

PROSIDING SEMINAR KEBANGSAAN SAINS, TEKNOLOGI & SAINS SOSIAL

27 ~ 28 MEI 2002

HOTEL VISTANA, KUANTAN, PAHANG

Anjuran :



**Universiti Teknologi MARA
Cawangan Pahang**

Dengan Kerjasama



**Kerajaan
Negeri Pahang Darul Makmur**

JILID 2



PENTA'AKULAN SAINTIFIK DAN PENCAPAIAN PELAJAR-PELAJAR SAINS UiTM: PERBANDINGAN ANTARA JANTINA

HAMIDAH BINTI MAIDINSAH¹, MERZA BIN ABBAS²

¹Fakulti Teknologi Maklumat & Sains Kuantitatif, Universiti Teknologi MARA, Shah Alam

²Pusat Teknologi Pengajaran dan Multimedia, Universiti Sains Malaysia.

ABSTRAK

Pemikiran saintifik adalah salah satu kemahiran berfikir yang perlu dimiliki terutamanya oleh generasi muda hari ini bagi mendukung wawasan 2020. Ia sejajar dengan hasrat pembangunan negara untuk melahirkan lebih ramai saintis, pekerja yang pandai mengurus pengetahuan dan cekap menta'akul. Anton E. Lawson telah membahagikan perkembangan penta'akulan saintifik kepada 2 tahap kematangan: iaitu tahap Empiriko-Induktif (EI) dan Hipotetiko-Deduktif (HD). Satu ujian penta'akulan saintifik (PESA) telah diadakan kepada pelajar-pelajar sains UiTM. Hasil kajian mendapati lebih kurang 25.6 % pelajar di tahap EI, 59.6 % di tahap peralihan dan 14.6 % di tahap HD. Keputusan ini menunjukkan bahawa masih ramai di kalangan pelajar sains UiTM berfungsi jauh di bawah potensi kognitif mereka yang sepatutnya. Terdapat perbezaan bererti ($p=0.001$) antara min pencapaian PESA bagi pelajar lelaki ($n=50$) berbanding pelajar perempuan ($n=96$). Adalah menjadi satu agenda penting kepada para pendidik untuk menitikberatkan dan menilai tahap perkembangan kognitif pelajar. Dapatan ini menggesa para pendidik untuk mengkaji semula kaedah pengajaran, bahan pengajaran dan bentuk penilaian yang dapat menerapkan kemahiran saintifik dan mempercepatkan kematangan pemikiran saintifik pelajar.

Kata kunci: Kognitif, penta'akulan saintifik, Empiriko-Induktif, Hipotetiko-Deduktif, dan pemikiran aras tinggi.

PENGENALAN

Dalam abad ke-21 ini, Ekonomi Baru dunia berkembang pesat dalam aliran sains dan teknologi dan globalisasi. Malaysia memerlukan lebih ramai pakar sains dan tenaga mahir yang berfikiran saintifik untuk meneroka dan mencipta produk-produk baru bagi menjana ekonomi disamping mempunyai daya saing di peringkat antarabangsa. Sistem pendidikan sains hari ini merupakan penjana kualiti pelajar yang akan dilahirkan untuk menghadapi era sains dan teknologi yang lebih mencabar nanti. Keseluruhan sistem pendidikan perlu fokus kepada kefahaman dan kemahiran berfikir serta tidak terlalu berorientasikan peperiksaan ((19); (20); (22)). Adalah penting bagi para pelajar menghayati keindahan sains, suka meneroka, inovatif dan aktif berfikir dan belajar bagaimana untuk belajar.

Masalah minat terhadap sains merupakan masalah sejagat. Di Malaysia, minat pelajar terhadap sains dilaporkan semakin menurun bermula di peringkat rendah lagi. Manakala penglibatan pelajar dalam bidang sains dan teknologi turut menurun (6). Statistik menunjukkan hanya hampir 33% pelajar tingkatan 4 mengambil aliran sains dan teknologi. Dalam kajian TIMSS 1999 (Third International Mathematics and Science Study) ke atas pelajar tingkatan dua, Malaysia menduduki tempat ke-16 bagi matematik dan tempat ke-22 bagi sains daripada jumlah 38 negara yang mengambil bahagian (3). Pencapaian mata pelajaran sains seperti Fizik, Kimia, Biologi, Matematik Teras dan Matematik Tambahan juga menurun dalam peperiksaan SPM 2001 baru-baru ini. Pelajar-pelajar Malaysia yang lemah dalam sains dikatakan belum bersedia dalam pemikiran kreatif, kritis dan pemikiran aras tinggi (1).

Beberapa langkah mengatasi masalah terhadap pendidikan sains telah diadakan oleh pihak Kementerian, kurikulum dan guru. Kementerian telah menetapkan sasaran untuk mencapai nisbah 60:40 pelajar sains dan sastera menjelang 2010. Ia bagi memastikan negara dapat menyediakan cukup tenaga mahir dalam sains dan teknologi yang menjadi asas kepada perkembangan aktiviti k-ekonomi. Pelajaran sains akan diperkenalkan kepada pelajar sekolah rendah tahap 1 mulai tahun 2003. Pendedahan awal di sekolah rendah memberi kesan yang kukuh terhadap kefahaman dan minat pelajar di peringkat menengah dan lanjutan. Dari aspek pengajaran dan pembelajaran, kaedah penemuan dan inkuiri ditekankan bagi memupuk pemikiran kreatif, kritis (KBKK) dan dapat berfikir pada aras tinggi berbanding dengan kaedah tradisional yang banyak tertumpu kepada hafalan fakta dan menghabiskan silibus dengan cepat. Kemahiran saintifik yang meliputi proses sains dan manipulatif turut di terapkan dalam pembelajaran sains (13). Proses sains termasuklah kemahiran menghuraikan fenomena dengan jelas, mengkaji dan memahami alam,

menjelaskan pemerhatian, menjana ujikaji untuk pembuktian, membuat deduksi hasil ujikaji, mengumpul dan menganalisa data dan membuat kesimpulan rasional. Penilaian tentang kerja amali telah diperkenalkan pada tahun 1999 melalui Pentaksiran kerja Amali (PEKA) untuk mengukur tahap penguasaan kemahiran sains.

Pembelajaran sains tidak harus terbatas kepada mengetahui dan menghafal hukum, rumus dan konsep sahaja. Lulus dalam peperiksaan tidak semestinya bermakna pelajar telah mempunyai kemahiran berfikir ((2);(23)). Korelasi antara pencapaian mata pelajaran sains dan matematik SPM dengan ujian pemikiran saintifik adalah sederhana (9). Kertas kerja ini bertujuan untuk melihat sejauh mana pencapaian pemikiran aras tinggi dari aspek penta'akulan saintifik dan menganalisa perbandingan pencapaian antara jantina pelajar aliran sains UiTM.

LATAR BELAKANG

Kesediaan mental memainkan peranan yang penting dalam pemahaman dan tumpuan dalam pembelajaran (10). Kematangan kognitif selaras dengan tahap kesukaran bahan pembelajaran yang digunakan membantu menarik minat dan memudahkan pemahaman. Perkembangan tahap kognitif yang rendah turut mendorong kepada masalah pembelajaran, kelemahan dan kegagalan pencapaian akademik.

Teori perkembangan kognitif Menurut teori Piaget (21), perkembangan kognitif manusia terbahagi kepada 4 peringkat: deria motor: 0-18 bulan, pra operasi: 18 bulan-7 tahun, operasi konkrit: 7-12 tahun dan operasi formal: 12-16 tahun. Perbezaan utama antara operasi konkrit dan formal ialah kebolehan menta'kul secara abstrak. Dalam operasi konkrit pelajar boleh berfikir secara logik sekiranya diberi contoh dan bahan yang konkrit. Operasi formal merupakan tahap teratas perkembangan kognitif manusia. Pada tahap tersebut pelajar atau orang dewasa boleh berfikir secara rasional, menggunakan logik induktif dan deduktif secara abstrak. Para pelajar sekolah menengah dianggap berada di tahap operasi konkrit atau formal.

Taksonomi Pemikiran Saintifik Berasaskan teori Piaget, Anton E. Lawson telah memperincikan perkembangan kognitif formal dari aspek pentaakulan induktif dan deduktif kepada corak pemikiran saintifik (15). Menurut Lawson, terdapat 4 peringkat dalam corak pemikiran manusia: Empirikal: 0-18 bulan, Hipotetikal: 18 bulan-7 tahun, Empiriko-Induktif,EI: 7-12 tahun dan Hipotetiko-Deduktif,HD: 12 tahun-dewasa. Kemahiran kognitif pada tahap EI dan HD disamakan seperti operasi konkrit dan operasi formal dalam teori Piaget. Dalam penyelesaian masalah, terdapat 3 corak utama pemikiran EI iaitu: pengkelasan pemerhatian, penta'akulan pengekal "conservation reasoning" dan penyusunan bersiri dan tertib, hubungan satu-ke-satu. Pada peringkat EI pemahaman dan penggunaan konsep adalah secara huraian dan merujuk kepada objek konkrit, peristiwa atau situasi yang lazim. Aplikasi algoritma atau rumus yang dihafal dalam menyelesaikan sesuatu masalah juga termasuk dalam tahap EI. Manakala corak pemikiran HD boleh berlaku secara inferensi dan penggunaan konsep secara teoritikal. Corak pemikiran HD merangkumi kombinatorik, pengawalan pembolehubah, perkadaran, kebarangkalian dan perhubungan. Elemen dalaman yang membezakan antara EI dan HD ialah reflektif abstrak. Pengabstrakan reflektif ialah kebolehan menta'kul secara abstrak dan teoritikal tanpa bantuan konkrit (18).

Pemikiran EI diselaraskan sebagai pemikiran aras rendah yang terdapat di dalam Taksonomi Bloom melibatkan peringkat pengetahuan, kefahaman dan aplikasi (4). Manakala peringkat analisis, sintesis dan penilaian dalam aras pemikiran tinggi merupakan tahap HD. Perkembangan kognitif ke tahap formal atau HD merupakan faktor penting dalam pencapaian sains dan akademik pelajar IPT ((8); (14); (17)). Pelajar yang berfungsi jauh di bawah tahap kematangan kognitif yang sepatutnya menghadapi kesukaran memahami dan mudah hilang minat terhadap pelajaran. Akibatnya, mereka hanya menghafal untuk peperiksaan dan gagal menggunakan ilmu yang dipelajari untuk situasi-situasi baru (16).

METODOLOGI

Populasi kajian ialah pelajar aliran sains dalam jurusan Sains Komputer, semester 1 di UiTM Shah Alam dan Pahang. Kelas-kelas dipilih secara rawak dan seramai 146 pelajar terdiri daripada 50 lelaki dan 96 perempuan dijadikan sampel.

Ujian Pemikiran Saintifik (PESA) Ujian PESA terdiri daripada 12 item yang merangkumi 6 komponen penta'akulan. Lima komponen HD (perkadaran, pengawalan pembolehubah, kombinatorik, kebarangkalian

dan hubungan) dan 1 komponen EI (pengekal) diuji. Setiap komponen mengandungi 2 soalan, yang berbeza tahap kesukaran. Ujian tersebut telah diadaptasikan daripada Lawson (15) dan Tobin dan Capie (24) dan diterjemahkan ke dalam Bahasa Malaysia. Dalam ujian PESA tiada sebarang rumus matematik atau sains tertentu yang perlu dihafal untuk menyelesaikan masalah. Ujian kertas dan pensil ini memerlukan pelajar memberi sebab atau penjelasan untuk menyokong jawapan yang diberi. Tiada markah diberikan sekiranya salah satu jawapan atau penjelasan adalah salah. Kedua-dua jawapan dan penjelasan perlu betul untuk mendapat 1 markah. Cara penilaian demikian bertujuan untuk mengelakkan pelajar dari meneka. Masa selama lebih kurang 1 jam diperuntukan untuk ujian PESA. Walau bagaimana pun tiada had masa yang ditetapkan. Ujian diadakan di dalam bilik kuliah mengikut jadual waktu kelas yang ditentukan. Data kuantitatif dianalisa menggunakan perisian statistik SPSS 10.0 (7).

DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN

Indeks kebolehppercayaan bagi kesemua 12 item PESA untuk 146 pelajar ialah $\alpha=0.6$. Berdasarkan Jadual 1, min pencapaian setiap item ialah 0.51 dan min bagi keseluruhan ujian PESA ialah 6.14. Pelajar lelaki mencatatkan min PESA yang lebih tinggi (6.94) daripada pelajar perempuan (5.73). Item perkadaran mencatatkan min tertinggi (kadar1=0.7) antara keenam-enam komponen yang diuji. Item yang terendah ialah korelasi (korel10=0.05). Perbezaan yang ketara wujud dalam komponen korelasi (korel10=0.89, korel11=0.05) dan kombinatorik (kombi7=0.89, kombi8=0.26). Pencapaian sederhana dan konsisten wujud dalam komponen pengawalan pembolehubah (kawal3=0.54, kawal4=0.55). Pencapaian kurang daripada 50% terdapat pada item kebarangkalian (kebar6=0.36), kombinatorik (kombi8=0.26), korelasi (korel10=0.05) dan pengekal (kekal12=0.34). Keempat-empat item tersebut berada pada tahap kesukaran yang lebih tinggi berbanding dengan item yang satu lagi dalam komponen masing-masing.

Jadual 1. Min dan peratus pencapaian item-tem PESA mengikut jantina.

item	min	bil. L	% L	bil. P	% P	jumlah	%
kadar1	0.70	38	76.0	64	66.7	102	69.9
kadar2	0.60	34	68.0	54	56.3	79	60.3
kawal3	0.54	34	68.0	46	46.9	80	54.1
kawal4	0.55	34	68.0	47	47.9	80	54.8
kebar5	0.51	28	56.0	47	47.9	74	50.7
kebar6	0.36	21	42.0	34	33.3	53	36.3
kombi7	0.89	46	92.0	89	87.5	138	89.0
kombi8	0.26	17	34.0	24	21.9	41	26.0
korel9	0.73	36	72.0	75	74.0	107	73.3
korel10	0.05	2	4.0	6	6.30	8	5.50
kekal11	0.60	35	70.0	55	55.2	88	60.3
kekal12	0.34	22	44.0	29	29.2	50	34.2
PESA	6.14	50	69.4	96	57.3	146	61.4

L = lelaki, P = perempuan

Ujian-t sampel bebas digunakan untuk menguji perbezaan min pencapaian pelajar lelaki dan perempuan bagi ujian PESA. Keputusan menunjukkan terdapat perbezaan bererti ($p=0.02$) antara min pelajar lelaki dan perempuan. Pelajar lelaki dikatakan lebih matang dalam penta'akulan saintifik berbanding pelajar perempuan dalam kajian ini. Walaupun pelajar perempuan sering dikaitkan sebagai kumpulan yang lebih baik pencapaian akademik berbanding pelajar lelaki, namun bagi kumpulan kajian ini, pelajar lelaki menunjukkan tahap kematangan penta'akulan yang lebih tinggi daripada pelajar perempuan. Berkemungkinan terdapat aktiviti kognitif lain yang turut menyumbang kepada perbezaan pencapaian PESA antara lelaki dan perempuan. Ini adalah berdasarkan ujian bukan parametrik Mann-Whitney bagi gred matematik dan sains SPM. Walaupun tiada perbezaan bererti dalam gred Matematik Teras, Matematik Tambahan, Kimia dan Biologi antara pelajar lelaki dan perempuan namun terdapat perbezaan bererti ($p=0.001$) dalam pencapaian Fizik. Oleh itu pencapaian dalam mata pelajaran Fizik boleh dikaitkan dengan perkembangan corak pemikiran saintifik.

Jadual 2 menunjukkan taburan jumlah markah yang diperolehi bagi pelajar lelaki dan perempuan. Tiada pelajar yang mendapat markah sifar dan markah penuh 12. Pencapaian PESA menunjukkan majoriti pelajar

berada di tahap peralihan ($n=89$, 61%). Hanya sebahagian kecil daripada pelajar ($n=22$, 15.1%) yang telah mencapai tahap formal atau HD dan masih ramai yang berada di tahap konkrit atau EI ($n=35$, 24.0%).

Seramai 29.2% pelajar perempuan berada di tahap EI berbanding dengan 14% lelaki. Peratus pelajar lelaki lebih banyak daripada perempuan di tahap peralihan (lelaki=68%, perempuan 57.3%) dan HD (lelaki=18%, perempuan=13.5%). Statistik ini menunjukkan bahawa peratus pelajar perempuan di tahap operasi konkrit atau EI lebih ramai berbanding dengan lelaki. Dalam hal ini, boleh disimpulkan pelajar lelaki dalam kajian mempunyai tahap perkembangan pen'aaakulan saintifik yang lebih baik daripada pelajar perempuan.

Jadual 2. Markah pencapaian PESA mengikut tahap penta'akulan EI, peralihan dan HD.

markah	bil. L	% L	bil. P	% P	jumlah	%
0	0	0.0	0	0.0	0	0.0
1	1	0.7	0	0.0	1	1.0
2	8	5.5	1	2.0	7	7.3
3	13	6.8	1	2.0	9	9.4
4	17	11.0	5	10.0	11	11.5
EI: $\Sigma =$	35	24.0	7	14.0	28	29.2
5	26	17.8	6	12.0	20	20.8
6	18	12.3	5	10.0	13	13.5
7	23	15.8	10	20.0	13	13.5
8	22	15.1	13	26.0	9	9.4
Peralihan: $\Sigma =$	89	61.0	34	68.0	55	57.3
9	12	8.2	4	8.0	8	8.3
10	7	4.8	3	6.0	4	4.2
11	3	2.1	2	4.0	1	1.0
12	0	0.0	0	0.0	0	0.0
HD: $\Sigma =$	22	15.1	9	18.0	13	13.5

Min markah bagi setiap komponen dibuat bandingan antara pelajar lelaki dan perempuan di dalam Jadual 3. Di kalangan pelajar EI, markah terendah ialah komponen pengawalan pembolehubah (kawal=0.26), diikuti oleh kebarangkalian (kebar=0.29). Komponen tertinggi ialah kombinatorik (kombi=1.03). Hanya komponen kombinatorik mencatat markah lebih daripada 1.

Jadual 3. Min markah setiap komponen PESA mengikut jantina dan tahap PESA

	PESA	kadar	kawal	kebar	kombi	korel	kekal
Jantina							
EI:	L	0.86	0.29	0.43	0.86	0.71	0.43
	P	0.57	0.29	0.21	1.07	0.61	0.32
Jumlah min		0.63	0.29	0.26	1.03	0.63	0.34
Peralihan:	L	1.41	1.47	0.97	1.24	0.71	1.09
	P	1.38	1.07	0.93	1.04	0.89	0.89
Jumlah min		1.39	1.22	0.94	1.11	0.82	0.97
HD:	L	2.00	1.78	1.44	1.67	1.00	1.89
	P	2.00	1.85	1.62	1.38	0.85	1.77
Jumlah min		2.00	1.82	1.55	1.50	0.91	1.82
Jumlah:	L	1.44	1.36	0.98	1.26	0.76	1.14
	P	1.23	0.95	0.81	1.09	0.80	0.84
Min		1.30	1.09	0.87	1.15	0.79	0.95

Dikalangan pelajar peralihan, markah terendah ialah bagi komponen korelasi (korel=0.82) dan tertinggi ialah perkadaran (kadar=1.38). Manakala, dikalangan pelajar HD, markah tertinggi ialah komponen perkadaran. Kesemua pelajar (22 orang) mendapat markah penuh untuk perkadaran. Markah terendah ialah untuk komponen korelasi (korel=0.91) dan hanya komponen korelasi mencatat markah kurang daripada 1.

Pada keseluruhannya, para pelajar menunjukkan pencapaian yang rendah dalam komponen korelasi (korel=0.79), kebarangkalian (kebar=0.87) dan pengekalan (kekal=0.95). Min markah bagi komponen korelasi, kebarangkalian dan pengekalan kurang daripada 1. Manakala pencapaian terbaik ialah komponen perkadaran (kadar=1.3) diikuti oleh kombinatorik (kombi=1.15) dan pengawalan pembolehubah (1.09).

Ujian-t juga menunjukkan bahawa tidak wujud perbezaan yang bererti antara jantina kecuali bagi komponen pengawalan pembolehubah ($p=0.01$) dan pengekalan ($p=0.028$). Masalah dalam kebarangkalian boleh dikaitkan dengan cara pengajaran topik pilihaturan dan gabungan dalam matematik yang memfokuskan kepada aplikasi rumus, tahap keyakinan dan kecenderungan guru mengajar topik tersebut serta kurang pendedahan awal di sekolah rendah dan menengah ((9);(3)). Item pengawalan pembolehubah (hayunan pendulum) dan pengekalan (isipadu tersasar) merupakan ujikaji yang pernah dibuat dalam pelajaran sains di sekolah menengah. Pencapaian rendah dalam komponen-komponen ini menimbulkan persoalan samada cara pelaksanaan ujikaji makmal dalam pengajaran proses sains ataupun tahap kesukaran kurikulum berbanding dengan kesediaan perkembangan kognitif pelajar yang tidak selaras.

PENUTUP

Pencapaian pelajar sains UiTM dalam operasi formal atau HD masih jauh daripada model teori kognitif yang digariskan oleh Piaget ataupun Lawson. Corak penta'akulan yang diuji dalam PESA banyak terkandung di dalam objektif pengajaran sains dan matematik. Kurikulum kedua-dua subjek sains dan matematik sekolah yang dibentuk (misalnya perkadaran, kombinatorik, kebarangkalian, korelasi dan lain-lain) mampu menyumbang kepada perkembangan penta'akulan saintifik jika pelaksanaan memfokuskan kepada proses sains dan perkembangan kognitif pelajar ((11);(12);(13)). Bentuk-bentuk soalan peperiksaan masih banyak menguji kematangan tahap EI atau aras pemikiran rendah berbanding dengan aras pemikiran tinggi ((2); (5); (23)).

Sungguhpun pelajar lelaki sering dikaitkan sebagai golongan yang sering berprestasi lebih rendah dalam peperiksaan am berbanding dengan perempuan, namun ini tidak bererti mereka juga mempunyai kemahiran penta'akulan yang lebih rendah. Pencapaian cemerlang dalam akademik juga tidak bermakna pelajar lebih mahir berfikir, bijak dan lebih inovatif kerana penguasaan subjek belum bermakna pelajar telah menguasai kemahiran berfikir secara saintifik. Ramai pelajar yang tekun menjalani latihan secara latih tubi mampu lulus dan mendapat keputusan yang tinggi dalam mata pelajaran sains dan matematik tetapi gagal memindahkan kemahiran yang diperolehi kepada situasi-situasi baru. Oleh itu, bagi meningkatkan tahap kecekapan sains dan kemahiran penta'akulan saintifik, pendakikan sains dan matematik perlu memberi keutamaan kepada perkembangan kognitif pelajar. Penyusunan bahan pengajaran, pembelajaran dan penilaian harus disusun dan diuji pada aras pemikiran tinggi.

RUJUKAN

1. Abdul Rafie, M. 2002. *Decline in mathematics dan science*. News Straits Times, 28 Februari, 2002.
2. Aida Suraya, M. Y. 2001. *Perkembangan pemikiran matematik dalam matematik KBSM*. Persidangan ke arah pendidikan matematik berkesan untuk k-masyarakat, pada 15 Ogos, 2001.
3. Azmi, Z. 2001. *Dapatan Kajian TIMSS-R*. Persidangan ke arah pendidikan matematik berkesan untuk k-masyarakat, pada 15 Ogos, 2001.
4. Bloom B.S. 1989. *Taksonomi Objektif Pendidikan: Domain Kognitif*. Terjemahan Abdullah Junus. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pusaka.
5. Bloom, B. S. 1984. The 2-Sigma problem: The search for the methods of group instruction as effective as one-to-one tutoring. *Educational Researcher* 13:4-16.
6. Cheong, L. Y. 2000. *When science become a reading lesson*. News Straits Times. 4 November 2000.
7. George, D., Mallery, P. 2001. *SPSS for windows step by step: A simple guide and reference 10.0 update, 3rd Edition*. Needham Heights, MA: Allyn & Bacon.

8. Gutierrez, A & Jaime A. 1998. On assessment of the Van Hiele levels of reasoning. *Focus on Learning Problems in Mathematics* **14(2 & 3)**: 27-46.
9. Hamidah, M. & Merza, A. 2001. *Pemikiran saintifik dan kaitannya dengan matematik di kalangan pelajar IPT*. Simposium Kebangsaan Sains & Matematik ke 9, UKM, 2001.
10. Inhelder, B. & Piaget, J. 1958. *The Growth of Logical Thinking from Childhood to Adolescence*. New York: Basic Books.
11. Kementerian Pendidikan Malaysia. 1998(a). *Huraian Sukatan Pelajaran Matematik KBSM (Edisi Sekolah Bestari)*. Kuala Lumpur: Pusat Perkembangan Kurikulum.
12. Kementerian Pendidikan Malaysia. 1998(b). *Huraian Sukatan Pelajaran Matematik Tambahan KBSM*. Kuala Lumpur: Pusat Perkembangan Kurikulum.
13. Kementerian Pendidikan Malaysia. 2000. *Sukatan Pelajaran Fizik KBSM*. Kuala Lumpur: Pusat Perkembangan Kurikulum.
14. Lawson, A. E. 1985. A review of research on formal reasoning and science teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, **22(7)**: 569-618.
15. Lawson, A. E. 1995. *Science Teaching and the Development of Thinking*. Belmont, CA: International Thomson Publishing.
16. Macnab, D. S. & Cummine J. A. 1986. *Teaching Mathematics 11 - 16 : A Difficulty Centred Approach*. Oxford, England: Basil Blackwell Ltd.
17. Mitchell, A. & Lawson, A. E. 1988. Predicting genetics achievement in nonmajors college biology. *Journal of Research in Science Teaching* **25(1)**: 23-27.
18. Nik Azis, N. P. 1999. *Potensi Intelek*. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa & Pustaka.
19. Omar, A. R. 2001. *Teaching the right spirit of science*. News Straits Times, 31 Januari, 2001.
20. Osman, B. 1993. *Pemantapan Pendidikan Sains dan Teknologi: Falsafah Sains Islam Sebagai Asas*. Seminar pemantapan kurikulum sains dan matematik Institut pengajian tinggi di ITM, Shah Alam, pada 28 September, 1993.
21. Piaget, J. 1966. *Psychology of Intelligence*. Totowa, NJ: Littlefield Adams.
22. Resnick, L. B. & Klopfer, L. E. 1989. *Toward the thinking curriculum: An overview*. Dalam L.B. Resnick & L.E. Klopfer (Eds.), *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research*, 1989 Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development.
23. Syed Anwar Aly, A. B. & Merza. A. 2000. *Penyerapan kemahiran saintifik dalam proses pengajaran dan pembelajaran kimia di tahap menengah*. Simposium Pendidikan Sains dan Matematik, Novemver 2000, UiTM.
24. Tobin, K. & Capie, W. 1981. The development and validation of a group test of logical thinking. *Educational and Psychological Measurement* **41**: 413-423.