

## KERANGKA ALTERNATIF KONSEP KESEIMBANGAN KIMIA PELAJAR KOLEJ MATRIKULASI

<sup>1</sup>Mohd Zam Zam Bin Ahmad,<sup>2</sup>Ang Boon Su

<sup>1</sup>Kolej Matrikulasi Teknikal, 06720 Pendang, Kedah Darul Aman

<sup>2</sup>Institut Pendidikan Guru Kampus Dato' Razali Ismail, 21030 Kuala Terengganu,  
Terengganu Darul Iman

### Abstrak

Artikel ini membincangkan hasil kajian yang dijalankan untuk mengesan kerangka alternatif dalam kalangan pelajar matrikulasi dalam topik keseimbangan kimia berdasarkan huraian sukatan pelajaran Sains Kejuruteraan. Ujian untuk mengesan kerangka alternatif pelajar dijalankan terhadap 30 orang pelajar semester kedua di salah sebuah kolej matrikulasi. Dua kaedah digunakan dalam kajian ini iaitu soalan soal selidik dua tingkat dan juga pemerhatian dan tinjauan. Sebanyak 13 item instrumen yang digunakan dalam kajian ini adalah *two-tier multiple choice diagnostic* iaitu soalan yang menguji kefahaman sesuatu konsep dan soalan berbentuk penerangan bagi soalan pertama. Pelajar yang terlibat dalam kajian ini telah didedahkan kepada topik ini pada semester pertama yang mana pelajar-pelajar ini mengikuti 6 jam kuliah berkaitan topik ini. Dalam kajian ini, beberapa kerangka alternatif telah dikenalpasti antaranya melibatkan konsep menuju keseimbangan, aplikasi terhadap prinsip Le Chatelier, pemalar keseimbangan, keseimbangan dalam sistem heterogeneous dan kesan mangkin terhadap keseimbangan. Beberapa punca yang menyebabkan wujudnya kerangka alternatif juga turut dikenalpasti. Hasil kajian yang diperolehi menunjukkan apabila kedua-dua tingkat item digabungkan, didapati julat jawapan yang betul adalah antara 6.67% hingga 56.67%.

**Kata kunci** *kerangka alternatif, konsep keseimbangan kimia, kolej matrikulasi, pendidikan kimia*

### Abstract

This article discusses the results of a study to detect an alternative framework for matriculation students in the topic of chemical equilibrium based on the syllabus of Engineering Sciences. A test for the alternative framework of students was conducted on 30 students of the second semester at a matriculation college. Two methods were used in this study, namely two-tier multiple choice questionnaire and also observations and surveys. A set of 13 item instrument used in this study is a two-tier multiple choice diagnostic questions that test understanding of concepts and explanatory questions for the first question. Students involved in this study were exposed to these topics in the first semester in which these students attended six hours of lectures related to this topic. In this study, several alternatives framework have been identified that involving concepts toward equilibrium, application of the principle of Le Chatelier, the equilibrium constant, equilibrium in

heterogeneous systems, and the impact on the equilibrium catalyst. Some of the causes of the existence of an alternative framework also identified. The results showed that when the two are combined item level, available range of correct answers is between 6.67% to 56.67%.

**Keywords** *alternative framework, the concept of chemical equilibrium, Matriculation College, chemistry education*

## PENGENALAN

Kajian menunjukkan bahawa kanak-kanak dan pelajar akan membawa konsep yang sedia ada tentang fenomena saintifik dan bagaimana sesuatu peristiwa alam itu berlaku semasa pembelajaran. Idea-idea ataupun konsep yang sedia ada ini akan mengganggu dan menghalang pelajar untuk mempelajari prinsip atau konsep sains yang betul dan mentafsir segala maklumat yang baru dari sudut pandangan idea, konsep dan kepercayaan sedia ada yang telah wujud (Posner et. al., 1982). Kesedaran terhadap masalah ini menyebabkan para pendidik sains menjadi semakin risau tentang penemuan terhadap kesulitan dan masalah sebelum, semasa dan selepas pengajaran dalam konsep pengetahuan saintifik dan bagaimana cara untuk mengatasi masalah ini. Telah wujud pelbagai istilah yang digunakan untuk mewakili idea-idea atau konsep yang sedia ada dibina di dalam fikiran pelajar. Antara istilah-istilah yang biasa digunakan adalah konsep alternatif, salah konsepsi, kerangka alternatif, kerangka konseptual dan pengetahuan spontan. Kajian-kajian terdahulu banyak membincangkan secara terperinci tentang bagaimana untuk mencegah, untuk mendiagnosis dan mengatasi masalah salah faham konsep di kalangan pelajar dalam kimia. Di dalam kajian ini, istilah kerangka alternatif digunakan untuk menerangkan sebarang masalah konseptual, yang mana masalah ini menyebabkan terdapatnya perbezaan atau ketidak konsisten dengan pengertian saintifik yang dipelajari.

Tidak mengejutkan kita apabila idea sedia ada pelajar tentang fenomena kimia menjadi bidang kajian yang semakin popular kebelakangan ini. Ini adalah disebabkan oleh sifat konsep kimia yang abstrak dan kesulitan atau masalah dalam penggunaan bahasa dan istilah yang digunakan dalam pengajaran dan pembelajaran kimia. Kebanyakan pelajar bersungguh-sungguh dalam mempelajari kimia. Namun, terdapat ramai di kalangan pelajar ini gagal dalam memahami konsep kimia yang betul. Kajian telah menunjukkan bahawa sejak dari mula seseorang pelajar itu didedahkan kepada ilmu kimia secara formal, kebanyakan daripada pelajar ini tidak dapat memahami konsep asas kimia dengan betul. Terdapat banyak konsep kimia yang bermasalah kepada pelajar (konsep-konsep yang dikesan terdapatnya salah faham konsep), konsep keseimbangan kimia (*chemical equilibrium*) merupakan salah satu konsep kimia yang paling sukar dan merupakan topik yang paling penting dalam kurikulum kimia (Quilez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995). Ini adalah disebabkan oleh sifat konsep ini yang abstrak dan memerlukan seseorang pelajar untuk menguasai sebilangan besar konsep subordinat (Quilez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995). Konsep keseimbangan kimia juga amat penting kepada pelajar untuk dipelajari kerana konsep ini memainkan peranan penting dalam perkembangan kefahaman terhadap konsep-konsep kimia yang lain seperti dalam mempelajari sifat asid-bes, kelarutan dan tidakbalas pengoksidaan-

penurunan atau tindakbalas redoks (Voska & Heikkinen, 2000). Keseimbangan kimia menghasilkan peluang untuk konsep alternatif kimia yang lain berkembang (Bilgin, 2006). Pembelajaran kimia adalah berorientasikan buku teks dan juga kebanyakannya melibatkan penggunaan papan hitam serta melibatkan penggunaan strategi alogaritma dalam menyelesaikan masalah kimia. Ini menyebabkan pelajar mengikuti pelajaran ini secara menghafal dan pelajar ini akan cuba menerapkan konsep yang dipelajari ini tanpa memahami konsep tersebut. Malah, pelajar akan cuba menyesuaikan konsep yang dihafal ini untuk menaakul sesuatu secara alogaritma. Walau bagaimanapun, kaedah yang digunakan ini kadang kala membantu pelajar dalam menjawab soalan dengan betul, kajian terdahulu menunjukkan bahawa pelajar malahan guru-guru juga kerap menggunakan dan mengaplikasikan kaedah menghafal ini, tetapi dengan penuh kekeliruan (Quilez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995).

## **SOROTAN LITERATUR**

Kerangka alternatif diberikan pelbagai istilah seperti prakonsepsi, idea, tanggapan, kepercayaan, intuisi, intuitif, teori mini, sains kanak-kanak, salah konsepsi, kerangka alternatif, konsep alternatif dan sebagainya (Abimbola, 1996). Kerangka alternatif yang dimiliki oleh pelajar merupakan idea dan kepercayaan yang berbeza dengan pandangan ahli sains, dipegang dengan kukuh dan menjadi penghalang dalam proses pembelajaran dan pengajaran sains. Pelajar seringkali telah mempunyai pemahaman yang tersendiri mengenai sesuatu konsep sains walaupun belum mengikuti sesuatu pembelajaran formal. Impaknya bukan sahaja akan menyukarkan penerimaan pengajaran semasa pembelajaran, bahkan amat sukar untuk mengubahnya secara pengajaran sains.

Terdapat beberapa sifat-sifat kerangka alternatif pelajar dalam sains. Antara sifat-sifat kerangka alternatif tersebut adalah sebelum sebarang pengajaran dan pembelajaran sains formal, pelajar telah membentuk makna-makna tersendiri terhadap kebanyakan konsep sains yang berbeza daripada pandangan ahli sains yang mana pandangan sedia ada pelajar mengenai fenomena alam akan dipegang teguh oleh mereka. Kerangka alternatif juga bersifat kukuh dan amat sukar untuk diubahsuai atau dibuang daripada pemikiran pelajar. Ini adalah kerana penggunaannya yang berterusan dan berulang-ulang, akan menyebabkan tanggapan awal yang dibina dalam minda pelajar semakin kukuh serta berlawanan dengan konsep sains sebenar. Akhirnya, akan membentuk suatu benteng atau penghalang proses kognitif dalam pembelajaran pelajar. (Quilez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995; Voska & Heikkinen, 2000; Piquette & Heikkinen, 2005; Bilgin, 2006).

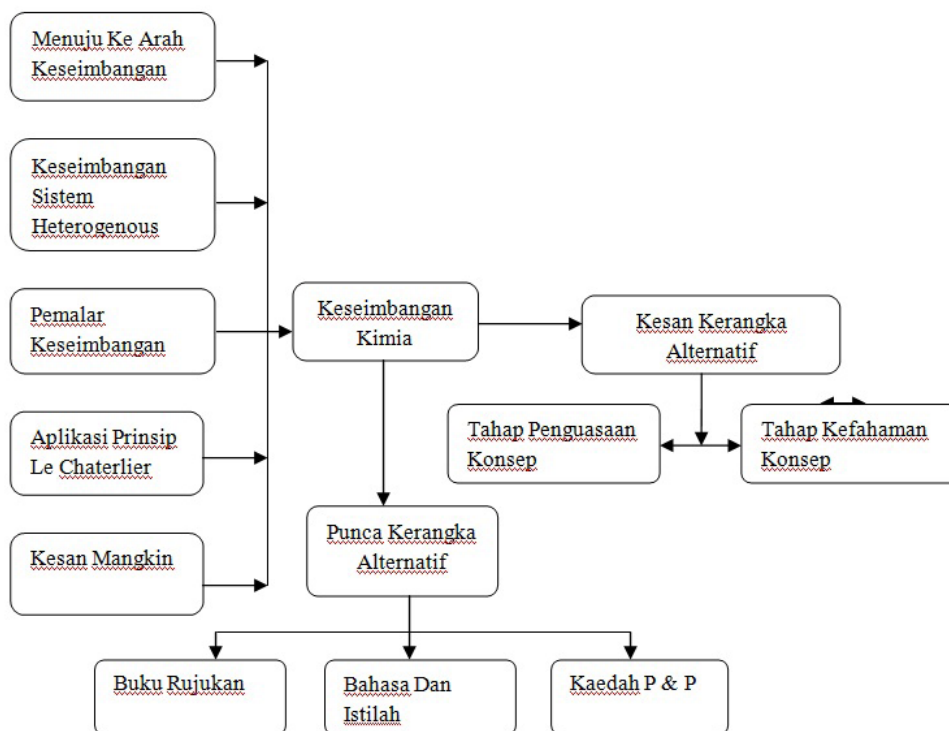
Faktor-faktor yang menyebabkan berlakunya kerangka alternatif antaranya adalah pengajaran sains secara tradisional, bahasa harian dan budaya, dan pandangan berpusatkan diri. Pengajaran sains secara tradisional merupakan salah satu faktor yang mengekang kemampuan pelajar menguasai sains. Pengajaran ini berpusatkan guru dan menekankan proses hafalan fakta. Pengajaran sains secara tradisional juga menekankan peperiksaan sebagai matlamat dan tumpuan pembelajaran. Pelajar akan disogokkan dengan timbunan fakta dan konsep-konsep sains tanpa menghiraukan kefahaman mereka. Anggapan bahawa pelajar akan menjadi lebih pandai dengan banyaknya fakta yang diperolehi akan menimbulkan kerumitan dalam pembelajaran. Akibatnya, pelajar

akan mengekalkan kerangka alternatif mereka walaupun telah mengikuti pengajaran secara formal. Pelajar juga akan kehilangan minat dan akhirnya merasakan bahawa pembelajaran sains amat membosankan. Bahasa harian yang merupakan medium komunikasi adalah salah satu faktor yang membentuk kerangka alternatif. Contohnya, perkataan zarah dalam sains selalunya dirujuk kepada satu atom, molekul atau ion, tetapi dalam sebutan biasa pula merujuk kepada bahan seni yang tidak kelihatan. Istilah sains seperti kerja, daya, zarah, tenaga, binatang dan lain-lain lagi seringkali mempunyai makna dalam bahasa harian. Faktor bahasa dan budaya turut memainkan peranan yang utama dalam membentuk kerangka alternatif pelajar. Sebagai contoh, kromatografi dianggap sebagai kaedah pemisahan warna di United Kingdom tetapi dianggap sebagai suatu istilah yang aneh di Malaysia. Memandangkan kebanyakan istilah sains dipinjam daripada Bahasa Inggeris, kerangka alternatif berkaitan faktor bahasa dan budaya menjadi sesuatu yang penting. Pelajar biasanya mempunyai persepsi berpusatkan diri yang dianggap logik tetapi berbeza daripada pandangan ahli sains. Contohnya, pelajar beranggapan bahan yang lebih berat akan jatuh dengan lebih cepat atau bahan menjadi ringan apabila terbakar. Bumi seringkali dianggap hamparan yang rata, manakala bulan dan matahari dianggap beredar mengelilingi bumi adalah antara beberapa contoh kerangka alternatif daripada pandangan berpusatkan insan. (Quilez -Pardo & Solaz-Portoles, 1995; Voska & Heikkinen, 2000; Piquette & Heikkinen, 2005; Bilgin, 2006).

Terdapat beberapa implikasi kerangka alternatif sains terhadap pengajaran guru secara tradisional iaitu kerangka alternatif yang tidak terganggu, hasil terteguhan dan hasil campuran. Pandangan atau kerangka alternatif pelajar yang tidak terganggu melalui pengajaran formal yang diterima, menyebabkan para pelajar menolak konsep-konsep yang diajar oleh guru. Pelajar akan terus mengekalkan kerangka alternatif sedia ada mereka seolah-olah tidak melalui sebarang proses pengajaran dan pembelajaran. Manakala, hasil pembelajaran terteguhan akan menyebabkan kerangka alternatif menjadi semakin kukuh dalam pemikiran pelajar terhadap sesuatu konsep yang dipercayai oleh mereka. Kerangka alternatif pelajar sebelum ini bukan sahaja dikekalkan bahkan mendapat peneguhan daripada pengajaran guru akibat daripada kekaburan semasa membuat sesuatu penjelasan. Sebagai contohnya, konsep api adalah hidup akan terteguh dengan penerangan guru bahawa api boleh 'dihidupkan' dengan kehadiran oksigen. Akhir sekali adalah hasil campuran iaitu situasi yang mana pandangan pelajar terhadap sesuatu konsep berbelah bahagi antara kerangka alternatif mereka dengan konsep yang diperkenalkan dalam pengajaran guru. Pelajar menganggap konsep yang diajarkan guru adalah benar, tetapi masih menganggap kerangka alternatif mereka juga benar. Akibatnya, pelajar akan menggunakan kerangka alternatif pada sesuatu permasalahan dan adakalanya akan menggunakan konsep saintifik yang sebenar dalam permasalahan yang lain. Keadaan ini mewujudkan pelajar yang mempunyai idea yang tidak konsisten dan seringkali bercanggah dengan konsep sebenar. (Quilez -Pardo & Solaz-Portoles, 1995; Voska & Heikkinen, 2000; Piquette & Heikkinen, 2005; Bilgin, 2006).

Konsep keseimbangan kimia merupakan suatu konsep kimia yang abstrak dan juga memerlukan seseorang pelajar itu untuk menguasai banyak subordinat konsep. Ini menyebabkan wujudnya banyak salahkonsepsi dalam kalangan pelajar dalam konsep

ini pada setiap peringkat pengajian. Kajian ini memfokuskan pada kerangka alternatif yang wujud dalam subordinat seperti menuju kepada keseimbangan, keseimbangan dalam sistem heterogeneous, pemalar keseimbangan, aplikasi prinsip Le Chaterlier dan kesan mangkin terhadap keseimbangan. Kefahaman pelajar dalam terhadap sistem yang menuju keseimbangan, secara amnya pelajar mempunyai kefahaman yang kualitatif tentang bagaimana kepekatan bahan dan hasil tindak balas berubah apabila sistem menuju keseimbangan. Pelajar tidak dapat menjelaskan bagaimana kadar tindak balas ke hadapan dan ke belakang berubah semasa sistem menuju keseimbangan (Hackling & Garnett,1985). Kerangka alternatif yang wujud adalah disebabkan oleh pengalaman pelajar sebelum ini dalam tindak balas kimia. Sebelum ini pelajar hanya mengetahui bahawa kadar tindak balas akan meningkat apabila tindak balas berlaku. Sistem heterogeneous adalah sistem yang mempunyai bahan dan hasil tindak balas yang mempunyai lebih daripada satu jenis fasa iaitu pepejal, cecair atau gas. Terdapat kerangka alternatif pelajar dalam mempelajari keseimbangan dalam sistem heterogeneous. Kerangka alternatif yang wujud ini menyebabkan pelajar gagal untuk menentukan bahan mana yang terdapat dalam sistem heterogeneous ini yang mempengaruhi keseimbangan kimia (Wheeler & Kass, 1978). Dalam mempelajari pemalar keseimbangan yang merangkumi kebolehan pelajar dalam menentukan apabila dan bagaimana pemalar keseimbangan kimia berubah. Kerangka alternatif yang wujud dalam subordinat ini adalah merujuk kepada kefahaman pelajar tentang perubahan terhadap pemalar keseimbangan apabila kepekatan dan suhu tindak balas diubah (Gorodetsky & Gussarsky, 1986). Pelajar percaya pemalar keseimbangan akan meningkat apabila kepekatan bahan bertambah. Terdapat juga pelajar percaya apabila suhu meningkat, pemalar keseimbangan akan berkurangan. Manakala terdapat juga pelajar yang percaya bahawa pemalar keseimbangan ini mempunyai nilai yang tetap atau konstant (Hackling & Garnett, 1985). Terdapat kerangka alternatif yang wujud dalam aplikasi prinsip Le Chaterlier. Kerangka alternatif ini meliputi kebolehan pelajar dalam mengenalpasti sistem yang mengaplikasikan prinsip ini dan bagaimana mengaplikasikan prinsip ini terhadap sistem yang diberi (Wheeler & Kass, 1978). Dalam kefahaman pelajar dalam mempelajari kesan mangkin terhadap keseimbangan kimia pula, kerangka alternatif yang wujud adalah kebanyakan pelajar percaya bahawa kadar tindak balas ke hadapan dan ke belakang dipengaruhi oleh kehadiran mangkin. Ini disebabkan oleh kurangnya kefahaman pelajar dalam kewujudan laluan tindak balas bagi tindak balas biasa dan kewujudan keadaan peralihan untuk tindak balas ke hadapan dan ke belakang (Hackling & Garnett, 1985). Pelajar percaya bahawa mangkin mempengaruhi keseimbangan kimia yang sebenarnya mangkin mempengaruhi kadar tindak balas dan bukannya terhadap keseimbangan kimia. Ini disebabkan oleh kepercayaan lama pelajar yang mengatakan bahawa mangkin menyebabkan peningkatan penghasilan hasil tindak balas (Gorodetsky & Gussarsky, 1986).



**Rajah 1:** Kerangka Konseptual Kajian

Kerangka konseptual kajian ini dapat digambarkan seperti dalam Rajah 1. Rajah tersebut menunjukkan hubungan antara kerangka alternatif, punca kerangka alternatif, kesan wujudnya kerangka alternatif dan jenis kerangka alternatif yang wujud dalam kajian ini. Dalam konsep keseimbangan kimia, terdapat banyak kerangka alternatif yang wujud. Namun kerangka alternatif ini dikategorikan kepada beberapa aspek iaitu dari aspek menuju keseimbangan, keseimbangan dalam sistem heterogeneous, pemalar keseimbangan, aplikasi prinsip Le Chaterlier dan kesan mangkin terhadap keseimbangan. Wujudnya kerangka alternatif ini adalah berpunca dari penggunaan buku rujukan, penggunaan bahasa dan istilah, dan kaedah dalam pengajaran dan pembelajaran. Ini akan memberi kesan terhadap tahap penguasaan dan kefahaman pelajar dalam konsep ini.

## TUJUAN KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk melihat tahap kerangka alternatif dalam kalangan pelajar kolej matrikulasi. Secara amnya, tujuan kajian ini adalah untuk melihat tahap penguasaan pelajar terhadap konsep keseimbangan kimia, kerangka alternatif dalam konsep keseimbangan kimia terutamanya dalam aspek menuju keseimbangan, keseimbangan dalam sistem heterogeneous, pemalar keseimbangan, aplikasi prinsip Le Chaterlier dan kesan mangkin terhadap keseimbangan dan juga punca-punca yang menyebabkan wujudnya kerangka alternatif di kalangan pelajar kolej matrikulasi.

Secara lebih khususnya, terdapat tiga persoalan kajian yang berkisar pada;

1. Adakah tahap penguasaan pelajar terhadap konsep keseimbangan kimia dalam kalangan pelajar kolej matrikulasi memuaskan?
2. Adakah terdapat kerangka alternatif dalam kalangan pelajar dalam konsep keseimbangan kimia terutamanya dalam aspek menuju keseimbangan, keseimbangan dalam sistem heterogeneous, pemalar keseimbangan, aplikasi prinsip Le Chaterlier dan kesan mangkin terhadap keseimbangan?
3. Apakah punca-punca yang menyebabkan wujudnya kerangka alternatif dalam kalangan pelajar?

## METODOLOGI KAJIAN

Dalam kajian ini, dua kaedah digunakan untuk menjawab persoalan kajian iaitu ujian pen dan kertas digunakan untuk meninjau sampel yang terdiri daripada 30 orang pelajar matrikulasi semester kedua yang berumur 18 tahun bagi menjawab persoalan kajian satu dan dua. Bagi menjawab persoalan kajian tiga, satu pemerhatian dan tinjauan dilakukan terhadap buku rujukan, nota-nota kuliah dan juga proses pengajaran dan pembelajaran di dalam kelas. Soalan soal selidik yang digunakan mengandungi 13 item yang diubahsuai daripada kajian Voska dan Heikkinen (2000), Huddle dan Pillay (2000), Piquette dan Heikkinen (2005). Item-item tersebut menguji kefahaman pelajar berkenaan konsep keseimbangan kimia yang berkaitan dengan konsep menuju keseimbangan, pemalar keseimbangan, keseimbangan heterogeneous, aplikasi terhadap prinsip Le Chatelier dan kesan mangkin terhadap keseimbangan.

Teknik persampelan ini hanya melibatkan satu peringkat iaitu persampelan rawak untuk memilih responden yang terdiri daripada 30 orang pelajar semester kedua kolej matrikulasi. Kesemua pelajar kolej matrikulasi ini mengambil kursus Sains Kejuruteraan. Kursus Sains Kejuruteraan ini terdiri daripada dua komponen matapelajaran iaitu kimia dan fizik. Kesemua pelajar kolej mesti mengikuti matapelajaran kimia ini iaitu TS017 dan TS027 untuk kedua-dua semester. Matapelajaran ini terdiri daripada 120 minit kuliah dan 120 minit amali dan 60 minit tutorial untuk seminggu dan kehadiran pelajar dalam mengikuti matapelajaran ini adalah wajib untuk kedua-dua semester pengajian. Kesemua pelajar yang mengikuti kursus ini telah mempelajari topik keseimbangan kimia pada semester pertama, iaitu sebanyak 360 minit kuliah, 120 minit amali dan 240 minit tutorial.

Kaedah yang digunakan dalam mendiagnosis kerangka alternatif pelajar adalah dengan menggunakan soalan respond pelbagai pilihan berdasarkan penaakulan pelajar, termasuklah dalam mengesan kerangka alternatif pelajar. Soalan ini dinamakan *two-tier multiple choice* yang membolehkan para penyelidik menentukan sebab di sebalik pilihan yang dibuat oleh pelajar semasa menjawab soalan tersebut. Satu ujian untuk mengesan kerangka alternatif pelajar telah digunakan untuk menentukan kerangka alternatif dan kesukaran pembelajaran dalam topik yang dipilih ini. Ujian bagi menentukan kerangka alternatif ini mengandungi 13 item soalan berbentuk *two-tier multiple choice*, yang mana soalan yang digunakan ini diambil dari Peterson et. al. (1989). Pengubahsuaian telah dibuat terhadap soalan ini bagi kesesuaian kajian ini. Lima konsep yang diuji iaitu menuju keseimbangan (item 3, 7 dan 8), pemalar

keseimbangan (item 1, 5 dan 11), keseimbangan dalam sistem heterogeneous (item 2 dan 9), aplikasi prinsip Le Chaterlier (item 4,12 dan 13) dan kesan mangkin (item 6 dan 10). Setiap soalan terdiri daripada dua tingkat. Pada tingkat pertama soalan terdiri daripada format soalan aneka pilihan dengan tiga pilihan iaitu A, B dan C. Manakala bagi tingkat kedua soalan pula, ianya terdiri daripada empat pilihan alasan bagi jawapan yang dipilih pada tingkat pertama iaitu terdiri daripada 1, 2, 3 dan 4. Pada tingkat kedua ini, tiga alasan yang salah dan satu alasan yang betul diberikan. Selain itu pada tingkat kedua juga, pelajar diberi peluang untuk menyatakan alasan yang difikirkan betul sekiranya pelajar merasakan kesemua alasan yang diberikan tidak tepat bagi pelajar. Bagi memilih jawapan pada tingkat kedua ini, pelajar memerlukan penjelasan atau rasional bagi jawapan yang dipilih dalam soalan pada tingkat pertama. Mengikut kaedah ujian bagi menentukan kerangka alternatif, sesuatu item yang dijawab oleh pelajar dikira betul jika kedua-dua pilihan dan alasan dijawab oleh pelajar adalah betul. Data yang diperolehi dianalisis berdasarkan jawapan serta pilihan alasan yang diberikan oleh setiap sampel pelajar.

## **DAPATAN KAJIAN DAN PERBINCANGAN**

### **Tahap Penguasaan Konsep Keseimbangan Kimia Pelajar**

Jadual 1 menunjukkan peratusan pelajar yang menjawab soalan kaji selidik dengan betul. Analisis yang dijalankan terhadap data yang dikumpul bagi mengesan kerangka alternatif menunjukkan bahawa pelajar tidak dapat menguasai kefahaman pada tahap yang memuaskan dalam topik keseimbangan kimia. Didapati bahawa untuk soalan pada tingkat pertama item ujian, julat bagi jawapan yang betul adalah antara 10.00% hingga 63.00%. Apabila kedua-dua tingkat item soalan ujian dikombinasikan, peratusan pelajar yang dapat menjawab kedua-dua item soalan ujian dengan betul telah menurun peratusannya iaitu antara julat dari 6.67% hingga 56.67%. Kebanyakan peratusan pelajar yang dapat menjawab dengan betul item-item pada tingkat pertama adalah melebihi 30%. Tetapi hal sebaliknya berlaku terhadap peratusan pelajar yang dapat menjawab dengan betul bagi kombinasi kedua-dua tingkat item tersebut. Menurut Odom dan Barrow (1995), apabila item aneka pilihan yang mempunyai empat hingga lima jawapan pengganggu, kefahaman pelajar terhadap konsep yang diuji adalah memuaskan jika 75% daripada sampel pelajar dapat menjawab kedua-dua item ini dengan betul. Ini bermakna apabila melihat peratusan pelajar yang menjawab dengan betul bagi kombinasi kedua-dua tingkat item iaitu peratusannya adalah antara 6.67% hingga 56.67%, boleh disimpulkan bahawa hasil daripada kajian ini menunjukkan bahawa pelajar kolej matrikulasi ini masih tidak dapat menguasai konsep keseimbangan kimia pada tahap yang memuaskan.

### **Kerangka Alternatif Konsep Keseimbangan Kimia Pelajar**

Hasil daripada kajian ini mendapati bahawa terdapat beberapa kerangka alternatif pelajar dapat dikenalpasti melalui analisis yang telah dibuat. Jadual 2 menunjukkan kerangka-kerangka alternatif yang telah dikenalpasti. Tidak dinafikan bahawa keseimbangan kimia merupakan satu konsep kimia yang agak sukar untuk dikuasai oleh pelajar. Ini adalah kerana kajian-kajian terdahulu menunjukkan bahawa wujudnya



kerangka alternatif pelajar dalam konsep ini bagi semua peringkat pengajian (Wheeler & Kass, 1978).

**Jadual 1** Peratus Pelajar Dengan Jawapan Yang Betul

Item	Jawapan betul tingkat pertama	Kombinasi dua tingkat
1	50.00	33.33
2	63.33	36.67
3	60.00	56.67
4	33.33	20.00
5	23.33	13.33
6	20.00	6.67
7	33.33	16.67
8	33.33	13.33
9	30.00	6.67
10	40.00	23.33
11	30.00	20.00
12	10.00	6.67
13	30.00	16.67

**Jadual 2** Peratusan Kerangka Alternatif Pelajar

Kerangka Alternatif	Peratusan Pelajar
<b>Menuju Keseimbangan</b>	
Tindakbalas ke hadapan akan sempurna dahulu sebelum tindakbalas ke belakang bermula	16.67
Apabila kepekatan bahan bagi kedua-dua belah persamaan adalah sama, keseimbangan kimia telah dicapai	33.33
Kadar tindakbalas ke hadapan adalah lebih tinggi berbanding kadar tindakbalas ke belakang	20.00
Pada keseimbangan, tiada tindakbalas berlaku	43.33
<b>Pemalar Keseimbangan, <math>K_{eq}</math></b>	
Dengan peningkatan suhu, nilai $K_{eq}$ akan turut meningkat	33.33
Apabila produk ditambah kepada sistem yang berada dalam keseimbangan pada suhu yang malar, $K_{eq}$ akan meningkat	33.33

Nilai  $K_{eq}$  akan berubah dengan kehadiran bahan dan hasil tindak balas 30.00

### Keseimbangan Dalam Sistem Heterogeneous

Prinsip Le Chaterlier boleh diaplikasikan terhadap semua jenis sistem, termasuklah dalam sistem heterogenous 23.33

Penambahan amaun bahan pepejal ionik kepada sistem yang berada dalam keseimbangan akan menyebabkan lebih banyak ion yang akan terhasil 26.67

### Aplikasi Prinsip Le Chaterlier

Apabila sesuatu bahan ditambah kepada campuran yang berada dalam keseimbangan, keseimbangan akan bergerak ke arah penambahan tersebut 40.00

Apabila suhu berubah sama ada dalam tindak balas endotermik atau eksotermik, ia tidak akan memberi kesan terhadap arah keseimbangan bergerak 13.3

Apabila suhu meningkat, lebih banyak produk akan terhasil 56.67

Hasil daripada kajian ini mendapati sebanyak 16.67% pelajar percaya bahawa tindakbalas ke hadapan akan sempurna dahulu sebelum tindakbalas ke belakang bermula, 20.00% pelajar pula percaya bahawa kadar tindakbalas ke hadapan adalah lebih tinggi berbanding kadar tindakbalas ke belakang. 43.33% pelajar juga percaya bahawa tiada tindak balas kimia yang berlaku setelah keseimbangan kimia dicapai. Sebenarnya kerangka alternatif yang dikesan dalam kajian ini adalah sama seperti yang dilaporkan dalam kajian yang telah dibuat oleh Wheeler dan Kass (1978), Hackling dan Garnett (1985) dan Banerjee (1991). Wheeler dan Kass (1978) melaporkan bahawa wujudnya kerangka alternatif yang mana selepas tindak balas bermula, kadar tindak balas ke hadapan adalah lebih tinggi berbanding kadar tindak balas ke belakang, sehingga keseimbangan kimia dicapai. Ini menunjukkan bahawa pelajar tidak dapat memahami secara tepat konsep kesetaraan kadar tindak balas ke hadapan dan ke belakang semasa keseimbangan kimia berlaku. 33.33% pelajar percaya bahawa keseimbangan kimia telah dicapai apabila kepekatan bahan tindak balas dan produk adalah sama. Pelajar percaya bahawa kepekatan bahan tindak balas dan produk akan menjadi sama apabila keseimbangan kimia telah dicapai. Hackling dan Garnett (1985) telah melaporkan kerangka alternatif yang sama dalam kajian mereka. Perkara ini terjadi semasa guru menerangkan kepada pelajar bahawa apabila kadar tindak balas ke hadapan dan ke belakang menjadi setara, keseimbangan kimia telah dicapai dan tidak akan berlaku perubahan terhadap kepekatan. Ini menyebabkan pelajar beranggapan bahawa setelah keseimbangan kimia dicapai, kepekatan bahan dan hasil tindak balas akan menjadi setara.

Hasil daripada kajian ini menunjukkan bahawa 30.00% pelajar mempunyai kerangka alternatif yang menyatakan bahawa nilai  $K_{eq}$  akan berubah dengan kehadiran dan perubahan terhadap bahan dan hasil tindak balas. Ini menunjukkan bahawa pelajar

merasakan bahawa nilai pemalar keseimbangan,  $K_{eq}$  bergantung kepada kepekatan dan jumlah bahan dan hasil tindak balas yang digunakan. Pelajar juga percaya bahawa apabila hasil tindak balas ditambah kepada sistem yang berada dalam keseimbangan pada suhu yang malar,  $K_{eq}$  akan meningkat. Peratusan pelajar yang mempunyai kerangka alternatif ini adalah 33.33%. Perkara ini adalah sama seperti yang dilaporkan oleh Voska dan Heikkinen (2000). 33.33% pelajar percaya apabila suhu ditingkatkan, nilai  $K_{eq}$  akan turut meningkat. Kerangka alternatif yang sama telah dilaporkan oleh Hackling dan Garnett (1985).

Daripada kajian yang dijalankan, terdapat 23.33% pelajar yang mempunyai kerangka alternatif yang mempunyai kepercayaan bahawa Prinsip Le Chaterlier boleh diaplikasikan terhadap semua jenis sistem, termasuklah dalam sistem heterogenous. Kerangka alternatif ini dilaporkan oleh Wheeler dan Kass, (1978), Gorodetsky dan Gussarsky (1986), Banerjee (1991). Daripada kajian ini juga, didapati 26.67% pelajar mempunyai kerangka alternatif yang menyatakan bahawa penambahan terhadap amaun bahan pepejal ionik kepada sistem yang berada dalam keseimbangan akan menyebabkan lebih banyak ion yang akan terhasil. Namun seperti yang diketahui, menambah atau mengalih bahan pepejal kepada atau daripada sistem yang berada dalam keseimbangan, ianya tidak akan mengubah keadaan keseimbangan bagi sesuatu sistem yang telah berada dalam keadaan keseimbangan.

Salah satu kerangka alternatif yang dikesan dalam kajian ini adalah sebanyak 40.00% pelajar percaya bahawa apabila sesuatu bahan ditambah terhadap campuran tindak balas yang telah berada dalam keseimbangan, keseimbangan akan berubah ke arah penambahan tersebut. Ini menunjukkan bahawa pelajar mempunyai idea yang salah terhadap konsep ini. Salah satu cara untuk mengubah keseimbangan sesuatu sistem adalah dengan mengubah suhu sistem tersebut. Di sini, prinsip Le Chartelier digunakan untuk menjangka arah perubahan yang akan berlaku terhadap keseimbangan sama ada ke kanan atau ke kiri tindak balas. Kajian ini mendapati, 13.3% pelajar mempunyai kerangka alternatif yang menyatakan bahawa apabila suhu berubah sama ada dalam tindak balas endotermik atau eksotermik tidak akan memberi kesan terhadap arah perubahan keseimbangan. Selain dari itu, 56.67% pelajar beranggapan bahawa apabila suhu meningkat, lebih banyak hasil tindak balas yang akan terhasil. Penemuan ini adalah sama seperti yang dilaporkan oleh Voska dan Heikkinen, (2000). Dalam kajiannya menyatakan bahawa pelajar beranggapan apabila suhu berubah, arah perubahan keseimbangan dapat dijangkakan tanpa melihat sama ada sesuatu tindak balas itu adalah endotermik ataupun eksotermik.

40.00% pelajar mempunyai kerangka alternatif yang menyatakan bahawa mangkin hanya mempercepatkan kadar tindak balas ke hadapan. Kerangka alternatif yang sama dikenalpasti oleh Hackling dan Garnett (1985), Gorodetsky dan Gussarsky (1986), Voska dan Heikkinen (2000) dalam laporan mereka sebelum ini. Satu penemuan yang mengejutkan dalam kajian ini adalah terdapat 30.00% pelajar mempunyai kerangka alternatif dengan menyatakan bahawa mangkin akan meningkatkan pelanggaran antara zarah bahan tindak balas dan seterusnya menghasilkan lebih banyak hasil tindak balas. Penemuan ini amat mengejutkan kerana kefahaman pelajar terhadap perkara ini jelas sekali adalah tidak tepat dan ini menunjukkan bahawa pelajar tidak memahami fungsi mangkin itu sendiri yang bertujuan untuk menyediakan laluan alternatif yang

mempunyai aras tenaga pengaktifan yang lebih rendah dan seterusnya membolehkan lebih banyak zarah bahan tindak balas yang berlanggar dapat melepasi aras tenaga pengaktifan dan seterusnya menghasilkan lebih banyak hasil tindak balas. Bukannya mungkin itu bertindak dengan meningkatkan pelanggaran antara zarah bahan tindak balas bagi menghasilkan lebih banyak bahan tindak balas. Penemuan kerangka-kerangka alternatif ini menunjukkan bahawa pelajar kurang memahami tujuan dan peranan sebenar mungkin dalam sesuatu tindak balas kimia.

### **Punca Wujudnya Kerangka Alternatif Pelajar**

Bahagian terakhir dalam menganalisis kerangka alternatif pelajar adalah tentang punca-punca yang menyebabkan wujudnya kerangka alternatif di kalangan pelajar. Bagi mengetahui sebab utama timbulnya masalah dalam pembelajaran kimia, suatu pemerhatian dilakukan terhadap buku-buku rujukan yang digunakan oleh pelajar, nota-nota kuliah dan juga terhadap proses pembelajaran dalam kelas. Hasil daripada pemerhatian tersebut didapati bahawa antara punca wujudnya kerangka alternatif dalam kalangan pelajar adalah penggunaan buku rujukan. Kebanyakan kerangka alternatif yang wujud tidak hanya boleh dilihat sebagai idea spontan pelajar. Kebanyakan kerangka alternatif yang ada sebenarnya terhasil daripada proses pembelajaran yang disebabkan oleh analogi yang digunakan oleh guru dan yang terdapat dalam buku teks (Quilez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995). Setiap buku-buku rujukan ini diolah dengan gaya bahasa dan analogi yang tersendiri dengan menggunakan istilah-istilah yang berbeza bagi perkataan yang mempunyai maksud yang sama. Kebanyakan buku rujukan pula hanya menekankan penguasaan terhadap bagaimana untuk menyelesaikan masalah berbentuk algoritma iaitu yang melibatkan pengiraan dan didapati terdapat banyak contoh-contoh penyelesaian berbentuk penyelesaian algoritma dalam topik ini. Tambah merumitkan keadaan apabila soalan-soalan tutorial kebanyakannya berkisar tentang penyelesaian masalah algoritma. Ini menyebabkan wujudnya konsep yang berbeza-beza di kalangan pelajar. Apa yang menarik dalam kajian ini adalah kebanyakan maklum balas yang diterima daripada pelajar kolej matrikulasi ini menganggap topik keseimbangan kimia hanya menekankan bagaimana cara untuk menyelesaikan masalah berkaitan dengan algoritma. Dapatan ini disokong oleh data yang diperolehi daripada kajian ini yang menunjukkan bahawa pelajar bukan memahami konsep sebenar tentang keseimbangan kimia tetapi hanya menggunakan kaedah menghafal dan mengingat bagaimana cara untuk menyelesaikan masalah berbentuk algoritma yang berkaitan dengan topik keseimbangan kimia. Hal ini disokong oleh dapatan kajian oleh Quilez-Pardo dan Solaz-Portoles (1995) yang menyatakan bahawa pelajar mempelajari topik ini dengan kaedah menghafal dan mengingat tanpa memahami konsep yang sebenar. Kebanyakan soalan peperiksaan memfokuskan kepada kemahiran mengira dan menguji definisi atau maksud sesuatu konsep. Soalan yang memerlukan pelajar mensintesis maklumat dan menggunakan konsep jarang terdapat dalam peperiksaan (Quilez-Pardo & Solaz-Portoles, 1995). Malangnya, kebanyakan pelajar gagal dalam menyelesaikan masalah algoritma kerana mereka hanya mengingat kembali kaedah algoritma tanpa membuat analisis kualitatif terhadap soalan tersebut.

Tinjauan yang dibuat dalam kelas juga mendapati bahawa proses pembelajaran dalam topik ini kurang menekankan tentang pemahaman terhadap konsep. Ini adalah kerana disebabkan masa yang begitu terhad kerana proses pengajaran dan pembelajaran hanya lebih fokus kepada cara untuk menyelesaikan masalah dengan menggunakan pengetahuan saintifik yang ada. Pelajar memerlukan masa yang secukupnya untuk memahami sesuatu konsep sains yang baru kerana seseorang pelajar tersebut perlu menyesuaikan konsep yang sedia ada dalam diri pelajar dengan konsep sains yang baru supaya pelajar sama ada dapat mengubah, menggantikan atau menerima konsep yang sedia ada supaya selari dengan konsep sains yang betul. Tinjauan dalam kelas juga mendapati proses pengajaran dan pembelajaran kebanyakannya berpusatkan guru. Proses pembelajaran seperti ini akan menyukarkan perubahan konseptual seseorang pelajar kerana guru tidak dapat mengenalpasti kerangka alternatif yang wujud di kalangan pelajar serta pelajar juga tidak mengalami sendiri proses untuk mengubah konsep yang sedia ada kerana konsep tadi tidak dicabar oleh aktiviti-aktiviti yang merangsang pemikiran mereka.

Tinjauan yang dibuat juga mendapati antara punca wujudnya kerangka alternatif di kalangan pelajar adalah disebabkan penggunaan bahasa dan istilah. Sebagai contoh, penggunaan istilah seperti tindak balas ke hadapan dan tindak balas ke belakang. Istilah-istilah ini menyebabkan ramai di kalangan pelajar beranggapan dalam tindak balas yang melibatkan keseimbangan kimia, wujudnya dua jenis tindak balas yang berlaku secara berasingan. Sebenarnya dalam keseimbangan kimia, tindak balas ke hadapan dan tindak balas ke belakang adalah berlaku secara serentak.

## **KESIMPULAN DAN IMPLIKASI**

Kesimpulan yang dapat dibuat daripada hasil kajian yang telah dijalankan menunjukkan bahawa kebanyakan pelajar tidak dapat menguasai dan tidak memahami konsep keseimbangan kimia. Ini adalah kerana peratusan pelajar yang memahami konsep ini adalah amat rendah iaitu antara 6.67% hingga 56.67%. Peratusan yang rendah ini disebabkan oleh pembelajaran melalui hafalan. Apabila pelajar tidak dapat memahami konsep kimia yang abstrak yang melampaui pengalaman pelajar yang terhad, maka apa yang dicapai oleh pelajar ialah pembelajaran secara hafalan dan kebolehan mengulang dengan tanpa memahami apa yang dipelajari. Hasil kajian juga menunjukkan bahawa terdapat pelbagai kerangka alternatif yang wujud dalam kalangan pelajar. Antara kerangka alternatif yang wujud dalam konsep keseimbangan kimia adalah berkaitan dengan kefahaman dalam konsep menuju keseimbangan, keseimbangan dalam sistem heterogeneous, pemalar keseimbangan, aplikasi prinsip Le Chatelier dan kesan mangkin terhadap keseimbangan. Kesimpulan yang terakhir adalah hasil daripada tinjauan yang telah dibuat bagi mencari punca-punca yang menyebabkan wujudnya kerangka alternatif ini, didapati sememangnya banyak punca yang menyebabkan wujudnya kerangka alternatif iaitu penggunaan pelbagai buku rujukan, penggunaan bahasa dan istilah, dan gaya pembelajaran yang berpusatkan guru.

Hasil kajian ini memberikan beberapa implikasi khususnya dalam menghasilkan pembelajaran yang lebih berkesan. Apabila kerangka alternatif pelajar

dapat dikenalpasti, ini akan membolehkan guru atau pensyarah menggunakan beberapa pendekatan yang lebih efektif dalam menyampaikan sesuatu konsep. Guru sepatutnya menggunakan maklumat-maklumat hasil daripada kajian terdahulu dalam menentukan kerangka alternatif pelajar dalam konsep keseimbangan kimia dan mencari kaedah pengajaran yang terbaik dalam mengubah konsep sedia ada pelajar. Piquette dan Heikkinen (2005) mengatakan bahawa guru akan dapat membantu pelajar dalam memahami sesuatu konsep sains apabila kerangka alternatif pelajar dapat dikenalpasti.

Strategi perubahan konseptual merupakan satu kaedah pengajaran yang berkesan dalam pendekatan konsep keseimbangan kimia. Strategi perubahan konseptual ini dilihat mampu mengubah kerangka alternatif pelajar. Dalam strategi perubahan konseptual ini, kerangka alternatif pelajar akan dicabar. Ini akan menimbulkan rasa kurang selesa atau tidak puas hati dalam diri pelajar terhadap kerangka alternatif. Ini akan diikuti pula dengan penjelasan yang betul terhadap konsep sains yang baru oleh guru yang mana penjelasan tersebut dapat diterima dan difahami dengan baik oleh pelajar. Strategi perubahan konseptual ini telah banyak digunakan dalam topik-topik tertentu dalam matapelajaran kimia. Konsep keseimbangan kimia terutamanya dalam menjelaskan prinsip Le Chaterlier, ia merupakan satu konsep yang abstrak. Bagi mengatasi masalah ini, mungkin aktiviti makmal merupakan salah satu cara yang terbaik dalam menangani masalah kerangka alternatif. Pelajar mungkin seronok dengan aktiviti makmal kerana ianya suatu pembelajaran yang aktif dan kadang-kadang boleh menimbulkan motivasi kepada pelajar kerana kebanyakan aktiviti makmal adalah bersifat *hands on* (Hart et. al., 2000). Pelajar akan mengalami sendiri pengalaman sebenar tentang penemuan sesuatu konsep sains seperti yang dilalui oleh ahli sains. Ini akan membantu dalam mengubah konseptual pelajar.

Akhir sekali, diharapkan agar pangkalan data maklumat berhubung kajian-kajian yang dilakukan dalam mengesan kerangka alternatif pelajar dalam kimia dapat diwujudkan. Ini membolehkan pendidik dapat membandingkan hasil dapatan antara negara-negara lain. Mungkin perbezaan demografi juga merupakan faktor yang mempengaruhi jenis kerangka alternatif pelajar. Hasil daripada maklumat kajian yang dikumpul juga dapat digunakan dalam menentukan kaedah dalam menguji kerangka alternatif pelajar dan apakah teknik pengajaran yang berkesan yang sepatutnya digunakan dalam mengubah konseptual pelajar. Sebenarnya guru-guru menghadapi masalah kekurangan waktu dalam mencari dan menelaah kajian terdahulu kerana dibebani dengan pelbagai tugas. Adanya pangkalan data ini, sedikit sebanyak dapat membantu para pendidik terutamanya dalam bidang pendidikan sains untuk menggunakan terus hasil kajian yang telah dibuat oleh penyelidik terdahulu.

## RUJUKAN

- Abimbola, I.Q. (1996). The problems of terminology in the study of student conceptions in science. *Science Education*. 72 (3): 175-184.
- Bilgin I., (2006), Promoting pre-service elementary students' understanding of chemical equilibrium through discussion in small groups, *International Journal of Science and Mathematics Education*, 4, 467-484.

- Gorodetsky M. dan Gussarsky E., (1986), Misconceptualization of the chemical equilibrium concept as revealed by different evaluation methods, *European Journal of Science Education*, 8, 427-441.
- Hackling M. W. dan Garnett P. J., (1985), Misconceptions of chemical equilibrium, *European Journal of Science Education*, 7, 205-214.
- Hart C., Mulhall P., Berry A., Loughran J., dan Gunstone R., (2000), What is the purpose of this experiment? Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 655-675.
- Huddle P. A. dan Pillay A. E., (1996), An in-depth study of misconceptions in stoichiometry and chemical equilibrium at a South African University, *Journal of Research in Science Teaching*, 33, 65-77.
- Odom A. L. dan Barrow L. H., (1995), Development and application of a two-tier diagnostic test measuring college biology students' understanding of diffusion and osmosis after a course of instruction, *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 45-61.
- Piquette J. S. dan Heikkinen H. W., (2005), Strategies reported used by instructors to address student alternate conceptions in chemical equilibrium, *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 1112-1134.
- Posner G. J., Strike K. A., Hewson P. W. dan Gertzog W. A., (1982), Accommodation of a scientific conception: towards a theory of conceptual change, *Science Education*, 66, 211-217.
- Quilez-Pardo J. dan Solaz-Portoles 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, 939-957.
- Voska K. W. dan Heikkinen, H. W., (2000), Identification and analysis of students' conceptions used to solve chemical equilibrium problems, *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 160-176.
- Wheeler A. E. dan Kass H., (1978), Student misconceptions in chemical equilibrium, *Science Education*, 62, 223-232.