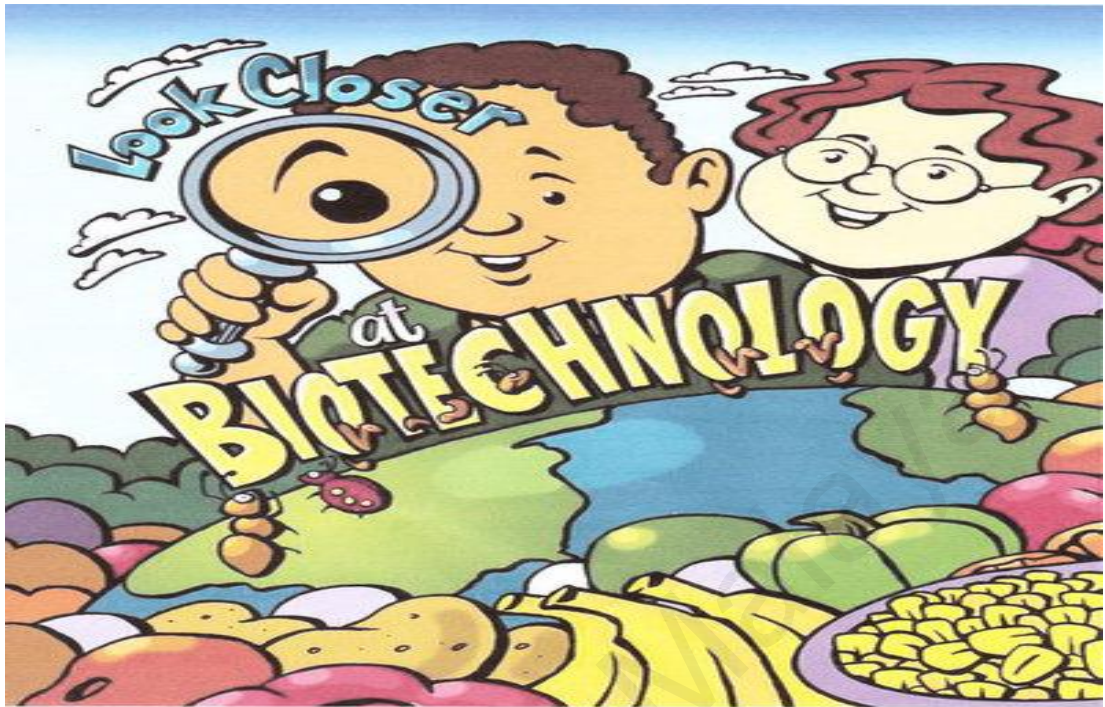
Nama ahli kumpulan/ Name of persons in group :

Tajuk/ Title:

Dapatan (Kebaikan dan keburukan) :

Results (pros and cons):

Kebaikan/ Pro	Keburukan/ Cons



JAWAPAN MODUL

BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH

DISEDIAKAN OLEH: RASHIDAH BEGUM BT GELAMDIN

JAWAPAN BAGI LEMBARAN KERJA PELAJAR

Lembaran 1:

Bahagian A:

Ahli sains dan penemuan mereka berhubung dengan Bioteknologi.

BIL	TAHUN	AHLI SAINS	PENEMUAN
1	1798	Edward Jenner	Menghasilkan vaksin untuk penyakit cacar (smallpox)
2	1862	Louis Pasteur	Penemuan bakteria melalui proses fermentasi (penapaian)
3	1863	Gregor Mendel	Penemuan Hukum Perwarisan
4	1881	Louis Pasteur	Menghasilkan vaksin melawan bakteria yang menyebabkan kolera dan penyakit anthrax dalam ayam
5	1885	Louis Pasteur & Emile Roux	Menghasilkan vaksin bagi penyakit rabies
6	1919	Karl Ereky	Penggunaan julung kali istilah bioteknologi
7	1928	Alexander Flemming	Penemuan antibiotik penisilin
8	1953	James D. Watson & Francis Crick	Penemuan struktur DNA
9	1973	Stanley Norman Cohen & Herbert Boyer	Penemuan teknik DNA rekombinan (kejuruteraan genetik) menggunakan gen bakteria
10	1967	Arthur Kornberg	Menghasilkan replikasi gen dari virus
11	1982	-	Hormon insulin tiruan dihasilkan melalui kaedah kejuruteraan genetik.
12	1994	Food & Drug Administration (FDA) Amerika Syarikat	Meluluskan tumbuhan pertama, tomato "Flavr Savr" yang dihasilkan melalui kejuruteraan genetik
13	1997	Ian Wilmut	Menghasilkan klon biri-biri dikenali sebagai Dolly
14	2003	-	Projek Genom Manusia selesai dilakukan

Bahagian B: Gen, DNA dan kromosom

- a) Di manakah arahan yang perlu bagi keterushidupan organisma di simpan:
Nukleus
- b) Apakah peranan DNA?
Mengkod suatu set maklumat untuk membina pelbagai bahagian di dalam sel
- c) Apakah ciri khusus DNA:
Rantaian heliks polinukleotida
- d) Nyatakan pasangan bagi bes yang terdapat pada DNA:
 - i. Adenin (A) ----- Thiamin (T)
 - ii. Sitosin (C) ---- Guanin (G)
- e) Apakah nama daya ikatan yang mengikat pasangan bes yang dinyatakan di c).
Ikatan hidrogen
- f) Apakah struktur asas gen? DNA
- g) Apakah istilah yang menunjukkan berlakunya perubahan kepada gen yang akan menyebabkan perubahan kepada protein yang dihasilkan: Mutasi
- h) Berikan satu contoh perubahan yang anda nyatakan di bahagian g?
Anemia sel sabit/ Sickle cell anaemia
- i) Bagaimana kromosom terhasil?
Terhasil apabila rantaian heliks DNA berpintal dan menjadi padat.
- j) Berapakah jumlah kromosom yang terdapat dalam manusia: 46
- k) Apakah kromosom jantina yang terdapat pada seorang perempuan : XX
- l) Apakah kromosom jantina yang terdapat pada seorang lelaki : XY
- m)

Organisma	Jumlah Kromosom
Nyamuk	6
Bawang	16
Ikan Karp	104

Berdasarkan jadual di atas, apakah yang boleh anda simpulkan berkenaan dengan jumlah kromosom dalam organisma?

Setiap organisma mempunyai jumlah kromosomnya yang tersendiri dan unik.

Bahagian C:

Pemerhatian: Bebenang halus berwarna putih terampai di bahagian atas tabung uji.

Soalan:

1. Mengapakah anda melenyek buah –buahan di dalam plastik?

Bertujuan untuk memecahkan dinding sel secara fizikal.

2. Apakah tujuan menggunakan etanol sejuk?

Kesemua bahan dalam sel kecuali DNA akan melarut dalam etanol. Etanol akan menarik air dari molekul DNA. DNA akan kelihatan sebagai bebenang putih bermukus yang kelihatan dan boleh dikeluarkan menggunakan batang lidi/ pencungkil gigi.

3. Mengapa etanol tidak boleh digunakan pada suhu bilik?

Menggunakan etanol sejuk akan dapat menghasilkan lebih banyak DNA berbanding etanol yang dibiarkan pada suhu bilik.

4. Apakah kegunaan DNA yang telah diekstrak?

DNA yang telah diekstrak boleh digunakan dalam mengenalpasti penjenayah, menentukan ibubapa kepada seorang anak/tumbuhan/ haiwan dalam sesuatu senario. Ia juga boleh digunakan dalam prosedur menghasilkan organisma yang terubah kandungan genetiknya dan mempunyai ciri-ciri yang lebih baik.

Lembaran kerja 2:

1. Nyatakan teknik-teknik yang digunakan dalam kejuruteraan genetik.

Teknik	Kaedah
1. Pembiakbakaan	Pembiakbakaan haiwan/tumbuhan dengan ciri-ciri baik yang diingini.
2. Rekombinan DNA	Menggabungkan DNA dari satu organisma (dimana pembawanya adalah plasmid bakteria) kepada DNA organisma yang lain
3. PCR (Polimerase chain reaction) Tindakbalas rantaian polymerase	Menghasilkan salinan DNA yang banyak.
4. Gel elektroporesis	Mengenalpasti pelbagai jenis DNA yang berbeza.
5. Organisma transgenik	Penghasilan organisma termodifikasi kandungan genetiknya.

2. Contoh tumbuhan dan haiwan yang dihasilkan melalui kaedah kejuruteraan genetik.

Organisma/Produk	Ciri-ciri
1. Minyak Canola	Minyak yang terhasil tiada kandungan asid yang toksik. Minyak digunakan untuk menggoreng dan menghasilkan marjerin/mentega
2. Papaya Hawaii	Tahan terhadap virus ' ring spot'. Buah yang lebih manis.
3. Susu Lembu	Disuntik dengan bakteria rBGH yang menghasilkan susu yang banyak.
4. Labu/Squash	Tahan terhadap penyakit bawaan virus.
5. Ikan Salmon	Saiz ikan yang 2 kali lebih besar dari saiz ikan yang biasa dan cepat membesar.

Lembaran kerja 3:**Pemerhatian:** Kalus terbentuk selepas minggu ketiga.**Soalan:**

1. Apakah tujuan mengelap permukaan dalam kotak kultur dengan larutan etanol 70%?
Membunuh mikroorganisma
2. Apakah tujuan meletakkan semua peralatan ke dalam periuk tekanan?
Membunuh mikroorganisma dan menjamin peralatan bersih dan nyahkuman
3. Apakah tujuan meletakkan lilin di dalam kotak kultur?
Menghalang mikroorganisma dari mencemari peralatan

Lembaran kerja 4:**Pemerhatian:**

- a. Tekstur yogurt- kental
- b. Rasa pemula yogurt- masam
- c. Rasa yogurt- masam

Soalan:

1. Apakah tujuan menggunakan pemula yogurt?
Membekalkan bakteria bagi proses penapaian.
2. Apakah tujuan menyimpan bekas plastik berisi pemula yogurt di dalam makmal?
Meningkatkan penghasilan bakteria yang lebih banyak.
3. Berikan 1 contoh penggunaan mikro organisma dalam penghasilan makanan.
a. Penggunaan yis/ragi(kulat/fungi) dalam penghasilan kuih, tempe dan roti.

Lembaran kerja 5:**PENGHASILAN INSULIN**

- a. Apakah peranan karbohidrat di dalam tubuh kita?
Membekalkan tenaga bagi menjalankan proses kehidupan
- b. Apakah organ yang menghasilkan hormon insulin: Pankreas
- c. Apakah peranan hormon insulin:
Membebaskan glukosa yang terdapat di dalam makanan yang dimakan untuk menghasilkan tenaga yang diperlukan oleh sel.
- d. Apakah organ yang menyimpan glukosa berlebihan di dalam badan? Hati
- e. Lengkapkan jadual di bawah mengenai sifat-sifat penyakit diabetes jenis 1 dan 2.

Diabetes jenis 1	Diabetes jenis 2
1. Tidak menghasilkan hormon insulin kerana sel pankreas telah rosak.	1. Badan menghasilkan jumlah hormon insulin yang rendah.
2. Dihidapi oleh mereka di bawah umur 40 tahun dan kanak-kanak.	2. Dihidapi oleh mereka yang berumur lebih dari 40 tahun.
3. Paras glukosa terus meningkat.	3. Kandungan lemak disekeliling organ menghalang fungsi pankreas untuk menghasilkan jumlah hormon insulin yang mencukupi.
4. Buah pinggang cuba mengurangkan paras glukosa dalam darah dengan menyingkirkannya melalui air kencing.	4. Kandungan lemak yang banyak juga menghalang hormon insulin berfungsi untuk penyerapan glukosa.
5. Kerap buang air kecil.	5. Lebih banyak insulin dihasilkan apabila kandungan glukosa meningkat.
6. Banyak meminum air dan sering berasa haus.	6. Pankreas akan diarah menghasilkan lebih banyak hormon insulin sehingga menjejaskan pankreas.
7. Kandungan glukosa yang tinggi dalam air kencing menyebabkan jangkitan kuman bakteria di organ sulit menyebabkannya gatal.	7. Kerap buang air kecil.
8. Luka lambat sembuh.	8. Dahaga.
9. Penglihatan kabur.	9. Luka lambat sembuh.
10. Berasa penat kerana glukos tidak dapat di tukar oleh hormon insulin menghasilkan tenaga.	10. Kandungan glukosa yang tinggi dalam air kencing menyebabkan jangkitan kuman bakteria di organ sulit menyebabkannya gatal.
11. Badan menggunakan simpanan lemak sebagai sumber tenaga dan menyebabkan badan menjadi kurus.	11. Penglihatan kabur.
12. Cara rawatan: Kurangkan berat badan, bersenam.	12. Berasa penat kerana glukos tidak dapat di tukar oleh hormon insulin menghasilkan tenaga.
	13. Kesan penyakit tidak dapat dikenalpasti lebih awal.
	14. Cara rawatan: Mengambil suntikan hormon insulin.

- f. Apakah langkah yang terlibat dalam pengklonan molekul bagi menghasilkan insulin?
- Mengasingkan gen insulin dan memasukkannya ke dalam DNA yang lain membentuk molekul DNA rekombinan. DNA rekombinan dimasukkan ke dalam sel bakteria. Bakteria tersebut dibiarkan membiak bagi membolehkan mereka menghasilkan hormon insulin.
- g. Nyatakan 3 kaedah yang boleh digunakan untuk menghasilkan insulin?
1. Kaedah restriction digestion- teknik di mana restriction enzim digunakan untuk memotong DNA pada kedudukan tertentu nukleotida.
2. Gel electrophoresis- adalah teknik di mana makromolekul atau cebisan nya dipisahkan mengikut pergerakan mereka di medan elektrik.
3. Bacterial transformation- proses di mana bakteria diubah melalui pengambilan DNA asing.
- h. Apakah fungsi restriction enzyme?
Protein bakteria yang digunakan untuk memotong DNA kepada cebisan kecil pada jujukan nukleotida yang spesifik.
- i. Apakah kaedah penghasilan plasmid terrekombinan:
1. Potong plasmid sehingga mendedahkan 2 bahagian yang dikenali sebagai sticky end.
2. Potong DNA asing dengan sticky end yang komplementari dengan plasmid yang ingin dimasukkan.
3. DNA asing disambungkan ke DNA plasmid menggunakan _____ DNA ligase.
- j. Apakah suhu yang sesuai bagi proses ini? _____ 37C
- k. Apakah bahan yang digunakan bagi memisahkan DNA mengikut saiznya? _____ Gel agarose
1. Dimanakah sampel DNA akan dimuatkan dalam teknik ini? _____ Perigi (Wells)
- m. Apakah caj elektrik yang terdapat pada DNA yang menyebabkannya bergerak ke arah bertentangan?
_____ Negatif
- n. Molekul DNA bersaiz _____ (kecil) akan bergerak lebih cepat ke bahagian positif gel electrophoresis.
- o. Gen lac -Z terdapat pada plasmid yang akan digunakan mempunyai bahan beta - galaktosidase yang mampu menukarkan:
i. laktosa kepada glukosa dan galaktosa.
ii. X-gal kepada galaktosa dan bahan biru
Gen menghasilkan insulin akan dimuatkan pada _____ (bahagian tengah gen lac Z)
- p. Apakah jenis bakteria yang sesuai digunakan dalam penghasilan insulin? _____ E.coli
- q. Bagi menjadikan sel bakteria kompeten dan boleh menerima plasmid baru yang ingin dimasukkan, ia perlu didedahkan kepada ion kalsium. Kaedah _____ (kejutan haba) panas dan sejuk berselang –seli diberikan kepada sel bakteria untuk membolehkannya menerima plasmid yang cuba dimasukkan.
- r. Bagaimana proses pengkuluran hormon insulin dilakukan?
Mengambil koloni bakteria yang berwarna putih yang mengandungi hormon insulin dan dimasukkan ke dalam kelalang untuk tujuan pengkuluran.

**Lembaran kerja 6:
Terapi gen dan kajian sel stem**

1. Apakah kepentingan kajian dalam bidang sel dasar?
Kaedah ini dapat membaiki atau menggantikan sel atau tisu yang rosak.
2. Nyatakan dua jenis sel dasar yang wujud dan nyatakan ciri-cirinya.

Jenis Sel Dasar	Ciri-ciri
a. Sel dasar dewasa	<p>i. Wujud di dalam:</p> <ul style="list-style-type: none"> - sum-sum tulang - tisu lemak. - komponen darah di dalam tali pusat. <p>ii. Digunakan untuk merawat:</p> <ul style="list-style-type: none"> - kanser - leukimia - sakit jantung - Anemia sel sabit - Multiple sclerosis

	- Kecelakaan tulang belakang
b. Sel dasar Embrionik	<ul style="list-style-type: none"> i. Diperolehi dari embrio manusia yang tidak digunakan melalui kaedah IVF. ii. Tidak sesuai digunakan dalam perubatan iii. Menghasilkan tumor yang tidak terkawal. iv. Sistem imun badan tidak menerima kehadiran sel ini.

5. Kegunaan terapi gen:

- i. Membaiki atau menggantikan gen yang tidak sempurna
- ii. Menggunakan gen terapeutik untuk membasmi penyakit

6. Prosedur menjalankan kaedah terapi gen bagi penyakit Cystic Fibrosis:

- i. Gen yang dipilih yang sihat/baik dari individu yang normal dimasukkan ke dalam virus yang telah diubahsuai (DNA telah dikeluarkan).
- ii. Virus kemudiannya dimasukkan ke dalam sel paru-paru pada individu yang menghidap penyakit ini.
- iii. Virus merangsang sel paru-paru menghasilkan protein yang normal.
- iv. Virus ini akan menawan virus yang bersebelahannya dan proses penghasilan protein normal berulang.

7. Penyakit yang boleh diubati melalui kaedah terapi gen:

- i. Penyakit Parkinson
- ii. Hemofilia
- iii. Muscular Dystrophy
- iv. Anemia sel sabit.

Lembaran kerja 7:

Guru menilai jawapan pelajar berdasarkan fakta dan penjelasannya berserta contoh.

LAMPIRAN D

Soalan temu bual guru untuk kajian kebolehlaksanaan:

1. Latar belakang guru/ pengalaman mengajar
 - a) berapa lama mengajar
 - b) subjek yang diajar
 - c) universiti dan bidang pengkhususan
2. Apakah tajuk- tajuk bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran Biologi tingkatan 4 & 5.
3. Adakah nota berserta gambarajah yang terdapat dalam buku teks:
 - a) memudahkan
 - b) sesuai
 - c) mencukupiuntuk anda mengajar konsep bioteknologi ini?
4. Apakah penambahbaikan yang perlu dilakukan ke atas buku teks Biologi dalam konteks konsep bioteknologi?
5. Adakah aktiviti yang dicadangkan yang terdapat di dalam buku amali:
 - a) memudahkan
 - b) sesuai
 - c) mencukupiuntuk anda mengajar konsep bioteknologi ini?
6. Apakah penambahbaikan yang perlu dilakukan ke atas buku amali Biologi dalam konteks konsep bioteknologi?
7. Apakah persiapan yang anda lakukan sebelum mengajar komponen bioteknologi ini?
8. Adakah anda menghadapi masalah
 - a) mencari bahan bantu mengajar
 - b) menggunakan pedagogi yang sesuai
 - c) kekurangan pengetahuan bioteknologi
 - d) kekurangan pengetahuan teknologiuntuk pengajaran komponen bioteknologi ini?
9. Apakah pandangan anda tentang penerimaan pelajar tingkatan 4 dan 5 terhadap pengajaran bioteknologi?
10. Bagaimanakah tahap pengetahuan pelajar anda berkaitan aspek bioteknologi?
11. Adakah pelajar menunjukkan minat untuk mengetahui lebih lanjut berkenaan konsep bioteknologi?
12. Apakah cadangan anda untuk menjadikan pengajaran komponen bioteknologi ini lebih berkesan?
13. Apakah cadangan anda untuk menjadikan pembelajaran komponen bioteknologi lebih menarik kepada pelajar?

LAMPIRAN E

Soalan temu bual guru untuk analisis keperluan:

1. Latar belakang guru/ pengalaman mengajar
 - a) berapa lama mengajar
 - b) subjek yang diajar
 - c) universiti dan bidang pengkhususan
2. Apakah tajuk- tajuk bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran Biologi tingkatan 4 & 5.
3. Adakah nota berserta gambarajah yang terdapat dalam buku teks:
 - a) memudahkan
 - b) sesuai
 - c) mencukupiuntuk anda mengajar konsep bioteknologi ini?
4. Adakah penambahbaikan yang perlu dilakukan ke atas buku teks Biologi dalam konteks konsep bioteknologi?
5. Adakah aktiviti yang dicadangkan yang terdapat di dalam buku amali:
 - a) memudahkan
 - b) sesuai
 - c) mencukupiuntuk anda mengajar konsep bioteknologi ini?
6. Adakah penambahbaikan yang perlu dilakukan ke atas buku amali Biologi dalam konteks konsep bioteknologi?
7. Adakah persiapan yang anda lakukan sebelum mengajar komponen bioteknologi ini?
8. Adakah anda menghadapi masalah
 - a) mencari bahan bantu mengajar
 - b) menggunakan pedagogi yang sesuai
 - c) kekurangan pengetahuan bioteknologi
 - d) kekurangan pengetahuan teknologiuntuk pengajaran komponen bioteknologi ini?
9. Apa pandangan anda tentang penerimaan pelajar tingkatan 4 dan 5 terhadap pengajaran bioteknologi?
10. Bagaimanakah tahap pengetahuan pelajar anda berkaitan aspek bioteknologi?
11. Adakah pelajar menunjukkan minat untuk mengetahui lebih lanjut berkenaan konsep bioteknologi?
12. Adakah cadangan anda untuk menjadikan pengajaran komponen bioteknologi ini lebih berkesan?
13. Adakah cadangan anda untuk menjadikan pembelajaran komponen bioteknologi lebih menarik kepada pelajar?
14. Adakah pandangan anda tentang tahap pengetahuan bioteknologi anda untuk mengajar komponen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 & 5?
15. Adakah pengetahuan bioteknologi anda mencukupi untuk mengajar komponen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 & 5?
16. Adakah pandangan anda tentang tahap pengetahuan pedagogi anda untuk mengajar komponen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 & 5?
17. Adakah pengetahuan pedagogi anda mencukupi untuk mengajar komponen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 & 5?
18. Adakah pandangan anda tentang tahap pengetahuan teknologi anda untuk mengajar komponen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 & 5?
19. Adakah pengetahuan teknologi anda mencukupi untuk mengajar komponen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan Biologi Tingkatan 4 & 5?

LAMPIRAN F

QUESTIONNAIRE FORM ON STUDENTS OPINION REGARDING BIOTECHNOLOGY BORANG SOAL SELIDIK PANDANGAN PELAJAR BERKAITAN BIOTEKNOLOGI

The purpose of this research is to get students' opinion about knowledge level, interest, information source and students desire related to biotechnology education. This questionnaire is a preliminary survey regarding the biotechnology component which is included in Biology subject in secondary schools.

Student advised to give a sincere answer and not be influenced by other students answer. Your cooperation in completing the questionnaire form is very much appreciated. Thank you.

Kajian yang dijalankan ini bertujuan untuk mendapatkan pandangan pelajar mengenai tahap pengetahuan, minat, sumber pemerolehan maklumat dan hasrat pelajar berhubung dengan pendidikan bioteknologi. Soal selidik ini merupakan satu tinjauan awal berkenaan dengan komponen bioteknologi yang terdapat di dalam mata pelajaran Biologi di sekolah menengah.

Pelajar dinasihatkan dapat memberikan jawapan secara jujur dan tidak dipengaruhi oleh jawapan pelajar lain. Kerjasama anda dalam melengkapkan borang soal selidik ini amatlah saya hargai. Terima kasih.

Part 1: Complete the information below.

Bahagian 1: Lengkapkan maklumat berikut.

i) School/ Sekolah: _____

ii) Sex/ Jantina: _____ iii) Tingkatan : _____

Part 2: Answer all the questions by following the instructions.

Bahagian 2: Jawab soalan- soalan berikut dengan mengikuti arahan yang diberikan.

1. Knowledge Level of Biotechnology

State your knowledge on biotechnology by answering the questions given by referring to the scale. Write the number given for your selected answer in the box parallel to each questions.

Tahap pengetahuan Bioteknologi

Nyatakan pengetahuan anda berkaitan bioteknologi dengan menjawab soalan berpandukan kepada skala yang diberi. Tuliskan nombor yang diberi kepada pilihan jawapan anda ke dalam kotak yang selari bagi setiap soalan.

1	2	3	4	5
Strongly disagree Tidak bersetuju langsung	Disagree Tidak bersetuju	Not sure Tidak pasti	Agree Bersetuju	Strongly agree Sangat bersetuju
Question/Soalan				Answer Jawapan
Bahagian A. Gene & Chromosome/ Gen & Kromosom				
A1. A gene contains genetic information which determines a particular characteristics in an organism Gen mengandungi maklumat genetik yang menentukan ciri tertentu sesuatu organisma				
A2. Genes are located in the DNA molecule in a chromosome. Gen terletak di dalam molekul DNA di dalam kromosom.				
A3. Genes are a sequence of nitrogenous base in the nucleotides of DNA which forms a particular sequence of genetic codes. Gen adalah urutan bes bernitrogen pada nukleotida DNA yang membentuk urutan kod genetik tertentu.				
A4. Genetic information in the form of genetic code controls the production of particular protein in cell. Maklumat genetik dalam bentuk kod genetik mengawal pengeluaran protein tertentu dalam sel .				
A5. Each chromosome consists of two chromatids held together at the centromere Setiap kromosom mengandungi dua kromatid yang terikat pada sentromer.				
A6. In a nucleotide, the deoxyribose sugar is linked to the phosphate group and the nitrogenous base. Dalam satu nukleotida, bahagian gula deoksiribosa bersambung dengan kumpulan fosfat dan bes bernitrogen.				

1	2	3	4	5
Strongly disagree Tidak bersetuju langsung	Disagree Tidak bersetuju	Not sure Tidak pasti	Agree Bersetuju	Strongly agree Sangat bersetuju
Question/Soalan				Answer Jawapan
A7. Each nucleotide is connected to another nucleotide through phosphate group to form a long polynucleotide strand. Setiap nukleotida bersambung dengan nukleotida lain melalui kumpulan fosfat untuk membentuk rantaian panjang polinukleotida.				
A8. The sequence of nitrogenous base in a DNA molecule is a gene. Urutan bes bernitrogen pada molekul DNA merupakan gen.				
A9. A sequence of three nitrogenous base forms the genetic code for each amino acid. Urutan tiga bes bernitrogen membentuk kod genetik untuk menghasilkan setiap jenis amino asid.				
B. Genetic Engineering/Kejuruteraan genetic				
B1. The technique involves the manipulation of genes to alter the genetic content in an organism. Teknik ini melibatkan manipulasi gen untuk mengubah kandungan genetik sesuatu organisma.				
B2. The original traits of an organism are altered by inserting target gene from another organism into the DNA. Trait semula jadi pada suatu organisma diubah suai melalui penyelitan gen sasaran daripada organisma lain kepada DNA organisma tersebut.				
B3. Genetic engineering enables the genes that control the beneficial traits to be transferred from the DNA of an organism into the DNA of another organism. Kejuruteraan genetik membolehkan gen yang mengawal trait bermanfaat dipindahkan dari DNA sesuatu organisma kepada organisma yang lain.				
B4. Altered DNA is known as recombinant DNA DNA yang diubah dikenali sebagai DNA rekombinan				
B5. Organism with recombinant DNA is known as genetically modified organism. Organisma dengan DNA rekombinan dikenali sebagai organisma yang diubahsuai kandungan genetik.				
B6. Application of genetic engineering technique to alter or replace defect gene is known as gene therapy. Aplikasi teknik kejuruteraan genetik untuk mengubah atau menggantikan kecacatan gen dikenali sebagai gen terapi .				
B7. The practical usage of genetically modified plant can promote productivity and plant resistance towards disease. Penggunaan praktikal tumbuhan yang diubahsuai kandungan genetik boleh meningkatkan produktiviti dan rintangan terhadap penyakit.				
B8. Manipulation of genetically modified organisms DNA will alter its gene content. Pemanipulasian DNA organisma yang diubahsuai kandungan akan mengubah kandungan gennya .				
B9. Usage of genetically modified method towards animal will increase its resistance towards diseases. Penggunaan kaedah pengubahsuaian secara genetik terhadap haiwan akan meningkatkan rintangannya terhadap penyakit.				
B10. Genetically modified organisms are used in medicine (eg. Insulin production with genetically modified microorganisms). Organisma yang termodifikasi genetiknya digunakan dalam perubatan (contoh: penghasilan insulin menggunakan mikroorganisma yang termodifikasi genetiknya).				
B11. Genetic modification is painful for animals. Modifikasi genetik akan menyakitkan haiwan.				
B12. Genetic modification of oil palm trees results in greater proportion of oil from its fruit. Modifikasi genetik ke atas pokok kelapa sawit akan mengakibatkan peningkatan dalam penghasilan minyak dari buahnya.				

1	2	3	4	5
Strongly disagree Tidak bersetuju langsung	Disagree Tidak bersetuju	Not sure Tidak pasti	Agree Bersetuju	Strongly agree Sangat bersetuju
Question/Soalan				Answer Jawapan
B13. Genetically modified organisms contain dangerous chemical. Organisma termodifikasi genetiknya mengandungi bahan kimia berbahaya.				
B14. Genetically modified plants can produce tastier fruits with enhanced nutritional value. Tumbuhan termodifikasi kandungan genetiknya boleh menghasilkan buah-buahan yang lebih lazat dengan tambahan nilai nutrisi.				
B15. Cloning and genetic engineering are similar biotechnology processes. Pengklonan dan kejuruteraan genetik adalah bersamaan dengan proses-proses bioteknologi.				
B16. It is possible to increase plant resistance to disease by genetic manipulation. Ketahanan tumbuhan terhadap penyakit boleh ditingkatkan melalui manipulasi genetik.				
B 17. Genetic engineering techniques used to detect and treat diseases such as sickle cell anemia, hemophilia, cancer, hepatitis and diabetes mellitus. Teknik kejuruteraan genetik digunakan untuk mengesan dan merawat penyakit seperti anemia sel sabit, hemofilia, kanser, hepatitis dan kencing manis .				
B 18. In the insulin hormone production in industry, insulin is produced from DNA molecule of pancreas and inserted into DNA molecule of a type of bacteria. Dalam pengeluaran hormon insulin dalam industri , insulin dihasilkan daripada molekul DNA pankreas dan dimasukkan ke dalam molekul DNA daripada sejenis bakteria.				
B 19. Bacteria cultured in a suitable nutrient medium is capable of generating human insulin. Bakteria yang dikultur dalam medium nutrien yang sesuai mampu menjana insulin manusia.				
C. DNA fingerprinting/ cap Jari DNA				
C1. It is a technique in which an individual's DNA is analysed to reveal the patterns of certain nucleotides segments in the DNA that do not code for proteins. Ia adalah teknik untuk menganalisa DNA seseorang melalui corak segmen nukleotida di dalam DNA yang tidak mengkod protein.				
C2. DNA fingerprinting is used for identification purposes and for the detection of genetic diseases. Cap jari DNA digunakan untuk menentukan pengenalan dan kesihatan seseorang.				
C3. In this technique, the DNA fragments are separated and then labelled with radioactive probes to produce a specific pattern of bands that is different from any other individual in the world. Dalam teknik ini, serpihan DNA diasingkan dan di label dengan prob radioaktif untuk menghasilkan bentuk jalur yang khusus dan berbeza dengan individu lain di seluruh dunia.				
C4. Long molecules of DNA are cut into different length sized fragments by restriction enzymes. Molekul DNA yang panjang dipotong kepada serpihan berbeza saiz panjangnya menggunakan enzim pembatas.				
C5. DNA fragments are separated according to the size using electrophoresis gel. Serpihan DNA diasingkan melalui gel elektroporesis berdasarkan panjang serpihan DNA tersebut.				
D. Human Genom Project/ Projek Genom Manusia				
D1. A genome is a complete set of genes made up of DNA nucleotides bases within one cell of an organism. Genom adalah satu set gen yang lengkap, terdiri dari bes-bes nukleotida pada DNA yang terkandung di dalam sel sesuatu organisma.				
D2. This project involves sequencing to determine the position and arrangement of nucleotide bases of the right DNA bases on a gene in each chromosome . Projek ini melibatkan penjujukan untuk menentukan kedudukan dan susunan bes-bes nukleotida DNA yang tepat pada sesuatu gen di dalam setiap kromosom.				

1	2	3	4	5
Strongly disagree Tidak bersetuju langsung	Disagree Tidak bersetuju	Not sure Tidak pasti	Agree Bersetuju	Strongly agree Sangat bersetuju
Question/Soalan				Answer Jawapan
E. Stem Cell Research/ Penyelidikan Sel Stem				
E1. Stem cells are cells that can divide and develop into specialised cells that have particular functions. Sel stem adalah sel yang boleh membahagi dan berkembang menjadi sel-sel yang khusus dengan fungsi tertentu.				
E2. Stem cell research involves replacing damaged tissues or organs through stem cell transplants. Penyelidikan sel stem melibatkan penggantian tisu atau organ yang rosak dengan pemindahan sel dasar.				
E3. Stem cells can undergo unlimited cell division to form many types of cells through differentiation process. Sel-sel stem boleh menjalani pembahagian sel secara tidak terhad untuk membentuk pelbagai jenis sel melalui proses pembezaan.				
E4. Embryonic stem cells can be directly isolated from the inner cell mass of human embryos at blastocyst stage. Sel stem embrio boleh dipencilkan secara langsung dari jisim sel dalam embrio manusia pada peringkat blastosista.				
E5. Adult stem cells can be isolated from a patient and triggered to divide but not definitely and specialised into the required cell type. Sel stem orang dewasa boleh dipencilkan daripada badan pesakit dan dirangsang untuk membahagi tetapi terhad dan mengkhusus kepada jenis sel yang diperlukan.				

2. Interest in biotechnology/ Minat dalam bioteknologi.

State your interest in studying biotechnology by answering the questions given by referring to the scale. Write the number given for your selected answer in the box parallel to each questions.

Nyatakan minat anda berkaitan bioteknologi dengan menjawab soalan berpandukan kepada skala yang diberi. Tuliskan nombor yang diberi kepada pilihan jawapan anda ke dalam kotak yang selari bagi setiap soalan.

1	2	3	4	5
Strongly disagree Tidak bersetuju langsung	Disagree Tidak bersetuju	Not sure Tidak pasti	Agree Bersetuju	Strongly agree Sangat bersetuju
Question/Soalan				Answer Jawapan
F1. I would be interested in finding out how biofuel can be harvested from oil palm plant. Saya berminat untuk mengetahui bagaimana bahan bakar bio boleh dituai dari tanaman kelapa sawit.				
F2. I am interested to know how genetically engineered papayas which have a delayed ripening traits produced. Saya berminat untuk mengetahui bagaimana buah betik yang terjurutera genetik ini mempunyai penundaan trait untuk masak dihasilkan.				
F3. I would like to investigate the harmful effects of genetic engineering on our environment. Saya ingin menyiasat kesan buruk kejuruteraan genetic kepada alam sekitar.				
F4. I am interested in investigating the effect of genetically modified soya bean have on my health. Saya berminat menyiasat kesan kacang soya yang termodifikasi genetik kepada kesihatan saya.				
F5. Investigating the steps that scientists usually follow to produce a genetically modified organism is of interest to me. Menyiasat langkah-langkah yang diikuti oleh ahli sains untuk menghasilkan organisma termodifikasi genetic adalah menarik minat saya.				

1	2	3	4	5
Strongly disagree Tidak bersetuju langsung	Disagree Tidak bersetuju	Not sure Tidak pasti	Agree Bersetuju	Strongly agree Sangat bersetuju
Question/Soalan				Answer Jawapan
F6. I would like to investigate the different purposes of genetic testing and gene therapy. Saya ingin menyasat pelbagai tujuan ujian genetic dan terapi gen.				
F7. I would like to investigate different media articles on the ethics involved in biotechnology using animals. Saya ingin menyasat pelbagai artikel media tentang etika yang melibatkan penggunaan haiwan dalam bioteknologi.				
F8. I would like to know more about the implications of releasing a genetically altered organism into the environment. Saya ingin mengetahui lebih lanjut mengenai implikasi dari melepaskan organisma yang terubah genetiknya ke dalam alam sekitar.				
F9. Investigating the altering of human gene codes to reduce human genetic disorders would be interesting. Menyasat perubahan kod genetik untuk mengurangkan kekacauan genetik dalam manusia adalah menarik.				
F10. I would like to know more about biotechnology to form an understanding whether I would feel safe to eat genetically modified food. Saya ingin mengetahui lebih lanjut mengenai bioteknologi untuk membentuk kefahaman sama ada saya merasa selamat memakan makanan termodifikasi genetiknya.				
F11. I would like to produce my own clone of a plant by tissue culture. Saya ingin menghasilkan klon tumbuhan saya sendiri menggunakan kultur tisu.				
F12. I would like to know more and be responsible for developing my own understanding and insight into how organisms are genetically modified or not good for the environment . Saya ingin mengetahui lebih lanjut dan bertanggung jawab untuk merumuskan kefahaman saya sendiri serta pandangan bagaimana organisma termodifikasi genetik adalah baik atau tidak kepada alam sekitar.				
F13. I'd like to learn more about biotechnology . Saya berminat untuk mempelajari lebih lanjut mengenai bioteknologi.				
F 14. I want to discuss the pros and cons of biotechnology from the perspective of religious diversity in Malaysia. Saya ingin membincangkan kebaikan dan keburukan bioteknologi dari perspektif kepelbagaian agama di Malaysia.				
F 15. I intend to find out whether the findings in the field of biotechnology in agriculture and animal husbandry. Saya berhasrat ingin mengetahui apakah penemuan-penemuan bioteknologi di Malaysia dalam lapangan pertanian dan penternakan.				
F16. I would like to know what are the medicines produced by genetic engineering technique. Saya ingin mengetahui apakah ubat-ubatan yang dihasilkan melalui teknik kejuruteraan genetik.				
F17. I am interested to conduct the experiments related to biotechnology. Saya berminat untuk menjalankan eksperimen berkaitan dengan bioteknologi.				
F18. I want to know more about stem cell research. Saya ingin mengetahui lebih mengenai penyelidikan sel dasar.				

3. Give one suggestion that you think is important to be incorporated in Biology subject to make learning biotechnology more interesting.
- a. learning activity in class b. learning aid c. infrastructure d. teacher's competency

Beri satu cadangan yang anda fikir penting untuk dimuatkan dalam mata pelajaran Biologi untuk menjadikan pembelajaran bioteknologi lebih menarik.

- a. aktiviti pembelajaran dalam kelas b. bahan sokongan pembelajaran c. prasarana d. kebolehan guru

a. _____

b. _____

c. _____

d. _____

4. Source of information on biotechnology. Choose the exact answer by marking (✓) to the appropriate answer on the scale given. How often do you...

Sumber informasi mengenai bioteknologi. Tandakan (✓) pada skala yang paling tepat menunjukkan pilihan anda, tentukan kekerapan anda...

Statement/Pernyataan	Scale/Skala			
	1 Never Tidak	2 Sometimes Kadang-kadang	3 Often Selalu	4 Very often Sangat selalu
a) listen to news about biotechnology. mendengar berita tentang bioteknologi.				
b) read articles about biotechnology. membaca artikel tentang bioteknologi.				
c) search the web for subjects related to biotechnology. mencari di laman web tentang perkara berkaitan dengan bioteknologi.				
d) watch TV shows about biotechnology. menonton rancangan televisyen tentang bioteknologi.				
e) participating in programmes related to biotechnology. mengikuti program berkaitan bioteknologi.				

5. Tick (✓) from which of the following sources that help you obtain information about biotechnology?

Tandakan (✓) pada skala yang menunjukkan pilihan mengenai sumber yang membantu anda mendapatkan informasi mengenai bioteknologi.

Statement/Pernyataan	Scale/Skala			
	1 Never Tidak	2 Sometimes Kadang-kadang	3 Often Selalu	4 Very often Sangat selalu
a) Television/Televisyen				
b) Radio				
c) Newspapers/Surat khabar				
d) Magazines/Majalah				
e) Scientific magazines/Majalah saintifik				
f) Internet				
g) Textbooks/ Buku teks				
h) Teacher/Guru				
i) Exhibition/Pameran				
j) Friend/ rakan				

Thank you ~ Terima kasih

LAMPIRAN G

SKEMA JAWAPAN INSTRUMEN PENGETAHUAN TEKNOLOGI, PEDAGOGI DAN BIOTEKNOLOGI GURU BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH

PERATURAN PEMARKAHAN

Senario 1 (Pengetahuan Bioteknologi)

Seorang petani mendapati kebanyakan pokok kelapa sawit nya menghasilkan buah yang kecil, kulitnya lembut dan selalunya rosak akibat dimakan oleh tikus yang terdapat di kebunnya. Hal ini menyebabkan hasil kelapa sawit nya menurun dan beliau mengalami kerugian yang besar. Sebagai seorang ahli bioteknologi, cadangkan langkah- langkah yang boleh diambil bagi mengatasi masalah ini.

Skor	Kriteria
3	Boleh mencadangkan ke semua langkah yang boleh dilakukan secara tepat: i. Menjalankan pembiak bakaan terpilih (selective breeding) menggunakan benih kelapa sawit dengan ciri yang dominan yang baik untuk menghasilkan hibrid dengan ciri yang lebih baik. ii. Menjalankan kaedah mutasi aruhan bagi mengubah kandungan genetik kelapa sawit menggunakan sinaran gamma. Ia menghasilkan pelbagai varieti kelapa sawit. iii. Menggunakan kaedah kejuruteraan bagi menghasilkan klon yang lebih bermutu dan tahan kepada rintangan penyakit serta serangan makhluk perosak.
2	Boleh mencadangkan 2 langkah secara tepat.
1	Boleh mencadangkan 1 langkah secara tepat.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah atau respon yang diberi salah.

Senario 2 (Pengetahuan Bioteknologi)

Petikan dari Utusan Malaysia 19/06/2012

Penjagaan pesakit diabetes	Oleh NOOR FAZRINA KAMAL
Obesiti antara penyumbang kepada peningkatan risiko diabetes. Kalau dulu sebut pasal diabetes atau kencing manis kurang menimbulkan rasa cemas kerana belum ramai yang menghidapinya. Tapi kini, penghidap penyakit berbahaya itu di negara ini telah meningkat seramai 2.6 juta orang. Trend yang membimbangkan itu dikenal pasti menerusi Kajian Kesihatan dan Morbiditi Kebangsaan (NHMS) 2011. Berdasarkan laporan itu diabetes kini kekal sebagai cabaran kesihatan yang paling besar. Sama ada mahu percaya atau tidak, kiraan purata menunjukkan seorang daripada tujuh rakyat Malaysia menghidapinya. Tapi bukan setakat di Malaysia sahaja, insiden penghidap penyakit itu sebenarnya makin meningkat di seluruh dunia.	

Berkaitan dengan fenomena yang dilihat ini, salah satu cara terakhir yang dilakukan untuk mengurangkan paras gula dalam darah adalah dengan penyuntikan insulin tiruan. Sehubungan itu, terangkan bagaimana hormon insulin tiruan ini dihasilkan secara komersil menggunakan teknik kejuruteraan genetik.

Skor	Kriteria
3	Boleh menjelaskan penghasilan hormon insulin tiruan secara komersil menggunakan teknik kejuruteraan genetik. i. Gen yang menghasilkan insulin pada molekul DNA sel Langerhans dikeluarkan dan disisipkan ke dalam molekul DNA sel bakteria <i>Escherichia coli</i> . ii. Bakteria dibiarkan membiak dalam medium nutrien yang sesuai di makmal. iii. Bakteria ini mempunyai gen insulin manusia dan boleh menghasilkan hormon insulin manusia.
2	Boleh menyatakan 2 daripada keseluruhan langkah yang terlibat.
1	Boleh menyatakan 1 daripada keseluruhan langkah yang terlibat.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah atau respon yang diberi salah.

Senario 3 (Pengetahuan Pedagogi)

Seorang pelajar bertanya kepada anda:

“Apabila saya mengadun roti dengan menggunakan tepung, gula dan air, doh yang terhasil tidak naik apabila dibakar dan roti yang dihasilkan menjadi keras. Bagaimanakah cara untuk mendapatkan roti yang lembut dan gebu?”

Jika anda ingin menjadikan masalah ini sebagai suatu aktiviti yang boleh dijalankan dalam kelas, rancangkan pengajaran anda dan berikan rasional sebab anda memilih pendekatan tersebut.

Skor	Kriteria
3	Boleh merancang pengajaran dan mampu memberikan rasional pemilihan pendekatan tersebut. Sampel jawapan: i. Memulakan dengan set induksi: Menunjukkan dua biji pau yang mana satu adalah lembut dan satu lagi agak keras atau contoh lain yang difikirkan sesuai. Rasional: Menarik minat pelajar kepada pengajaran. ii. Menerangkan kepada pelajar konsep enzim dan penggunaannya dalam industri pembuatan makanan: Menjelaskan enzim yang digunakan adalah sejenis kulapuk dikenali sebagai yis. Rasional: Pelajar mendapat pengetahuan penggunaan mikro organisma dalam penghasilan makanan iii. Merancang dan menjalankan eksperimen: Melihat kesan respirasi anaerobik melalui penggunaan yis di dalam doh. Rasional: Melibatkan pelajar kepada aktiviti hands-on.
2	Boleh melakukan dua daripada 3 kaedah yang dicadangkan.
1	Boleh melakukan satu daripada 3 kaedah yang dicadangkan.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah pengajaran atau respon yang diberi salah.

Senario 4 (Pengetahuan Pedagogi)

Historic stem cell transplant performed at IJN (Sept 23,2003)

KUALA LUMPUR: Malaysia's first cardiovascular stem cell transplantation surgery was successfully performed at the National Heart Institute here last Tuesday. Institute chairman Tan Sri Mohamed Khatib Abdul Hamid said the surgery was a proud achievement for the institute and the country. "This research is among the first few clinical trials in the world using stem cell in treating a severe heart disease. "We are proud to be involved in this leading edge research on stem cells as this is the first phase of the clinical trial in the world," he said at a press conference here yesterday.



RECOVERING: Allagara, with the help of a nurse, showing where doctors operated on his body.

On Sept 16, a collaborative effort between the institute, Kansai Medical University of Osaka and Kuala Lumpur Hospital saw 20 medical experts performing a six-hour operation on 60-year-old Allagara Arumugam, who has been suffering from recurring chest pains since a coronary artery bypass surgery in 1997. He said at the press conference yesterday that he was "very comfortable now compared to before". "It doesn't hurt to breathe anymore," said the retired defence ministry storekeeper.

The operation was led by Datuk Dr Mohd Azhari Yakub from the institute. It involved the harvesting of bone marrow from Arumugam's hipbone, which was then processed before being injected into his heart. Dr Mohd Azhari explained that new blood vessels were expected to form within the next two to three weeks. "Stem cell therapy offers a great opportunity for these patients to have an effective treatment and better quality of life.

Berdasarkan keratan akhbar di atas, terangkan bagaimana anda merancang untuk mengajar konsep 'stem cell' kepada pelajar anda?

Skor	Kriteria
3	Boleh merancang pengajaran konsep stem cell kepada pelajar. Sampel jawapan: i. Memulakan dengan set induksi: Menunjukkan keratan akhbar/tayangan video/ gambar yang berkaitan dengan stem cell.

	<p>ii. Menerangkan kepada pelajar konsep stem cell dan penggunaannya dalam bidang perubatan:</p> <p>Menjelaskan berkenaan jenis, ciri-ciri stem cell (sel dasar) dan penggunaannya dalam merawat pelbagai jenis penyakit.</p> <p>iii. Merancang dan menjalankan aktiviti:</p> <p>Membahagikan pelajar kepada kumpulan kecil dan diberikan tugas untuk mencari maklumat berkenaan penyakit yang boleh dirawat menggunakan sel dasar.</p>
2	Boleh melakukan dua daripada 3 kaedah yang dicadangkan.
1	Boleh melakukan satu daripada 3 kaedah yang dicadangkan.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah pengajaran atau respon yang diberi salah.

Senario 5 (Pengetahuan Teknologi)

Anda ingin menjalankan eksperimen berkaitan dengan ‘Kesan suhu yang berbeza ke atas respirasi yis’. Cadangkan reka bentuk bagi eksperimen serta keputusan eksperimen ini dalam bentuk graf dan jadual yang akan anda persembahkan kepada pelajar anda .

Skor	Kriteria
3	<p>Boleh merangka keseluruhan eksperimen dan persembahan keputusan eksperimen.</p> <p>1. Boleh merancang eksperimen ‘Kesan suhu ke atas respirasi yis’ dengan menyatakan bahan dan alat radas yang bersesuaian.</p> <p>2. Boleh merangka kaedah bagi menjalankan eksperimen.</p> <p>3. Boleh merancang persembahan keputusan eksperimen.</p>
2	Boleh mencadangkan dua daripada 3 perkara di atas dengan tepat.
1	Boleh mencadangkan satu daripada 3 perkara di atas dengan tepat.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah pengajaran atau respon yang diberi salah.

Senario 6 (Pengetahuan Teknologi)

Selepas mengajar tentang kaedah yang digunakan untuk meningkatkan kualiti dan kuantiti penghasilan makanan, anda mendapati pelajar anda masih kurang faham akan konsep tersebut. Oleh yang demikian, senaraikan laman sesawang yang boleh digunakan oleh pelajar anda untuk mendalami pengetahuan mereka.

Skor	Kriteria
3	Boleh mencadangkan laman sesawang yang lengkap dengan nama dan alamat sesawang.
2	Boleh mencadangkan alamat laman sesawang.
1	Boleh mencadangkan nama laman sesawang.
0	Tidak boleh mencadangkan laman sesawang yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

Senario 7 (Pengetahuan Bioteknologi dan Pedagogi)

Anda ingin memupuk kemahiran pelajar menilai dan membuat keputusan tentang isu-isu berkaitan bioteknologi. Rancangkan aktiviti dan kaedah yang boleh anda gunakan untuk mengajar kemahiran ini.

Skor	Kriteria
3	<p>Boleh menyenaraikan kesemua langkah yang dicadangkan:</p> <p>1. Boleh mengenal pasti isu-isu bioteknologi yang bersesuaian.</p> <p>2. Boleh mencadangkan aktiviti yang bersesuaian tentang isu-isu berkaitan bioteknologi.</p> <p>3. Boleh mencadangkan kaedah pengajaran yang bersesuaian tentang isu-isu berkaitan bioteknologi.</p>
2	Boleh mencadangkan 2 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
1	Boleh mencadangkan 1 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

Senario 8 (Pengetahuan Bioteknologi dan Pedagogi)

Bioteknologi adalah satu bidang yang melibatkan konsep yang abstrak dan memerlukan pelajar didedahkan dengan aktiviti yang mampu memudahkan mereka memahami konsep tersebut. Sebagai guru yang prihatin, rancangkan satu aktiviti yang melibatkan pelajar melakukan 'hands-on' aktiviti di dalam atau di luar kelas.

Score	Criteria
3	Mampu merancang aktiviti 'hands-on' berdasarkan langkah berikut: 1. Boleh mengenal pasti dan menyatakan contoh konsep bioteknologi yang bersifat abstrak. 2. Boleh mengenal pasti aktiviti 'hands-on' yang bersesuaian. 3. Boleh merancang aktiviti 'hands-on' yang bersesuaian.
2	Boleh mencadangkan 2 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
1	Boleh mencadangkan 1 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

Senario 9 (Pengetahuan Bioteknologi dan Teknologi)

Anda bercadang ingin mengajar pelajar berkenaan tajuk Cap Jari DNA (DNA Fingerprinting). Apakah alatan teknologi yang akan anda pilih bagi menyediakan bahan pengajaran anda?

Skor	Kriteria
3	Boleh mengemukakan alatan teknologi yang sesuai bagi menyampaikan bahan pengajaran berserta rasional pemilihan alatan tersebut.
2	Boleh mengemukakan alatan teknologi yang sesuai bagi menyampaikan bahan pengajaran.
1	Boleh mengemukakan sedikit idea berkenaan alatan teknologi yang sesuai bagi menyampaikan pengajaran.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

Senario 10 (Pengetahuan Bioteknologi dan Teknologi)

Semasa perbincangan tentang konsep kultur tisu dan pengklonan di dalam kelas, didapati ramai pelajar mempunyai kesalahan konsep berkenaan kedua-dua konsep ini. Oleh itu, anda perlu membetulkan kesalahan konsep mereka. Cadangkan penerangan anda berdasarkan penggunaan alatan teknologi yang anda pilih.

Skor	Kriteria
3	Boleh mencadangkan kesemua langkah berikut: 1. Boleh mengenal pasti kesalahan konsep kultur tisu dan pengklonan di antara pelajar. 2. Boleh mencadangkan alatan teknologi yang sesuai digunakan semasa penerangan. 3. Boleh mencadangkan langkah penerangan yang akan dilakukan berpandukan alatan teknologi yang dipilih.
2	Boleh mencadangkan 2 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
1	Boleh mencadangkan 1 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

Senario 11 (Pengetahuan Teknologi dan Pedagogi)

Anda mendapati terdapat sejumlah pelajar lebih suka mengikuti pengajaran dan pembelajaran dengan menggunakan internet. Reka bentukkan suatu aktiviti yang bersesuaian bagi mengajar salah satu bahagian daripada elemen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran biologi tingkatan empat atau lima.

Skor	Kriteria
3	Boleh mencadangkan kesemua langkah berikut: 1. Boleh mengenal pasti tajuk yang sesuai untuk aktiviti pengajaran konsep bioteknologi kepada pelajar. 2. Boleh mencadangkan laman sesawang yang sesuai digunakan semasa penerangan. 3. Boleh mencadangkan langkah penerangan yang akan dilakukan berpandukan alatan teknologi yang dipilih untuk pengajaran konsep bioteknologi kepada pelajar.
2	Boleh mencadangkan 2 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
1	Boleh mencadangkan 1 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

Senario 12 (Pengetahuan Teknologi dan Pedagogi)

Kekurangan peralatan di makmal menyukarkan pengajaran dan pembelajaran berkaitan konsep Bioteknologi. Rancanglah suatu pengajaran berkaitan eksperimen yang menggunakan kaedah 'hands-on' kepada pelajar-pelajar anda secara makmal maya.

Skor	Kriteria
3	Boleh mencadangkan kesemua langkah berikut: <ol style="list-style-type: none">1. Boleh mengenal pasti tajuk yang sesuai untuk aktiviti pengajaran konsep bioteknologi kepada pelajar.2. Boleh mencadangkan laman sesawang yang sesuai digunakan untuk menjalankan aktiviti 'hands-on' secara makmal maya.3. Boleh mencadangkan langkah penerangan yang akan dilakukan berpandukan aktiviti 'hands-on' secara makmal maya yang dipilih untuk pengajaran konsep bioteknologi kepada pelajar.
2	Boleh mencadangkan 2 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
1	Boleh mencadangkan 1 daripada 3 langkah yang bersesuaian.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

Senario 13 (Pengetahuan Bioteknologi, Pengetahuan Teknologi & Pengetahuan Pedagogi)

Bersempena dengan Minggu Sains dan Matematik di sekolah anda yang bertemakan 'Bioteknologi Pencetus Pelajar Berinovasi dan Kreatif', sebagai Ketua Panitia Biologi, anda diminta membimbing pelajar menjalankan suatu projek berkaitan 'Penghasilan Pisang Hibrid Di Malaysia'. Hasil projek anda perlu dipamerkan semasa upacara penutup minggu tersebut.

Sediakan garis panduan dan isi penting yang perlu dimuatkan dan boleh digunakan oleh pelajar bagi melaksanakan projek ini.

Skor	Kriteria
3	Boleh mencadangkan kesemua langkah berikut: <ol style="list-style-type: none">1. Boleh mendapatkan maklumat berkaitan penghasilan pisang hibrid di Malaysia.2. Boleh mencadangkan laman sesawang yang sesuai digunakan sebagai rujukan pelajar.3. Merangka aktiviti yang sesuai dijalankan oleh pelajar berkaitan dengan tajuk projek yang diberi.4. Memantau tugas aktiviti yang disediakan oleh pelajar.5. Mereka bentuk persembahan bahan tugas pelajar bagi tujuan pameran.
2	Boleh mencadangkan mana-mana 3 daripada 5 langkah yang bersesuaian.
1	Boleh mencadangkan 1 daripada 5 langkah yang bersesuaian.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

Senario 14 (Pengetahuan Bioteknologi, Pengetahuan Teknologi & Pengetahuan Pedagogi)

Sebagai ahli di dalam Jawatankuasa Biologi Daerah, anda diminta merangka suatu program menyediakan bahan mengajar berhubung dengan bioteknologi dengan menggunakan pelbagai pendekatan pedagogi dan teknologi yang sesuai. Anda perlu memilih satu topik khusus berkaitan dengan komponen bioteknologi tersebut.

Skor	Kriteria
3	Boleh mencadangkan kesemua langkah berikut: <ol style="list-style-type: none">1. Boleh mengenal pasti maklumat berkaitan elemen bioteknologi yang terdapat di dalam sukatan mata pelajaran biologi.2. Boleh memilih elemen bioteknologi yang sesuai untuk dijadikan tajuk bagi penyediaan bahan bantu mengajar.3. Boleh mencadangkan laman sesawang atau bahan lain yang sesuai digunakan sebagai rujukan.4. Mereka bentuk persembahan bahan bantu mengajar yang akan dihasilkan.5. Menghasilkan bahan bantu mengajar tersebut.
2	Boleh mencadangkan mana-mana 3 daripada 5 langkah yang bersesuaian.
1	Boleh mencadangkan 1 daripada 5 langkah yang bersesuaian.
0	Tidak boleh mencadangkan langkah yang bersesuaian atau respon yang diberi salah.

LAMPIRAN H

CONTOH SEMAKAN JAWAPAN GURU DARI INSTRUMEN PTPK

A) Pengetahuan Bioteknologi

Senario 1

Seorang petani mendapati kebanyakan pokok kelapa sawitnya menghasilkan buah yang kecil, kulitnya lembut dan selalunya rosak akibat dimakan oleh tikus yang terdapat di kebunnya. Hal ini menyebabkan hasil kelapa sawitnya menurun dan beliau mengalami kerugian yang besar.

Sebagai seorang ahli bioteknologi, cadangkan langkah- langkah yang boleh diambil bagi mengatasi masalah ini.

Jawapan:

- membuat kajian tentang pengesanan gen semasa kultur sel.
- mendapatkan (benih yang baik hasil dari kajian Gmo yang diikut)

Uth :-

$$Dmrz + pasifera = \underline{Tenera}$$

7 - 1
9 - 2
11 - 0
13 - 0
2

①

✓

University of Malaya

C) Pengetahuan Teknologi

Senario 5

Anda ingin menjalankan eksperimen berkaitan dengan 'Kesan suhu yang berbeza ke atas respirasi yis'. Cadangkan reka bentuk bagi eksperimen serta keputusan eksperimen ini dalam bentuk graf dan jadual yang akan anda persembahkan kepada pelajar anda .

Jawapan

Rajah

Takung uji	Suhu / ^o C	Masa untuk larutan yodin berubah w. h. c.	Rate of respiration
A	10	10 min.	
B	20	8 min.	
C	30	6 min.	
D	40	1 min.	
E	50	12 min.	

Rate of respiration



D) Pengetahuan Bioteknologi dan Pedagogi

Senario 7

Anda ingin memupuk kemahiran pelajar menilai dan membuat keputusan tentang isu-isu berkaitan bioteknologi. Rancang aktiviti dan kaedah yang boleh anda gunakan untuk mengajar kemahiran ini.

Jawapan:

- (Lawatan ke pusat penyelidikan bioteknologi - MARM)

2. Rancang aktiviti ✓

10

E) Pengetahuan Bioteknologi dan Teknologi

Senario 9

Anda bercadang ingin mengajar pelajar berkenaan tajuk Cap Jari DNA (DNA Fingerprinting)
Apakah alatan teknologi yang akan anda pilih bagi menyediakan bahan pengajaran anda?

Jawapan

- (Alat pengimbas) ✓ (1)
- View (computer simulation related to DNA finger printing.) ✓ (2)

F) Pengetahuan Teknologi dan Pedagogi

Senario 11

Anda mendapati terdapat sejumlah pelajar lebih suka mengikuti pengajaran dan pembelajaran dengan menggunakan internet. Reka bentukkan suatu aktiviti yang bersesuaian bagi mengajar salah satu bahagian daripada elemen bioteknologi yang terdapat dalam sukatan pelajaran biologi tingkatan empat atau lima.

Jawapan

Trade idea - trade dan
suaian.

(0)

G) Pengetahuan Bioteknologi, Pengetahuan Pedagogi dan Pengetahuan Teknologi

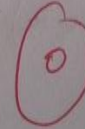
Senario 13

Bersempena dengan Minggu Sains dan Matematik di sekolah anda yang bertemakan 'Bioteknologi Pencetus Pelajar Berinovasi dan Kreatif', sebagai Ketua Panitia Biologi, anda diminta membimbing pelajar menjalankan suatu projek berkaitan 'Penghasilan Pisang Hibrid Di Malaysia'. Hasil projek anda perlu dipamerkan semasa upacara penutup minggu tersebut.

Sediakan garis panduan dan isi penting yang perlu dimuatkan dan boleh digunakan oleh pelajar bagi melaksanakan projek ini.

Jawapan

Tiada idea - tiada apa sahaja.



University of Malaysia

LAMPIRAN I

ANALISIS DOKUMEN/KANDUNGAN SUKATAN PELAJARAN BIOLOGI

BORANG SENARAI SEMAK

Negara: Malaysia

Kategori Utama: Elemen Bioteknologi Teknologi Pengeluaran makanan

Muka surat: 11

Tajuk: Nutrisi

Subkategori
Objektif Pembelajaran Memahami teknologi dalam pengeluaran makanan
Hasil Pembelajaran Di akhir pembelajaran, pelajar dapat mengetahui: i. cara meningkatkan kualiti dan kuantiti pengeluaran makanan negara. ii. perkembangan teknologi pemprosesan makanan.

ANALISIS DOKUMEN/KANDUNGAN SUKATAN PELAJARAN BIOLOGI

BORANG PENGKODAN

Negara: Malaysia

Kategori Utama: Elemen Bioteknologi teknologi Pengeluaran makanan

Muka surat: 11

Tajuk: Nutrisi

Subkategori	
Objektif Pembelajaran	Memahami teknologi dalam pengeluaran makanan
Hasil Pembelajaran	Di akhir pembelajaran, pelajar dapat mengetahui: i. cara meningkatkan kualiti dan kuantiti pengeluaran makanan negara. ii. perkembangan teknologi pemprosesan makanan.
Aktiviti yang dicadangkan	Menyediakan portfolio mengenai perkembangan teknologi dalam pemprosesan makanan
Nota Anekdote	Tiada

LAMPIRAN J

Nilai koefisien kebolehppercayaan analisis kandungan Sukatan Pelajaran Biologi Malaysia

Jenis	Bahagian	Jumlah
Jumlah subkategori	C1= 47 C2= 45 C3= 42	134
Jumlah subkategori yang dipersetujui ketiga-tiga pengkod	C1, C2 , C3 = 42	3 (42)= 126
Nilai koefisien kebolehppercayaan	$R = \frac{3(C1C2C3)}{(C1 + C2 + C3)}$	R= 126/134= 0.94

University of Malaysia

LAMPIRAN K

Elemen –elemen bioteknologi dari kajian literatur : Wells, J.G. (1994)/ Amerika Syarikat

Tajuk Utama	Sub Tajuk	Keperluan dimuatkan ke dalam mata pelajaran Biologi		
		Perlu (√)	Tidak Perlu (X)	Cadangan tambahan
Biokimia	Protein			
	Impak sosial			
	Peraturan dan kawalan			
	Struktur makromolekul			
	Bahan genetik			
	Kaedah analisis			
	Enzimologi			
	Karbohidrat			
	Lipid			
Perubatan	Impak sosial			
	Perubatan molekul			
	Immunologi			
	Genetik			
	Terapeutik			
	Teknologi penjagaan kesihatan			
Pertanian	Tisu Kultur			
	Kejuruteraan Genetik Haiwan & Tumbuhan			
	Impak sosial			
	Aplikasi Mikrobial			
	Aplikasi tumbuhan dan haiwan			
	Sistem Fisiologi tumbuhan			
	Sistem Fisiologi haiwan			
	Agrokimia			
	Keselamatan makanan			
	Akuakultur			
	Sains Makanan			

Tajuk Utama	Sub Tajuk	Keperluan dimuatkan ke dalam mata pelajaran Biologi		
		Perlu (√)	Tidak Perlu (X)	Cadangan tambahan
Kejuruteraan Genetik	Kod genetik			
	Impak sosial			
	Analisis DNA			
	Aplikasi Kejuruteraan Genetik			
	Sejarah dan Ethik			
	Struktur asas bahan genetik			
	Struktur asas sel			
	Sistem vektor			
	Teknik Probing			
	Teknik Bio molekul			
	Kajian asas			
	Projek genom			
Bioetika	Impak sosial			
	Prinsip etika			
	Impak penggunaan kaedah bioteknologi			
	Hukum perundangan dan keselamatan			
	Potensi terapi gen			
	Forensik			
	Pemindahan teknologi			
Biopemprosesan	Fermentasi			
	Pengkulturan			
	Kejuruteraan Genetik			
	Aplikasi mikrobial			
	Impak sosial			
	Teknik Pengasingan dan Pemurnian			
	Bioproduk			
	Jenis mikro organisma			
	Struktur mikrobial			
	Reka bentuk pemprosesan: Pengawalan dan pertumbuhan			

Tajuk Utama	Sub Tajuk	Keperluan dimuatkan ke dalam mata pelajaran Biologi		
		Perlu (√)	Tidak Perlu (X)	Cadangan tambahan
Asas Bioteknologi	Keselamatan dalam makmal			
	Impak sosial			
	Kaedah saintifik			
	Definisi bioteknologi			
	Latarbelakang sejarah			
	Istilah berkaitan			
	Informasi pekerjaan			
	Pengkhususan kepada log dan jurnal makmal			
Alam sekitar	Impak sosial			
	Sistem biorawatan			
	Kawalan biologi			
	Bioremediation/ Biopenyembuhan			
	Biorestoration/ Biopemulihan			

LAMPIRAN L

Assalamualaikum dan Salam Sejahtera,

Prof/ Prof Madya/ Dr/Tuan/Puan,

.....

Prof/ Prof Madya/ Dr/Tuan/Puan.

SOAL SELIDIK KOMPONEN BIOTEKNOLOGI & KAEDAH PENGAJARAN BAGI PUSINGAN PERTAMA TEKNIK DELPHI

Dengan segala hormatnya perkara di atas dirujuk.

2. Untuk makluman Prof/ Prof Madya/ Dr/Tuan/Puan, saya adalah penuntut PhD dari Fakulti Pendidikan, Universiti Malaya di bawah seliaan Prof Madya Dr Esther Daniel. Saya menjalankan kajian bagi membangunkan modul bioteknologi bagi mata pelajaran Biologi Tingkatan 4 dan 5 di sekolah menengah di Malaysia.

3. Walaupun sebahagian komponen Bioteknologi telah dimuatkan dalam buku teks Biologi Tingkatan 4 dan 5, namun dapatan dari analisis keperluan yang saya telah jalankan menunjukkan masih terdapat penambahbaikan yang perlu dilakukan berhubung dengan pemilihan komponen bioteknologi yang dibincangkan dan pemilihan kaedah pengajaran yang paling sesuai.

4. Oleh yang demikian, saya memohon jasa baik Prof/ Prof Madya/ Dr/Tuan/Puan bagi membantu saya dalam pemilihan komponen bioteknologi yang sesuai dengan tahap kebolehan pelajar Tingkatan 4 dan 5 bagi mata pelajaran Biologi; di samping memilih kaedah mana yang paling sesuai untuk kegunaan guru untuk mengajar komponen Bioteknologi ini. Bagi tujuan ini, bersama ini dilampirkan soal selidik berkenaan bagi kegunaan Prof/ Prof Madya/ Dr/Tuan/Puan.

Segala kerjasama dan keprihatinan Prof/ Prof Madya/ Dr/Tuan/Puan yang diberikan saya dahului dengan ucapan ribuan terima kasih.

Yang Benar,

Rashidah Begum bt Gelamdin

PHA 100026,

Jabatan Matematik & Sains,

Fakulti Pendidikan,

Universiti Malaya.

Alamat emel: rashidagelamdin68@yahoo.com

Teknik Delphi Pusingan Pertama

A. Komponen Bioteknologi/ subtema yang sesuai

Berdasarkan senarai komponen bioteknologi ini, nyatakan persetujuan anda untuk memasukkan komponen ini ke dalam modul yang akan dibangunkan bagi mata pelajaran Biologi Tingkatan 4 dan 5 dan nyatakan sub komponen yang sesuai.

Bil	Komponen bioteknologi/ subtema	Skala Likert					Nyatakan Cadangan Sub komponen yang sesuai bagi setiap komponen
		1	2	3	4	5	
		Tidak bersetuju langsung	Tidak bersetuju	Tidak pasti	Bersetuju	Sangat bersetuju	
	Tema : Pengenalan kepada bioteknologi						
1	Sejarah Bioteknologi						
2	Konsep gen dan DNA						
	Tema:Teknik tisu kultur dan kejuruteraan genetik						
3	Tisu kultur						
4	Kejuruteraan genetik dalam haiwan dan tumbuhan						
5	Analisis DNA dalam Kejuruteraan genetik						
6	Projek genom						
	Tema: Bioteknologi dalam perubatan						
7	Potensi kajian sel stem						
8	Potensi terapi gen						
9	Perubatan molekul						
10	Forensik						
	Tema: Bioteknologi dalam pertanian						
11	Akuakultur						
12	Aplikasi mikroba dalam pertanian						
	Tema: Bioteknologi berkaitan dengan penghasilan produk						
13	Fermentasi dalam biopemprosesan						
14	Penghasilan bioproduk						
15	Aplikasi mikrobial dalam bioemprosesan						
16	Sains makanan						
	Tema: Impak bidang bioteknologi kepada kehidupan						
17	Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi						

B. Kaedah Pengajaran yang sesuai Berdasarkan senarai komponen bioteknologi ini, nyatakan persetujuan anda untuk menentukan kaedah pengajaran yang sesuai bagi mata pelajaran Biologi Tingkatan 4 dan 5.

Bil	Komponen	Kaedah Pengajaran yang sesuai	Skala Likert				
			1	2	3	4	5
			Tidak bersetuju langsung	Tidak bersetuju	Tidak pasti	Bersetuju	Sangat bersetuju
1	Sejarah Bioteknologi	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
2	Konsep gen dan DNA	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
3	Kultur Tisu	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
4	Kejuruteraan Genetik Haiwan dan Tumbuhan	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					

Bil	Komponen	Kaedah Pengajaran yang sesuai	Skala Likert				
			1	2	3	4	5
			Tidak bersetuju langsung	Tidak bersetuju	Tidak pasti	Bersetuju	Sangat bersetuju
5	Analisis DNA dalam Kejuruteraan genetik	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
6	Projek genom	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
7		Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
8	Potensi terapi gen	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					

Bil	Komponen	Kaedah Pengajaran yang sesuai	Skala Likert				
			1	2	3	4	5
			Tidak bersetuju langsung	Tidak bersetuju	Tidak pasti	Bersetuju	Sangat bersetuju
9	Perubatan molekul	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
10	Forensik	Amali secara hands-on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
11	Akuakultur	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
12	Aplikasi mikrob dalam pertanian	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					

Bil	Komponen	Kaedah Pengajaran yang sesuai	Skala Likert				
			1	2	3	4	5
			Tidak bersetuju langsung	Tidak bersetuju	Tidak pasti	Bersetuju	Sangat bersetuju
13	Fermentasi dalam biopemprosesan	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
14	Penghasilan bioproduk	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
15	Aplikasi mikrobial dalam bioemprosesan	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan					
16.	Sains makanan	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan.					

Bil	Komponen	Kaedah Pengajaran yang sesuai	Skala Likert				
			1	2	3	4	5
			Tidak bersetuju langsung	Tidak bersetuju	Tidak pasti	Bersetuju	Sangat bersetuju
17	Kebaikan dan keburukan bidang bioteknologi	Amali secara hands on					
		Amali menggunakan laman web maya					
		Projek					
		Penyelesaian masalah					
		Perbincangan dalam kumpulan					
		Perbahasan/Forum					
		Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)					
		Kuliah					
		Lawatan					
		Lain-lain kaedah: Sila Nyatakan.					

University of Malaysia

LAMPIRAN M

Assalamualaikum dan Salam Sejahtera,

.....

Prof/ Prof Madya/ Dr./ Tuan/Puan,

SOAL SELIDIK PUSINGAN KEDUA TEKNIK DELPHI BAGI KOMPONEN BIOTEKNOLOGI & KAEDAH PENGAJARAN

Dengan segala hormatnya perkara di atas dirujuk.

2. Ingin saya mengucapkan ribuan terima kasih kepada ke semua panel pakar yang telah menyempurnakan pusingan pertama Teknik Delphi bagi pembangunan Modul Bioteknologi bagi mata pelajaran Biologi tingkatan 4 dan 5 dalam kajian saya ini.

3. Dalam pusingan ini, pandangan pakar bersama pakar-pakar lain yang diperoleh dari pusingan sebelum ini ditunjukkan dalam bentuk mod, median dan julat antara kuartil (beza di antara kuartil 3 dan kuartil 1). Di sini, pakar boleh membandingkan jawapan peribadi pakar dengan jawapan keseluruhan semua pakar yang terlibat bagi setiap item. Oleh itu, di pusingan ini pakar boleh sama ada untuk mengekalkan pilihan jawapan tersebut atau mengubah pilihan jawapan jika difikirkan perlu. Jika pakar mengambil keputusan untuk mengekalkan jawapan peribadi pakar dan ianya berbeza dengan majoriti pandangan pakar lain yang terlibat, pakar diminta menyatakan apakah faktor yang menyokong pandangan anda.

5. Di dalam soal selidik ini juga, saya telah memuatkan cadangan aktiviti dan subkomponen bioteknologi tambahan dari soal selidik sebelum ini yang telah dicadangkan oleh sebahagian pakar yang terlibat. Di harap panel pakar akan memberikan pandangan mengenai kesesuaian komponen ini untuk diambilkira dalam penyediaan modul bioteknologi kelak.

6. Saya amat berharap panel pakar dapat meluangkan masa untuk menjawab soal selidik ini dan dikembalikan kepada saya secepat mungkin bagi membolehkan saya menyediakan modul bioteknologi berdasarkan persetujuan pakar. Modul ini perlu dilaksanakan kepada pelajar yang berada di kohort ini secepat mungkin sebelum pelajar menduduki peperiksaan akhir tahun pada bulan oktober ini.

7. Sehubungan itu, bagi melancarkan proses menjawab soal selidik ini, saya mengemukakan tiga cara; sama ada secara:

- i. menjawab dan menghantar maklum balas secara emel
- ii. menjawab dalam talian
- iii. menjawab secara bersemuka

Mohon kerjasama pakar untuk memaklumkan saya berkenaan kaedah yang paling sesuai bagi saya mendapatkan maklumbalas tersebut.

Segala kerjasama, masa dan keprihatinan yang diberikan oleh Prof dalam menyempurnakan soal selidik ini saya dahului dengan ucapan ribuan terima kasih.

Yang Benar,

Rashidah Begum bt Gelamdin

TEKNIK DELPHI PUSINGAN KEDUA

Komponen Bioteknologi dan kaedah pengajaran yang sesuai

Berdasarkan analisis ke atas dapatan dari Teknik Delphi pusingan 1 yang telah dijalankan, panel pakar bersepakat memilih komponen yang dinyatakan di bawah untuk dimuatkan ke dalam Modul Bioteknologi bagi mata pelajaran Biologi Tingkatan 4 dan 5 yang mempunyai nilai median dan mod 3/4 (bersetuju/ sangat bersetuju) dan nilai julat antara kuartil yang diterima dan menunjukkan kesepakatan antara pakar adalah di dalam julat 0-1.99.

Sehubungan ini, pakar diminta meneliti semula pilihan yang telah dibuat dan membuat pembetulan sekiranya bersejua dengan panel pakar yang lain atau kekal dengan pilihan yang telah dibuat. Pakar juga diminta untuk memberikan pandangan mengenai kesesuaian cadangan sub komponen tersebut dimuatkan ke dalam setiap komponen.

TEMA 1: PENGENALAN KEPADA BIOTEKNOLOGI									
ITEM 1: SEJARAH BIOTEKNOLOGI									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersejua langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersejua	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									

TEMA 1: PENGENALAN KEPADA BIOTEKNOLOGI									
ITEM 1: SEJARAH BIOTEKNOLOGI									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Tandakan \surd pada ruang berkenaan)				Alasan pengkalan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
TEMA 1: PENGENALAN KEPADA BIOTEKNOLOGI									
ITEM 1: SEJARAH BIOTEKNOLOGI									
Cadangan Subkomponen:	Pengenalan								
	Terminologi								
	Sejarah & perkembangan								
	Mikrob sebagai agen utama bioteknologi								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Menyaksikan tayangan dokumentari								
TEMA 1: PENGENALAN KEPADA BIOTEKNOLOGI									
ITEM 2: KONSEP GEN DAN DNA									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \surd pada ruang berkenaan)				Alasan pengkalan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									

Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									

TEMA 2: TEKNIK KULTUR TISU & KEJURUTERAAN GENETIK									
ITEM 3: KULTUR TISU									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengekalan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	Pengenalalan kultur tisu								
	Konsep dan jenis kultur tisu								
	Teknik kultur tisu								
	Aplikasi kultur tisu dalam pertanian								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Menyaksikan tayangan dokumentari								

TEMA 2: TEKNIK KULTUR TISU & KEJURUTERAAN GENETIK									
ITEM 4: KEJURUTERAAN GENETIK HAIWAN & TUMBUHAN									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkalan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	Pengenalan dan konsep asas kejuruteraan genetik								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Menyaksikan tayangan dokumentari								

TEMA 2: TEKNIK KULTUR TISU & KEJURUTERAAN GENETIK									
ITEM 5: ANALISIS DNA DALAM KEJURUTERAAN GENETIK									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 =Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 =Setuju	4 =Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									

TEMA 2: TEKNIK KULTUR TISU & KEJURUTERAAN GENETIK									
ITEM 5: ANALISIS DNA DALAM KEJURUTERAAN GENETIK									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 =Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 =Setuju	4 =Sangat bersetuju	
Cadangan Subkomponen:	Pengenaln dan konsep asas kejuruteraan genetik								
	Teknik—teknik yang terlibat:								
	Kepentingan analisis DNA								
Cadangan aktiviti tambahan(dari pusingan1)	Menyaksikan tayangan dokumentari								

TEMA 2: TEKNIK KULTUR TISU & KEJURUTERAAN GENETIK									
ITEM 6: PROJEK GENOM									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan ✓ pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									

TEMA 2: TEKNIK KULTUR TISU & KEJURUTERAAN GENETIK									
ITEM 7: SISTEM VEKTOR ORGANISMA YANG TERLIBAT DALAM KEJURUTERAAN GENETIK									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan ✓ pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									

Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									

TEMA 3: BIOTEKNOLOGI DALAM PERUBATAN									
ITEM 8: POTENSI KAJIAN SEL STEM									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	Aplikasi kajian sel stem dalam perubatan								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Jemput saintis/NGO/institusi berkenaan memberi ceramah								

TEMA 3: BIOTEKNOLOGI DALAM PERUBATAN									
ITEM 9: POTENSI TERAPI GEN									
	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengekelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	Terapi gen untuk penyakit								
	Kejuruteraan tisu untuk menghasilkan organ								
Cadangan aktiviti tambahan(dari pusingan 1)	Jemput saintis/NGO /institusi berkenaan memberi ceramah								
	Menyaksi tayangan dokumentari								

TEMA 3: BIOTEKNOLOGI DALAM PERUBATAN									
ITEM 10: PERUBATAN MOLEKUL									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									

TEMA 3: BIOTEKNOLOGI DALAM PERUBATAN									
ITEM 11: FORENSIK									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara		1 = Tidak bersetuj	2 = Tidak	3 = Setuju	4 = Sangat	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									

Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									

TEMA 4: BIOTEKNOLOGI DALAM PERTANIAN									
ITEM 12: AKUAKULTUR									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan ✓ pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	Pengenalan kepada akuakultur								
	Proses yang terlibat dalam akuakultur								

TEMA 4: BIOTEKNOLOGI DALAM PERTANIAN									
ITEM 13: APLIKASI MIKROB DALAM PERTANIAN									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkalan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	Jenis mikrob								
	Peranan mikrob								
	Kebaikan dan keburukan aplikasi mikrob dalam pertanian								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Menyaksi tayangan dokumentari								

TEMA 5: BIOTEKNOLOGI BERKAITAN PENGHASILAN PRODUK									
ITEM 14: FERMENTASI DALAM BIOPEMROSESAN									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkalan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									

Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	-								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	-								

TEMA 5: BIOTEKNOLOGI BERKAITAN PENGHASILAN PRODUK									
ITEM 15: PENGHASILAN BIOPRODUK									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan ✓ pada ruang berkenaan)				Alasan pengekalan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak bersetuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	Penghasilan tubatan dan hormon								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Menyaksikan tayangan dokumentari								

TEMA 5: BIOTEKNOLOGI BERKAITAN PENGHASILAN PRODUK									
ITEM 16: APLIKASI MIKROBIAL DALAM BIOPEMROSESAN									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)(Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 =Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 =Setuju	4 =Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	-								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Menyaksikan tayangan dokumentari								

TEMA 5: BIOTEKNOLOGI BERKAITAN PENGHASILAN PRODUK									
ITEM 17:SAINS MAKANAN									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 =Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 =Setuju	4 =Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									

Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Menyaksikan tayangan dokumentari								

TEMA 6: IMPAK BIDANG BIOTEKNOLOGI KEPADA KEHIDUPAN									
ITEM 18: KEBAIKAN DAN KEBURUKAN BIDANG BIOTEKNOLOGI									
Komponen	Nilai Mod, Median & Julat Antara Kuartil Dari Pusingan 1			Jawapan Pakar Dari Pusingan 1	Pilihan Jawapan Baru Pakar (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median) (Tandakan \checkmark pada ruang berkenaan)				Alasan pengkelan jawapan sama seperti di Pusingan 1 (Jika jawapan pakar lebih rendah dari nilai mod atau median)
	Mod	Median	Julat Antara Kuartil		1 = Tidak bersetuju langsung	2 = Tidak setuju	3 = Setuju	4 = Sangat bersetuju	
Kesesuaian komponen									
Kesesuaian kaedah pengajaran									
Amali secara hands on									
Amali menggunakan laman web maya									
Projek									
Penyelesaian masalah									
Perbincangan dalam kumpulan									
Perbahasan/Forum									
Pembelajaran berasaskan masalah (PBL)									
Kuliah									
Lawatan									
Cadangan Subkomponen:	Isu etika, moral & perundangan								
	Kesan bidang bioteknologi kepada perkembangan ekonomi negara								
Cadangan aktiviti tambahan (dari pusingan 1)	Menyaksikan tayangan dokumentari								

LAMPIRAN N

TEST RELATED TO BIOTECHNOLOGY MODULE FOR SECONDARY SCHOOL

UJIAN BERKAITAN MODUL BIOTEKNOLOGI SEKOLAH MENENGAH

Nama/Name:

Tingkatan/Form: Sekolah/School:

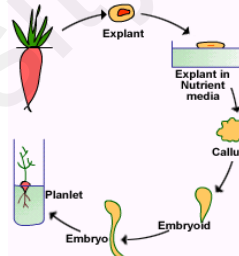
Arahan: Tuliskan jawapan di ruang kanan yang diberi.

Instruction: Write the answer in the box provided on the left.

1. Gen adalah merujuk kepada Genes are referred as
 - A. unit asas DNA / DNA base unit
 - B. segmen dari satu kromosom/ segment of a chromosome
 - C. set lengkap kromosom/satu pasangan kromosom homolog
 - C. complete set of chromosomes/ a pair of homologous chromosomes

2. Apakah susunan langkah yang betul dalam prosedur kejuruteraan genetik?
What is the correct order of steps in the procedure of genetic engineering?
 P: Memasukkan gen terpilih ke dalam vektor/ Insert selected genes into vectors
 Q: Memotong DNA dari gen terpilih yang dikehendaki/Cutting DNA of selected genes that are required.
 R: Menggandakan salinan gen/Duplicate copies of the gene.
 S: Memasukkan vektor ke dalam sel hos/ Insert a vector into the host cell
 A. P,Q,S,R B. P,R,Q,S C. Q,P,S,R * D. Q,R,P,S

3. Manakah antara pernyataan mengenai makanan termodifikasi genetik adalah tidak benar?
Which statement about the genetically modified food is not true?
 A. Makanan termodifikasi genetik boleh dihasilkan pada skala yang besar/ Genetically modified food can be produced on a large scale
 B. Sumber gen bagi makanan termodifikasi genetik hanya boleh diperoleh dari spesies yang sama/ Gene source for genetically modified food can only be derived from the same species *
 C. Keselamatan makanan termodifikasi genetik boleh dipersoalkan/ Safety of genetically modified foods is questionable
 D. Contoh makanan termodifikasi genetik yang telah diluluskan untuk kegunaan manusia adalah kacang soya, tomato dan jagung/ Examples of genetically modified foods have been approved for human use are soybeans, tomatoes and corn.



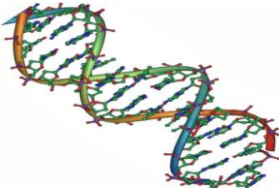
4. Gambarajah menunjukkan salah satu kaedah yang digunakan dalam bidang pertanian yang dikenali sebagai
The diagram shows one of the method used in agriculture, which is known as
 A. Gel elektrophoresis/ Gel electrophoresis B. Kultur tisu/ Tissue culture *
 C. Sel stem/ Stem cells D. Terapi gen/Gene therapy

5. Manakah antara berikut bukan merupakan bes yang terdapat pada rantaian DNA?
Which of the following is not a base found in DNA chain?
 A. Adenin/ Adenine B. Urasil/ Uracil * C. Sitosin/ Cytosine D. Guanin/Guanine

6. Dimanakah bahan maklumat genetik disimpan di dalam sel?
Where is the genetic information stored in the cell?
 A. Mitochondria/ Mitochondria B. Alat Golgi/ Golgi apparatus
 C. Nukleus/ Nucleus * D. Ribosom/. Ribosome

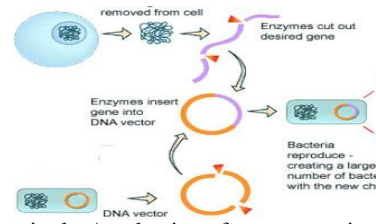
7. Apakah tujuan utama melenyapkan buah-buahan semasa pengekstrakan DNA dilakukan?
What is the main purpose of mashing the fruit during DNA extraction ?
 A. Memecahkan dinding sel buah/ To break down the cell walls of the fruit *

1.	
2.	
3.	
4.	
5.	
6.	
7.	
8.	
9.	
10.	
11.	
12.	
13.	
14.	
15.	
16.	
17.	
18.	
19.	
20.	
21.	
22.	
23.	
24.	
25.	
26.	
27.	
28.	
29.	
30.	
31.	
32.	
33.	
34.	
35.	
36.	
37.	
38.	

- B. Mengeluarkan vakou di dalam sel/ To remove vacoule in cell
- C. Menghasilkan lebih banyak tenaga/ To produce more energy
- D. Menyingkirkan toksik di dalam sel/To eliminate toxic in cell
8. Apakah ciri unik struktur yang ditunjukkan ini ?
What is the unique feature of the structure shown?
- 
- A. ikatan ganda dua heliks / double-helix bond *
- B. ikatan selari DNA/DNA parallel bond
- C. ikatan selang seli /alternating bond
- D. ikatan dua rantai/ double bond chain
9. Dalam penghasilan plasmid rekombinan, DNA asing digabungkan dengan plasmid bakteria menggunakan
In the production of a recombinant plasmid, foreign DNA is combined with a bacterial plasmid using
- A. gel agarose/ agarose gel
- B. DNA ligase/ DNA ligase *
- C. Enzim pembatas/ Limiting enzyme
- D. Enzim protease/protease enzyme
10. Apakah jenis bakteria yang sesuai digunakan dalam penghasilan hormon insulin secara tiruan?
What type of bacteria that can be used in the production of the artificial insulin hormone?
- A. Escherichia coli
- B. Campylobacter jejuni
- C. Clostridia botulinum
- D. Salmonella
11. Berikut adalah produk yang terhasil melalui proses penapaian (fermentasi) kecuali
Here are the product produced by the process of fermentation (fermentation) except
- A. Tempe
- B. Roti/Bread
- C. Dadih / Buttermilk
- D. Keropok Crackers *
12. Apakah bahan yang memberikan rasa masam kepada produk yang dihasilkan melalui proses penapaian (fermentasi)?
What is the substance that gives the sour taste to the product produced by fermentation process?
- A. Asid laktik/ Lactic acid *
- B. Natrium klorida/ Sodium chloride
- C. Kalsium karbonat/ Calcium carbonate
- D. Magnesium oksida/ Magnesium oxide
13. Cebisan kecil dari daun, pucuk, batang atau tisu akar tumbuhan yang digunakan dalam teknik kultur tisu dikenali sebagai
Small pieces of leaves, shoots, stems or roots of the plant tissue which is used in tissue culture technique is known as
- A. medium
- B. platlet/ platelet
- C. plantlet
- D. eksplan/ explants *
14. Semasa teknik kultur tisu dilakukan, proses pembahagian sel berlaku secara giat dan menghasilkan kalus yang merupakan sekumpulan tisu yang
During the tissue culture technique, process of cell division occurs actively and produces callus tissue which is a group of tissues that
- A. telah matang/matured
- B. belum membeza/ not differentiated *
- C. telah tersenyawa/ have fertilised
- D. telah membeza/ have differentiated
15. Pengklonan adalah proses yang melibatkan pembiakan secara
Cloning is a process that involves reproduction by
- A. aseksual/ asexual *
- B. seksual/ sexual
- C. semulajadi/ Natural
- D. pindah silang/ crossing over
16. Dalam teknik kultur tisu, nutrien yang digunakan terdiri daripada campuran kompleks semua bahan berikut kecuali
In tissue culture techniques, nutrient used is made of a complex mixture of all of the following except
- A. glukosa/glucose
- B. hormon/hormone
- C. garam mineral/ mineral salts
- D. lemak/fats *
17. Apakah tujuan semua peralatan perlu dimasukkan ke dalam periuk tekanan semasa menjalankan eksperimen berkenaan bioteknologi?
What is the purpose of putting all the equipments into a pressure cooker while conducting experiments on biotechnology?
- A. Membunuh kuman dan memastikan peralatan adalah nyahkuman/Kills germs and ensure all the equipments are steril *
- B. Membersihkan peralatan dari habuk/Cleaning equipment from dust
- C. Memastikan tekanan udara semasa eksperimen dijalankan adalah stabil/To ensure air pressure during the experiment is stable
- D. Menggalakkan pembiakan mikroorganisma/Encourage the growth of microorganism
18. Antara bahagian yang berlabel P,Q,R dan S, yang manakah mewakili bahagian plasmid?

Among the labeled P, Q, R and S, which represents the plasmid?

- A. P B. Q C. R D. S



19. Kesemua berikut adalah antara kebaikan kaedah pengklonan kepada organisma kecuali

All of the following are some of the advantages of cloning method to the organism except

- A. penghasilan organisma yang banyak dalam jangka waktu yang singkat/production of many organisms in a very short time
 B. Memerlukan agen pendebungaan / Requires pollination agents *
 C. Tahan terhadap jangkitan penyakit/ Resistant to diseases
 D. menghasilkan tumbuhan yang tahan terhadap gangguan makhluk perosak/ produces plants resistant to pests disorders

20. Apakah langkah yang terlibat dalam pengklonan molekul bagi penghasilan insulin?

What are the steps involved in the molecular cloning of insulin?

- I. Memasukkan gen insulin ke dalam DNA organisma lain membentuk molekul DNA rekombinan/Inserting insulin gene into the DNA of another organism to produce recombinant DNA molecule
 II. Mengasingkan gen insulin dari sumbernya/ Separating the insulin gene from the source
 III. DNA rekombinan dimasukkan ke dalam sel bakteria/Recombinant DNA is inserted into the bacterial cell
 IV. Bakteria dibiarkan membiak bagi menghasilkan hormon insulin/Bacteria is left to multiply to produce the hormone insulin.
 A. II,I,III,IV * B. I, II,III,IV C. II,III,I,IV D. IV, II,III,I

21. Apakah bahan yang digunakan untuk mengasingkan molekul DNA kepada saiz yang berbeza?

What material is used to separate DNA molecules to different sizes?

- A. Fosfolipid/ Phospholipids B. Amylase C. Gel agarose/ Agarose gel * D. Glukosa/ glucose

22. Antara berikut, yang manakah benar mengenai teknik-teknik yang digunakan dalam bidang pertanian?

Which of the following is true about the techniques used in agriculture?

	Teknik penghasilan/ Methods of production	Kaedah/Technique
A	Rekombinan DNA/Recombinant DNA	Menghasilkan salinan DNA yang banyak/Produces many copies of DNA
B	Gel elektroporesis/Gel Electrophoresis	Menggabungkan DNA menggunakan plasmid bakteria kepada DNA organisma lain/Combining DNA by using bacterial plasmid to another organisms DNA
C	Pembiakbakaan/Breeding	Menghasilkan organisma tanpa DNA/Producing organism without DNA
D*	Organisma transgenik/Transgenic organism	Menghasilkan organisma dengan kandungan genetik yang diubahsuai/Producing a organism with genetically modified content

23. Apakah ciri-ciri sel stem?What are the characteristics of stem cells?

- A. Menjalani pembahagian sel secara tidak terhad untuk membentuk pelbagai jenis sel.
 Undergoes unlimited cell division to form a variety of cell types.
 B. Boleh berubah kepada sel yang dikehendaki oleh badan melalui proses pembezaan.
 Can be transformed into cells that are required by the body through the process of differentiation.
 C. Kekal di dalam badan sehingga ia menerima maklumat untuk berubah menjadi sel yang dikehendaki.
 Remain in the body until it receives information to transform into the desired cell.
 *D. Sel-sel tidak boleh dipindahkan ke tisu atau organ yang rosak bertujuan untuk memulihkan keadaannya.
 Cells can not be transferred to the damaged tissue or organ designed to restore the situation.

24. Di manakah sel stem dewasa boleh ditemui? Where are adult stem cells found?

- A. Sum-sum tulang/ Bone marrow * B. Testis/ Testicular C. Ovari/Ovary D. Buah pinggang/Kidney

25. Semua pernyataan ini menunjukkan wujudnya kelemahan dalam penggunaan sel dasar embrionik kepada diri seseorang kecuali?

These statements indicate the existence of weaknesses in the use of embryonic stem cells to oneself except?

- A. Menyebabkan pembiakan tumor yang tidak terkawal/Cause uncontrolled tumor propagation.

- B. Sistem imun badan tidak menerima kehadiran sel ini/Body's immune system does not accept the presence of these cells.
 C. Diperoleh dari tisu lemak yang terdapat di dalam badan/Derived from fatty tissues in the body
 D. Dihasilkan dari embrio yang telah melalui persenyawaan in vitro/Produced from embryo through in vitro fertilization.
26. Penyakit yang tidak boleh diubati melalui kaedah terapi gen ialah
 The disease can not be cured through gene therapy is
 A. Parkinson B. Hemofilia/ Hemophilia C. Anemia sel sabit/ Sickle cell anemia D. Denggi/ Dengue *
27. Apakah rasa dadih yang terhasil selepas tindakan bakteria ke atas gula di dalam susu semasa proses penapaian?
 What is the flavor of yogurt produced after the action of bacteria on milk sugar during the fermentation process?
 A. masin/salty B. pahit/bitter C. masam/sour * D. manis/sweet
28. Apakah tujuan meletakkan bekas berisi dadih yang terhasil ke dalam peti sejuk?
 What is the purpose of putting the container of yogurt produced into the fridge?
 A. Mengaktifkan proses penapaian/ Activating the fermentation process
 B. Menghentikan proses penapaian/ Stopping the fermentation process *
 C. Melarutkan gula di dalam larutan dadih/ Dissolving sugar in a solution of yogurt
 D. Menjamin larutan dadih adalah nyah kuman/Securing sterility of yogurt solution
29. Apakah bahan yang diperlukan semasa penghasilan dadih?
 What are the materials required during the production of yogurt?
 I. Susu segar/ fresh milk II. Pemula/starter III. Air/water IV. Garam/salt
 A. I,III B. I, II,III * C. II,IV D. I,II,III,IV
30. Siapakah ahli sains yang telah mengemukakan Model DNA? Which scientists have proposed the DNA Model?
 A. Ian Wilmut B. James D. Watson & Francis Crick *
 C. Stanley Norman Cohen & Herbert Boyer D. Alexander Flemming
31. Apakah komponen asas yang membentuk nukleotida DNA?
 What are the basic components that make up DNA nucleotides?
 I. Gula deoksiribosa/ Deoksiribose sugar II. Bes bernitrogen/. Nitrogenous bases
 III. Fosfat/ Phosphate IV. Glikogen/Glycogen
 A. I, III,IV B. I,II,III * C. I,II,IV D. II,III, IV
32. Molekul DNA terdiri daripada dua rantai polinukleotida yang bersambung antara satu sama lain pada bes bernitrogen melalui
 DNA molecules consist of two chains of polinucleotide that are connected to each other at the nitrogenous bases through
 A. Ikatan nitrogen/ Nitrogen bond B. Ikatan ionik/ Ionic bond
 C. Ikatan hidrogen/ Hydrogen bond * D. Ikatan dubel/ double bond
33. Antara berikut, manakah merupakan keburukan kaedah kejuruteraan genetik?
 Which of the following is the disadvantage of genetic engineering?
 A. Keselamatan dan kesan makanan yang diubah kandungan genetiknya adalah terjamin untuk jangka masa panjang./ Safety and the long term effects of genetically modified foods content is guaranteed.
 B. Spesies baru yang terhasil melalui kaedah ini akan menyebabkan spesies asli kalah dalam persaingan dan pupus/New species produced by this method will lead to native species lose in the competition and become extinct
 C. Pengenal gen baru dalam makanan yang diubahsuai kandungan genetiknya tidak memberi kesan kepada kandungan gen sedia ada/Identification of new genes in genetically modified food content has no impact on existing genes.
 D. Gen baru yang terhasil tidak akan menyebabkan penyakit kanser/The new gene produce will not cause cancer.
34. Antara berikut, yang manakah membentuk tulang belakang rantai polinukleotida?
 Which of the following forms the backbone of the polinucleotide chain?
 I. Gula deoksiribosa/ Sugar deoksiribose II. Bes bernitrogen/ Nitrogenous bases
 III. Fosfat/ Phosphate IV. Molekul DNA/ DNA molecule
 A. IV B. I,III * C. II,III D. I,II,III
35. Contoh organisma yang terhasil melalui kaedah kejuruteraan genetik ialah
 Example of organism produced by genetic engineering is
 A. Papaya Hawaii/ Hawaiian Papaya * B. Jambu tanpa biji/ Seedless guava
 C. Lobak merah/ Carrots D. Tembikai kuning/ Yellow watermelon

36. Organisma yang manakah boleh digunakan dalam penghasilan hormon insulin manusia melalui kejuruteraan genetik?
Which organism can be used in the production of human insulin hormone through genetic engineering?
A. Bakteria/bacteria B. Virus * C. Kulat/fungi D. Protozoa
37. Apakah organ yang menghasilkan hormon insulin?What is the organ that produces the hormone insulin?
A. Pankreas/pancreas * B. Hati/liver C. Jantung/heart D. Paru-paru/lungs
38. Gen dalam tumbuhan atau haiwan boleh diubah bagi meningkatkan hasilnya dan ini dilakukan melalui bidang kejuruteraan genetik
Genes in plants or animals can be altered to improve the results and this is done through the field of engineering
A. kimia/chemical B. elektrik/electric C. genetik/genetics* D. sivil/civil

University of Malaya

LAMPIRAN O

Taburan item soalan ujian berkaitan Modul Bioteknologi

Soalan	Kump atas	Kump bawah	Indeks kesukaran	Indeks diskriminasi
1	16	9	0.78	0.41
2	13	7	0.55	0.35
3	8	2	0.38	0.35
4	15	13	0.84	0.12 *
5	8	2	0.44	0.35
6	16	3	0.52	0.76
7	15	9	0.71	0.35
8	16	14	0.89	0.12 *
9	8	3	0.38	0.29
10	8	3	0.34	0.29
11	14	3	0.58	0.65
12	11	5	0.58	0.35
13	8	3	0.34	0.29
14	10	6	0.34	0.24
15	12	4	0.44	0.47
16	11	4	0.45	0.41
17	11	6	0.55	0.29
18	16	15	0.94	0.06 *
19	10	1	0.39	0.53
20	12	4	0.48	0.47
21	8	4	0.52	0.24
22	6	2	0.34	0.24
23	12	5	0.34	0.41
24	13	3	0.58	0.59
25	9	5	0.36	0.24
26	9	3	0.50	0.35
27	16	5	0.67	0.65
28	13	3	0.50	0.59
29	10	6	0.44	0.24
30	10	4	0.34	0.35
31	9	4	0.48	0.29
32	8	3	0.33	0.29
33	14	7	0.67	0.41
34	13	7	0.34	0.35
35	12	6	0.34	0.35
36	14	5	0.59	0.53
37	13	9	0.63	0.24
38	7	3	0.36	0.24

* - Soalan ini digugurkan kerana Nilai Indeks Diskriminasi adalah < 0.19 dan soalan ini adalah lemah

LAMPIRAN P

PENGETAHUAN BIOTEKNOLOGI DALAM KALANGAN PELAJAR SEKOLAH MENENGAH (UJIAN PRA- PASCA) BIOTECHNOLOGY KNOWLEDGE AMONG SECONDARY SCHOOL STUDENTS (PRE-POST TEST)

Nama/Name: **Tingkatan/Form:** **Sekolah/School:**

Arahan: Tuliskan jawapan di ruang kanan yang diberi.
Instruction: Write the answer in the box provided on the left.

- | | |
|-----|--|
| 1. | |
| 2. | |
| 3. | |
| 4. | |
| 5. | |
| 6. | |
| 7. | |
| 8. | |
| 9. | |
| 10. | |
| 11. | |
| 12. | |
| 13. | |
| 14. | |
| 15. | |
| 16. | |
| 17. | |
| 18. | |
| 19. | |
| 20. | |
| 21. | |
| 22. | |
| 23. | |
| 24. | |
| 25. | |
| 26. | |
| 27. | |
| 28. | |
| 29. | |
| 30. | |
| 31. | |
| 32. | |
| 33. | |
| 34. | |
| 35. | |
1. Gen adalah merujuk kepada/ Genes are referred as
 - A. unit asas DNA/ DNA base unit *
 - B. segmen dari satu kromosom/. segment of a chromosome
 - C. set lengkap kromosom/complete set of chromosomes
 - D. satu pasangan kromosom homolog/ a pair of homologous chromosomes

 2. Apakah susunan langkah yang betul dalam prosedur kejuruteraan genetik?
What is the correct order of steps in the procedure of genetic engineering?

P: Memasukkan gen terpilih ke dalam vektor/ Insert selected genes into vectors
Q: Memotong DNA dari gen terpilih yang dikehendaki/ Cutting DNA of selected genes that are required.
R: Menggandakan salinan gen/Duplicate copies of the gene.
S: Memasukkan vektor ke dalam sel hos/Insert a vector into the host cell

A. P,Q,S,R B. P,R,Q,S C. Q,P,S,R * D. Q,R,P,S

 3. Manakah antara pernyataan mengenai makanan termodifikasi genetik adalah tidak benar?
Which statement about the genetically modified food is not true?
 - A. Makanan termodifikasi genetik boleh dihasilkan pada skala yang besar/ Genetically modified food can be produced on a large scale
 - B. Sumber gen bagi makanan termodifikasi genetik hanya boleh diperolehi dari spesies yang sama/Gene source for genetically modified food can only be derived from the same species *
 - C. Keselamatan makanan termodifikasi genetik boleh dipersoalkan/ Safety of genetically modified foods is questionable
 - D. Contoh makanan termodifikasi genetik yang telah diluluskan untuk kegunaan manusia adalah kacang soya, tomato dan jagung/Examples of genetically modified foods have been approved for human use are soybeans, tomatoes and corn.

 4. Manakah antara berikut bukan merupakan bes yang terdapat pada rantai DNA?
Which of the following is not a base found in DNA chain?

A. Adenin/ Adenine B. Urasil/ Uracil * C. Sitosin/ Cytosine D. Guanin/ guanine

 5. Dimanakah bahan maklumat genetik disimpan di dalam sel?
Where is the genetic information stored in the cell?

A. Mitokondria / Mitochondria B. Alat Golgi/ Golgi apparatus
C. Nukleus/ Nucleus * D. Ribosom/ Ribosome

 6. Apakah tujuan utama melenyapkan buah-buahan semasa pengekstrakan DNA dilakukan?
What is the main purpose of mashing the fruit during DNA extraction ?
 - A. Memecahkan dinding sel buah/ To break down the cell walls of the fruit *
 - B. Mengeluarkan vakouol di dalam sel/To remove vacoules in cell
 - C. Menghasilkan lebih banyak tenaga/ To produce more energy
 - D. Menyingkirkan toksik di dalam sel/To eliminate toxic in cell

 7. Dalam penghasilan plasmid rekombinan, DNA asing digabungkan dengan plasmid bakteria menggunakan
In the production of a recombinant plasmid, foreign DNA is combined with a bacterial plasmid using
 - A. gel agarose/agarose gel B. DNA ligase *
 - C. Enzim pembatas/ Limiting enzyme D. Enzim protease/protease enzyme

8. Apakah jenis bakteria yang sesuai digunakan dalam penghasilan hormon insulin secara tiruan?
What type of bacteria that can be used in the production of the artificial insulin hormone?
A. Escherichia coli * B. Campylobacter jejuni C. Clostridia botulinum D. Salmonella
9. Berikut adalah produk yang terhasil melalui proses penapaian (fermentasi) kecuali
Here are the product produced by the process of fermentation (fermentation) except
A. Tempe B. Roti/bread C. Dadih/ yogurt D. Keropok/crackers*
10. Apakah bahan yang memberikan rasa masam kepada produk yang dihasilkan melalui proses penapaian (fermentasi)?
What is the substance that gives the sour taste to the product produced by fermentation process?
A. Asid laktik/lactic acid * B. Natrium klorida/Sodium chloride
C. Kalsium karbonat/ Calcium carbonate D. Magnesium oksida/Magnesium oxide
11. Cebisan kecil dari daun, pucuk, batang atau tisu akar tumbuhan yang digunakan dalam teknik kultur tisu dikenali sebagai
Small pieces of leaves, shoots, stems or roots of the plant tissue which is used in tissue culture technique is known as
A. medium B. platlet/platelet C. plantlet D. eksplan/eksplant *
12. Semasa teknik kultur tisu dilakukan, proses pembahagian sel berlaku secara giat dan menghasilkan kalus yang merupakan sekumpulan tisu yang
During the tissue culture technique, process of cell division occurs actively and produces callus tissue which is a group of tissues that
A. telah matang/ are matured B. belum membeza/are not differentiated*
C. telah tersenyawa/ have fertilised D. telah membeza/ have differentiated
13. Pengklonan adalah proses yang melibatkan pembiakan secara
Cloning is a process that involves reproduction by
A. aseksual/asexual * B. seksual C. semulajadi/natural D. pindah silang/crossing over
14. Dalam teknik kultur tisu, nutrien yang digunakan terdiri daripada campuran kompleks semua bahan berikut kecuali
In tissue culture technique, nutrient used is made of a complex mixture of all of the following except
A. glukosa/glucose B. hormon/hormone C. garam mineral/mineral salts D. lemak/fats *
15. Apakah tujuan semua peralatan perlu dimasukkan ke dalam periuk tekanan semasa menjalankan eksperimen berkenaan bioteknologi?
What is the purpose of putting all the equipments into a pressure cooker while conducting experiments on biotechnology?
A. Membunuh kuman dan memastikan peralatan adalah nyahkuman/Kills germs and ensure all the equipments are steril *
B. Membersihkan peralatan dari habuk/ Cleaning equipment from dust
C. Memastikan tekanan udara semasa eksperimen dijalankan adalah stabil/ To ensure air pressure during the experiment is stable
D. Menggalakkan pembiakan mikroorganisma/Encourage the growth of microorganism
16. Kesemua berikut adalah antara kebaikan kaedah pengklonan kepada organisma kecuali
All of the following are some of the advantages of cloning method to the organism except
A. penghasilan organisma yang banyak dalam jangka waktu yang singkat/production of many organisms in a very short time
B. Memerlukan agen pendebungaan/Requires pollination agents *
C. Tahan terhadap jangkitan penyakit/Resistant to diseases
D. menghasilkan tumbuhan yang tahan terhadap gangguan makhluk perosak/produces plants resistant to pests disorders
17. Apakah langkah yang terlibat dalam pengklonan molekul bagi penghasilan insulin?
What are the steps involved in the molecular cloning of insulin?
I. Memasukkan gen insulin ke dalam DNA organisma lain membentuk molekul DNA rekombinan/Inserting insulin gene into the DNA of another organism to produce recombinant DNA molecule
II. Mengasingkan gen insulin dari sumbernya/ Separating the insulin gene from the source
III. DNA rekombinan dimasukkan ke dalam sel bakteria/Recombinant DNA is inserted into the bacterial cell
IV. Bakteria dibiarkan membiak bagi menghasilkan hormon insulin/Bacteria is left to multiply to produce the hormone insulin.
A. II,I,III,IV * B. I, II,III,IV C. II,III,I,IV D. IV, II,III,I

18. Apakah bahan yang digunakan untuk mengasingkan molekul DNA kepada saiz yang berbeza?
What material is used to separate DNA molecules to different sizes?
A. Fosfolipid/ Phospholipids B. Amylase C. Gel agarose/ Agarose gel * D. Glukosa/Glucose
19. Antara berikut, yang manakah benar mengenai teknik-teknik yang digunakan dalam bidang pertanian?
Which of the following is true about the techniques used in agriculture?

	Teknik penghasilan/ Methods of production	Kaedah/Technique
A	Rekombinan DNA Recombinant DNA	Menghasilkan salinan DNA yang banyak Produces many copies of DNA
B	Gel elektroporesis Gel Electrophoresis	Menggabungkan DNA menggunakan plasmid bakteria kepada DNA organisma lain Combining DNA by using bacterial plasmid to another organisms DNA
C	Pembiakbakaan Breeding	Menghasilkan organisma tanpa DNA Producing organism without DNA
D*	Organisma transgenik Transgenic organism	Menghasilkan organisma dengan kandungan genetik yang diubahsuai Producing a organism with genetically modified content

20. Apakah ciri-ciri sel stem? What are the characteristics of stem cells?
- A. Menjalani pembahagian sel secara tidak terhad untuk membentuk pelbagai jenis sel/ Undergoes unlimited cell division to form a variety of cell types.
- B. Boleh berubah kepada sel yang dikehendaki oleh badan melalui proses pembezaan/ Can be transformed into cells that are required by the body through the process of differentiation.
- C. Kekal di dalam badan sehingga ia menerima maklumat untuk berubah menjadi sel yang dikehendaki/ Remain in the body until it receives information to transform into the desired cell.
- *D. Sel-sel tidak boleh dipindahkan ke tisu atau organ yang rosak bertujuan untuk memulihkan keadaannya/ Cells can not be transferred to the damaged tissue or organ designed to restore the situation.
21. Di manakah sel stem dewasa boleh ditemui?
Where are adult stem cells found?
A. Sum-sum tulang/bone marrow* B. Testis/ testicular C. Ovari/ovary D. Buah pinggang/kidney
22. Semua pernyataan ini menunjukkan wujudnya kelemahan dalam penggunaan sel dasar embrionik kepada diri seseorang kecuali?
These statements indicate the existence of weaknesses in the use of embryonic stem cells to oneself except?
A. Menyebabkan pembiakan tumor yang tidak terkawal/Cause uncontrolled tumor propagation.
B. Sistem imun badan tidak menerima kehadiran sel ini/Body's immune system does not accept the presence of these cells.
*C. Diperoleh dari tisu lemak yang terdapat di dalam badan/Derived from fatty tissues in the body
D. Dihasilkan dari embrio yang telah melalui persenyawaan in vitro/Produced from embryo through in vitro fertilization.
23. Penyakit yang tidak boleh diubati melalui kaedah terapi gen ialah
The disease can not be cured through gene therapy is
A. Parkinson B. Hemofilia/hemophilia C. Anemia sel sabit/. Sickle cell anemia D. Denggi/ Dengue *
24. Apakah rasa dadih yang terhasil selepas tindakan bakteria ke atas gula di dalam susu semasa proses penapaian?
What is the flavor of yogurt produced after the action of bacteria on milk sugar during the fermentation process?
A. masin/salty B. pahit/bitter C. masam/sour * D. manis/sweet
25. Apakah tujuan meletakkan bekas berisi dadih yang terhasil ke dalam peti sejuk?
What is the purpose of putting the container of yogurt produced into the fridge?
A. Mengaktifkan proses penapaian/ Activating the fermentation process
B. Menghentikan proses penapaian/ Stopping the fermentation process
C. Melarutkan gula di dalam larutan dadih / Dissolving sugar in a solution of yogurt
D. Menjamin larutan dadih adalah nyah kuman/ Securing sterility of yogurt solution
26. Apakah bahan yang diperlukan semasa penghasilan dadih?
What are the materials required during the production of yogurt?
I. Susu segar/fresh milk II. Pemula/Starter III. Air/Water IV. Garam/salt
A. I,III B. I, II,III * C. II,IV D. I,II,III,IV

27. Siapakah ahli sains yang telah mengemukakan Model DNA? Which scientists have proposed the DNA Model?
- A. Ian Wilmut
B. James D. Watson & Francis Crick *
C. Stanley Norman Cohen & Herbert Boyer
D. Alexander Flemming
28. Apakah komponen asas yang membentuk nukleotida DNA?
What are the basic components that make up DNA nucleotides?
- I. Gula deoksiribosa/ Deoksiribose sugar
II. Bes bernitrogen/. Nitrogenous bases
III. Fosfat/ Phosphate
IV. Glikogen/Glycogen
- A. I, III, IV
B. I, II, III *
C. I, II, IV
D. II, III, IV
29. Molekul DNA terdiri daripada dua rantai polinukleotida yang bersambung antara satu sama lain pada bes bernitrogen melalui
DNA molecules consist of two chains of polinucleotide that are connected to each other at the nitrogenous bases through
- A. Ikatan nitrogen/ Nitrogen bond
B. Ikatan ionik/ Ionic bond
C. Ikatan hidrogen/ Hydrogen bond *
D. Ikatan dubel/ double bond
30. Antara berikut, manakah merupakan keburukan kaedah kejuruteraan genetik?
Which of the following is the disadvantage of genetic engineering?
- A. Keselamatan dan kesan makanan yang diubah kandungan genetik adalah terjamin untuk jangka masa panjang/ Safety and the long term effects of genetically modified foods content is guaranteed.
B. Spesies baru yang terhasil melalui kaedah ini akan menyebabkan spesies asli kalah dalam persaingan dan pupus/ New species produced by this method will lead to native species lose in the competition and become extinct
C. Pengenal gen baru dalam makanan yang diubahsuai kandungan genetik tidak memberi kesan kepada kandungan gen sedia ada/ Identification of new genes in genetically modified food content has no impact on existing genes.
D. Gen baru yang terhasil tidak akan menyebabkan penyakit kanser/ The new gene produce will not cause cancer.
31. Antara berikut, yang manakah membentuk tulang belakang rantai polinukleotida?
Which of the following forms the backbone of the polinucleotide chain?
- I. Gula deoksiribosa/ Sugar deoksiribose
II. Bes bernitrogen/ Nitrogenous bases
III. Fosfat/ Phosphate
IV. Molekul DNA/ DNA molecule
- A. IV
B. I, III *
C. II, III
D. I, II, III
32. Contoh organisma yang terhasil melalui kaedah kejuruteraan genetik ialah
Example of organism produced by genetic engineering is
- A. Papaya Hawaii/ Hawaiian Papaya *
B. Jambu tanpa biji/ Seedless guava
C. Lobak merah/ Carrots
D. Tembikai kuning/ Yellow watermelon
33. Organisma yang manakah boleh digunakan dalam penghasilan hormon insulin manusia melalui kejuruteraan genetik?
Which organism can be used in the production of human insulin hormone through genetic engineering?
- A. Bakteria/ bacteria
B. Virus *
C. Kulat/ fungi
D. Protozoa
34. Apakah organ yang menghasilkan hormon insulin?
What is the organ that produces the hormone insulin?
- A. Pankreas/ pancreas *
B. Hati/ liver
C. Jantung/ heart
D. Paru-paru/ Lungs
35. Gen dalam tumbuhan atau haiwan boleh diubah bagi meningkatkan hasilnya dan ini dilakukan melalui bidang kejuruteraan
Genes in plants or animals can be altered to improve the results and this is done through the field of engineering
- A. kimia/ chemical
B. elektrik/ electric
C. genetik/ genetics*
D. sivil/ civil

LAMPIRAN Q

Rashidah Begum bt Gelamdin,
16, Jalan Pualam 7/32,
Seksyen 7. 40000,
Shah Alam, Selangor.

14 Oktober 2013

Ibubapa/Penjaga,

Tuan/Puan,

KEBENARAN PENGLIBATAN ANAK-ANAK DALAM KAJIAN PENYELIDIKAN IJAZAH TINGGI

Dengan segala hormatnya perkara di atas dirujuk.

2. Saya, Rashidah Begum bt Gelamdin, penuntut ijazah tinggi dari Fakulti Pendidikan Universiti Malaya ingin memohon jasa baik tuan/puan untuk membenarkan saya melibatkan anak-anak tuan/puan dalam kajian penyelidikan saya bertajuk:

'PEMBANGUNAN MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH'. Kajian ini melibatkan pelajar yang berada di tingkatan empat dan akan dijalankan dari 16 Oktober - 7 November 2013.

3. Saya akan memastikan pelajar-pelajar yang terlibat dalam kajian ini diberi pengawasan yang sewajarnya. Saya juga berjanji akan mematuhi segala arahan dan peraturan yang telah ditetapkan oleh pihak sekolah.

4. Saya berharap agar tuan/puan membenarkan anak tuan/puan terlibat dalam kajian ini, memandangkan skop kajian ini merupakan salah satu komponen yang terdapat di dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan 4 dan 5. Ia juga akan membolehkan anak tuan/puan mendapat pendedahan awal kepada tajuk-tajuk yang akan dibincangkan di tingkatan lima tahun hadapan. Ini juga sebagai satu cara mengisi masa pelajar yang telah selesai menghadapi peperiksaan untuk terus hadir ke sekolah dan terus menimba ilmu pengetahuan.

Saya amat mengalu-alukan persetujuan tuan/puan untuk melibatkan anak tuan/puan dalam kajian saya ini dengan mengisi borang yang dilampirkan dan menyerahkan semula kepada saya dalam kadar segera. Segala kerjasama yang tuan/puan berikan saya dahului dengan ucapan terima kasih. Sekian.

Yang Benar,

RASHIDAH BEGUM BT GELAMDIN

KERATAN JAWAPAN PERSETUJUAN IBUBAPA

Tuan/Puan,

KEBENARAN PENGLIBATAN ANAK-ANAK DALAM KAJIAN PENYELIDIKAN IJAZAH TINGGI

Dengan segala hormatnya perkara di atas dirujuk.

2. Saya,.....ibu/bapa/penjaga kepada dari Tingkataningin memaklumkan bahawa saya bersetuju/tidak bersetuju membenarkan anak saya terlibat dalam kajian penyelidikan puan.

3. Saya akan memastikan anak saya hadir sepanjang kajian ini dijalankan dalam tempoh masa persekolahan hariannya yang biasa. Segala urusan datang dan balik anak saya adalah di bawah urusan saya sendiri. Sekian.

Yang benar,

.....
()

LAMPIRAN R

Rashidah Begum bt Gelamdin,
16, Jalan Pualam 7/32,
Seksyen 7. 40000,
Shah Alam, Selangor.

5 Januari 2014

Ibubapa/Penjaga,

Tuan/Puan,

KEBENARAN PENGLIBATAN ANAK-ANAK DALAM KAJIAN PENYELIDIKAN IJAZAH TINGGI

Dengan segala hormatnya perkara di atas dirujuk.

2. Saya, Rashidah Begum bt Gelamdin, penuntut ijazah tinggi dari Fakulti Pendidikan Universiti Malaya ingin memohon jasa baik tuan/puan untuk membenarkan saya melibatkan anak-anak tuan/puan dalam kajian penyelidikan saya bertajuk:
'PEMBANGUNAN MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH'.

Kajian ini melibatkan pelajar yang berada di tingkatan lima dan akan dijalankan bermula dari 5 Januari 2014, di mana pelajar akan didedahkan kepada aktiviti pembelajaran menggunakan modul ini **selama satu jam seminggu sahaja**. Modul tersebut merupakan bahan sokongan kepada pengajaran tajuk perwarisan (inheritance) yang terdapat di dalam mata pelajaran Biologi di tingkatan lima ini; di samping sebagai bahan ulangkaji untuk beberapa tajuk Biologi yang terdapat di dalam sukatan pelajaran tingkatan empat; melibatkan komponen bioteknologi.

3. Saya akan memastikan pelajar-pelajar yang terlibat dalam kajian ini diberi pengawasan yang sewajarnya. Saya juga berjanji akan mematuhi segala arahan dan peraturan yang telah ditetapkan oleh pihak sekolah.

4. Saya berharap agar tuan/puan membenarkan anak tuan/puan terlibat dalam kajian ini, memandangkan skop kajian ini merupakan salah satu komponen yang terdapat di dalam sukatan pelajaran Biologi Tingkatan 4 dan 5. Ia juga akan membolehkan anak tuan/puan mendapat pendedahan kepada aktiviti yang bersifat 'hands-on' yang mampu memberikan pembelajaran secara pengalaman yang lebih berkesan untuk meningkatkan kefahaman dan daya ingatan pelajar kepada komponen yang diajar.

Saya amat mengalu-alukan persetujuan tuan/puan untuk melibatkan anak tuan/puan dalam kajian saya ini dengan mengisi borang yang dilampirkan dan menyerahkan semula kepada saya dalam kadar segera. Segala kerjasama yang tuan/puan berikan saya dahului dengan ucapan terima kasih. Sekian.

Yang Benar,

RASHIDAH BEGUM BT GELAMDIN

JADUAL AKTIVITI PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN BIOTEKNOLOGI

MINGGU	AKTIVITI
1	UJIAN PRA
2	MODUL 1: PENGENALAN KEPADA BIOTEKNOLOGI
3	MODUL 2: KEJURUTERAAN GENETIK
4	MODUL 3: KULTUR TISU
5	MODUL 4: FERMENTASI DALAM BIOPEMROSESAN
6	MODUL 5: PENGKULTURAN DALAM BIOPEMROSESAN
7	MODUL 6: BIOTEKNOLOGI DALAM PERUBATAN
8	MODUL 7: IMPAK SOSIAL BIDANG BIOTEKNOLOGI
9	UJIAN POS

KERATAN JAWAPAN PERSETUJUAN IBU BAPA

Tuan/Puan,

KEBENARAN PENGLIBATAN ANAK-ANAK DALAM KAJIAN PENYELIDIKAN IJAZAH TINGGI

Dengan segala hormatnya perkara di atas dirujuk.

2. Saya,.....ibu/bapa/penjaga kepada dari Tingkataningin memaklumkan bahawa saya bersetuju/tidak bersetuju membenarkan anak saya terlibat dalam kajian penyelidikan bertajuk:

‘PEMBANGUNAN MODUL BIOTEKNOLOGI BAGI MATA PELAJARAN BIOLOGI SEKOLAH MENENGAH’.

3. Saya akan memastikan anak saya hadir sepanjang kajian ini dijalankan dalam tempoh masa persekolahan hariannya yang biasa.Segala urusan datang dan balik anak saya adalah di bawah urusan saya sendiri. Sekian.

Yang benar,

()

University of Malaysia

LAMPIRAN S

Soalan temu bual kepada pelajar mengenai keberkesanan Modul Bioteknologi

1. Pada pandangan anda, adakah jangka masa pelaksanaan aktiviti Modul Bioteknologi ini bersesuaian?
2. Apakah pandangan anda mengenai kesesuaian Tajuk/tema yang dipilih untuk dimuatkan dalam Modul Bioteknologi?
3. Apakah pandangan anda mengenai strategi pembelajaran yang dipilih dalam Modul Bioteknologi ini?
4. Apakah aktiviti-aktiviti yang anda rasa menyeronokkan semasa mengikuti pembelajaran menggunakan Modul Bioteknologi?
5. Pada pendapat anda, apakah penambahbaikan yang boleh dilakukan ke atas Modul Bioteknologi untuk menjadikannya lebih menarik?

University of Malaya

LAMPIRAN T

Soalan temu bual kepada guru mengenai keberkesanan Modul Bioteknologi dan Manual Panduan Guru

1. Apakah pada pandangan anda berkenaan adakah tajuk aktiviti yang dipilih dalam Modul Bioteknologi ini?
2. Apakah pandangan anda mengenai kesesuaian masa yang diperuntukkan untuk aktiviti yang dimuatkan dalam Modul Bioteknologi?
3. Pada pandangan anda, adakah aktiviti yang dipilih ini sesuai dengan pelajar anda?
4. Apakah pandangan anda mengenai strategi pengajaran yang dipilih dalam Modul Bioteknologi ini?
5. Bagaimanakah respon pelajar setelah selesai mengikuti aktiviti yang dicadangkan?
6. Manakah di antara aktiviti dalam modul yang paling disukai oleh pelajar?
7. Apakah penambahbaikan yang perlu dilakukan ke atas Modul Bioteknologi?
8. Apakah pandangan anda berkenaan dengan Manual Panduan Guru (PTPK) yang telah dibekalkan?
9. Pada pandangan anda, komponen yang manakah di dalam Manual Panduan Guru (PTPK) yang perlu dilakukan penambahbaikan?

University of Malaya

LAMPIRAN U

Pengalaman mengajar, opsyen dan pendedahan kepada Bioteknologi Guru-guru Biologi

Guru	Bil. tahun mengajar	Bil. tahun mengajar Biologi	Opsyen: a) Ijazah Pertama/ b) Diploma Pendidikan / KPLI	Pendedahan kepada Bioteknologi
				Ada /Tiada
G1	8	7	a) Sains Pendidikan (Biologi, Sains)	Tiada
G2	8	8	a) Sains Pendidikan (Biologi, Kimia)	Tiada
G3	3	3	a) Sains Pendidikan (Biologi, Pengurusan sekolah)	Ada
G4	16	15	a) Sains dan Teknologi Makanan b) Diploma Pendidikan (Sains, Kimia)	Ada
G5	23	23	a) Botani b) Diploma Pendidikan (Rampaian Sains, Biologi)	Tiada
G6	11	11	a) Botani, b) KPLI - (Sains, Biologi)	Tiada
G7	14	14	a) Sains Pendidikan (Biologi, Sains)	Tiada
G8	20	20	a) Mikrobiologi b) Diploma Pendidikan (Biologi, Sains)	Ada
G9	5	1	a) Sains Pendidikan, (Biologi, Matematik)	Tiada
G10	11	11	a) Biologi Gunaan b) KPLI - (Biologi, Sains)	Ada
G11	8	6	a) Botani b) KPLI - (Sains, Moral)	Tiada
G12	8	8	a) Mikrobiologi b) Diploma Pendidikan (Biologi, Sains)	Ada
G13	13	13	a) Biologi b) KPLI - (Biologi, Sains)	Tiada
G14	12	10	a) Mikrobiologi b) KPLI - (Biologi, Sains)	Ada
G15	19	19	a) Sains dan Teknologi b) Diploma Pendidikan (Biologi, Sains)	Ada