

BAB II

TINJAUAN KAJIAN BERKAITAN

2.0 Pengenalan

Bab ini membincangkan tinjauan kajian yang berkaitan dengan pemikiran kritikal dan kemahiran proses sains mengikut urutan berikut:

1. Definisi pemikiran kritikal dan ciri-ciri pemikir kritikal
2. Instrumen mengukur kebolehan pemikiran kritikal
3. Kebolehan pemikiran kritikal pelajar sekolah menengah dan pelajar kolej
4. Kajian sains berkaitan dengan kebolehan pemikiran kritikal pelajar
5. Instrumen mengukur kemahiran proses sains
6. Pemerolehan kemahiran proses sains di kalangan pelajar
7. Kebolehan pemikiran kritikal dan kemahiran proses sains

2.1 Definisi Pemikiran Kritikal Dan Ciri-Ciri Pemikir Kritikal

Perkataan kritikal berasal daripada perkataan Yunani "*kriterion*" yang membawa maksud satu *benchmark* untuk membuat penentuan (Beyer, 1995). Pemikiran kritikal adalah salah satu mod pemikiran kognitif peringkat tinggi yang selalu dikait rapat dengan pemikiran reflektif, pemikiran kreatif, penyelesaian masalah dan membuat keputusan. Terdapat pelbagai pandangan yang berbeza tentang definisi pemikiran kritikal dan ciri-ciri seorang pemikir kritikal.

Hyram (1957) mengaitkan pemikiran kritikal dengan kebolehan penaakulan logikal yang meliputi aktiviti mental untuk (a) menyimpul sesuatu implikasi yang sah; (b) membuat demonstrasi dan (c) menyusun pengetahuan dalam urutan sistematik, sama ada secara deduktif atau induktif.

Ennis (1962) mendefinisikan pemikiran kritikal sebagai penaksiran yang betul terhadap pernyataan. Beliau menganggap konstruk pemikiran kritikal terdiri daripada dua belas aspek atau dimensi: (a) menangkap maksud sesuatu pernyataan; (b) menentukan sama ada terdapat sebarang kekaburuan dalam suatu urutan penaakulan; (c) menentukan sama ada pernyataan-pernyataan adalah bercanggahan di antara satu sama lain; (d) menentukan sama ada sesuatu kesimpulan harus menyusuli atau tidak; (e) menentukan sama ada sesuatu pernyataan adalah cukup spesifik atau tidak; (f) menentukan sama ada sesuatu pernyataan adalah aplikasi daripada sesuatu prinsip tertentu; (g) menentukan sama ada sesuatu pernyataan pemerhatian (*observation statement*) boleh dipercayai atau tidak; (h) menentukan sama ada sesuatu kesimpulan induktif adalah berdasas atau tidak; (i) menentukan sama ada sesuatu masalah sudah dikenal pasti atau tidak; (j) menentukan sama ada sesuatu itu adalah andaian; (k) menentukan sama ada sesuatu definisi yang dibuat mencukupi atau tidak dan (l) menentukan sama ada sesuatu pernyataan yang dibuat oleh pihak berkuasa boleh diterima atau tidak.

Dalam Ujian Pemikiran Kritikal Watson dan Glaser (1980), pemikiran kritikal dianggap terdiri daripada lima kemahiran mental: (a) membuat inferens yang betul; (b) mengenal pasti andaian dalam maklumat; (c) membuat deduksi yang betul; (d) membuat interpretasi yang betul dan (e) menilai kekuatan sesuatu hujah.

Harnadek (1981) berpendapat pemikiran kritikal merangkumi pelbagai jenis mod pemikiran. Seseorang pemikir kritikal mempunyai sembilan ciri, iaitu (a) berfikiran terbuka mengenai idea-idea baru; (b) tidak berhujah tentang sesuatu perkara yang tidak diketahuinya; (c) mengetahui bilakah maklumat tambahan tentang sesuatu perkara diperlukan; (d) dapat membezakan rumusan yang mungkin benar dengan rumusan yang pasti benar; (e) menyedari bahawa manusia mempunyai pandangan berlainan tentang maksud sesuatu perkataan atau perkara; (f) berusaha untuk mengelakkan diri daripada melakukan kesilapan umum apabila membuat penaakulan; (g) menyoal setiap perkara yang tidak munasabah; (h) cuba membezakan pemikiran emosi dengan pemikiran logikal; (i) berusaha untuk menambahkan perbendaharaan katanya supaya dia dapat memahami pernyataan yang disuarakan oleh orang lain, dan supaya dia dapat mengemukakan ideanya dengan jelas.

Ennis (1985) memperluaskan definisi pemikiran kritikal sebagai pemikiran reflektif dan munasabah yang memfokuskan proses untuk menentukan apa yang perlu dipercayai atau yang perlu dilakukan. Beliau berpendapat bahawa pemikiran kritikal terhasil akibat daripada interaksi di antara satu set disposisi dengan kemahiran kognitif. Proses membuat keputusan melibatkan penggunaan empat jenis kemahiran, yakni kemahiran asas, inferens, penjelasan dan penyelesaian masalah (*basis, inference, clarity and problem solving*). Tiga belas jenis disposisi pemikiran kritikal telah disenaraikan, misalannya berfikiran terbuka, mencari alasan, melengkapkan diri dengan sebanyak maklumat yang mungkin dan mengambil kira situasi keseluruhan.

Sternberg (1986) berpendapat pemikiran kritikal terdiri daripada proses mental, strategi dan representasi yang digunakan oleh manusia untuk menyelesaikan

masalah, membuat keputusan dan mempelajari konsep yang baru. Kemahiran yang terlibat dalam pemikiran kritikal adalah metakomponen (*metacomponent*), komponen perlaksanaan (*performance component*) dan komponen pemerolehan pengetahuan (*knowledge-acquisition component*). Metakomponen merupakan proses minda untuk merancang, mengawasi dan menilai sesuatu tindakan penyelesaian masalah; komponen perlaksanaan digunakan untuk melaksanakan metakomponen dan membekalkan maklum balas kepadanya; komponen pemerolehan pengetahuan adalah proses yang digunakan untuk mempelajari sesuatu konsep atau prosedur dalam konteks baru.

Brookfield (1987) mengutarakan beberapa kriteria tentang pemikiran kritikal, iaitu (a) ia merupakan aktiviti yang produktif dan positif; (b) ia ialah satu proses, bukan sesuatu hasil; (c) manifestasi bagi pemikiran kritikal berbeza mengikut konteks di mana ia berlaku; (d) ia dapat dirangsangkan oleh kejadian yang positif atau negatif dan (e) ia melibatkan perasaan emosi dan ia juga bersifat rasional.

Ruggiero (1990), seperti yang dipetik oleh Ainon Mohd. Dan Abdullah Hassan (1996) menyenaraikan ciri-ciri pemikir kritikal sebagai: (a) jujur dengan diri sendiri; sedia mengakui apa-apa yang dia sedia tidak tahu; sedar akan kelemahan sendiri; sanggup menerima jika telah melakukan kesilapan; (b) menganggap masalah dan isu-isu kontroversi adalah cabaran yang menyeronokkan; (c) berusaha untuk memahami segala sesuatu, sentiasa ingin tahu, sabar bila berhadapan dengan perkara-perkara kompleks, sanggup mengambil masa untuk menyelesaikan kekeliruan; (d) sedia mengetepikan kecenderungan-kecenderungan dan citarasa peribadi apabila membuat penilaian, sebaliknya dia mengutamakan bukti-bukti, dan jika tidak cukup

bukti, sanggap menunda penilaian, sedia mengubah pendapat bila muncul bukti-bukti baru; (e) berminat terhadap idea-idea orang lain, oleh itu sedia membaca dan mendengar dengan tekun, walaupun sekiranya dia tidak sependapat dengan orang lain; (f) mengakui pendapat-pendapat yang ekstrem selalunya salah, oleh itu dia tidak suka membuat pendapat seperti itu, dan mengamalkan sikap seimbang dan berpandangan wajar.

Bermula dari tahun 1987, Jawatankuasa *Precollege Philosophy of The American Philosophical Association* (APA) telah memulakan usaha untuk mencapai satu persetujuan umum tentang definisi dan konstruk pemikiran kritikal. Dengan menggunakan metodologi Delphi yang dibangunkan oleh *Rand Corporation*, sesi perbincangan yang interatif di kalangan 46 orang pakar pemikiran kritikal dari Amerika Syarikat dan Kanada telah diadakan selama dua tahun. Pakar-pakar berkenaan berasal dari pelbagai disiplin ilmu: bidang falsafah, psikologi, pendidikan, fizikal dan sains sosial. Hasil perbincangan dikenali sebagai Laporan Delphi (Facione, 1990a). Mengikut Laporan Delphi:

“Critical thinking is to be purposeful, self-regulatory judgment which results in interpretation, analysis, evaluation, and inference, as well as explanation of the evidential, conceptual, methodological, criteriological, or contextual considerations upon which that judgement is based... The ideal critical thinker is habitually inquisitive, well-informed, trustful of reason, open-minded, flexible, fair-minded in evaluation, honest in facing personal biases, prudent in making judgements, willing to reconsider, clear about issues, orderly in complex matters, diligent in seeking relevant information, reasonable in the

selection of criteria, focused in inquiry, and persistent in seeking results which are as precise as the subject and circumstances of inquiry permit.” (ms 2)

Beyer (1995) meringkaskan definisi pemikiran kritikal sebagai membuat penghakiman yang beralasan; alasan diperolehi melalui pemikiran logikal manakala penghakiman adalah proses menentukan sejauh mana sesuatu bahan memenuhi sesuatu standard, peraturan atau kriteria tertentu. Menurut Beyer, pemikiran kritikal meliputi enam elemen penting, iaitu disposisi, kriteria, penghujahan, bicara, pandangan atau pendapat dan prosedur untuk mengaplikasikan kriteria. Dalam konteks yang lebih meluas, pemikiran kritikal adalah membuat penentuan tentang kualiti semua objek.

Semua perbincangan di atas menganggap pemikiran kritikal sebagai konstruk yang umum dan meluas. Secara ringkas, pemikiran kritikal merangkumi dua komponen utama, iaitu kemahiran kognitif dan disposisi efektif. Seseorang pemikir kritikal perlu mempunyai kemahiran kognitif tertentu untuk membolehkannya menilai kemunasabahan sesuatu idea, objek atau kejadian. Di samping itu, pemikir kritikal juga perlu memiliki disposisi atau nilai yang menjadi panduan dalam proses membuat keputusan.

2.2 Instrumen Mengukur Kebolehan Pemikiran Kritikal

Spicer dan Hanks (1995) melaporkan tujuh instrumen piawaian bagi mengukur kebolehan pemikiran kritikal pada masa kini. Instrumen tersebut adalah:

(a) *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal* (Ujian Pemikiran Kritikal Watson-Glaser); (b) *Cornell Critical Thinking Test* (Ujian Pemikiran Kritikal Cornell); (c) *The Ross Test of Higher Cognitive Processes* (Ujian Proses Kognitif Aras Tinggi Ross); (d) *The New Jersey Test Of Reasoning skills* (Ujian Kemahiran Penaakulan New Jersey); (e) *The Ennis-Weir Critical Thinking Essay Test* (Ujian Esei Pemikiran Kritikal Ennis-Weir); (f) *The California Critical Thinking Skills Test* (Ujian Kemahiran Pemikiran Kritikal California) dan (g) *The California Critical Thinking Dispositions Inventory* (Inventori Disposisi Pemikiran Kritikal California).

Ujian Pemikiran Kritikal Watson-Glaser, WGCTA merupakan ujian perintis dalam pengukuran pemikiran kritikal (Ennis, 1958). WGCTA telah dibangunkan oleh Goodwin Watson dan Edward Maynard Glaser. Instrumen tersebut mula diterbitkan pada tahun 1942 dalam Bentuk BM dan Bentuk AM. Pada tahun 1964, WGCTA telah diperkembangkan kepada dua bentuk, iaitu YM dan ZM. WGCTA diubahsuai dan dikemaskini semula pada tahun 1980 menjadi Bentuk A dan Bentuk B (Woehlke, 1985). Kedua-dua bentuk tersebut mengandungi 80 item yang mengukur lima jenis kebolehan kemahiran kritikal yang berbeza: (a) membuat inferens; (b) mengenal pasti andaian; (c) membuat deduksi; (d) membuat interpretasi dan (e) penilaian hujah. WGCTA sesuai digunakan untuk pelajar gred 9 dan pelajar di gred yang lebih tinggi. WGCTA mempunyai indeks kebolehpercayaan yang tinggi, iaitu di antara 0.70 hingga 0.82. Korelasi WGCTA dengan ujian kebijaksanaan

adalah sederhana tinggi, iaitu di sekitar 0.30 hingga 0.75 manakala korelasi dengan ujian pencapaian pula memberikan nilai antara 0.20 hingga 0.65 (Watson & Glaser, 1980).

Ujian Pemikiran Kritikal Cornell, CCTT telah dibangunkan oleh Ennis dan Millman. Item-item dalam ujian tersebut dibina berlandaskan konsepsi Ennis terhadap pemikiran kritikal. Ujian berkenaan diperolehi dalam dua tahap, iaitu Tahap X dan Tahap Z. CCTT Tahap X sesuai digunakan untuk pelajar di gred 4 hingga gred 14 manakala CCTT Tahap Z dikhaskan kepada pelajar sekolah menengah yang pintar, pelajar kolej atau orang dewasa (Ennis, Millman & Tomko, 1985). CCTT Tahap X mengandungi 71 item beraneka pilihan yang dibahagikan kepada empat seksyen utama. Dalam seksyen pertama, seseorang dikehendaki menentukan sama ada sesuatu fakta yang diberi menyokong hipotesis yang dikemukakan atau tidak. Seksyen kedua mengukur kebolehan seseorang untuk menilai kebolehpercayaan sesuatu pernyataan pemerhatian berdasarkan kredibiliti sumber maklumat. Dalam seksyen ketiga, seseorang perlu menentukan sama ada sesuatu pernyataan adalah menyusuli daripada premis atau tidak. Seksyen terakhir melibatkan proses pengenalpastian andaian. CCTT Tahap Z terdiri daripada 52 items yang menguji kebolehan seseorang untuk (a) menentukan sama ada sesuatu kenyataan menyusuli daripada sesuatu premis atau tidak; (b) mengesan argumen yang menyangsikan; (c) menilai kebolehpercayaan pemerhatian dan sumber maklumat; (d) menentukan hala tuju sesuatu sokongan, jika ada, bagi sesuatu hipotesis; (e) memilih jangkaan yang berguna untuk pengujian hipotesis; (f) mendefinisi istilah dan (g) mengesan sebarang jurang yang wujud dalam argumen. Berdasarkan ujian yang dikendalikan ke atas kumpulan pelajar yang berbeza, CCTT menunjukkan indeks kebolehpercayaan yang agak tinggi; CCTT

Tahap X dilaporkan mempunyai julat indeks kebolehpercayaan antara 0.67 hingga 0.90 manakala CCTT Tahap Z mempunyai julat nilai antara 0.50 hingga 0.77 (Ennis, Millman & Tomko, 1985).

Ujian Proses Kognitif Aras Tinggi Ross bertujuan untuk mengukur masalah-masalah di peringkat analisis, sintesis dan penilaian dalam taksanomi Bloom (Lee & Karnes, 1983). Ujian tersebut mengandungi sembilan seksyen: (a) analogi verbal; (b) deduksi; (c) mengenal pasti andaian; (d) hubungan perkataan; (e) menyusun ayat mengikut urutan; (f) menginterpretasi; (g) menentukan sama ada maklumat mencukupi atau tidak; (h) kerelevanan dengan masalah matematik dan (i) menganalisis atribut. Indeks kebolehpercayaan Ujian Proses Kognitif Aras Tinggi Ross yang diperolehi melalui kaedah belah tengah adalah 0.92 manakala kaedah uji dan uji kembali memberikan nilai 0.94 (Spicer & Hanks, 1995).

Ujian Kemahiran Penaakulan New Jersey dibangunkan oleh Virginia Shipman pada tahun 1983. Ia mengandungi 50 item beraneka pilihan yang mengukur 22 jenis kemahiran. Kemahiran tersebut adalah (a) mengubah kenyataan; (b) menukar kepada bentuk logikal; (c) kemasukan atau penyisihan; (d) mengenal pasti soalan yang tidak sesuai; (e) mengelakkan daripada membuat kesimpulan secara terburu-buru; (f) penaakulan analogikal; (g) mengenal pasti andaian; (h) menghapuskan alternatif; (i) penaakuan induktif; (j) penaakulan dengan menggunakan hubungan; (k) mengesan ketaksaan; (l) mengenali hubungan sebab dan akibat; (m) mengenal pasti alasan yang baik; (n) mengenali hubungan yang simetrikal; (o) mengkategorikan penaakulan silogisme; (p) mengenali perbezaan dari segi jenis dan darjah ketidaksamaan; (q) mengenali hubungan transitif; (r) mengenali kenyataan

pihak berkuasa yang menyangsikan; (s) membuat penaakulan menggunakan matrik 4-kemungkinan (*4-possibilities matrices*); (t) kenyataan yang kontradik; (u) penaakulan “whole-part” dan “part-whole” dan (v) penaakulan silogisme bersyarat. Julat indeks kebolehpercayaan Ujian Kemahiran Penaakulan New Jersey adalah di sekitar 0.80 (Sternberg, 1986).

Ujian Esei Pemikiran Kritikal Ennis-Weir merupakan ujian bertulis yang direkabentuk untuk mengukur kebolehan menilai argumen di kalangan pelajar gred 7 hingga gred yang lebih tinggi. Ujian Ennis-Weir membentangkan satu surat yang ditujukan kepada editor surat khabar, surat berkenaan mengandungi satu siri argumen yang terdiri daripada lapan peranggan ringkas yang menyokong cadangan mengharamkan perletakan kereta di tepi jalan semalam. Kebanyakan argumen tersebut adalah lemah dan mengandungi pelbagai jenis falasi. Aspek kemahiran pemikiran kritikal yang dinilai adalah kebolehan seseorang untuk (a) mengenal pasti falasi analogi; (b) mengenal pasti penaakulan yang tidak relevan; (c) mengenal pasti penaakulan yang relevan; (d) mengenal pasti falasi hujah berbelit-belit (*circularity*); (e) mengenal pasti penaakulan yang defektif; (f) mengenal pasti persampelan yang tidak mencukupi; (g) mengenal pasti kecaburan dan kekeliruan fakta-inferens dan (h) menilai kredibiliti keterangan yang dikeluarkan oleh pakar (Davidson & Dunham, 1996). Dalam Ujian Ennis-Weir, seseorang dikehendaki menilai sama ada argumen yang diberi adalah kuat atau lemah, seterusnya dia perlu memberikan alasan atau penerangan bagi menyokong keputusannya. Markah diperuntukkan untuk penilaian yang tepat serta alasan yang dikemukakan. Skor keseluruhan Ujian Ennis-Weir adalah dalam julat -9 hingga +29. Koefisien kebolehpercayaan antara penilai dilaporkan dalam julat 0.82 hingga 0.86 (Taube, 1995).

Ujian Kemahiran Pemikiran Kritikal California, CCTST merupakan instrumen baru yang diterbitkan pada tahun 1990. Konstruk teoretikal untuk CCTST adalah berlandaskan definisi pemikiran kritikal yang dilaporkan dalam Projek Delphi, anjuran *American Philosophical Association* (Facione, 1990a). CCTST mengukur lima jenis kemahiran kognitif pemikiran kritikal: interpretasi, analisis, penilaian, penjelasan dan inferens. CCTST diperolehi dalam dua bentuk yang setara, A dan B, Kedua-dua bentuk instrumen mengandungi 34 item beraneka pilihan masing-masing. Ia digunakan untuk menilai kemahiran pemikiran kritikal pelajar kolej atau pelajar institut pengajian tinggi (Facione, 1990b). Skor pelajar dalam CCTST boleh dilaporkan menggunakan dua jenis skala: (a) kategori klasikal yang terdiri daripada subskala “Induktif” dan subskala “Deduktif”; (b) kategori mengikut kajian Delphi yang mengelaskan skor pelajar mengikut subskala “Analisis”, subskala “Penilaian” dan subskala “Inferens”. Indeks kebolehpercayaan Kuder Richardson-20 untuk CCTST Bentuk A dan B adalah dalam julat 0.70 hingga 0.75 (California Academic Press, 1996a).

Inventori Disposisi Pemikiran Kritikal California, CCTDI dibangunkan oleh Facione, P.A. dan Facione N.C. pada tahun 1992. Berbeza dengan instrumen pengukur pemikiran kritikal yang lain, CCTDI digunakan untuk mengukur penguasaan pelajar dalam tujuh aspek disposisi pemikiran kritikal yang dinyatakan dalam Laporan Delphi (Facione, 1990a). CCTDI mengandungi 75 item yang dikelaskan kepada tujuh subskala yang berbeza: (a) menentukan kebenaran; (b) berfikiran terbuka; (c) analitis; (d) bersikap sistematik; (e) berkeyakinan diri; (f) sikap ingin mengambil tahu dan (g) kematangan kognitif. Skor maksimum untuk setiap subskala adalah 60 mata, pelajar yang memperoleh skor di bawah 40 mata

dianggap lemah dalam penguasaan disposisi berkenaan; sebaliknya, pelajar dikatakan mempunyai penguasaan yang kuat dalam sesuatu disposisi jika dia berjaya mendapat lebih daripada 50 mata. Skor maksimum keseluruhan CCTDI ialah 420 mata. Pemerolehan skor keseluruhan sebanyak 350 mata atau lebih menggambarkan penguasaan yang baik terhadap semua disposisi yang diuji; Skor keseluruhan di bawah 280 mata pula menunjukkan seseorang memiliki disposisi yang lemah (Ferguson & Vazquez-Abad, 1995). Indeks Cronbach Alfa bagi keseluruhan inventori dilaporkan di sekitar 0.90 manakala indeks kebolehpercayaan untuk subskala adalah dalam julat 0.70 hingga 0.80 (California Academic Press, 1996b).

Secara ringkas, kebanyakan instrumen yang telah dibangunkan memfokuskan pengujian kemahiran kognitif pemikiran kritikal. Jenis kebolehan mental yang diukur dalam instrumen bergantung kepada model pemikiran kritikal yang digunakan. Inventori Disposisi Pemikiran Kritikal California, CCTDI merupakan satu-satunya usaha perintis untuk mengukur disposisi afektif seseorang pemikir kritikal. Namun, ia hanya dikhaskan kepada pelajar di institusi pengajian tinggi. Kajian selanjutnya patut diadakan untuk menghasilkan instrumen pengukur disposisi bagi kumpulan pelajar yang lain.

2.3 Kebolehan Pemikiran Kritikal Pelajar Sekolah Menengah Dan Pelajar Kolej

Steere (1968) menjalankan satu kajian untuk meninjau pengaruh jenis sekolah ke atas pencapaian, sikap dan kebolehan pemikiran kritikal pelajar. Seramai 141 orang pelajar gred 10 dari dua jenis sekolah tinggi yang berbeza, iaitu sekolah tinggi "nongraded" dan sekolah tinggi "graded" terlibat dalam kajian ini. Daripada hasil perbandingan, penyelidik mendapati bahawa tiada perbezaan signifikan dalam pencapaian, sikap dan kebolehan pemikiran kritikal bagi kedua-dua kumpulan pelajar yang menghadiri jenis sekolah yang berlainan.

Hoogstraten dan Christiaans (1975) mengkaji pertalian antara skor WGCTA dengan jantina dan empat ciri personaliti pelajar-pelajar Belanda. Dua bentuk instrumen WGCTA, iaitu Bentuk YM dan Bentuk ZM digunakan untuk mentaksir kebolehan pemikiran kritikal pelajar. Daripada 100 markah maksimum yang diperuntukkan dalam instrumen, pelajar memperoleh 76.56 mata dalam WGCTA Bentuk YM, dan 70.31 mata untuk WGCTA Bentuk ZM. Pencapaian pelajar adalah paling baik dalam subujian mengenal pasti andaian manakala pencapaian pelajar dalam subujian membuat inferens adalah terendah. Dapatan menunjukkan bahawa tiada perbezaan jantina yang signifikan dalam skor WGCTA. Daripada empat ciri personaliti yang dikaji, hanya korelasi antara ciri "*test-defensiveness*" dengan skor WGCTA Bentuk ZM sahaja yang mempunyai nilai yang signifikan.

Wilson dan Wagner (1981) mengkaji sejauh mana skor WGCTA dapat berfungsi sebagai peramal tentang pencapaian pelajar kolej yang mengikuti Kursus

Fizik yang menekankan pemikiran kritikal. Seramai 55 orang pelajar, yang terdiri daripada 33 lelaki dan 22 perempuan mengambil bahagian di dalam kajian ini. Min umur subjek kajian ialah 19.15 tahun. Daripada hasil kajian, didapati min skor keseluruhan pelajar dalam WGCTA ialah 80.73 dengan sisihan pawai 7.90. Julat skor pelajar ialah dari 51 hingga 97 mata. Skor WGCTA berkorelasi secara signifikan dengan gred yang diperolehi oleh pelajar ($r = .44$, $p < .0007$). Analisis korelasi berganda menunjukkan bahawa walaupun skor WGCTA merupakan salah satu peramal signifikan tentang pencapaian pelajar, namun jumlah varians yang disumbangkannya adalah kecil.

Dalam kajian Krishnaveni (1988) ke atas 66 orang pelajar sains Tingkatan IV di Seremban, dua instrumen pengukur kebolehan pemikiran kritikal telah ditadbirkan. Instrumen yang digunakan ialah *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal* (WGCTA) dan *Critical Thinking Test in Physics* (CTTP) yang direkabentuk oleh penyelidik. Kedua-dua instrumen mengukur lima jenis kebolehan pemikiran kritikal yang sama. Daripada skor pelajar dalam WGCTA, beliau mendapati bahawa pelajar mempunyai min skor tertinggi dalam subujian membuat deduksi. Ini diikuti dengan subujian menginterpretasi data. Pencapaian pelajar dalam subujian mengenal pasti andaian dan subujian penilaian hujah masing-masing berada di kedudukan ketiga dan keempat. Min skor pelajar dalam subujian membuat inferens adalah paling rendah. Data yang dikumpul menggunakan CTTP memberikan dapatan yang berbeza. Urutan pencapaian pelajar dalam subujian secara menurun ialah mengenal pasti andaian > penilaian hujah > menginterpretasi data > membuat deduksi > membuat inferens.

Bitner (1991) mengkaji kebolehan pemikiran kritikal 101 orang pelajar gred 9 hingga gred 12 di Arkansas. Beliau mendapati min skor keseluruhan pelajar dalam WGCTA ialah 46.39 dan sisihan piawai 8.54. Subujian menginterpretasi data mempunyai min skor tertinggi (10.33) manakala subujian membuat inferens menunjukkan min skor yang terendah (6.56). Min skor pelajar bagi subujian mengenal pasti andaian, penilaian hujah dan membuat deduksi adalah 10.17, 10.10 dan 9.03 masing-masing.

Pearson (1991) menyiasat kebolehan pemikiran kritikal 470 orang pelajar di Kolej Rancho Santiago, California. Skor pelajar dalam WGCTA dianalisis dari aspek perbezaan jantina, umur, etnik, tahap pendidikan, unit kolej, matlamat pendidikan dan kelayakan prasyarat pelajar. Di antara dapatan utama yang diperolehi daripada kajian adalah: (a) 61% (286) orang pelajar memperolehi skor di bawah titik persentil-50, di mana 79% daripada mereka adalah pelajar etnik minoriti; (b) pelajar yang lebih tua mendapat skor yang lebih tinggi secara signifikan daripada pelajar yang lebih muda; (c) 91% daripada pelajar yang memiliki sijil diploma sekolah tinggi dari luar negara dan 86% daripada pelajar tanpa kelayakan diploma sekolah tinggi mendapat skor di bawah titik persentil-50; (d) pelajar yang mengikuti Kursus Pertuturan dan Kursus Komunikasi menunjukkan pencapaian yang lebih baik daripada rakan mereka yang mendaftar kursus yang lain.

Sutton dan de Oliveira (1995) meninjau kesan latar belakang pendidikan yang berbeza terhadap kebolehan pemikiran kritikal pelajar. Kajian dijalankan ke atas 789 orang pelajar baru di Kolej Christian yang terdiri daripada lepasan empat jenis sekolah berbeza: *Public School, Christian School, Accelerated Christian School*

(ACE) dan *Home School*. Secara keseluruhan, prestasi pelajar dalam *California Critical Thinking Skills Test* adalah di bawah titik persentil-50. Pencapaian pelajar dari *Home School* dan *Christian School* adalah pada persentil-40 manakala skor pelajar *ACE School* dan *Public School* berada pada persentil-31. Dari segi min skor, pelajar *Home School* memperoleh min skor tertinggi (14.48), ini diikuti dengan pelajar *Christian School* (14.43), pelajar *ACE School* (13.86) dan akhir sekali pelajar *Public School* (13.61). Walau bagaimanapun, analisis anova menunjukkan bahawa tiada perbezaan yang signifikan dalam skor yang diperolehi oleh keempat-empat kumpulan pelajar, ini mencadangkan bahawa latar belakang pendidikan bukan satu faktor signifikan yang menyebabkan variasi dalam kebolehan pemikiran kritikal pelajar.

Harris dan Clemmons (1996) menggunakan dua instrumen untuk mengukur kebolehan pemikiran kritikal pelajar-pelajar kolej sebelum dan selepas mengikut Kursus Pendidikan Perkembangan. WGCTA ditadbirkan ke atas 27 orang pelajar manakala 32 orang pelajar menjawab *California Critical Thinking Skills Test*, CCTST. Peratus min skor WGCTA dalam ujian pra dan ujian pos ialah 55.67 dan 58.96 masing-masing. Bagi CCTST, pencapaian pelajar dalam ujian pra ialah 32.19% dan ujian pos mencatatkan 33.22%. Ujian-t ke atas min skor ujian pra dan ujian pos bagi kedua-dua instrumen adalah tidak signifikan secara statistik. Ini membayangkan bahawa Kursus Pendidikan Perkembangan tidak memberi kesan terhadap perkembangan kebolehan pemikiran kritikal pelajar.

McDonough (1997) membandingkan kebolehan pemikiran kritikal di antara pelajar baru dengan pelajar lama di sebuah kolej. Seramai 240 orang pelajar dari

disiplin Perniagaan, Kesenian, Kejururawatan dan Sains telah menjawab WGCTA.

Daripada hasil kajian, beliau mendapati pelajar lama menunjukkan pencapaian yang lebih tinggi secara signifikan berbanding dengan pelajar baru. Pelajar lama mendapat skor yang lebih tinggi dalam subujian penilaian hujah dan menginterpretasi data manakala pelajar baru mempunyai pencapaian yang lebih baik dalam subujian penilaian hujah dan mengenal pasti andaian. Kedua-dua kumpulan pelajar memperolehi skor yang lebih rendah dalam subujian membuat inferens dan membuat deduksi. Daripada segi perbandingan kursus, pelajar lama dari disiplin Kejururawatan mencapai skor yang paling tinggi dalam WGCTA.

Berdasarkan dapatan kajian-kajian lampau, bolehlah dirumuskan bahawa:

- (a) Kebolehan pemikiran kritikal pelajar berkembang mengikut peningkatan umur. Pelajar di gred yang lebih tinggi berkecenderungan mendapat skor yang lebih tinggi dalam instrumen pengukur kebolehan pemikiran kritikal berbanding dengan pelajar gred rendah (Pearson, 1991; McDonough, 1997).
- (b) Perbezaan etnik, tahap pendidikan dan kursus yang diikuti oleh pelajar mempengaruhi kebolehan pemikiran kritikal pelajar (Pearson, 1991; McDonough, 1997). Di sebaliknya, jantina dan jenis sekolah pelajar bukan faktor-faktor yang signifikan terhadap kebolehan pemikiran kritikal (Steere, 1968; Hoogstraten & Christiaans, 1975; Sutton & de Oliveira, 1995). Kebolehan pemikiran kritikal juga didapati mempunyai korelasi dengan pencapaian akademik pelajar (Wilson & Wagner, 1981) dan sesetengah ciri personaliti seseorang individu (Hoogstraten & Christiaans, 1975).

- (c) WGCTA merupakan instrumen yang popular dan kerap digunakan dalam penyelidikan. Majoriti sampel kajian dilaporkan mendapat min skor terendah dalam subujian membuat inferens. Ini bermakna kebolehan membuat inferens paling sukar diperolehi oleh pelajar (Hoogstraten & Christiaans, 1975; Krishnaveni, 1988; Bitner, 1991).

2.4 Kajian Sains Berkaitan Dengan Kebolehan Pemikiran Kritikal Pelajar

Story dan Brown (1977) menyiasat sama ada implementasi alat bantu mengajar yang berbentuk audio-visual dapat meningkatkan kebolehan pemikiran kritikal pelajar. Mereka menjalankan kajian eksperimental berbentuk kumpulan kawalan ujian pra - ujian pos untuk mengkaji kesan penggunaan slide inkuiiri BSCS ke atas kebolehan pemikiran kritikal pelajar biologi di sekolah tinggi. *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal* (WGCTA) digunakan dalam kajian. WGCTA Bentuk YM digunakan dalam ujian pra manakala WGCTA Bentuk ZM sebagai instrumen ujian pos. Selepas 10 minggu, Story dan Brown mendapati kumpulan eksperimen menunjukkan peningkatan min skor sebanyak 11.48 mata manakala peningkatan min skor untuk kumpulan kawalan adalah 4.45 mata. Data kajian mencadangkan bahawa kaedah inkuiiri mampu meningkatkan kebolehan pemikiran kritikal pelajar.

Dreyfus dan Jungwirth (1980) membandingkan kebolehan pemikiran kritikal pelajar dalam dua konteks berbeza, iaitu situasi saintifik dan situasi kehidupan seharian. Dapatkan kajian menunjukkan pelajar memberi reaksi berlainan dalam kedua-dua situasi walaupun diberi permasalahan yang sepadan. Mereka

menyimpulkan bahawa pelajar menghadapi kesukaran untuk memindahkan kebolehan pemikiran kritikal dari satu situasi kepada situasi yang lain.

Krishnaveni (1988) meninjau kesan gaya kognitif dan kerja rumah ke atas kebolehan pelajar untuk memperolehi dan memindahkan kebolehan pemikiran kritikal dalam mata pelajaran Fizik. Beliau menggunakan reka bentuk kumpulan kawalan ujian pos sahaja untuk mengkaji 66 orang pelajar sains Tingkatan IV di sebuah sekolah di Seremban. Daripada hasil kajian, beliau mendapati kerja rumah dapat membantu mengembangkan kebolehan pemikiran kritikal di kalangan pelajar, namun ia tidak meninggikan keupayaan pelajar untuk memindahkan kebolehan pemikiran kritikal kepada situasi yang baru. Pelajar yang mempunyai gaya kognitif *field independent* menunjukkan kebolehan memperolehi dan memindahkan pemikiran kritikal yang lebih tinggi berbanding dengan pelajar *field dependent*.

McCune (1990) mengkaji kesan mengintegrasikan taksanomi Bloom dan kaedah saintifik ke atas pemikiran kritikal, pencapaian dan sikap pelajar terhadap sains. Subjek kajian terdiri daripada 145 orang pelajar sains gred 6 di empat buah sekolah rendah luar bandar. Kaedah eksperimental berbentuk kumpulan kawalan ujian pra - ujian pos dilakukan. Pelajar-pelajar dibahagikan kepada dua kumpulan, iaitu kumpulan eksperimen dan kumpulan kawalan. Pelajar dalam kumpulan eksperimen didedahkan kepada kurikulum sains yang berasaskan model ICSSM (*Integration of a Cognitive System with the Scientific Method*). Pelajar kumpulan kawalan menerima corak pengajaran biasa. Dapatan menunjukkan bahawa kurikulum sains model ICSSM mampu meningkatkan kebolehan pemikiran kritikal pelajar

secara signifikan (pada paras .016). Namun, tiada peningkatan yang signifikan terhadap pencapaian dan sikap pelajar.

Bitner (1991) menjalankan satu kajian untuk menyiasat sama ada mod penaakulan operasi formal dapat digunakan sebagai peramal kepada kebolehan pemikiran kritikal pelajar. Beliau mentadbirkan *Group Assessment of Logical Thinking* (GALT) untuk mentaksir kebolehan pemikiran formal pelajar. *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal* (WGCTA) digunakan untuk mentaksir kebolehan pemikiran kritikal pelajar. Daripada hasil kajian, beliau mendapati kelima-lima mod penaakulan formal yang diuji dalam GALT merupakan peramal yang baik kepada kebolehan pemikiran kritikal WGCTA. Penaakulan kebarangkalian menyumbangkan varians yang terbesar dalam semua jenis kebolehan pemikiran kritikal, kecuali kebolehan mengenal pasti andaian. Penaakulan kombinasi merupakan peramal paling signifikan bagi kebolehan mengenal pasti andaian. Jumlah varians yang dapat dijelaskan untuk setiap kebolehan pemikiran kritikal adalah seperti berikut:

(a) membuat inferens (28%); (b) mengenal pasti andaian (46%); (c) membuat deduksi (65%); (d) menginterpretasi data (70%) dan (e) penilaian hujah (60%).

Zohar dan Tamir (1993) mengintegrasikan kemahiran pemikiran kritikal secara langsung dalam kurikulum Biologi sekolah tinggi menerusi projek *Biology Critical Thinking* (BCT). Mereka menggunakan 77 orang pelajar gred 6 dalam kajian perintis. Tiga jenis instrumen digunakan: (a) *Cornell Critical Thinking Test Form Z* untuk menguji kebolehan pemikiran kritikal yang umum, (b) *Critical Thinking Application Test* (CAT) untuk menilai pencapaian pelajar menyelesaikan tugas pemikiran kritikal dalam bidang Biologi dan (c) Ujian pengetahuan. Dapatan kajian

menunjukkan bahawa min skor CAT bagi kumpulan eksperimen adalah 59.9 manakala kumpulan kawalan mendapat min skor sebanyak 31.4. Nilai t yang diperolehi daripada analisis data adalah 5.9 dan signifikan pada $p < 0.001$. Oleh itu, keputusan kajian menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan di antara pencapaian kumpulan eksperimen dengan kumpulan kawalan dalam ujian CAT. Zohar dan Tamir menyimpulkan bahawa aktiviti-aktiviti BCT sesuai diadaptasikan dalam pengajaran kelas kerana ia tidak memerlukan masa tambahan dan ia dapat meninggikan pencapaian pelajar dalam kemahiran pemikiran kritikal yang berkaitan dengan Biologi.

Kogut (1996) mengadaptasikan pelbagai strategi pemikiran kritikal dalam pengajaran Kimia di kalangan pelajar-pelajar kolej. Strategi-strategi yang digunakan termasuklah penanyaan soalan-soalan yang mencungkil pemikiran pelajar, penggunaan contoh atau ilustrasi yang mencabar pemikiran dualistik (*dualistic thinking*), menggalakkan pelajar mengadakan perbincangan berkumpulan dan menekankan kepada proses memperolehi sesuatu jawapan. Beliau melaporkan bahawa pelajar menjadi lebih aktif dan berdiskusi dalam proses pembelajaran. Pendekatan sedemikian juga dapat menolong pelajar mengubah miskonsepsi mereka. Oleh demikian, ia dapat menggalakkan pembelajaran yang bermakna di kalangan pelajar.

Daripada rujukan kajian yang telah dibincangkan, bolehlah dirumuskan bahawa:

- (a) Pelajar-pelajar menghadapi kesukaran untuk memindahkan kebolehan pemikiran kritikal kepada situasi yang baru (Dreyfus & Jungwirth, 1980; Krishnaveni, 1988).
- (b) Terdapat pertalian antara kebolehan pemikiran kritikal dengan variabel kognitif yang lain, iaitu kebolehan penaakulan formal dan gaya kognitif pelajar (Krishnaveni, 1988; Bitner, 1991).
- (c) Terdapat strategi-strategi dan program-program sains tertentu yang boleh mempertingkatkan kebolehan pemikiran kritikal pelajar (Story & Brown, 1977; Krishnaveni, 1988; McCune, 1990; Zohar & Tamir, 1993; Kogut, 1996). Strategi-strategi yang memupuk kemahiran pemikiran kritikal boleh diintegrasikan dalam aktiviti pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah.

2.5 Instrumen Mengukur Kemahiran Proses Sains

Ekoran daripada penekanan kemahiran proses sains pada tahun 1960an, pelbagai instrumen telah dibangunkan untuk mengukur pemerolehan kemahiran proses sains di kalangan pelajar. Kaedah paling efektif adalah membekalkan aktiviti "*hands-on*" kepada pelajar agar mereka dapat menggunakan kemahiran proses sains dalam menjalani sesuatu eksperimen. Walau bagaimanapun, kaedah praktikal mengambil masa yang lama, menelan perbelanjaan yang tinggi dan sukar ditadbirkan

ke atas kumpulan pelajar yang ramai. Oleh itu, pelbagai ujian berbentuk kertas dan pensel mula diperkenalkan sebagai pentaksiran alternatif.

Di peringkat sekolah rendah, Dietz dan George (1970) telah membina *Science Problem-Solving Skills Test* untuk menilai kebolehan pelajar gred 1, 2 dan 3 dalam mengenal pasti dan menggunakan kemahiran pemerhatian untuk menyelesaikan sesuatu masalah. Bagi pelajar sekolah rendah yang berada di gred yang lebih tinggi, Molitor dan George (1976) mereka bentuk *Science Process Skills Test* untuk mentaksir kemahiran inkuiri pelajar dalam membuat inferens dan pengesahan.

Shaw (1982) membina instrumen *Objective Reference Evaluation in Science*, ORES untuk mengukur semua jenis kemahiran proses sains yang diutarakan dalam program S-APA. Dengan mentadbirkan ORES ke atas 147 orang pelajar gred 6, beliau mendapati nilai kebolehpercayaan yang diperolehi melalui kaedah belah tengah adalah 0.92.

Pelbagai instrumen untuk mengukur kemahiran proses sains pelajar sekolah menengah juga dibina. Dillashaw dan Okey (1980) membangunkan *Test of Integrated Process Skills*, TIPS yang mengandungi 36 item aneka pilihan untuk digunakan kepada kumpulan pelajar gred 7 hingga peringkat kolej. TIPS direka bentuk khas untuk mentaksir lima jenis kemahiran proses sains bersepada: kemahiran mengenal pasti variabel, mendefinisi secara operasi, mengenal pasti hipotesis yang boleh diuji, mereka bentuk eksperimen dan menginterpretasi data. Berdasarkan kajian ke atas 700 orang pelajar gred 7 hingga gred 12, indeks kebolehpercayaan yang dihitung menggunakan Cronbach Alfa adalah 0.89. Min indeks diskriminasi TIPS

adalah 0.40 manakala purata indeks kesukaran item adalah 53%. TIPS telah dimodifikasi dan dikemaskini oleh Burn, Okey dan Wise pada tahun 1985 dan versi yang terhasil dipanggil *Test of Integrated Process Skill II*, TIPS II (Burn, Okey & Wise, 1985).

Tobin dan Capie (1982) membangunkan *Test of Integrated Science Process*, TISP untuk mentaksir pemerolehan kemahiran proses sains yang berkaitan dengan dua belas langkah penting dalam proses merancang dan mengendalikan sesuatu penyiasatan saintifik di makmal: (a) mengenal pasti variabel tak bersandar dalam sesuatu penyiasatan; (b) mengenal pasti variabel yang boleh mempengaruhi variabel tak bersandar dalam sesuatu penyiasatan; (c) menggunakan skala yang bersesuaian untuk menggambarkan data secara graf; (d) mengenal pasti variabel yang akan dimanipulasi; (e) menunjukkan data kuantitatif secara graf; (f) mengenal pasti variabel yang patut ditetapkan dalam sesuatu penyiasatan; (g) mengenal pasti prosedur yang bersesuaian untuk mengukur atau memanipulasikan variabel tak bersandar dalam sesuatu penyiasatan; (h) membuat interpolasi dan ekstrapolasi data daripada graf; (i) mengenal pasti prosedur yang bersesuaian untuk menetapkan nilai variabel yang telah dikenal pasti dalam sesuatu penyiasatan; (j) mengenal pasti kaedah yang bersesuaian untuk mengukur variabel tak bersandar dalam sesuatu penyiasatan; (k) mengenal pasti data yang menyokong sesuatu hipotesis dan (l) menggunakan data atau mengubahsuaikan sesuatu hipotesis. Tobin dan Capie melaporkan julat koefisien *generalizability* TISP adalah antara 0.77 hingga 0.98, TISP juga dikatakan mempunyai kesahan kandungan dan kesahan konstruk. Mereka mengesyorkan supaya TISP digunakan kepada pelajar sekolah menengah rendah hingga pelajar berperingkat kolej.

Ross dan Maynes (1983) menggubal satu instrumen untuk mengukur kemahiran pelajar gred 7 dan 8 dalam menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan eksperimen. Item dalam instrumen tersebut dibina berasaskan tujuh jenis kemahiran yang biasa diperaktikkan oleh ahli sains dalam menjalani sesuatu eksperimen. Tujuh kemahiran berkenaan meliputi kemahiran membina hipotesis, mereka bentuk eksperimen, menentukan sama ada data yang dikumpul mencukupi atau tidak, merekodkan maklumat, memerhatikan pola dalam data, membuat kesimpulan dan membuat generalisasi. Setiap kemahiran pula dibahagikan kepada tahap yang berbeza mengikut hierarki pembelajaran dalam perkembangan intelektual pelajar.

Padilla, Cronin dan Twiest (1985) menghasilkan satu ujian untuk mengukur enam jenis kemahiran proses sains: membuat pemerhatian, berkomunikasi, mengelas, membuat pengukuran, meramal dan membuat inferens. Ujian berkenaan menekankan penggunaan gambar dan lukisan untuk memerihalkan sesuatu masalah. Instrumen tersebut mengandungi 36 item bercorak aneka pilihan. Nilai KR-20 adalah setinggi 0.82, ia boleh ditadbirkan dalam masa 45 minit untuk pelajar berumur 8 hingga 14 tahun.

Mattheis dan Nakayama (1988) membina ujian *Performance of Process Skills*, POPS untuk pelajar sekolah menengah rendah. Ujian POPS mentaksir kemahiran mengenal pasti soalan eksperimen, mengenal pasti variabel, membina hipotesis, mereka bentuk penyiasatan, menunjukkan data secara graf dan menginterpretasi data. Dengan mentadbirkannya ke atas 1402 orang pelajar di Carolina Utara, nilai KR-20 POPS ialah 0.72 dan ia dapat diselesaikan dalam masa 25 minit.

Dalam konteks tempatan, Chan (1984) membangunkan satu ujian kertas dan pensel untuk mengukur tahap pemerolehan kemahiran proses sains di kalangan pelajar sains Tingkatan IV. Ujian tersebut mengandungi 18 item yang digunakan untuk mengukur enam kemahiran proses sains: mengawal variabel, mereka bentuk eksperimen, membuat pengukuran, menggunakan perhubungan nombor, berkomunikasi dan menginterpretasi data. Dalam ujian berkenaan, pelajar dikehendaki memberi jawapan pendek kepada setiap item. Indeks kebolehpercayaan yang diperolehi melalui kaedah uji dan uji kembali adalah 0.71.

Lee (1991) membina *Science Process Skill Test* (SPST) yang terdiri daripada 36 soalan untuk mentaksir pemerolehan kemahiran proses sains pelajar Tingkatan II. Enam kemahiran proses sains yang diukur termasuklah kemahiran membuat pemerhatian, berkomunikasi, membuat pengukuran, membina hipotesis, menginterpretasi data dan mengawal variabel. Julat nilai koefisien KR-20 untuk setiap jenis kemahiran individu proses sains adalah dari 0.42 hingga 0.84.

Tan (1993) mereka bentuk *Test of Integrated Science Process Skills II*, TISPS II untuk mengukur pemerolehan kemahiran proses sains bersepada pelajar sains Tingkatan IV. Kebanyakan item dalam TISPS II diadaptasi daripada *Test of Integrated Process Skills* (TIPS) yang dibangunkan oleh Dillashaw dan Okey pada tahun 1980, sebahagian item pula dimodifikasi atau dibina oleh Tan berdasarkan pelbagai sumber rujukan. Kandungan TISPS II merangkumi pelbagai bidang sains dan tidak terikat kepada sesuatu disiplin sains yang khusus. TISPS II mengandungi 36 item beraneka pilihan yang mengemukakan empat cadangan jawapan untuk menilai lima jenis kemahiran proses sains, iaitu membina hipotesis, mendefinisi

secara operasi, mengawal variabel, mereka bentuk eksperimen dan menginterpretasi data. Analisis item menunjukkan min indeks fasiliti untuk item dalam TISPS II adalah 64.19% manakala min indeks diskriminasi mencatatkan nilai 0.42. Dengan menggunakan kaedah uji dan uji kembali ke atas 33 orang pelajar yang dipilih secara rawak, pekali korelasi Pearson yang diperolehi ialah 0.82. Kesahan kandungan TISPS II telah diperolehi melalui persetujuan satu panel yang terdiri daripada pensyarah pendidikan sains, pegawai kurikulum sains dan guru sains yang berpengalaman. Dengan menggunakan formula Kuder-Richardson, KR-20, Tan mengukur nilai kebolehpercayaan bagi kelima-lima jenis kemahiran individu proses sains dalam TISPS II. Julat nilai koefisien KR-20 yang diperolehi adalah dari 0.385 hingga 0.637. Jadual 2.1 menunjukkan nilai KR-20 untuk setiap jenis kemahiran individu proses sains. Memandangkan TISPS II mempunyai nilai kebolehpercayaan yang sederhana tinggi dan kesahan kandungannya, TISPS II telah dipilih untuk mengukur pemerolehan kemahiran proses sains pelajar dalam kajian ini.

Jadual 2.1

Koefisien KR-20 Kemahiran Individu Proses Sains TISPS II

Kemahiran Individu Proses Sains	Koefisien KR-20
Membina hipotesis	0.385
Mendefinisi secara operasi	0.468
Mengawal variabel	0.629
Mereka bentuk eksperimen	0.637
Menginterpretasi data	0.409

Tan (1997) menghasilkan *Test of Integrated Process Skills in Science for Malaysian Students* (TIPSS-MS) untuk mengukur kemahiran proses sains bersepadu pelajar sains Tingkatan IV di sebuah sekolah perempuan berasrama penuh. TIPSS-MS mengandungi 30 item yang berformat aneka pilihan, lima kemahiran proses sains bersepadu diuji, iaitu kemahiran membina hipotesis, mendefinisi secara operasi, mengawal variabel, mereka bentuk eksperimen dan menginterpretasi data. Nilai pekali korelasi Pearson dilaporkan setinggi 0.80. Ketekalan dalaman untuk setiap subskala dalam TIPSS-MS adalah sederhana tinggi, iaitu dari 0.43 hingga 0.70.

Daripada tinjauan kajian yang diberikan di atas, dapatlah disimpulkan bahawa penggunaan ujian kertas dan pensel untuk mentaksir kemahiran proses sains di kalangan pelajar adalah berleluasa. Penggunaan pendekatan sedemikian telah diakui sebagai teknik yang mudah ditadbirkan dan menjimatkan perbelanjaan.

2.6 Pemerolehan Kemahiran Proses Sains Di Kalangan Pelajar

Dengan adanya instrumen pengukur kemahiran proses sains yang mempunyai indeks kebolehpercayaan dan kesahan yang tinggi, pelbagai kajian telah dilakukan untuk menyiasat tahap pemerolehan kemahiran proses sains di kalangan pelajar. Padilla, Okey dan Dillashaw (1983) meninjau hubungan antara kemahiran proses sains dan kebolehan pemikiran formal. Mereka menggunakan *Test of Integrated Process Skills*, TIPS untuk mentaksir tahap pemerolehan kemahiran proses sains di kalangan 491 orang pelajar gred 7 hingga gred 12. Daripada analisis data, mereka mendapati pelajar dari gred yang lebih tinggi menunjukkan prestasi yang lebih baik

daripada pelajar gred rendah. Min skor yang diperolehi dalam TIPS bertambah daripada 19.68 pada gred 7 kepada 24.56 pada gred 12.

Mattheis et al. (1992) membandingkan kemahiran proses sains pelajar sekolah menengah rendah di Carolina Utara dan Jepun. Seramai 3291 orang pelajar Carolina Utara dan 4397 orang pelajar Jepun telah terlibat dalam kajian tersebut. *Test of Integrated Process Skills II*, TIPS II digunakan untuk mengukur kemahiran proses sains pelajar. Dapatan kajian menunjukkan bahawa pelajar Jepun mempunyai pencapaian yang lebih tinggi berbanding dengan pelajar Carolina Utara. Peratus min keseluruhan kemahiran proses sains bersepadu pelajar Jepun adalah 60.9%; Bagi pelajar Carolina Utara, peratus min mencatatkan angka 48.2%. Pelajar Jepun mempunyai penguasaan yang nyata lebih cemerlang daripada pelajar Carolina Utara dalam kemahiran mengenal pasti variabel, mendefinisi secara operasi dan kemahiran menginterpretasi data daripada graf. Menurut Mattheis et al., perbezaan pemerolehan kemahiran proses sains di antara pelajar Carolina Utara dengan pelajar Jepun adalah disebabkan oleh (a) perbezaan genetik dalam kebolehan pelajar; (b) perbezaan dalam kurikulum sekolah rendah; (c) kualiti guru; (d) pengaruh keluarga ke atas pencapaian pelajar; (e) tempoh masa persekolahan; (f) “*Juku*” atau sesi pengajaran selepas waktu persekolahan di Jepun; (g) latihan praperkhidmatan dan dalam perkhidmatan guru dan (h) strategi pengajaran yang berlainan.

Terdapat juga beberapa kajian yang dijalankan oleh penyelidik tempatan tentang pemerolehan kemahiran proses sains pelajar sekolah menengah di Malaysia. Chan (1984) menjalankan satu kajian untuk meninjau sejauh mana pelajar memperolehi kemahiran proses sains seperti mana yang diuraikan dalam kurikulum

sains Malaysia. Beliau menggunakan 243 orang pelajar sains Tingkatan IV dari lima buah sekolah di Kota Bharu. Enam jenis kemahiran proses sains yang diuji adalah mengawal variabel, mereka bentuk eksperimen, membuat ukuran, perhubungan nombor, berkomunikasi dan menginterpretasi data. Penilaian dilakukan dengan menggunakan dua jenis instrumen yang berbeza, iaitu *Paper and Pencil Test* (PPT) dan *Individual Practical Assessment* (IPA). Dapatan kajian menunjukkan hanya 6.2% jumlah sampel mampu menguasai semua kemahiran individu proses sains, 4.5% gagal menguasai mana-mana kemahiran dan hampir 60% pelajar menguasai dua hingga empat jenis kemahiran individu proses sains. Peratusan pelajar yang menguasai kemahiran berkomunikasi paling tinggi (88.9%) manakala kemahiran mengawal variabel dan mereka bentuk eksperimen paling sukar diperolehi, masing-masing mencatatkan peratusan sebanyak 36.6% dan 34.6% sahaja.

Lee (1991) menyiasat hubungan antara pemerolehan kemahiran proses sains dengan tahap perkembangan kognitif pelajar. Sampel kajian terdiri daripada 244 orang pelajar Tingkatan II dari dua buah sekolah di Selangor, iaitu sebuah sekolah bandar dan sebuah sekolah lagi terletak di luar bandar. Beliau mentadbirkan *Science Process Skill Test* yang direkabentuk khas untuk mengukur kemahiran proses sains pelajar. Dapatan kajian menunjukkan urutan kemahiran proses sains yang berjaya dikuasai oleh subjek adalah berkomunikasi > membuat pemerhatian > membuat pengukuran = membina hipotesis > menginterpretasi data > mengawal variabel. Kemahiran berkomunikasi paling mudah dikuasai manakala kebolehan mengawal variabel adalah kemahiran yang paling sukar diperolehi oleh pelajar Tingkatan II. Di samping itu, beliau mendapati pelajar sekolah bandar mendapat min skor yang lebih

tinggi daripada rakan mereka di sekolah luar bandar. Beliau menyimpulkan bahawa perbezaan ini wujud disebabkan oleh tahap sosio ekonomi pelajar yang berlainan.

Tan (1993) menjalankan kajian untuk menentukan pemerolehan kemahiran proses sains bersepadu oleh pelajar sains Tingkatan IV dan pertaliannya dengan gaya kognitif mereka. Seramai 233 orang pelajar dari enam buah sekolah menengah di sekitar Petaling Jaya, Selangor Darul Ehsan telah mengambil bahagian dalam kajiannya. Ujian Kemahiran Proses Sains Bersepadu II (TISPS II) digunakan untuk mengukur pemerolehan kemahiran proses sains. Dapatan kajian menunjukkan pencapaian pelajar dalam TISPS II mencatatkan peratus min setinggi 61.97%. Peratus min pelajar dalam kemahiran membuat hipotesis, mendefinisi secara operasi, mengawal variabel, mereka bentuk eksperimen dan menginterpretasi data adalah 53.89%, 58.67%, 61.89%, 65.83% dan 73.5% masing-masing. Beliau juga mendapati hanya 41.6% pelajar yang berjaya menguasai keseluruhan kemahiran proses sains bersepadu yang diuji.

Kajian Ho (1997) bertujuan untuk menentukan tahap inkuiри aktiviti dalam buku teks sains Tingkatan II dan perkaitannya dengan pemerolehan kemahiran proses sains di kalangan pelajar. Kajian ini melibatkan 200 orang pelajar Tingkatan II dari tujuh buah sekolah yang menggunakan buku teks sains yang berlainan. *Test of Science Process Skills* (TSPS) dibentuk untuk menilai tahap pemerolehan proses sains pelajar dalam enam jenis kemahiran proses sains. Daripada jumlah skor keseluruhan TSPS (45 mata), min skor yang diperolehi oleh pelajar adalah 29.7 dan sisihan piawai ialah 6.7 mata. Tahap pemerolehan pelajar dalam kemahiran mengawal variabel adalah paling rendah; daripada jumlah 7 mata yang diperuntukkan untuk kategori

tersebut, min skor pelajar hanya 2.8 mata. Kemahiran berkomunikasi memberikan peratus min skor yang tertinggi (75.7%), ini diikuti dengan membuat ramalan (75.0%), menginterpretasi dapatan dan membuat kesimpulan (73.8%), membina hipotesis (70.0%), membuat pemerhatian (68.6%) dan mengawal variabel (40.0%).

Tan (1997) mengkaji hubungan antara persepsi persekitaran makmal sebenar dan kemahiran proses sains bersepadu. Beliau menjalankan kajian ke atas 113 orang pelajar sains Tingkatan IV di sebuah sekolah perempuan berasrama penuh di Negeri Sembilan. Beliau mendapati peratus min kemahiran proses sains yang dicapai oleh pelajar dalam susunan menurun ialah menginterpretasi data, mereka bentuk eksperimen, membina hipotesis, mendefinisi secara operasi dan mengawal variabel, masing-masing mencatatkan peratus min sebanyak 79.00%, 78.20%, 73.30%, 62.00% dan 55.20%. Peratus min bagi keseluruhan kemahiran proses sains adalah 69.54%. Peratus min yang diperolehi adalah lebih tinggi berbanding dengan kajian tempatan yang lain kerana subjek yang terlibat adalah dari sekolah yang mempunyai pencapaian akademik yang tinggi.

Secara am, kajian menunjukkan terdapat variasi dalam pemerolehan kemahiran proses sains mengikut umur dan latar belakang pelajar. Kajian tempatan menunjukkan bahawa penguasaan kemahiran proses sains di kalangan pelajar Malaysia adalah di tahap yang agak rendah, kebanyakan pelajar tidak mampu menguasai kemahiran proses sains aras tinggi, misalnya mengawal variabel dan membina hipotesis. Keadaan sedemikian berlaku mungkin disebabkan oleh amalan aktiviti makmal yang dijalankan di sekolah. Kajian Chan (1984) dan Lee (1991) menunjukkan bahawa kegiatan praktikal yang diadakan adalah berbentuk “cook-

book" yang memfokuskan pengesahan fakta dan berpusatkan guru. Aktiviti makmal yang dilaksanakan hanya melatih kemahiran manipulatif pelajar dan menolong mereka memperolehi kemahiran proses sains aras rendah.

2.7 Kebolehan Pemikiran Kritikal Dan Kemahiran Proses Sains

Sorensen (1967) menganalisis perubahan pemikiran kritikal antara kumpulan pelajar yang mengikuti pengajaran berpusatkan aktiviti makmal dengan kumpulan pelajar yang didedahkan kepada pengajaran bercorak syarahan-demonstrasi. Sebanyak 20 buah kelas "*intact*" dari sekolah-sekolah tinggi di bandar Salt Lake dipilih secara rawak untuk mengikuti kajian ini. 10 buah kelas didedahkan kepada pengajaran berbentuk syarahan-demonstrasi manakala 10 buah kelas yang lain mengikuti pengajaran berpusatkan aktiviti makmal. Daripada hasil analisis, penyelidik mendapati perubahan kebolehan pemikiran kritikal dan pemahaman pelajar dalam sains untuk kumpulan yang mengikuti pengajaran berpusatkan aktiviti makmal adalah signifikan (pada paras 0.005). Ini bermakna jika pelajar-pelajar diberi peluang mengaplikasikan kemahiran proses sains dalam menjalani aktiviti makmal, kebolehan pemikiran kritikal mereka dapat diperkembangkan.

Charen (1970) membandingkan keberkesanan dua jenis aktiviti makmal terhadap kebolehan pemikiran kritikal pelajar-pelajar sekolah tinggi di Colorado dan New Jersey. Aktiviti makmal yang dikaji ialah (a) aktiviti makmal tradisional, di mana pelajar menjalani eksperimen mengikut stail "*kitchen-type*"; (b) aktiviti makmal yang direkabentuk oleh MCA (*Manufacturing Chemists' Association*), ia terdiri

daripada 31 jenis eksperimen yang terbuka dan mencabar pemikiran kritikal pelajar. Dapatan kajian menunjukkan bahawa tiada perbezaan signifikan antara kedua-dua jenis aktiviti makmal terhadap kebolehan pemikiran kritikal pelajar. Penyelidik menyatakan bahawa ini adalah kerana masa rawatan yang digunakan dalam kajian adalah terlalu pendek. Pendedahan jangka masa pendek pelajar kepada teknik eksperimen baru menimbulkan fenomena gangguan (*phenomenon of interference*). Pelajar tidak mempunyai masa yang mencukupi untuk membiasakan diri dan mengintegrasikan teknik baru berkenaan. Maka, ia tidak memberi kesan kepada kebolehan pemikiran kritikal pelajar.

Dapatan yang sama juga diperolehi oleh Stekel (1971) yang meninjau keberkesanan program makmal tradisional dengan program makmal terbuka di kalangan 186 orang pelajar kolej sains fizikal. Dapatan menunjukkan bahawa tiada perbezaan signifikan dalam kebolehan pemikiran kritikal, sikap terhadap sains dan ingatan pelajar tentang konsep-konsep sains.

Bostic (1989) menjalankan kajian berkaitan dengan gaya kognitif di kalangan 99 orang pelajar gred 11 di Texas Barat. Untuk menilai kegunaan gaya kognitif dalam pendidikan, analisis regresi berganda telah dijalankan untuk menentukan sama ada gaya kognitif, tahap perkembangan kognitif dan kebolehan pemikiran kritikal pelajar dapat digunakan untuk meramal pemahaman kemahiran proses sains pelajar. Daripada hasil analisis, didapati gaya kognitif menyumbangkan 38% jumlah varians dalam pemahaman proses sains. Akan tetapi, bila tahap perkembangan kognitif dan kebolehan pemikiran kritikal diambil kira, sumbangan gaya kognitif jatuh kepada 3% sahaja. Penyelidik juga melaporkan bahawa kebolehan pemikiran kritikal memberi

sumbangan sebanyak 60% kepada jumlah varians pemahaman kemahiran proses sains pelajar. Ini menunjukkan bahawa kebolehan pemikiran kritikal merupakan peramal yang baik kepada pemahaman kemahiran proses sains pelajar. Pelajar yang mempunyai kebolehan pemikiran kritikal tinggi berkecenderungan memperoleh kemahiran proses sains yang tinggi, dan sebaliknya.

Ferguson dan Vazques-Abad (1995) menjalankan penyelidikan perintis tentang pertalian antara pemikiran kritikal pelajar dengan kemahiran proses sains di kalangan pelajar. Dalam kajian mereka, *California Critical Thinking Disposition Inventory*, CCTDI digunakan untuk mengukur penguasaan pelajar dalam tujuh jenis disposisi pemikiran kritikal: menentukan kebenaran, berfikiran terbuka, berfikiran analitis, bersikap sistematik, berkeyakinan diri, sikap ingin mengambil tahu dan kematangan. Kemahiran proses sains ditaksir dengan *Test of Integrated Process Skills II*, TIPS II (Burn, Okey & Wise, 1985). Mereka menjalankan kajian ke atas 346 orang pelajar gred 7 pada awal dan akhir tahun persekolahan. Dapatan kajian menunjukkan bahawa tiada pertalian signifikan antara disposisi pemikiran kritikal dengan pemerolehan kemahiran proses sains pelajar. Mereka berpendapat bahawa keadaan ini berlaku kerana kedua-dua instrumen yang digunakan mengukur konstruk yang berbeza. CCTDI mengukur konstruk afektif manakala TIPS II mentaksir konstruk kemahiran kognitif, maka wujudnya ketidakselarasan di antara kedua-dua jenis instrumen.

Berdasarkan hasil kajian Ferguson dan Vasques-Abad (1995), maka timbulnya satu keperluan untuk menentukan sama ada terdapat pertalian antara kemahiran kognitif pemikiran kritikal pelajar dan pemerolehan kemahiran proses sains mereka.

Kajian ini telah memilih dua jenis instrumen yang mengukur konstruk kemahiran kognitif iaitu (a) *Watson-Glaser Critical Thinking Appraisal*, WGCTA (Ujian Pemikiran Kritikal Watson-Glaser) untuk mengukur kemahiran kognitif pemikiran kritikal pelajar; (b) *Test of Integrated Science Process Skills II*, TISPS II (Ujian Kemahiran Proses Sains Bersepadu II) yang direkabentuk oleh Tan (1993) untuk menilai tahap pemerolehan kemahiran proses sains pelajar sains tulen Tingkatan IV.