

**KAJIAN KULTUR TISU DAN
AKTIVITI SEL *Capsicum annuum* L.**

OLEH

**MISKIAH BINTI TIJAN
INSTITUT SAINS BIOLOGI
FAKULTI SAINS
UNIVERSITI MALAYA**

**TESIS INI DISERAHKAN UNTUK
IJAZAH SARJANA SAINS
UNIVERSITI MALAYA
KUALA LUMPUR**

(1998)

Perpustakaan Universiti Malaya



A508309119

Dimikrofiskan pada..... 16.08.98
No. Mikrofis..... 14818
Jumlah Mikrofis..... 4

HAMSI AH BT. MOHAMAD ZAHARI

**UNIT PERPUSRAHAN
PERPUSRAHAN UMMA
UNIVERSITI MALAYA**

PENGHARGAAN

Syukur Alhamdulillah..... akhirnya, dapat juga saya menyiapkan tesis ini.

Ucapan terima kasih yang tidak terhingga kepada penyelia yang begitu dedikasi, Prof. Madya Dr. Rosna Mat Taba selama ini. Bimbingan, nasihat dan tunjukajar yang diberikan amatlah saya sanjungi dan hormati.

*Semangat, dorongan dan bantuan yang tidak ternilai dari rakan-rakan, terutamanya **Hasniza, Cik Sue dan Norsam** telah menciptakan satu episod kehidupan yang penuh dengan kenangan manis di sepanjang pengajian ini. Pengorbanan kalian akan tetap diingati.*

Budi yang baik akan tetap dikenang, terima kasih kepada Dr. Noorlidah Abdullah kerana bantuan yang dibhulurkan.

Miskiah Tijan

April'98

ABSTRACT

Cellular activities in the primary root meristem cells of *Capsicum annum* var. MC 4 and MC 5 were determined from intact cells (*in vivo*) and cells in culture (*in vitro*). The value of mitotic index (MI), chromosome count, ploidy level, mean cell and nuclear areas and cell doubling times (Cdt) were determined from 2 mm root segments of *C. annum* of standard age and length.

For cellular activities *in vitro*, the root segments were cultured on MS (Murashige and Skoog, 1962) supplemented with 0.2 mg/l IAA. The mitotic index (MI) values for the roots in culture were higher than the root cells *in vivo* for the first 3 weeks. The mean chromosome counts were almost the same both in *in vivo* and *in vitro* conditions. The mean cell size also decreased under *in vitro* conditions for the initial 3 weeks. However, the mean cell size increased after 4, 5, 7 weeks and 6 months in culture. The cell doubling times (Cdt) *in vitro* was shorter (9.07 h) compared to the cell doubling time (Cdt) *in vivo* (15.07 h). Most of the cells in culture were found in S and G2 phases of the cell cycle.

The mean mitotic index (MI) for the regenerative tissue were higher compared to non-regenerative tissues. The mean chromosome number in the regenerative tissues were the same as in the non-regenerative tissues ($2n = 2x = 24$). In general the nuclear DNA content in the regenerative tissues were higher when compared with the non-regenerative tissues and no nuclei were found in the G1 phases of the cell cycle. The percentage of polyploid cells were very high (95.3 - 100.0%) in the shoot explants of both

regenerative and non-regenerative tissues. The nucleus to the cell area ratios remained constant (0.3). However, the cell doubling times (Cdt) were found to be shorter in the regenerative tissues (8.1 h) as compared to the non-regenerative tissues (9.0 h).

ABSTRAK

Aktiviti sel bagi sel-sel akar primer *Capsicum annuum* var. MC 4 dan MC 5 yang ditanam secara *in vivo* dan *in vitro* telah ditentukan. Nilai -nilai indeks mitosis (MI), bilangan kromosom, tahap ploidi, purata luas sel dan nukleus serta masa penggandaan sel (Cdt) ditentukan dari 2 mm segmen akar piawai.

Penentuan aktiviti sel dalam keadaan *in vitro* diukur dari segmen akar yang dikultur di atas media MS (Murashige dan Skoog, 1962) yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA. Nilai indeks mitosis (MI) bagi sel-sel akar *C. annuum* yang ditanam dalam keadaan *in vitro* selama 3 minggu pertama adalah lebih tinggi dari sel-sel akar yang ditanam dalam keadaan *in vivo*. Bilangan kromosom dalam sel-sel akar *in vivo* adalah sama dengan bilangan kromosom dalam sel-sel akar *in vitro* dan ini menunjukkan bilangan kromosom *C. annuum* adalah stabil. Purata saiz sel bagi akar *C. annuum* yang ditanam secara *in vitro* adalah lebih kecil dari sel-sel akar yang ditanam secara *in vivo*. Nilai ini ditunjukkan jika tempoh kultur adalah singkat (1 hingga 3 minggu). Pertambahan saiz sel bagi sistem *in vitro* diperolehi dari sel-sel akar yang berumur 4, 5, 7 minggu dan 6 bulan di dalam kultur. Masa penggandaan sel (Cdt) bagi sel-sel akar dalam sistem *in vitro* adalah lebih singkat iaitu 9.07 jam berbanding dengan 15.07 jam bagi sistem *in vivo*. Kebanyakan sel-sel *in vitro* berada dalam fasa S dan G₂.

Nilai indeks mitosis (MI) bagi tisu regeneratif adalah lebih tinggi berbanding dengan tisu bukan regeneratif. Purata bilangan kromosom di dalam tisu regeneratif adalah sama dengan tisu bukan regeneratif iaitu $2n=2x=24$. Secara umum nilai kandungan DNA

dalam tisu regeneratif adalah lebih tinggi jika dibandingkan dengan tisu bukan regeneratif dan tiada sel yang berada dalam fasa G1. Peratus sel-sel poliploidi adalah tinggi (95.3-100.0%) bagi eksplan pucuk dalam kedua-dua keadaan regeneratif dan bukan regeneratif. Purata luas sel dan nukleus tidak menunjukkan sebarang perubahan dalam kedua-dua keadaan regeneratif atau bukan regeneratif. Nisbah luas nukleus kepada luas sel adalah tetap iaitu 0.3. Walaupun begitu, masa penggandaan sel (Cdt) bagi tisu regeneratif adalah lebih pendek iaitu 8.1 jam dan bagi tisu bukan regeneratif adalah 9.0 jam.

ISI KANDUNGAN

TAJUK	MUKASURAT
JUDUL	i
PENGHARGAAN	ii
ABSTRACT	iii
ABSTRAK	v
ISI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	x
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI PLAT	xv
SENARAI APENDIKS	xvii
SENARAI SINGKATAN KATA	xxviii
 BAB 1 PENGENALAN	 1
 BAB 2 TUMBESARAN PIAWAI AKAR MELAWAN MASA	 31
2.1 TUJUAN EKSPERIMEN	31
2.2 BAHAN DAN KAEDAH	33
2.3 KEPUTUSAN	34
2.4 RINGKASAN KEPUTUSAN	38
 BAB 3 KAJIAN SITOLOGI KE ATAS AKAR PRIMER	
<i>C. annuum</i> VAR. MC 4 DAN MC 5 YANG	
DITANAM SECARA <i>IN VIVO</i>	39
3.1 TUJUAN EKSPERIMEN	39
3.2 BAHAN DAN KAEDAH	45
3.2.1 Penyediaan Slaid Tetap	45
3.2.2 Pengiraan Indeks Mitosis	46
3.2.3 Bilangan Kromosom	46
3.2.4 Penentuan Kandungan Nukleus	
DNA	47
3.2.5 Pengukuran Luas Sel dan Nukleus	
Menggunakan Teknik 'nonsquash'	48

ISI KANDUNGAN

TAJUK

MUKASURAT

3.2.6 Pengiraan Masa Penggandaan Sel (Cdt)	49
3.3 KEPUTUSAN	51
3.3.1 Pengiraan Indeks Mitosis	51
3.3.2 Bilangan Kromosom	52
3.3.3 Pengukuran Kandungan Nukleus	52
DNA	
3.3.4 Pengukuran Luas Sel dan Nukleus	53
3.3.5 Masa Penggandaan Sel (Cdt).....	53
3.4 RINGKASAN KEPUTUSAN	57

BAB 4 KAJIAN SITOLOGI AKAR *C. annuum* VAR. MC 4 DAN MC 5 YANG DITANAM

SECARA <i>IN VITRO</i>	58
4.1 TUJUAN EKSPERIMEN	58
4.2 BAHAN DAN KAEDAH	58
4.2.1 Penentuan Media Optima Untuk Pembentukan Akar dan Regenerasi Tumbuhan Lengkap	62
4.2.2 Pemilihan Hormon yang Sesuai Kaedah Percambahan dan Kultur Untuk Kajian Sitologi	63
4.2.3 Pengiraan Nilai Indeks Mitosis(MI) <i>in vitro</i>	65
4.2.4 Bilangan Kromosom <i>in vitro</i>	66
4.2.5 Pengukuran Kandungan DNA	66
4.2.6 Pengukuran Purata Luas sel dan Nukleus Dalam Keadaan <i>in vitro</i>	66
4.2.7 Penentuan Masa Penggandaan Sel (Cdt)	67
4.3 KEPUTUSAN	68
4.3.1 Indeks Mitosis (MI)	69
4.3.2 Bilangan Kromosom	73
4.3.3 Purata Luas sel dan Nukleus	73
4.3.4 Masa Penggandaan Sel (Cdt)	76
4.3.5 Pengukuran Kandungan DNA	76
4.4 RINGKASAN KEPUTUSAN	82

ISI KANDUNGAN

TAJUK

MUKASURAT

BAB 5	REGENERASI TUMBUHAN LENGKAP <i>C. annuum</i>	
	VAR. MC 4 DAN MC 5 DALAM SISTEM KULTUR TISU	83
5.1	TUJUAN EKSPERIMEN	83
5.2	BAHAN DAN KAEDAH	85
5.2.1	Pemilihan Hormon yang Sesuai	85
5.2.2	Pemilihan Hormon Pada Kepekatan Berbeza	86
5.3	KEPUTUSAN	89
5.4	RINGKASAN KEPUTUSAN	100
BAB 6	PERBANDINGAN DI ANTARA TISU REGENERATIF DAN	
	TISU BUKAN REGENERATIF	100
6.1	TUJUAN EKSPERIMEN	101
6.2	BAHAN DAN KAEDAH	104
6.2.1	Persediaan dan Pensterilan	
	Eksplan	104
6.2.2	Pengukuran Nilai Indeks Mitosis	
	(MI) Bagi <i>C.annuum</i> yang	
	ditanam secara <i>in vitro</i>	104
6.2.3	Bilangan kromosom	105
6.2.4	Pengukuran DNA nukleus	105
6.2.5	Pengukuran Purata Luas Sel dan	
	Nukleus	106
6.2.6	Penentuan Masa Penggandaan Sel	
	(Cdt)	106
6.3	KEPUTUSAN	108
6.3.1	Indeks Mitosis (MI)	108
6.3.2	Bilangan Kromosom	113
6.3.3	Pengukuran Kandungan Nukleus DNA	114
6.3.4	Pengukuran Luas Sel dan Nukleus	127
6.3.5	Masa Penggandaan Sel	136
6.4	RINGKASAN KEPUTUSAN	139
BAB 7	PERBINCANGAN	141
BAB 8	KESIMPULAN	 180
RUJUKAN		183
APENDIKS		211

SENARAI JADUAL

JADUAL	MUKASURAT
Jadual 1 Respons eksplan akar <i>C. annuum</i> var. MC 4 dan MC 5 terhadap pelbagai kombinasi hormon	69
Jadual 2 Nilai MI akar 'intact' dan akar <i>in vitro</i> <i>C. annuum</i> var. MC 4 dan MC 5 dikultur di atas MS dengan 0.2 mg/l IAA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	72
Jadual 3 Bilangan kromosom dari sel metafasa eksplan akar <i>C. annuum</i> var. MC 4 dan MC 5 selepas 1,2, 3, 4, 5, 7 minggu dan 6 bulan dikultur di atas media MS yang ditambah dengan 0.2 mg/l IAA pada $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	72
Jadual 4 Purata luas sel dan nukleus sel-sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 1,2, 3, 4, 5, 7 minggu dan 6 bulan dikultur di atas media MS yang ditambah dengan 0.2 mg/l IAA pada $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	74
Jadual 5 Peratus sel-sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5 pada fasa G1, S, G2 dan poliploidi yang ditanam secara <i>in vitro</i> di atas media MS yang ditambah dengan 0.2 mg/l IAA pada $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	80
Jadual 6 Kesan kombinasi hormon IAA dan BA pada kepekatan berbeza dalam media MS ke atas <i>C. annuum</i> var. MC 4 dan MC 5 yang dikultur pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	93

JADUAL

MUKASURAT

SENARAI JADUAL

Jadual 7	Kesan kombinasi hormon yang berbeza ke atas <i>C. annuum</i> var. MC 4 dan MC 5 yang dikultur pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	109
Jadual 8	Nilai $MI \pm SE$ dan bilangan kromosom bagi tisu tidak regeneratif dan tisu regeneratif <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan pelbagai kombinasi hormon IAA dan BA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	110
Jadual 9	Peratus sel-sel <i>C. annuum</i> var. MC 5 pada fasa- fasa G1, S, G2 dan poliploidi bagi tisu tidak regeneratif dan tisu regeneratif yang dikultur di atas media MS dengan pelbagai kombinasi hormon IAA dan BA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dengan 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	120

SENARAI RAJAH

RAJAH	MUKASURAT
Rajah 1 Kitaran sel dan fasa-fasa komponen G1, G2, S dan M	6
Rajah 2 Edaran sel yang menunjukkan fasa tumbesaran sel dan fasa pembahagian sel	9
Rajah 3a Graf panjang akar primer (mm) melawan masa (hari) bagi <i>C. annuum</i> var. MC 5 yang ditanam pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ di bawah 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	36
Rajah 3b Graf panjang akar primer (mm)melawan masa (hari) bagi <i>C. annuum</i> var. MC 4 yang ditanam pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ di bawah 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	37
Rajah 7a Perkaitan di antara peratus frekuensi metafasa dan tempoh dedahan kepada 0.025% kolkisina bagi sel-sel akar primer <i>C. annuum</i> var. MC 5 yang ditanam secara <i>in vivo</i> pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ di bawah 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	55
Rajah 7b Perkaitan di antara peratus frekuensi metafasa dan tempoh dedahan kepada 0.025% kolkisina bagi sel-sel akar primer <i>C. annuum</i> var. MC 4 yang ditanam secara <i>in vivo</i> pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ di bawah 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	56
Rajah 16a Perkaitan di antara peratus frekuensi metafasa dan tempoh dedahan kepada 0.025% kolkisina bagi sel-sel akar primer <i>C. annuum</i> var. MC 5 yang ditanam secara <i>in vitro</i> pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ di bawah 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	77
Rajah 16b Perkaitan di antara peratus frekuensi metafasa dan tempoh dedahan kepada 0.025% kolkisina bagi sel-sel akar primer <i>C. annuum</i> var. MC 4 yang ditanam secara <i>in vitro</i> pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ di bawah 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	78

SENARAI RAJAH

RAJAH		MUKASURAT
Rajah 25	Peratus sel <i>in vitro</i> <i>C. annuum</i> var. MC 5 pada peringkat poliploidi yang dikultur di atas media MS dengan 0.2 mg/l IAA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	121
Rajah 46	Graf nilai peratus sel <i>C. annuum</i> var. MC 5 pada peringkat poliploidi bagi eksplan batang, petiol dan pucuk di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	122
Rajah 47	Graf nilai peratus sel <i>C. annuum</i> var. MC 5 pada peringkat poliploidi bagi eksplan batang, petiol dan pucuk di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	123
Rajah 48	Graf nilai peratus sel <i>C. annuum</i> var. MC 5 pada peringkat poliploidi bagi eksplan batang, petiol dan pucuk di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	124
Rajah 49	Graf nilai peratus sel <i>C. annuum</i> var. MC 5 pada peringkat poliploidi bagi eksplan batang, petiol dan pucuk di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	125
Rajah 50	Graf nilai peratus sel <i>C. annuum</i> var. MC 5 pada peringkat poliploidi bagi eksplan batang, petiol dan pucuk di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	126

SENARAI RAJAH

MUKASU

RAJAH

Rajah 71	Luas sel dan nukleus bagi sel akar eksplan (a) batang, (b) daun, (c) petiol dan (d) pucuk yang dikultur di atas media MS dengan pelbagai kombinasi hormon IAA dan BA di bawah keadaan $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$; 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	 135
Rajah 72a	Perkaitan di antara peratus frekuensi metafasa dan tempoh dedahan kepada 0.025% kolkisina bagi sel-sel akar primer <i>C. annuum</i> var. MC 5 dan berasal dari eksplan batang (tisu regeneratif) yang dikultur pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ di bawah 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	 137
Rajah 72b	Perkaitan di antara peratus frekuensi metafasa dan tempoh dedahan kepada 0.025% kolkisina bagi sel-sel akar primer <i>C. annuum</i> var. MC 5 dan berasal dari eksplan daun (tisu tidak regeneratif) yang dikultur pada suhu $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ di bawah 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	 138

SENARAI PLAT

PLAT

MUKASURAT

- 1 Nukleus sel akar primer *C. annuum* var. MC 5 54
yang ditanam secara *in vitro* di atas media MS
yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA selepas
bulan yang menunjukkan peringkat metafasa
dengan bilangan kromosom $2n=2x=24$

- 2 Plantlet lengkap *C. annuum* yang dihasilkan 90
Secara langsung dari eksplan petiol (2a dan
2d), pucuk (2b) dan batang (2c) yang dikultur
di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2
mg/l IAA selepas 1 bulan

- 3 Regenerasi lengkap *C. annuum* melalui pembentukan...91
pucuk berganda dari eksplan daun yang dikultur
di atas media MS yang ditambah dengan 1.0 mg/l
IAA dan 4.0 mg/l BA selepas 6 minggu

- 4 Proses pemindahan plantlet lengkap *C. annuum* 95
ke tanah.
4a: Regenerasi tumbuhan lengkap yang berusia
3 minggu disubkultur ke dalam media MS
yang mengandungi 1.0 mg/l IAA dan 4.0
mg/l BA.
4b: Selepas 6 minggu anak pokok didedahkan
kepada persekitaran biasa (suhu bilik)
secara beransur-ansur.
4c: Anak pokok dipindahkan ke kebun di bawah
keadaan teduh.
4d: Regenerasi tumbuhan telah biasa dengan
persekitaran *in vivo*.

- 5 Plantlet *C. annuum* yang telah dipindahkan96
ke kebun mengeluarkan bunga selepas 3 bulan

- 6 *C. annuum* dari sistem *in vitro* menghasilkan99
Buah selepas 4 bulan dipindahkan ke kebun

- 7 Pembentukan pucuk berganda dari eksplan 151
batang *C. annuum* yang dikultur di atas media
MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA
dan 5.0 mg/l BA selepas 3 minggu

SENARAI PLAT

PLAT

MUKASURAT

- 8 Pembentukan kalus longgar, putih kekuningan..... 154
dan tiada potensi untuk regenerasi dari eksplan
daun *C. annuum* yang dikultur di atas media MS
yang ditambah dengan 0.5 mg/l 2,4-D selepas
3 minggu

SENARAI APENDIKS

APENDIKS

MUKASURAT

APENDIKS 1

Penyediaan Larutan Feulgen.....	211
Penyediaan Air SO ₂	211
Penyediaan Larutan 'Light Green'	211
Proses Dehidrasi Dalam Penyediaan Slaid Tetap.....	212
Kandungan Media MS (Murashige and Skoog, 1962).....	213

APENDIKS

Jadual 3a	Purata panjang akar primer $\pm$ SE (mm) <i>C. annuum</i>	214
	var. MC 5 yang diukur setiap hari selama 7 hari yang dicambahkan di atas tanah steril pada $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dan diberi 16 jam cahaya dan 8 jam gelap .	
Jadual 3b	Purata panjang akar primer $\pm$ SE (mm) <i>C. annuum</i>	215
	var. MC 4 yang diukur setiap hari selama 7 hari yang dicambahkan di atas tanah steril pada $25 \pm 1^{\circ}\text{C}$ dan diberi 16 jam cahaya dan 8 jam gelap	
Jadual 7a	Perkaitan di antara frekuensi metafasa dan tempoh	216
	dedahan kepada 0.025% kolkisina di dalam sel-sel akar <i>C.annuum</i> var. MC 5 <i>in vivo</i> .	
Jadual 7b	Perkaitan di antara frekuensi metafasa dan tempoh.....	217
	dedahan kepada 0.025% kolkisina di dalam sel-sel akar <i>C.annuum</i> var. MC 4 <i>in vivo</i>	
Jadual 16a	Perkaitan di antara peratus metafasa dan tempoh	218
	dedahan kepada 0.025% kolkisina di dalam sel-sel akar <i>C.annuum</i> var. MC 5 berumur 21 hari yang ditanam secara <i>in vitro</i>	
Jadual 16b	Perkaitan di antara peratus metafasa dan tempoh	219
	dedahan kepada 0.025% kolkisina di dalam sel-sel akar <i>C.annuum</i> var. MC 4 berumur 21 hari yang ditanam secara <i>in vitro</i>	

SENARAI APENDIKS

APENDIKS	MUKASURAT
Rajah 4a	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> 220 var. MC 4 yang ditanam secara <i>in vivo</i>
Rajah 4b	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> 220 var. MC 5 yang ditanam secara <i>in vivo</i>
Rajah 5a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> 221 var. MC 4 yang ditanam secara <i>in viv</i>
Rajah 5b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> 221 var. MC 4 yang ditanam secara <i>in vivo</i>
Rajah 6a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> 222 var. MC 5 yang ditanam secara <i>in vivo</i>
Rajah 6b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> 222 var. MC 5 yang ditanam secara <i>in vivo</i>
Rajah 8a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> 224 var. MC 4 yang ditanam secara <i>in vitro</i>
Rajah 8b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> 223 var. MC 4 yang ditanam secara <i>in vitro</i>
Rajah 9a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 224 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 7 hari
Rajah 9b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 224 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 7 hari
Rajah 10a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 225 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 14 hari
Rajah 10b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 225 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 14 hari
Rajah 11a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 226 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 21 hari
Rajah 11b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 226 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 21 hari

SENARAI APENDIKS

APENDIKS	MUKASURAT
Rajah 12a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 227 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 28 hari
Rajah 12b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 227 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 28 hari
Rajah 13a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 228 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 35 hari
Rajah 13b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 228 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 35 hari
Rajah 14a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 229 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 56 hari
Rajah 14b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> var. MC 5..... 229 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 56 hari
Rajah 15a	Taburan luas sel akar <i>C. annuum</i> var. MC 5 230 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 6 bulan
Rajah 15b	Taburan luas nukleus akar <i>C. annuum</i> var. MC 5 230 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 6 bulan
Rajah 17	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> 231 var. MC 4 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 7 hari
Rajah 18	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> 231 var. MC 5 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 7 hari
Rajah 19	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> 232 var. MC 5 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 14 hari
Rajah 20	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> 232 var. MC 5 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 21 hari

SENARAI APENDIKS

APENDIKS

MUKASURAT

Rajah 21	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> var. MC 5 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 28 hari	233
Rajah 22	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> var. MC 5 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 35 hari	233
Rajah 23	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> var. MC 5 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 56 hari	234
Rajah 24	Taburan kandungan DNA dalam <i>C. annuum</i> var. MC 5 ditanam secara <i>in vitro</i> yang berumur 6 bulan	234
Rajah 26	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	235
Rajah 27	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	235
Rajah 28	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	236
Rajah 29	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	236
Rajah 30	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA	237

SENARAI APENDIKS

APENDIKS

MUKASURAT

Rajah 31	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA	237
Rajah 32	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA	238
Rajah 33	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA	238
Rajah 34	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA	239
Rajah 35	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA	239
Rajah 36	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA	240
Rajah 37	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA	240
Rajah 38	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	241

SENARAI APENDIKS

APENDIKS

MUKASURAT

Rajah 39	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	241
Rajah 40	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	242
Rajah 41	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	242
Rajah 42	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	243
Rajah 43	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	243
Rajah 44	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	244
Rajah 45	Taburan kandungan DNA dalam sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	244
Rajah 51a	Taburan luas sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	245
Rajah 51b	Taburan luas nukleus akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	245

SENARAI APENDIKS

APENDIKS

MUKASURAT

Rajah 52a	Taburan luas sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	246
Rajah 52b	Taburan luas nukleus akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	246
Rajah 53a	Taburan luas sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	247
Rajah 53b	Taburan luas nukleus akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	247
Rajah 54a	Taburan luas sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	248
Rajah 54b	Taburan luas nukleus akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.2 mg/l IAA	248
Rajah 55a	Taburan luas sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA	249
Rajah 55b	Taburan luas nukleus akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA	249
Rajah 56a	Taburan luas sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA	250
Rajah 56b	Taburan luas nukleus akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA	250

SENARAI APENDIKS

APENDIKS	MUKASURAT
Rajah 57a	Taburan luas sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> 251 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA
Rajah 57b	Taburan luas nukleus akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> 251 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA
Rajah 58a	Taburan luas sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> 252 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA
Rajah 58b	Taburan luas nukleus akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> 252 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.3 mg/l IAA
Rajah 59a	Taburan luas sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> 253 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA
Rajah 59b	Taburan luas nukleus akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> 253 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA
Rajah 60a	Taburan luas sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> 254 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA
Rajah 60b	Taburan luas nukleus akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> 254 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA
Rajah 61a	Taburan luas sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> 255 var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA

SENARAI APENDIKS

APENDIKS

MUKASURAT

Rajah 61b	Taburan luas nukleus akar eksplan batang <i>C. annum</i> ...	255
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA	
Rajah 62a	Taburan luas sel akar eksplan daun <i>C. annum</i>	256
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA	
Rajah 62b	Taburan luas nukleus akar eksplan daun <i>C. annum</i>	256
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 0.5 mg/l IAA dan 5.0 mg/l BA	
Rajah 63a	Taburan luas sel akar eksplan batang <i>C. annum</i>	257
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	
Rajah 63b	Taburan luas nukleus akar eksplan batang <i>C. annum</i>	257
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	
Rajah 64a	Taburan luas sel akar eksplan pucuk <i>C. annum</i>	258
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	
Rajah 64b	Taburan luas nukleus akar eksplan pucuk <i>C. annum</i>	258
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	
Rajah 65a	Taburan luas sel akar eksplan petiol <i>C. annum</i>	259
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	

SENARAI APENDIKS

APENDIKS

MUKASURAT

Rajah 65b	Taburan luas nukleus akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> ... var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	259
Rajah 66a	Taburan luas sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	260
Rajah 66b	Taburan luas nukleus akar eksplan daun <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.0 mg/l IAA dan 4.0 mg/l BA	260
Rajah 67a	Taburan luas sel akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	261
Rajah 67b	Taburan luas nukleus akar eksplan petiol <i>C. annuum</i> ... var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	261
Rajah 68a	Taburan luas sel akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	262
Rajah 68b	Taburan luas nukleus akar eksplan pucuk <i>C. annuum</i> ... var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	262
Rajah 69a	Taburan luas sel akar eksplan batang <i>C. annuum</i> var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	263

SENARAI APENDIKS

APENDIKS

MUKASURAT

Rajah 69b	Taburan luas nukleus akar eksplan batang <i>C. annuum</i>	263
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	
Rajah 70a	Taburan luas sel akar eksplan daun <i>C. annuum</i>	264
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	
Rajah 70b	Taburan luas nukleus akar eksplan daun <i>C. annuum</i>	264
	var. MC 5 selepas 3 bulan di dalam kultur di atas media MS yang dibekalkan dengan 1.5 mg/l IAA dan 6.0 mg/l BA	

SINGKATAN KATA

μm^2	mikrometer persegi
mm	milimeter
mg/l	miligram per liter
cm	sentimeter
kPa	kilo Pasca
L.	Linn.
v/v	isipadu per isipadu
w/v	berat per isipadu
var.	varieti
SE	sisihan piawai
C	Celcius
DNA	Asid deoksiribonukleik
IAA	Asid 3-indol asetik
IBA	Asid indol butirik
BA	Benzilaminopurin
GA	Asid Giberelik
2,4-D	Asid 2,4- diklorofenoksiasetik
NAA	Asid α -naftalena asetik
HCL	Asid hidroklorik