

*Konvensyen Antarabangsa Jiwa Pendidik 2014, 11-13 Ogos 2014*

## **PEMBANGUNAN MODUL CHEMQ BERDASARKAN PPK BAGI KONSEP PERSAMAAN KIMIA**

Nur Farahain Addin<sup>1</sup>, Nor Hasniza Ibrahim<sup>2</sup> dan Johari Surif<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Sek. Men. Keb. Bandar Sutera, Johor Bahru, Johor  
nurfarahainadin@yahoo.com

<sup>2,3</sup>Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia  
[p-norhaniza@utm.my](mailto:p-norhaniza@utm.my)  
[johari\\_surif@utm.my](mailto:johari_surif@utm.my)

### **ABSTRAK**

Kajian ini bertujuan untuk membangunkan sebuah modul pembelajaran iaitu Modul ChemQ berdasarkan Pengetahuan Pedagogi Kandungan (PPK) bagi konsep Persamaan Kimia. Modul ini bertujuan membantu mengatasi kelemahan pelajar dalam menguasai konsep persamaan kimia. Pengetahuan Pedagogi Kandungan terdiri daripada lima komponen iaitu (i) Pengetahuan Terhadap Konsep, (ii) Pengetahuan Terhadap Kepentingan Konsep, (iii) Pengetahuan Terhadap Kesukaran Pelajar Menguasai Konsep Persamaan Kimia, (iv) Pengetahuan Terhadap Strategi Pengajaran, dan (v) Pengetahuan Terhadap Teknik Penilaian. Dua strategi pengajaran berdasarkan Model Penyelesaian Polya dan Model Needhem Lima Fasa telah dikemukakan dalam Modul ChemQ. Seramai 22 orang pelajar di sebuah sekolah menengah di kawasan Skudai terlibat dalam kajian ini. Pengumpulan data di lakukan menerusi ujian diagnostik. Ujian diagnostik telah digunakan sebagai instrumen kajian untuk mengenal pasti kelemahan pelajar dalam konsep dan menilai keberkesanan pelaksanaan Modul ChemQ terhadap pelajar dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Data yang diperolehi daripada ujian diagnosis diproses dengan menggunakan kaedah kuantitatif secara peratusan dan kualitatif secara kandungan. Berdasarkan keputusan kajian, pelajar mempunyai kelemahan dalam menguasai konsep persamaan kimia dan Modul ChemQ sedikit sebanyak membantu mengatasi masalah tersebut. Di samping itu, cadangan penambahbaikan turut diberikan oleh pengkaji bagi meningkatkan keberkesanan modul. Justeru itu, modul sesuai digunakan selain dapat mempelbagaikan bahan rujukan para pelajar dalam bidang kimia.

Keywords: Modul ChemQ, pengetahuan pedagogi kandungan, model lima fasa needham, persamaan kimia.

### **1. PENGENALAN**

Kimia merupakan satu cabang sains yang penting kerana ia membolehkan pelajar memahami apa yang berlaku di sekitar mereka. Bertepatan dengan itu, kurikulum kimia telah direka dan disusun dengan teliti mengikut tema yang mengandungi beberapa bidang pembelajaran khusus untuk membolehkan pelajar memahami konsep dan prinsip kimia dengan lebih mendalam serta aplikasinya dalam kehidupan harian. Pemerolehan pengetahuan dan penguasaan kemahiran dalam bidang kimia menyediakan pelajar untuk menangani perubahan dunia dan menyumbang ke arah pengurusan diri dan alam sekitar dengan berhemah demi kesejahteraan hidup manusia. Selain itu, mata pelajaran kimia ini juga menyediakan pelajar dengan asas pendidikan kimia sebagai landasan untuk melanjutkan pelajaran ke mana-mana cabang bidang kimia yang lebih tinggi serta ke kerjaya yang berkaitan dengan sains dan teknologi (Kementerian Pelajaran Malaysia, 2005).

Stigma menganggap subjek sains terutamanya kimia sebagai satu bidang yang susah dan konsep kesukaran ini telah lama terpahat dalam pemikiran pelajar (Zol Azlan, 2000). Hakikatnya, kebanyakan konsep kimia adalah abstrak dan sukar difahami oleh pelajar. Kajian lepas menjelaskan bahawa pelajar amat sukar memahami aras mikroskopik dan banyak

masalah dalam konsep sains (Atifah, 2011). Abu Hassan (2003), turut menyokong bahawa banyak kajian menunjukkan konsep asas yang dimiliki pelajar adalah kabur dan samar serta mereka kurang menguasai beberapa kemahiran asas yang diperlukan.

Kepelbagaian teori, fakta dan konsep abstrak yang dipelajari dalam sesuatu ilmu sains khususnya ilmu kimia, menjadikannya sangat mencabar dan sukar difahami oleh para pelajar. Tahap kesukaran pemahaman yang dialami oleh pelajar ini memerlukan guru mencari jalan untuk menggunakan pendekatan yang lebih mudah dan senang difahami. Contohnya teknik pengajaran yang menggunakan pendekatan secara deduktif iaitu daripada pembelajaran secara umum kepada pembelajaran yang lebih khusus agar pelajar dapat membuat spesifikasi (Ramli, 2012).

### **1.1 Konsep Persamaan Kimia**

Dalam pembelajaran kimia, konsep persamaan kimia seimbang berdasarkan Hukum Keabadian Jisim ialah jumlah jisim bahan tindak balas mestilah sama dengan jumlah jisim hasil tindak balas. Ini bermakna bilangan atom bagi suatu unsur itu mestilah sama di kiri dan kanan persamaan (Siti, 2007). Tambahannya lagi, persamaan kimia ditulis dengan bahan tindakbalas di bahagian kiri diikuti anak panah dan hasil tindakbalas di sebelah kanan. Anak panah bermaksud menghasilkan dalam persamaan kimia. Formula kimia digunakan untuk mewakili bahan tindak balas dan hasil tindak balas. Dalam persamaan kimia, formula kimia bahan tindak balas ditulis di sebelah kiri persamaan kimia manakala formula kimia hasil tindak balas ditulis di sebelah kanan persamaan (Buni et al., 2001). Pendapat ini seiring dengan Masterton et.al (1999), menurutnya apabila tindakbalas kimia berlaku, bahan permulaan yang dinamai zat tindakbalas ditukar kepada zat lain dinamai hasil tindakbalas. Tindakbalas boleh diperihalkan dengan menggunakan perkataan, tetapi lebih tepat jika diwakili oleh persamaan kimia.

Persamaan kimia boleh ditafsirkan dari dua aspek iaitu kualitatif dan kuantitatif. Dari segi aspek kualitatif, persamaan kimia dapat menunjukkan bahan yang terlibat dalam tindakbalas dan hasil yang didapati daripada tindakbalas. Aspek kualitatif persamaan kimia turut menjelaskan keadaan fizik bagi bahan dan hasil tindakbalas samada dalam bentuk pepejal (p), gas (g), cecair (c) ataupun akueus (ak). Manakala, aspek kuantitatif mentafsirkan bahawa persamaan kimia dapat menunjukkan kuantiti bahan tindakbalas yang terlibat dalam suatu tindakbalas. Pekali di hadapan setiap formula kimia bahan menunjukkan bilangan mol bahan itu yang terlibat (Siti, 2007).

Persamaan Kimia merupakan satu cara penulisan yang ringkas bagi menghuraikan sesuatu tindakbalas kimia (Eng Nguan Hong et al., 2005). Hal ini turut disokong oleh keterangan Mahan (1975), menurutnya persamaan kimia adalah berperanan sebagai menerangkan proses kimia secara kualitatif dan kuantitatif dengan cara yang tepat dan ringkas sekali. Menurut Noor Jihan (2003), kemahiran yang melibatkan pengiraan matematik iaitu menyeimbangkan bilangan atom di sebelah kiri dan kanan supaya menjadi sama banyak merupakan faktor kepada pelajar untuk memberikan jawapan yang tepat bagi menyelesaikan masalah berkaitan persamaan kimia. Tambahannya lagi, pelajar yang mempunyai asas matematik yang cekap kurang menghadapi masalah dalam penyelesaian masalah yang melibatkan pengiraan seperti menyeimbangkan persamaan kimia.

### **1.2 Kerangka Alternatif Konsep Persamaan Kimia**

Kerangka alternatif merujuk kepada pengetahuan yang diperolehi seseorang pelajar tentang fenomena alam menerusi pengalaman harian sebelum diberikan pendedahan formal. Kajian-

kajian yang dijalankan oleh Dierks (1981), Driver (1983) dan Bodner (1986) menunjukkan bahawa pelajar memiliki kerangka alternatif yang tersendiri dan mereka cenderung untuk mengemukakan pendapat sendiri yang bercanggah dengan konsep saintifik yang tepat. Hal ini bukan sahaja akan menyebabkan mereka mengalami kesukaran dalam memahami konsep kimia malah akan menyebabkan mereka gagal menguasai konsep tersebut (Freyberg & Osborn, 1981 dalam Meor, 2005). Banyak kajian menunjukkan terdapat beberapa topik dalam bidang kimia yang paling sukar dipelajari ialah persamaan kimia, konsep mol, tindak balas stoikiometri, dan tindak balas pengoksidaan-penurunan. Persamaan kimia merupakan topik yang paling sukar dikuasai (Huddle & Pillay, 1996) kerana topik ini agak abstrak (Ben-Zvi et al., 1988) dan tiada perkaitan dengan aplikasi kehidupan seharian (Bergquist & Heikkinen, 1990). Bertepatan dengan Finley et al., (1982), topik persamaan kimia melibatkan banyak konsep yang abstrak dan merupakan topik yang paling sukar diajar oleh guru kerana masalah salah konsep sering berlaku. Di samping itu, pelajar juga tiada pengetahuan sedia ada terhadap topik ini sebelum mempelajarinya dan persamaan kimia adalah jauh dari kehidupan kita (Pereira, 1990).

Haidar (1997) telah menjalankan kajian ke atas 173 orang guru kimia di Arab terhadap tahap pengkonsepan mereka bagi tajuk jirim dan atom, konsep mol, jisim atom relatif dan persamaan kimia. Topik-topik ini dipilih kerana penguasaan konsep tersebut amat penting bagi pengajaran topik-topik seterusnya. Kajian mendapati bahawa kebanyakan guru hanya menghafal konsep-konsep kimia tanpa pemahaman yang mendalam. Hal ini bertepatan dengan kajian Quilez- Pardo dan Solaz- Portoles (1995) terhadap guru dan pelajar di Universiti Valencia, Sepanyol menunjukkan bahawa guru menghadapi masalah pengkonsepan semasa pengajaran topik persamaan kimia dan para pelajar juga sukar untuk memahami konsep tersebut dan miskonsepsi turut berlaku.

Menurut kajian yang telah dijalankan oleh Huddle dan Pillay (1996) ke atas pelajar dari Universiti Afrika Selatan menunjukkan pelajar menghadapi masalah menulis dan mengimbangkan persamaan kimia, membezakan antara bahan tindak balas dan hasil tindak balas serta menyelesaikan masalah penghitungan berkaitan dengan persamaan kimia (Huddle & Pillay, 1996). Menurut Sutton (1977), Bloom (1976) dan Wesney (1908) mereka bersependapat bahawa kebolehan pelajar dalam mempelajari sesuatu konsep sains yang baru adalah bergantung kepada keupayaan mereka mengingat dan memahami pengetahuan asas yang berkaitan dengan konsep itu. Namun kelewatan memahami sesuatu hukum mahupun konsep merupakan salah satu sebab kegagalan pelajar untuk menguasai konsep kimia dengan lebih mendalam (Silberman, 1979).

## **2. PENGETAHUAN PEDAGOGI KANDUNGAN**

Pengetahuan kandungan yang dimiliki oleh guru adalah suatu yang masih belum mencukupi untuk menjadikan seseorang guru itu berkesan dalam pengajaran. Dalam hal ini, guru juga perlu mempunyai kebolehan dalam menukarkan pengetahuan kandungan mata pelajaran kepada bentuk pengetahuan yang dapat difahami oleh murid. Pengetahuan kebolehan penukaran ini disebut sebagai pengetahuan pedagogi kandungan (PPK) (Hadi, 2011). Dalam proses penukaran bentuk pengetahuan kandungan ini, pengetahuan pedagogi diperlukan dalam menyampaikan isi kandungan yang diajar oleh guru kepada murid. Kedua-dua set pengetahuan ini akan mampu menghasilkan pengajaran yang berkesan apabila digunakan dengan baik.

Shulman (1987:15) mendefinisikan PPK sebagai satu jenis pengetahuan yang unik bagi seseorang guru. PPK merujuk kepada cara guru mengaitkan pengetahuan pedagogi

(pengetahuan tentang strategi mengajar) yang dimiliki kepada pengetahuan isi kandungan (apa yang perlu diajar). Integrasi kepada kedua-dua jenis pengetahuan tersebut menghasilkan pengetahuan pedagogi isi kandungan. Oleh yang demikian, PPK akan membantu guru-guru dalam menggunakan pelbagai kaedah pengajaran disamping menjalankan pelbagai aktiviti pembelajaran untuk memberi kefahaman kepada pelajar terhadap sesuatu konsep (Shulman 1986). Pengetahuan Pedagogi Kandungan (PPK) adalah suatu pengetahuan yang khusus untuk pengajaran dan merupakan suatu yang unik (Shulman, 1989). PPK merupakan gabungan antara isi kandungan dan pedagogi yang diaplikasikan untuk menghasilkan kefahaman bagi suatu topik, masalah atau isu secara tersusun dan bersesuaian dengan kepelbagaian minat dan kebolehan pelajar dalam suatu proses penyampaian. Menurut Lilia Halim et al., (2001), bagi menyampaikan pengajaran secara berkesan, PPK adalah ilmu pengetahuan yang penting untuk dipelajari oleh pendidik. Dalam kajian Lilia *et al.* juga ada memetik pendapat Shulman (1987) yang menyatakan bahawa PPK adalah pengetahuan yang unik kepada profesion pendidik sahaja. Pengetahuan ini membezakan seorang pensyarah daripada seorang pakar bidang pengetahuan yang tidak mengajar.

Lilia et al., (2002) berpendapat, PPK adalah keupayaan guru untuk menterjemah isi kandungan subjek dengan mengubahsuainya berasaskan pengetahuan sedia ada murid, minat dan kebolehan murid dengan tujuan isi kandungan itu mudah dikuasai oleh semua murid. Kefahaman dan keupayaan guru terhadap PPK bergantung kepada pengetahuan guru tentang pedagogi yang berkaitan dengan subjek tertentu dan untuk murid yang khusus. Oleh itu, Lilia et al. (2002) menggariskan ciri-ciri PPK sebagai :

- (i) Pengetahuan Isi Kandungan.
- (ii) Pengetahuan Strategi Mempersiapkan Isi Kandungan.

Beberapa kajian antarabangsa tentang PPK telah dijalankan (Adams & Krockover, 1997; Carlsen, 1993; Grossman, 1990; Magnusson et al, 1999; Marks, 1990) telah mengenalpasti komponen-komponen PPK. Komponen-komponen ini termasuk:

- (i) Pengetahuan tentang Kurikulum sains
- (ii) Pengetahuan tentang Strategi Pengajaran
- (iii) Pengetahuan tentang idea pelajar
- (iv) Pengetahuan tentang penilaian pengajaran dan pembelajaran

Model PPK yang dikemukakan oleh Grossman (1990) turut merangkumi kesemua komponen yang dinyatakan seperti di atas. Menurut beliau, pengetahuan tentang kurikulum sains meliputi kurikulum horizontal dan vertical bagi sesuatu subjek. Komponen ini menunjukkan akan kefahaman guru terhadap kepentingan subjek relatif terhadap kurikulum secara keseluruhan. Bagi pengetahuan tentang strategi pengajaran, guru perlu mengenalpasti pendekatan yang perlu dilaksanakan selaras dengan latar belakang pelajar, minat dan bertepatan dengan isi kandungan kurikulum. Seterusnya, pengetahuan berkaitan idea pelajar pula terdiri daripada pengetahuan guru terhadap konsep sedia ada yang dimiliki oleh pelajar dalam sesuatu topik di samping kehadiran kerangka alternatif dan kesukaran pelajar dalam memahami isi pelajaran (Hadi, 2009). Pengetahuan guru mengenai penilaian pengajaran dan pembelajaran turut disebut oleh Novak (1993) sebagai sesuatu yang perlu wujud dalam proses pengajaran dan pembelajaran. Ia merangkumi aspek bagaimana pengajaran dan pembelajaran boleh dinilai keberkesannya (Tamir, 1988).

### 3. PENYATAAN MASALAH

Banyak kajian menunjukkan terdapat beberapa topik dalam bidang kimia yang paling sukar dipelajari ialah persamaan kimia, konsep mol, tindak balas stoikiometri, dan tindak balas pengoksidaan-penurunan. Persamaan kimia merupakan topik yang paling sukar dikuasai kerana topik ini agak abstrak dan tiada perkaitan dengan aplikasi kehidupan seharian. Pemahaman yang jelas dalam ketiga-tiga tahap atau perwakilan makroskopik, mikroskopik dan simbolik adalah perlu ditekankan disamping kemahiran matematik algoritma yang perlu dipertingkatkan. Justeru, atas keperihatinan, kajian ini mencadangkan pembangunan “Modul Chem-Q” berdasarkan PPK yang mencadangkan dua strategi pengajaran berkesan iaitu kedah penyelesaian masalah dan Pendekatan Konstruktivism bagi mengatasi permasalahan tersebut. “Modul ChemQ” berteraskan PPK akan dibangunkan berdasarkan 5 komponen iaitu i) pengetahuan konsep, ii) transformasi, iii) penilaian, iv) refleksi dan v) kefahaman baru. Kelima-lima komponen PPK ini akan digunakan oleh guru kimia untuk membantu dalam proses P&P di sekolah.

### 4. OBJEKTIF KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk

- i) Mengenal pasti kelemahan pelajar dalam konsep Persamaan Kimia berdasarkan ujian diagnostik dalam keadaan sebenar dan selepas pendedahan kepada Modul ChemQ.
- ii) Membangunkan Modul ChemQ yang berteraskan PPK bagi konsep Persamaan Kimia dalam usaha membantu pelajar menguasai konsep dengan berkesan.
- iii) Menguji keberkesanan Modul ChemQ dalam proses pengajaran dan pembelajaran di sekolah bagi konsep persamaan kimia.

### 5. METODOLOGI KAJIAN

Kajian ini menggunakan reka bentuk deskriptif. Kajian deskriptif bertujuan untuk mengkaji dan menerangkan sesuatu fenomena yang sedang berlaku. Seramai 22 orang pelajar tingkatan 4 aliran sains tulen di sekolah-sekolah Daerah Johor Bahru terlibat dalam kajian ini. Jadual 1 dibawah menunjukkan teknik pengumpulan data yang digunakan dalam kajian ini.

**Jadual 1:** Kaedah kajian bagi mengukur objektif kajian

Bil	Objektif	Tindakan	Instrumen
1	Mengenal pasti kelemahan pelajar dalam konsep Persamaan Kimia	Sorotan kajian dan menjalankan ujian diagnostik kepada pelajar	Ujian Diagnostik
2	Membangunkan “Modul ChemQ” yang berteraskan PPK bagi konsep Persamaan Kimia	Pembangunan Modul menggunakan Model Addie	Modul Chem-Q
3	Mengenal pasti kelemahan pelajar dalam konsep Persamaan Kimia selepas pendedahan kepada Modul ChemQ	Melaksanakan pengajaran menggunakan modul dan menyediakan soalan diagnostik untuk pelajar	Ujian Diagnostik

#### 5.1 Instrumen Kajian

Instrumen yang digunakan dalam kajian ini adalah terdiri daripada soalan diagnostic. Soalan tersebut diedarkan kepada responden kajian sebelum dan selepas pendedahan kepada Modul Chem-Q. Set soalan tersebut merangkumi 3 bahagian iaitu a) 2 soalan berkaitan formula ion, b) 2 soalan berkaitan pembentukan sebatian ion dan c) dua soalan berkaitan persamaan kimia.

## 5.2 Pembangunan Modul Chem-Q

Bagi membangunkan Modul Chem-Q, model rekabentuk pengajaran ADDIE telah dipilih sebagai asas. Ia terdiri daripada 5 fasa iaitu fasa analisis, rekebetuk, pembangunan, pelaksanaan dan penilaian. Selain itu Modul Chem-Q juga turut mengaplikasikan rekabentuk kandungan berdasarkan kepada komponen dalam PPK.

## 6. KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Bahagian ini merupakan perbandingan yang dibuat terhadap perubahan konsep sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Antara konsep yang dianalisis ialah menentukan formula ion, pembentukan sebatian ionik, menulis persamaan kimia dan menyeimbangkan persamaan kimia.

### 6.1 Konsep Menentukan Formula Ion

Berikut merupakan dapatan yang diperoleh hasil perbandingan yang dibuat terhadap perubahan konsep menentukan formula ion sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ.

**Jadual 2 :**Perubahan Konsep Menentukan Formula Ion

Konsep	Jawapan Pelajar	Konsep pelajar sebelum pelaksanaan Modul ChemQ		Konsep pelajar selepas pelaksanaan Modul ChemQ	
		Frekuensi	Peratusan (%)	Frekuensi	Peratusan (%)
Menentukan Formula Ion	<b>Konsep Saintifik</b> 1. Pelajar dapat menentukan formula ionik dengan konsep penerimaan dan pendermaan elektron yang membentuk cas dengan baik	5	22.73	20	91.90
	<b>Kelemahan Konsep Pelajar</b> 1. Pelajar sekadar menghafal formula ion dan gagal menentukan dalam bentuk perkataan/symbol.	11	45.45	1	4.55
	2. Pelajar tidak tahu konsep penerimaan dan penyingkiran elektron yang membentuk cas bagi isetiap ion. Pelajar gagal menulis cas yang betul bagi formula ion yang diberikan	6	31.82	1	4.55

Jadual 2 menunjukkan perubahan terhadap konsep menentukan formula ion sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Hasil dapatan menunjukkan, hanya 22.73% dapat menentukan formula ion dengan tepat sebelum pelaksanaan Modul ChemQ. Namun, selepas pelaksanaan Modul ChemQ, dapatan menunjukkan peningkatan peratusan pelajar sebanyak 91.90% dapat menentukan formula ion dengan tepat. Konsep pembentukan ion merupakan konsep di bawah tajuk ikatan kimia tingkatan empat yang datang kemudian selepas tajuk persamaan kimia. Kesannya, penerangan terperinci bagi konsep pembentukan ion dipelajari kemudian selepas mereka didedahkan dengan sifir formula ion dalam tajuk persamaan kimia. Natijahnya, pelajar tidak memahami konsep pembentukan ion dan hanya menghafal sifir formula ion. Justeru, berdasarkan Modul ChemQ, guru perlu mempunyai pengetahuan kandungan terhadap konsep pembentukan ion yang merupakan konsep asas pelajar untuk

menguasai konsep persamaan kimia. Guru perlu mendedahkan kepada pelajar konsep ini dalam fasa set induksi sebelum terus memberi sifir formula ion.

Sekiranya pelajar hanya menghafal formula ion tanpa memahami konsep pembentukan ion tersebut, kesannya dapat dibuktikan dalam dapatan kajian ini apabila seramai 45.45% gagal menentukan formula ion dengan tepat seperti memberikan formula ion bagi Zink ialah  $Cu^{2+}$  sebelum pelaksanaan Modul ChemQ. Manakala, selepas pelaksanaan Modul ChemQ, menunjukkan penurunan peratusan pelajar dimana hanya 4.55% tidak dapat memberikan formula ion dengan tepat. Di samping itu, 31.82% gagal memberikan cas yang betul sebelum pelaksanaan Modul ChemQ. Hal ini kerana mereka tidak didedahkan konsep pemindahan elektron untuk membentuk cas pada atom. Namun, selepas pelaksanaan Modul ChemQ, pada fasa set induksi, pelajar telah diperkenalkan dengan konsep pembentukan cas. Hasilnya, penurunan peratusan pelajar di mana hanya 4.55% tidak dapat menentukan cas yang betul dalam menentukan formula ion.

Perbezaan yang ketara tersebut menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan terhadap perubahan konsep pelajar sebelum dan selepas pelaksanaan modul ChemQ bagi konsep menentukan formula ion. Perkara ini dapat dibuktikan dengan signifikan  $p=0.00$  berdasarkan Jadual 3

**Jadual 3** Perbandingan Kelemahan Dan Keberkesanan Terhadap Konsep Menentukan Formula Ionik

Perkara	N	Min	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap signifikan
Kelemahan konsep	22	2.0909	0.75018	5.70	0.00 ( $p<0.05$ )
Keberkesanan Modul ChemQ	22	1.1364	0.46756		

\*\*Signifikan pada aras  $p\leq 0.05$

## 6.2 Konsep Pembentukan Sebati Ionik

Berikut merupakan dapatan yang diperoleh hasil perbandingan yang dibuat terhadap perubahan konsep Pembentukan Sebati Ionik sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ.

**Jadual 4:** Perubahan Konsep Pembentukan Sebati Ionik

Konsep	Jawapan pelajar	Konsep Pelajar Sebelum Pelaksanaan Modul ChemQ		Konsep Pelajar Selepas Pelaksanaan Modul ChemQ	
		Frekuensi	Peratusan (%)	Frekuensi	Peratusan (%)
<b>Pembentukan sebatian ionik</b>	<b>Konsep Sainifik</b> 1. Pelajar dapat membentuk sebatian ionik berdasarkan konsep pindah silang, pembentukan sebatian ionik dan menyeimbangkan cas bagi ion	12	54.55	15	68.18
	<b>Kelemahan Konsep Pelajar</b> 1. Pelajar mencerakinkan sebatian ionik dalam bentuk ion. 2. Tiada jawapan diberikan	4 6	18.18 27.27	2 5	9.09 22.73

Jadual 4 menunjukkan perubahan terhadap konsep pembentukan sebatian ionik sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Hasil dapatan menunjukkan hanya 54.55% dapat membentuk sebatian ionik dengan konsep pindah silang sebelum didedahkan dengan konsep sebenar dalam Modul ChemQ. Walaubagaimapun, peratusan pelajar terhadap pemahaman konsep pembentukan sebatian ionik meningkat kepada 68.18% selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Pelajar sering didedahkan dengan teknik yang memudahkan mereka untuk memperoleh jawapan dengan tepat. Walaubagaimapun, sebelum teknik itu diamalkan oleh pelajar, mereka perlu memahami konsep sebenar bagi mengatasi masalah kerangka alternatif (Aziz, 1992). Justeru, berdasarkan Modul ChemQ satu strategi pengajaran penyelesaian masalah polya diperkenalkan kepada pelajar. Pelajar akan didedahkan dengan teknik yang tepat berdasarkan pemahaman konsep untuk pembentukan sebatian ionik.

Model Penyelesaian Masalah Polya adalah antara model yang telah digunakan secara meluas. Ia terdiri daripada empat peringkat iaitu memahami soalan, merancang strategi masalah, menyemak jawapan dan penyelesaian semula (Masingila & Moellwaid, 1993). Menurut Hein (1986), sesuatu konsep dalam kimia dapat difahami dengan lebih jelas adalah dengan menggunakan kaedah penyelesaian masalah. Beliau mengaitkan antara penggunaan mata pelajaran kimia dengan kebolehan penyelesaian masalah. Kebolehan merancang, melakukan operasi dan kawalan merupakan perkara yang menjadi rumus kepada kefahaman konsep dalam kaedah penyelesaian masalah. Pembelajaran penyelesaian masalah boleh dilakukan melalui contoh proses penyelesaian masalah yang diberikan oleh guru atau merujuk kepada buku (Simon, 1980). Justeru, Modul ChemQ telah mengatur langkah untuk membantu pelajar memahami konsep pembentukan sebatian ionik berdasarkan empat peringkat dalam Model Penyelesaian Masalah Polya.

Bertepatan dengan itu, peratusan pelajar yang mempunyai salah konsep terhadap pembentukan sebatian ionik apabila mencerakinkan kepada bentuk ion berkurang daripada 18.18% sebelum pelaksanaan Modul ChemQ kepada 9.09% selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Dapatan menunjukkan masih terdapat pelajar yang tidak dapat memenuhi pemahaman konsep walaupun menggunakan kaedah yang dicadangkan. Berdasarkan dapatan, 27.27% tidak memberikan sebarang jawapan sebelum pelaksanaan Modul ChemQ dan masih terdapat 22.73% tidak memberikan jawapan selepas pelaksanaan Modul ChemQ.

Dalam kajian ini perubahan konsep saintifik dan kelemahan konsep adalah pada tahap sederhana. Tiada perbezaan yang signifikan terhadap perubahan konsep pelajar sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Hal ini mungkin disebabkan faktor luar yang mengganggu proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) untuk mencapai tahap pemahaman pelajar berdasarkan pendekatan yang digunakan. Antaranya, teknik penyampaian oleh guru perlulah seiring dengan tahap pemahaman pelajar, disamping strategi pengajaran hendaklah berpusatkan pelajar yang memberi peluang kepada mereka untuk memberikan pandangan. Menurut Norlia (2007), keberkesanan sesuatu proses pengajaran dan pembelajaran (PdP) sangat bergantung kepada ilmu pengetahuan dan tahap penguasaan pendidiknya. Pendidik yang lemah tidak mungkin dapat mendidik pelajarannya dengan berkesan. Hal ini menunjukkan ketidaksediaan guru tersebut dalam perancangannya untuk mengajar. Guru perlu bersedia merancang aktiviti pengajaran dan pembelajaran yang sesuai supaya pengajaran dapat disampaikan dengan lebih berkesan dengan penggunaan pelbagai teknik dan strategi pengajaran (Abu Hassan, 2003).



Perubahan konsep saintifik dan kelemahan konsep yang sederhana menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan terhadap perubahan konsep pelajar sebelum dan selepas pelaksanaan modul ChemQ bagi konsep pembentukan sebatian ionik. Perkara ini dapat dibuktikan dengan signifikan  $p=0.51$  berdasarkan jadual 5

**Jadual 5:** Perbandingan Kelemahan Dan Keberkesanan Terhadap Konsep Pembentukan Sebatian Ionik

Ujian	N	Min	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap signifikan
Kelemahan konsep	22	1.7273	0.88273	0.68	0.51 ( $p>0.05$ )
Keberkesanan modul ChemQ	22	1.5455	0.85786		

\*\*Signifikan pada aras  $p \leq 0.05$

### 6.3 Konsep Penulisan Persamaan Kimia

Berikut merupakan dapatan yang diperoleh hasil perbandingan yang dibuat terhadap perubahan konsep penulisan persamaan kimia sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ.

**Jadual 6** : Perubahan Konsep Penulisan Persamaan Kimia

Konsep	Jawapan Pelajar	Konsep pelajar sebelum pelaksanaan Modul ChemQ		Konsep pelajar selepas pelaksanaan Modul ChemQ	
		Frekuensi	Peratusan (%)	Frekuensi	Peratusan (%)
<b>Menulis Persamaan Kimia</b>	<b>Konsep Saintifik</b> 1. Pelajar dapat menterjemah aspek kualitatif persamaan kimia yang diberi dalam perkataan dan menukarkan kepada bentuk simbol dengan baik.	1	4.55	10	45.45
	<b>Kelemahan Konsep Pelajar</b> 1. Pelajar gagal mengenal pasti bahan tindak balas dan hasil tindak balas bagi persamaan yang diberi dalam bentuk perkataan.	9	40.91	1	4.55
	2. Pelajar tidak dapat menulis formula sebatian dengan baik apabila diminta menterjemahkan aspek kualitatif dalam bentuk perkataan kepada simbol.	1	4.55	11	50.00
	3. Tiada jawapan diberikan	11	50.00	0	0.00

Jadual 6 menunjukkan perubahan terhadap konsep penulisan persamaan kimia sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Hasil dapatan menunjukkan hanya 4.55% dapat mentafsir secara kualitatif persamaan tindak balas kimia yang diberikan dalam bentuk perkataan dan di tukar tepat kepada bentuk simbol sebelum pelaksanaan Modul ChemQ. Namun, selepas pelaksanaan Modul ChemQ, terdapat peningkatan kepada 45.45% dapat mentafsir dengan tepat.

Berdasarkan Modul ChemQ, pelajar telah diperkenalkan dengan strategi pengajaran konstruktivisme untuk membantu mereka mengatasi kelemahan dalam konsep penulisan persamaan kimia. Konstruktivisme merupakan teori pembelajaran yang menganggap bahawa

pengetahuan tidak boleh wujud di luar minda pelajar tetapi dibina dalam minda berdasarkan pengalaman sebenar (Driver et al., 1985). Konstruktivisme menegaskan kepentingan membina pengetahuan secara aktif melalui proses saling mempengaruhi antara pembelajaran terdahulu dengan pembelajaran terbaru. Perkaitan ini dibina sendiri oleh pelajar. Unsur teori konstruktivisme yang paling penting adalah bahawa seseorang membina pengetahuan secara aktif dengan cara membandingkan maklumat baru dengan pemahamannya yang sedia ada (Taber, 2003; Baker, 1991; Driver et al., 1994).

Dalam Modul ChemQ, pelajar telah didedahkan dengan konsep pembentukan ion. Berdasarkan pengetahuan kandungan yang dimiliki oleh guru bagi konsep pembentukan ion, pelajar telah dijelaskan secara terperinci konsep tersebut kemudian di beri sifir formula ion. Seterusnya, menggunakan strategi pengajaran Penyelesaian Masalah Polya, pelajar didedahkan teknik pembentukan sebatian ionik. Berdasarkan kedua-dua konsep pembentukan ion dan pembentukan sebatian ionik, pelajar cuba menghubungkan secara aktif pengetahuan sedia ada itu semasa pembelajaran menulis persamaan kimia berdasarkan strategi konstruktivisme.

Hasilnya, jika 40.91% telah gagal mentafsir persamaan tindak balas kimia secara kualitatif dengan menukarkan kepada bentuk simbol sebelum pelaksanaan Modul ChemQ, namun peratusan pelajar menurun kepada hanya 4.55% selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Di samping itu, sebelum pelaksanaan Modul, 50.00% tidak memberikan jawapan dalam mentafsir persamaan tindak balas kimia kepada bentuk simbol. Namun, selepas pelaksanaan Modul ChemQ, tiada responden yang tidak memberi sebarang jawapan. Dapat disimpulkan bahawa strategi pengajaran konstruktivisme yang dilaksanakan membantu pelajar menangani kelemahan mereka dalam konsep penulisan persamaan kimia.

Perubahan konsep saintifik dan kelemahan konsep yang sederhana menunjukkan tiada perbezaan yang signifikan terhadap perubahan konsep pelajar sebelum dan selepas pelaksanaan modul ChemQ bagi konsep pembentukan sebatian ionik. Perkara ini dapat dibuktikan dengan signifikan  $p=0.10$  berdasarkan jadual 7

**Jadual 7:** Perbandingan Kelemahan Dan Keberkesanan Terhadap Konsep Penulisan Persamaan Kimia

Ujian	N	Min	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap signifikan
Kelemahan konsep	22	2.8636	0.77432	1.74	0.10 ( $p>0.05$ )
Keberkesanan modul ChemQ	22	2.3182	0.99457		

\*\*Signifikan pada aras  $p\leq 0.05$

#### 6.4 Konsep Menyeimbang Persamaan Kimia

Berikut merupakan dapatan yang diperoleh hasil perbandingan yang dibuat terhadap perubahan konsep menyeimbang persamaan kimia sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ.

**Jadual 8 : Perubahan Konsep Menyeimbangkan Persamaan Kimia**

Konsep	Jawapan Pelajar	Konsep pelajar sebelum pelaksanaan Modul ChemQ		Konsep pelajar selepas pelaksanaan Modul ChemQ	
		Frekuensi	Peratusan (%)	Frekuensi	Peratusan (%)
Menyeimbangkan Persamaan Kimia	<b>Konsep Saintifik</b> 1. Pelajar dapat menyeimbangkan persamaan kimia bagi kedua-dua bahan tindak balas dan hasil tindak balas	2	9.09	7	31.80
	<b>Kelemahan Konsep Pelajar</b> 1. Pelajar tidak faham konsep menyeimbangkan persamaan kimia	2	9.09	2	9.09
	2. Pelajar gagal menyeimbangkan persamaan bagi soalan yang kompleks melibatkan 3 hasil tindak balas.	15	68.18	12	54.55
	3. Tiada jawapan diberikan	3	13.64	1	4.55

Jadual 8 menunjukkan dapatan terhadap perubahan konsep menyeimbangkan persamaan kimia sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Hasil dapatan menunjukkan 9.09% sahaja yang dapat menyeimbangkan persamaan tindak balas kimia dengan tepat sebelum pelaksanaan Modul ChemQ. Namun, selepas pelaksanaan Modul ChemQ, peratusan pelajar dapat menyeimbangkan persamaan tindak balas kimia meningkat kepada 31.80%. Aspek kuantitatif mentafsirkan bahawa persamaan tindak balas kimia dapat menunjukkan kuantiti bahan tindakbalas yang terlibat dalam suatu tindakbalas. Pekali di hadapan setiap formula kimia bahan menunjukkan bilangan mol bahan itu yang terlibat (Siti, 2007). Kemahiran yang melibatkan pengiraan matematik iaitu menyeimbangkan bilangan atom di sebelah kiri dan kanan supaya menjadi sama banyak merupakan faktor kepada pelajar untuk memberikan jawapan yang tepat bagi menyelesaikan masalah berkaitan persamaan tindak balas kimia (Jihan, 2003).

Berdasarkan Modul ChemQ, guru mendedahkan terlebih dahulu kepada pelajar mengenai penggunaan dan penggabungan nut dan bolt untuk mewakili sesuatu simbol/formula kimia dalam fasa orientasi Model Needem. Seterusnya, dalam fasa penstrukturan semula idea Model Needem, modul akan memberi idea baru dan mudah untuk menyeimbangkan persamaan kimia dengan menggunakan jadual perbandingan antara bahan tindak balas dan hasil tindak balas serta menggunakan pengetahuan sedia ada dalam matematik iaitu hasil gandaan sepunya terkecil (GSTK). Di samping itu, guru menyediakan bolt dan nut supaya pelajar dapat menghubungkan persamaan yang diberi dengan pembentukan bolt dan nut (struktur atom).

Walaupun bagaimanapun, peratusan perubahan konsep pelajar bagi menyeimbangkan persamaan kimia dalam bentuk yang ringkas dan kompleks tidak menunjukkan perubahan yang ketara. Sebelum pelaksanaan Modul ChemQ, 9.09% tidak dapat menyeimbangkan persamaan tindak balas kimia dalam bentuk yang ringkas dan tiada perubahan peratusan pelajar iaitu 9.09% selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Di samping itu, 13.64% tidak dapat menyeimbangkan persamaan tindak balas kimia dalam bentuk yang kompleks sebelum pelaksanaan Modul ChemQ dan perubahan peratusan yang sedikit menunjukkan 54.55% tidak dapat menyeimbangkan persamaan kompleks selepas pelaksanaan Modul ChemQ.

Berdasarkan dapatan, menunjukkan pelajar gagal menghubungkan penggunaan dan penggabungan nut dan bolt untuk mewakili sesuatu simbol/formula dalam situasi sebenar apabila diberi soalan dalam bentuk persamaan tindak balas kimia. Di samping itu, pelajar bertambah keliru dengan teknik penggabungan nut dan bolt serta jadual perbandingan antara bahan tindak balas dan hasil tindak balas. Menurut Foo (2012), bagi membantu pelajar dalam meningkatkan pemahaman terhadap konsep Kimia, guru perlu memikul tanggungjawab yang amat penting dalam memilih teknik-teknik pengajaran supaya dapat mencapai objektif pengajaran dan pembelajaran (PdP). Kegagalan guru menyesuaikan pendekatan pengajaran semasa proses PdP menjadi punca kepada kelemahan pelajar, pasif dan tidak berkeyakinan.

Kesan yang lebih ketara apabila 13.64% tidak memberikan sebarang jawapan bagi menyeimbangkan persamaan tindak balas kimia sebelum pelaksanaan Modul ChemQ dan menunjukkan masih terdapat 4.55% tidak memberikan sebarang jawapan bagi menyeimbangkan persamaan tindak balas kimia.

Perubahan konsep saintifik dan kelemahan konsep yang ketara menunjukkan terdapat perbezaan yang signifikan terhadap perubahan konsep pelajar sebelum dan selepas pelaksanaan modul ChemQ bagi konsep menyeimbangkan persamaan kimia. Perkara ini dapat dibuktikan dengan signifikan  $p=0.01$  berdasarkan jadual 9.

**Jadual 9:** Perbandingan Kelemahan Dan Keberkesanan Terhadap Konsep Menyeimbangkan Persamaan Kimia

Ujian	N	Min	Sisihan Piawai	Nilai t	Tahap signifikan
Kelemahan konsep	22	3.0000	1.06904	3.05	0.01 ( $p<0.05$ )
Keberkesanan modul ChemQ	22	2.0455	0.99892		

\*\*Signifikan pada aras  $p\leq 0.05$

## 7.0 RUMUSAN

Berikut adalah rumusan hasil daripada kajian yang dijalankan;

- i) Pencapaian pelajar sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Berdasarkan dapatan yang diperolehi, dapat disimpulkan bahawa pelaksanaan Modul ChemQ membantu meningkatkan pencapaian pelajar. Selepas pelaksanaan Modul ChemQ, menunjukkan purata pelajar memperoleh gred A dan B sahaja.
- i) Perubahan Konsep sebelum dan selepas pelaksanaan Modul ChemQ. Terdapat empat konsep yang dibincangkan dalam kajian ini berdasarkan kelemahan dan kesukaran konsep dalam persamaan kimia
  - a) Konsep Menentukan Formula Ion  
Selepas pelaksanaan Modul ChemQ, menunjukkan perubahan yang ketara bagi konsep menentukan formula ion secara saintifik. Dalam Modul ChemQ, guru perlu menguasai Pengetahuan Terhadap Konsep Persamaan Kimia. Justeru, pelajar akan didedahkan bagaimana formula ion terbentuk berdasarkan sifir formula ion yang diberikan.

- b) Konsep Pembentukan Sebatian Ion  
Selepas pelaksanaan Modul ChemQ, dapatan menunjukkan perubahan yang sederhana terhadap konsep pembentukan sebatian ion. Pelajar didedahkan dengan konsep pembentukan ikatan ionik berdasarkan Model Penyelesaian Masalah Polya. Walaubagaimanapun, masih terdapat pelajar yang mencerakinkan sebatian dalam bentuk ion dan tidak memberikan sebarang jawapan.
- c) Konsep Penulisan Persamaan Kimia  
Selepas pelaksanaan Modul ChemQ, perubahan konsep saintifik pelajar adalah pada tahap yang sederhana. Masih terdapat pelajar yang gagal mentafsir persamaan kimia secara kualitatif dengan menulis formula sebatian tidak tepat.
- d) Konsep Menyeimbang Persamaan Kimia  
Selepas pelaksanaan Modul ChemQ, perubahan pada tahap yang sederhana terhadap konsep menyeimbang persamaan kimia. Pelajar tidak dapat menyeimbangkan persamaan kimia dalam bentuk kompleks melibatkan tiga hasil tindak balas. Pendekatan pengajaran menggunakan bolt dan nuts tidak banyak membantu dalam perubahan pelajar.

## 8.0 PENGHARGAAN

Pengkaji ingin mengucapkan ribuan terima kasih kepada Universiti Teknologi Malaysia dan Kementerian Pendidikan Malaysia di atas sokongan yang diberikan dalam menjayakan kajian ini. Kajian ini juga dibiayai oleh Geran Penyelidikan Asas (FRGS: R.J130000.7831.4F199) dari KPM dan UTM

### RUJUKAN

- Ben-Zvi, R., Eylon, B., & Silberstein, J. (1988). *Theories, principles and laws. Education in Chemistry*, 25, 89-92.
- Bergquist, W., dan Heikkinen, H. (1990). Student ideas regarding chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 67 (12), 1000-1003.
- Bruce H. Mahan. (1987). *Kimia Universiti Jilid 1* (Abdul Rashid Johar).
- Buni Sunade, Eng Nguan Hong, Lim Eng Wah & Lim Yean Ching (2001). *Kimia Tingkatan 4 KBSM*. Batu Pahat: Zeti Enterprise, Johor.
- Eng Nguan Hong, Lim Eng Wah & Yeow Kek Ong (2005). "Fokus Kimia SPM". Selangor: Penerbitan Pelangi.
- Finley, F.N., Stewart, J., & Yaroch, W.L. (1982). *Teachers' perceptions of important and difficult science content*. *Science Education*, 66 (4), 531-538.
- Grossman, P.L. (1990). *The making of teacher*. Teacher knowledge and teacher education. New York: Teacher Colleg Press.
- Haidar Abdullateef, H. (1997). Prospective chemistry teachers' conceptions of the conservation of matter and related concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 34 (2), 181-197.
- Huddle, P.A., & Pillay, A.E. (1996). *An in depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium*. Africa: South African University. 33 (1), 65-77.

- Kementerian Pendidikan Malaysia (2005). Sukatan Mata Pelajaran Kimia KBSM Tingkatan 4. Kuala Lumpur: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Muhammad Abd Hadi Bunyamin (2011). "Pengetahuan Teknologi Pedagogi Kandungan Bakal Guru Fizik Universiti Teknologi Malaysia". Universiti Teknologi Malaysia. Tesis Sarjana.
- Muhammad Abd Hadi Bunyamin (2009). "Tahap Pengetahuan Pedagogi Kandungan Pelajar Pendidikan Fizik UTM". Universiti Teknologi Malaysia. Tesis Sarjana Muda.
- Nor Jihan Mohamad (2003). Keberkesanan Aktiviti Permainan Dalam Tajuk Persamaan kimia Dan Faktor Yang Mempengaruhi Tahap Pencapaian Pelajar Tingkatan Empat. Projek Sarjana Muda. Fakulti Pendidikan. Tidak diterbitkan.
- Novak J.D. (1993). *How do we learn our lesson? The Science Teacher*, 60(3), 50-55
- Pereira, M.P.B.A (1990). *Chemical Equilibrium- Learning Difficulties and Didactic Suggestions*. 2nd Edition. Lisbon: SPQ.
- Quilez- Pardo, J., & Solaz- Portoles, J.J. (1995). Students' and teachers' misapplication of Le Chatelier's Principle: Implications for the teaching of chemical equilibrium. *Journal of Research in Science Teaching*. 32 (9), 939- 957.
- Ramli, E. N. (2012). *Diagnosis Kesukaran, Kesilapan dan Salah Konsep Pelajar Tingkatan Empat Semasa Mempelajari Tajuk Elektrokimia Dalam Konteks Penyelesaian Masalah*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Siberman G. R. (1979). "Problem with problem: Student's perception and suggestion". *Journal of Chemical Education* 1(5). 55-57
- Shulman, L.S. (1986). *Those who understand: Knowledge growth in teaching*. Educational Researcher, 15, 4-21.
- Shulman, L.S. (1987). *Knowledge and teaching: Foundations of the new reform*. Harvard Educational Review, 57 (1), hlm. 1-22.
- Shulman (1989). *Pedagogical Content Knowledge (PCK)* [http://www.tpck.org/tpck/index.php?title=Pedagogical\\_Content\\_Knowledge](http://www.tpck.org/tpck/index.php?title=Pedagogical_Content_Knowledge) (PCK)
- Shulman, L.S. & Grossman, P.L. (1987). *Final report to the Spencer Foundation*. Stanford, CA: School of Education, Stanford University.
- Siti Noorain Jamaludin (2007). Masalah Dalam Mempelajari Sub-Topik Persamaan Kimia Dalam Bab Formula Dan Persamaan Kimia Di Kalangan Pelajar Tingkatan 5. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana Muda
- Sutton, R.A (1977). "Resource Booklet Physics Interface Project". Cardiff: University College.
- Tamir, P. (1988). Subject matter and related pedagogical knowledge in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 4, 99-110
- William L.Masterton et al. (1999). *Prinsip Kimia* (Satapah Ahmad et al.). Skudai: Penerbit UTM.