

Masalah Pembelajaran Mengenai Topik Ikatan Kimia Dalam Konteks Penyelesaian Masalah Di Kalangan Pelajar Tingkatan Empat

Mohd Nor Bin Bakar & Nur Afza Bt Ayob

Fakulti Pendidikan

Universiti Teknologi Malaysia

Abstrak : Kajian ini dijalankan untuk mengenal pasti masalah pembelajaran pelajar mengenai konsep ikatan kimia. Aspek-aspek yang dikaji melibatkan aspek asas pembentukan sebatian, pembentukan ikatan ion, pembentukan ikatan kovalen, mensintesis sifat sebatian ion dan sebatian kovalen dan salah konsep pelajar terhadap topik ikatan kimia. Seramai 86 orang pelajar aliran sains beberapa sekolah menengah di daerah Kota Bharu, Kelantan dipilih secara rawak dalam kajian ini. Data-data diperolehi dengan menggunakan soal selidik yang mengandungi 2 bahagian iaitu Bahagian A (maklumat latar belakang responden) dan Bahagian B (10 soalan subjektif). Kesemua data dianalisis secara deskriptif dengan mengira kekerapan, peratusan dan min. Di samping itu, analisis buku teks terhadap topik ikatan kimia turut dijalankan. Hasil kajian menunjukkan terdapat beberapa masalah pembelajaran dan salah konsep pelajar mengenai topik ikatan kimia iaitu pelajar mempunyai kerangka alternatif dalam menyatakan jenis ikatan kimia, tidak dapat menulis persamaan ion dengan lengkap, tidak menguasai teknik melukis gambarajah susunan elektron bagi sebatian ion dan sebatian kovalen, tidak dapat menulis susunan konfigurasi elektron dengan betul dan keliru dalam membezakan sebatian ion dan sebatian kovalen. Beberapa cadangan penyelidikan lanjutan juga dikemukakan bagi mengatasi masalah pembelajaran mengenai topik ikatan kimia seperti melibatkan sampel yang lebih besar, melibatkan guru sebagai sampel kajian dan melakukan pemerhatian di dalam bilik darjah bagi memantapkan hasil kajian. Implikasi kajian ini adalah seperti guru perlu memperbanyakkan aktiviti latihan tubi berkaitan konsep-konsep dalam aspek yang sukar dikuasai oleh pelajar.

Katakunci : masalah pembelajaran, topik ikatan kimia, konteks penyelesaian masalah

Pendahuluan

Menjelang tahun 2020, Malaysia berhasrat menjadi sebuah negara maju berdasarkan acuan sendiri. Dalam usaha mencapai negara maju, pembentukan Negara bangsa adalah menjadi satu tugas yang mencabar. Usaha membangunkan modal insane perlu dilakukan secara holistik melalui penekanan penguasaan ilmu pengetahuan terutamanya dalam bidang sains dan teknologi. Hal ini selaras dengan Falsafah Pendidikan Sains Negara iaitu :

“Pendidikan di Malaysia memupuk budaya sains dan teknologi dengan member tumpuan kepada perkembangan individu yang kompetitif, dinamik, tegas dan berdaya tahan serta dapat menguasai ilmu sains dan berketrampilan teknologi”

Dalam merealisasikan hasrat ini, Kurikulum Sains KBSR (Kurikulum Bersepadu Sekolah Rendah) dan KBSM (Kurikulum Sains Sekolah Menengah) telah diwujudkan untuk pelajar sekolah rendah hingga sekolah menengah. Fokus kurikulum ini adalah pada pembelajaran sains yang berfikir dan mengoptimalkan hasil pembelajaran berlandaskan keperluan negara dan ciri sejagat sains. Kurikulum sains terdiri daripada dua mata pelajaran teras dan empat mata pelajaran elektif. Mata-mata pelajaran teras adalah Sains untuk sekolah rendah dan Sains untuk sekolah

menengah. Mata-mata pelajaran elektif adalah Biologi, Fizik, Kimia dan Sains Tambahan yang ditawarkan di sekolah menengah atas.

Secara umumnya, konsep merujuk kepada idea, proses fenomena atau gagasan yang mempunyai ciri sepunya. Konsep merupakan satu idea atau suatu unsur atau unit pemikiran (Quillen & Hanna, 1969). Dalam subjek kimia, konsep ikatan kimia adalah salah satu konsep asas dalam pemahaman konsep kimia lain seperti konsep mol, formula dan persamaan kimia dan perubahan kimia. Namun, hasil kajian menunjukkan pelajar masih lemah dalam pemahaman konsep ikatan kimia, malah terdapat juga masalah salah konsep. Ramai di kalangan pelajar menghadapi masalah untuk menguasai konsep atom, molekul, sebatian kovalen dan konfigurasi elektron (Abu Hassan dan Rohana, 2003).

Pernyataan Masalah

Pelajar didapati sukar memahami dan mempelajari konsep sains di semua peringkat persekolahan. Masalah ini telah menjadi serius dan mencapai tahap yang membimbangkan (Hillar Saus dan Eve Kikas, 2003). Masalah ini disebabkan oleh faktor seperti konsep sains yang abstrak, kaedah penyampaian guru kurang berkesan dan kesan salah konsep pelajar (Quilez Pardo dan Solaz; Portles, 1995). Antara faktor-faktor yang dinyatakan tadi, faktor kesan salah konsep adalah yang paling sukar ditangani. Konsep yang tidak dapat dijelaskan dengan baik oleh guru seringkali disalahtafsirkan oleh pelajar menyebabkan mereka gagal menyelesaikan masalah berkaitan konsep tersebut.

Selain itu, pelajar bukan sahaja perlu memahami sesuatu konsep kimia bahkan mereka perlu mengaplikasikannya dalam pelbagai situasi yang mencabar iaitu melalui penyelesaian masalah berkaitan konsep tersebut. Kegagalan pelajar dalam memahami konsep kimia menyebabkan mereka bosan, cepat mengalah dalam menyelesaikan sesuatu masalah serta boleh menjejaskan pencapaian prestasi akademik (Aziz dan Hasnah, 1990). Melalui kaedah penyelesaian masalah juga, pelajar diberi peluang untuk memberi pandangan mereka mengenai sesuatu konsep agar salah konsep itu dapat dikesan (Bergquist dan Heikkinen, 1990). Menurut Gabel (1984), penyelesaian masalah merupakan kaedah terbaik untuk mendapat maklumat daripada pelajar mengenai sesuatu konsep kimia yang telah dikuasai.

Berdasarkan keputusan SPM, terdapat ramai pelajar yang masih keliru menjawab soalan – soalan ringkas berhubung topik ikatan kimia. Antara kesilapan yang sering dilakukan oleh pelajar dalam menjawab soalan-soalan peringkat SPM adalah tidak dapat menulis susunan elektron bagi ikatan ion dan ikatan kovalen yang terbentuk, tidak dapat melukis gambarajah susunan elektron bagi menunjukkan pembentukan ikatan ion dan ikatan kovalen disamping membuat gambarajah mental tentang pembentukan kedua-dua ikatan ini. Selain itu, pelajar masih keliru untuk membezakan ikatan ion dan ikatan kovalen dan sifat-sifat sebatian kovalen dan sebatian ion. Berasaskan kepada keadaan inilah pengkaji ingin membuat penyelidikan yang bertujuan untuk mengenal pasti masalah pembelajaran pelajar mengenai konsep ikatan kimia dalam konteks penyelesaian masalah.

Objektif Kajian

Kajian ini adalah bertujuan untuk mengenal pasti masalah pembelajaran mengenai konsep ikatan kimia dalam konteks penyelesaian masalah di kalangan pelajar tingkatan empat. Untuk mencapai tujuan kajian ini, beberapa objektif telah dikenal pasti:

- i) Mengetahui masalah pembelajaran mengenai asas pembentukan sebatian dalam konteks penyelesaian masalah.

- ii) Mengetahui masalah pembelajaran mengenai pembentukan ikatan ion dalam konteks penyelesaian masalah.
- iii) Mengetahui masalah pembelajaran mengenai pembentukan ikatan kovalen dalam konteks penyelesaian masalah
- iv) Mengetahui masalah pembelajaran mengenai mensintesis sifat sebatian ion dan sebatian kovalen dalam konteks penyelesaian masalah.
- v) Mengetahui salah konsep pelajar terhadap topik ikatan kimia

Rasional dan kepentingan kajian

Demi melahirkan generasi yang cemerlang dan berpengetahuan tinggi untuk memimpin negara di masa akan datang, kita perlu melahirkan ramai pakar dalam bidang sains dan teknologi. Hal ini hanya dapat direalisasikan jika generasi masa kini berjaya dalam menguasai konsep kimia. Oleh sebab itu, kajian ini dijalankan dengan tujuan untuk mengetahui tahap kefahaman, masalah pembelajaran serta salah konsep pelajar dalam topik ikatan kimia dalam konteks penyelesaian masalah. Pengalaman yang diperolehi melalui penyelesaian masalah akan membantu pelajar kita menjadi pelajar yang progresif, berdaya cipta dan berpandangan jauh (Jauharah, 1995).

Hasil dapatan kajian ini, diharap dapat membantu para guru merancang dan menyusun semula strategi pengajaran dan pembelajaran yang berkesan untuk meningkatkan tahap kefahaman pelajar di samping mengetahui salah konsep yang sering menjadi kekangan kepada pelajar dalam menguasai topik ikatan kimia. Selain itu, pengkaji berharap dapatan kajian ini dapat membantu penulis buku teks dan buku rujukan memperkemas hasil penulisan supaya pelajar dapat memperbaiki salah konsep dan tahap kefahaman mereka terhadap topik ikatan kimia.

Kajian ini juga penting kerana ia bakal memperlihatkan kelemahan dan masalah yang dihadapi oleh pelajar mengenai konsep ikatan kimia, dan pengkaji berharap ia mendapat perhatian Kementerian Pelajaran Malaysia dan penggubal- penggubal kurikulum agar mereka lebih sensitif dan peka lalu mengkaji semula kurikulum yang telah digubal.

Rekabentuk Kajian

Kajian ini adalah rekabentuk penyelidikan deskriptif berbentuk kajian tinjauan. Penyelidikan deskriptif adalah bermatlamat untuk menerokai sesuatu bidang yang belum atau kurang dikaji (Mohd Majid, 1990). Data-data mengenai persoalan kajian diperolehi melalui kaedah soal selidik. Kaedah ini paling sesuai digunakan kerana penyelidik merasakan ianya paling sesuai untuk mendapatkan maklumat terperinci mengenai masalah-masalah dalam mempelajari tajuk ikatan kimia. Seterusnya, setelah memperolehi data-data, analisis akan dijalankan bagi mengetahui masalah-masalah dalam mempelajari topik ikatan kimia dan mencadangkan langkah-langkah bagi mengatasinya.

Populasi dan Sampel Kajian

Pengkaji telah memilih responden yang terdiri daripada pelajar-pelajar tingkatan empat aliran sains yang mempelajari mata pelajaran kimia di daerah Kota Bharu, Kelantan yang merupakan populasi bagi kajian ini. Sampel kajian yang dipilih adalah seramai 86 orang. Pemilihan sampel ini merujuk kepada Jadual Penentuan Saiz Sampel Krejcie dan Morgan (1970). Pemilihan sampel ini tidak mengambil kira latar belakang peribadi pelajar mahupun keputusan peperiksaan mereka. Pemilihan dilakukan secara rawak mudah di mana guru yang

mengajar mata pelajaran kimia membuat pemilihan ke atas pelajarnya yang difikirkan sesuai dan di atas persetujuan pengetua sekolah.

Instrumen Kajian

Instrumen yang digunakan dalam kajian tinjauan ini adalah satu set soal selidik yang terdiri daripada dua bahagian iaitu Bahagian A dan Bahagian B. Bahagian A mengandungi maklumat latar belakang pelajar. Bahagian B pula terdiri daripada 10 soalan subjektif yang memerlukan responden mengisi jawapan dalam ruangan yang disediakan.

Soalan Bahagian B adalah untuk mengenalpasti masalah pembelajaran pelajar terhadap konsep Ikatan Kimia dalam konteks penyelesaian masalah. Di samping itu, ia juga digunakan untuk mengenalpasti salah konsep mengenai topik ikatan kimia.

Kaedah soal selidik adalah lebih praktikal dan berkesan untuk digunakan bagi populasi yang besar (Mohd Majid, 1994). Soal selidik ini dapat meningkatkan kadar ketepatan dan kebenaran gerak balas subjek kepada ransangan soalan yang diberi. Ketidakhadiran pengkaji akan mendorong responden memberi jawapan yang tepat dan benar.

Jadual 1 : Taburan soalan mengikut aspek kajian

Aspek (masalah pembelajaran)	Nombor soalan (Bahagian B)	Bilangan Soalan
1. Memahami asas pembentukan sebatian	1, 2	2
2. Mensintesis idea tentang pembentukan ikatan ion	3(a), 3(b), 3(c), 3(d), 3(e), 3(f), 4(a), 4(b)	8
3. Mensintesis idea tentang pembentukan ikatan kovalen	5, 6(a)(i), 6(a)(ii), 6 (a)(iii), 6(b), 8	6
4. Menganalisis sifat sebatian ion dan kovalen	7(a), 7(b), 7(c), 9, 10	5
Jumlah		21

Kajian Rintis

Kajian rintis dijalankan bagi menentukan kesahan dan kebolehpercayaan soal selidik dalam aspek yang ingin dikaji. Ia juga bertujuan untuk mengenal pasti masalah-masalah berkaitan dengan kefahaman, kesukaran memahami soalan, kesesuaian soalan yang dibina, peruntukan masa yang diperlukan bagi menjawab soalan dan kesesuaian bahasa yang digunakan. Kajian rintis dijalankan ke atas 10 orang pelajar tingkatan empat yang tidak terlibat dalam kajian sebenar setelah item-item soal selidik disahkan oleh pensyarah.

Analisis Data

Jadual 2 : Analisis data terhadap aspek menganalisis sifat sebatian ion dan sebatian kovalen

Aspek	Item	Respon			Tahap penguasaan
		Tepat	Kurang tepat	Salah	
Menganalisis sifat sebatian ion dan sebatian kovalen	7(a)	<u>31</u> 36.0%	<u>0</u> 0.0%	<u>55</u> 64.0%	Lemah
	7(b)	<u>23</u> 26.7%	<u>0</u> 0.0%	<u>63</u> 73.3%	Lemah
	7(c)	<u>11</u> 12.8%	<u>0</u> 0.0%	<u>75</u> 87.2%	Sangat lemah
	9	<u>28</u> 32.6%	<u>31</u> 36.0%	<u>27</u> 31.4%	Lemah
	10	<u>4</u> 4.6%	<u>22</u> 25.6%	<u>60</u> 69.8%	Sangat lemah
	Min		22.5		

Hasil kajian menunjukkan tahap penguasaan pelajar terhadap aspek menganalisis sifat sebatian ion dan sebatian kovalen adalah lemah (min 22.5). dapatan kajian ini selaras dengan Noremiyati (2007) yang menyatakan tahap penguasaan pelajar terhadap aspek ini adalah pada tahap lemah juga.

Berdasarkan Jadual 2, item 7(a), 7(b) dan 7(c) pelajar harus menyatakan gabungan antara unsur mana yang akan membentuk sifat sebatian yang diberikan. Namun tahap penguasaan pelajar terhadap ketiga-tiga item ini adalah lemah (36.0%, 26.7%, 12.8%). Manakala bagi item 9, kebanyakan pelajar dapat menjawab soalan tetapi memberikan jawapan yang kurang tepat dan tidak mengikut arahan soalan berdasarkan tahap penguasaan item ini yang lemah (32.6%). Bagi item 10, majoriti responden (69.8%) tidak dapat menyatakan kenapa sebatian ionik dapat mengalirkan elektrik dalam keadaan cecair dan akueus manakala sebatian kovalen tidak. Tahap penguasaan bagi item 10 adalah sangat lemah (4.6%).

Jadual 3 : Kesalahan dan jawapan kurang tepat bagi aspek menganalisis sifat sebatian ion dan sebatian kovalen.

Item	Jawapan tepat	Jawapan kurang tepat dan kesalahan
7(a)	R dan S Peratus tepat : 36.0%	i. Q dan R ii. Q
7(b)	Q dan S Peratus tepat : 26.7%	i. Q dan R ii. S
7(c)	Q dan S Peratus tepat : 12.8%	i. R dan S ii. Q
9	i. ionic compound has a high boiling and melting point whereas covalent compound has low melting and boiling point	i. ionic compound has ion charge whereas covalent compound has no ion charge ii. ionic compound is solid whereas covalent compound is liquid iii. ionic compound exists as crystal
	ii. ionic compound is soluble in water but is insoluble in organic solvents whereas covalent compound is soluble in organic solvents but is insoluble in water iii. ionic compounds conducts electricity in the liquid state and in aqueous solution whereas covalent compound does not conduct electricity in any state Peratus tepat : 32.6%	iv. ionic compound presents in aqueous solution whereas covalent compound nor presents in aqueous solution v. ionic compound donating electrons whereas covalent compound sharing electron vi. ionic compound insoluble in water whereas covalent compound soluble in water

10	<p>An ionic compound consists of ions that can carry charge.</p> <ul style="list-style-type: none"> - in the liquid state, heat energy has overcome the forces in the ionic bond, the ions are free to move - in aqueous solution, the ions are free to move <p>A covalent compound consists of molecules</p> <ul style="list-style-type: none"> - there are no freely moving ions and therefore it does not conduct electricity <p>Peratus tepat : 4.5%</p>	<ul style="list-style-type: none"> i. covalent compound is a molecule ii. ions are freely to move in aqueous solution iii. ionic compound have strong ionic bonds whereas covalent compounds have weak ionic bonds iv. ionic compound has freely an ion charge v. ionic compound have positive ion charge
----	--	--

Dapatan analisis kesalahan dan jawapan kurang tepat dalam Jadual 3 di atas menunjukkan pelajar masih belum menguasai aspek menganalisis sebatian ionik dan sebatian kovalen. Berdasarkan item 7(a), 7(b) dan 7(c) pelajar masih lemah dalam menentukan sifat-sifat sebatian ionik dan sebatian kovalen. Dalam item-item tersebut, pelajar perlu menentukan unsur mana yang bergabung dan akan memberikan sifat sebatian yang diberikan. Hanya segelintir pelajar sahaja dapat menjawab soalan dengan tepat manakala selebihnya masih lagi keliru.

Bagi item 9, pelajar dikehendaki menyatakan perbezaan antara sebatian ionik dan sebatian kovalen. Didapati pelajar masih lagi tertukar antara sifat sebatian ionik dan sebatian kovalen. Antaranya ialah pelajar menyatakan sebatian ionik tidak larut dalam air dan sebatian kovalen larut dalam air, jawapan yang tepat ialah sebatian ionik yang larut dalam air dan sebatian kovalen tidak larut dalam air. Pelajar juga tidak dapat menerangkan perbezaan sifat sebatian ionik dan sebatian kovalen ringkas dengan tepat. Kebanyakan daripada mereka hanya menyatakan sifat bagi sebatian ionik dan sebatian kovalen secara umum sahaja, tanpa menyatakan dan menjelaskan sifat dengan terperinci. Terdapat juga salah konsep yang sangat ketara iaitu menyatakan bahawa sebatian ionic wujud dalam keadaan kristal dan pepejal manakala sebatian kovalen wujud dalam keadaan akueus.

Beberapa masalah pembelajaran dan salah konsep telah dikenalpasti berdasarkan item 10. Bagi item 10 pelajar perlu menerangkan kenapa sebatian ionik dapat mengalirkan elektrik dalam keadaan cecair dan akueus manakala tidak bagi sebatian kovalen. Sebahagian pelajar menyatakan bahawa sebatian ionik mempunyai ikatan ionic yang kuat manakala sebatian kovalen mempunyai ikatan ionic yang lemah, sebatian ionik mempunyai ion-ion bebas, sebatian ionik mempunyai ion yang bercas positif, sebatian kovalen adalah molekul dan ion-ion bebas bergerak dalam keadaan akueus. Pelajar-pelajar telah mengalami salah konsep yang ketara dan tidak dapat menerangkan dengan tepat alasan tentang sifat sebatian ionik dan sebatian kovalen. Hal ini selaras dengan Laporan Prestasi SPM 2003 di mana pelajar masih keliru untuk membezakan ikatan ionik dan ikatan kovalen serta sifat-sifat sebatian ionik dan sebatian kovalen.

Oleh itu, pelajar perlu menguasai dan memahami tentang konsep pembentukan ikatan kimia agar mereka dapat menerangkan dengan jelas dan tepat sifat sebatian ionic dan sebatian kovalen.

Rumusan

Setelah menjalankan kajian dan mendapat hasil kajian daripada analisis data serta perbincangannya, beberapa rumusan dapat dibuat oleh pengkaji berdasarkan objektif-objektif yang telah ditetapkan seperti:

- (i) Beberapa masalah pembelajaran dan salah konsep telah dikenalpasti di kalangan pelajar bagi topik ikatan kimia seperti :
 - (a) Segelintir pelajar mengalami salah konsep yang berkaitan dengan kerangka alternatif iaitu pelajar menyatakan jenis-jenis ikatan kimia ialah ikatan tunggal dan ikatan berganda berbanding jawapan yang sebenarnya ialah ikatan ionik dan ikatan kovalen.
 - (b) Hampir semua pelajar tidak dapat menyatakan syarat bagi pembentukan ikatan kimia antara unsur.
 - (c) Pelajar tidak dapat menentukan jenis zarah yang terdapat sesuatu sebatian.
 - (d) Pelajar tidak dapat menulis persamaan ion atau persamaan setengah dengan lengkap.
 - (e) Pelajar tidak menguasai teknik melukis gambarajah susunan elektron bagi sebatian ion dan sebatian kovalen. Antara kesalahan yang telah dikenalpasti ialah saiz gambarajah terlalu kecil, tidak menyatakan cas yang betul bagi unsur, tidak berlabel dan melukis berlaku perkongsian elektron dalam sebatian ion. Justeru itu, ia menyebabkan gambar rajah yang dilukis tidak berfungsi.
 - (f) Pelajar tidak dapat menulis formula kimia sesuatu sebatian kovalen dengan tepat.
 - (g) Pelajar tidak dapat melukis struktur Lewis dengan tepat.
 - (h) Pelajar tidak dapat menulis konfigurasi susunan elektron sesuatu unsur. Malah terdapat penyalahgunaan simbol dalam seperti menulis simbol “:” dan “,” bagi menyatakan konfigurasi susunan elektron.
 - (i) Kebanyakan pelajar tidak dapat menyatakan dan membezakan sifat sebatian ion dan sebatian kovalen.
- (ii) Beberapa aspek dalam topik ikatan kimia dapat dikuasai dengan sederhana oleh pelajar. Aspek-aspek tersebut ialah memahami asas pembentukan sebatian dan mensintesis idea tentang pembentukan ikatan ion.
- (iii) Selain itu, tahap penguasaan pelajar terhadap aspek mensintesis idea tentang pembentukan ikatan kovalen adalah sangat lemah dan bagi aspek menganalisis sifat sebatian ion dan kovalen berada pada tahap lemah.

Rujukan

- Aziz Nordin dan Hasnah (1990). Cubaan Murid Menyelesaikan Masalah Pengiraan Konsep Mol. *Buletin Pendidikan Sains dan Teknik*. 2(2). 26-39
- Azizah bt Mohamad (1999). *Status Penguasaan Kemahiran Saintifik Tingkatan 4 Dalam Mata Pelajaran Fizik*. Universiti Teknologi Malaysia, Skudai. Tesis Sarjana Muda yang tidak diterbitkan.
- Best, J. W and Kahn, J. V (1986). *Research in Education*. London. Prentice Hall.
- Dorothy, L.G. dan Diane, M. B. (1994). Research on Problem Solving. *Handbook of Research on science Teaching and Learning*. New York: Mac Millan Publishing Company.

- Fraser, M. J. (1982). Nyholm Lecture: Solving Chemical Problems. *Chemical Society Review*
- Gagne, R. M. (1985). *The Condition of Learning*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Husna Hariani bt Mohd Radzi (2007). *Kemahiran Penyelesaian Masalah Dalam Tajuk Formula dan Persamaan Kimia di Kalangan Pelajar Tingkatan Empat di Daerah Sik, Kedah*. Tesis Projek Sarjana Muda. Universiti Teknologi Malaysia.
- Jauharah Haji Tak (1995). *Penyelesaian Masalah dan Pemikiran Kreatif dalam Pendidikan*. Kuala Lumpur : Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Lester, F. K. (1987). *Problem Solving: Is it A Problem?*. 30-44
- McIntosh, T. C. (1995). Problem Solving Practice. *The Science Teacher*. 62 (1-9). 48-50.
- Meor Ibrahim Kamaruddin (2001). *Modul Pembelajaran Sains dan Matematik*. Skudai: Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia.
- Noor Jihan Mohamad (2003). *Keberkesanan Aktiviti Permaian Dalam Tajuk Persamaan Kimia dan Faktor Yang Mempengaruhi Tahap Pencapaian Pelajar Tingkatan Empat*. Universiti Teknologi Malaysia. Tesis Sarjana Muda yang tidak diterbitkan.
- Olugbemiro J. J dan Peter A. O. (1988). Adopting Technology in third world classrooms students's viewpoint about computers in science teaching and learning. *Journal of Education Technology System*. 20(4). 327-334
- Pusat Perkembangan Kurikulum (2000). *Huraian Sukatan Pelajaran Kimia Tingkatan 4*. Kuala Lumpur. Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Rozaini bin Marppi (1991). *Penyelesaian Masalah dalam Kimia*. Universiti Teknologi Malaysia. Tesis Sarjana.
- Selvaratnam, M. dan Fraser, M. J. (1982). *Problem Solving in Chemistry*. London : Heinemann Education Books.
- Sharifah Alwiah Al-Sagoff (1986). *Psikologi Pendidikan II*. Kuala Lumpur: Heinemann (Malaysia) Sdn. Bhd.
- Zurida bt Ismail. (1998). Penguasaan Kemahiran Proses Sains Pelajar Sekolah Rendah dan Menengah. *Jurnal Kurikulum*, Pusat Perkembangan Kurikulum, Kuala Lumpur.