

Penghujahan Saintifik: Memahami Perlaksanaannya dalam Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia

Heng Lee Ling^a, Johari Surif^{a*}

^aFakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia, 81300 UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia

*Corresponding author: johari_surif@utm.my

Article history

Received :27 February 2013

Received in revised form :

28 May 2013

Accepted :15 October 2013

Abstract

Scientific argumentation is a key practice in Science education and as such, is important for the implementation of teaching and learning of science. Such practice provides students with the experience and awareness on how scientists develop and justify scientific knowledge in real situations. This research aims to investigate the application of the encouraging aspects of scientific argumentation in the teaching and learning of Chemistry. Quantitative and qualitative studies based on descriptive design were implemented. Participants in this study were five Form Four Chemistry teachers from five schools in Pasir Gudang. In this study, data were collected by observing the teaching and learning session and also teachers' interviews. The observation data were then analysed using content analysis techniques and triangulated with data from interview. Our findings show that the favourable aspects of scientific argumentation are rarely applied by teachers in their teaching and learning of Chemistry. The most commonly practiced method by teachers in the teaching and learning of Chemistry is mainly focused on descriptive methods, followed by questioning using closed questions. Moreover, student activities are mainly focused on the listening and responding to questions asked based on reference materials. We also found that more than half of the teaching and learning processes are focused on teacher explanation, demonstration, instruction and question, directed at the entire class. Such practices do not help students with their development of scientific argumentation. Hence, the teaching and learning processes of Chemistry need to be reassessed, and activities that promote scientific argumentation need to be emphasized.

Keywords: Scientific argumentation; teaching and learning of Science; constructivism approach

Abstrak

Penghujahan saintifik merupakan amalan utama dalam pendidikan sains yang amat kritikal untuk dilaksanakan dalam pengajaran dan pembelajaran sains bagi membekalkan pengalaman serta kesedaran tentang situasi sebenar bagaimana saintis membentuk dan menjustifikasi pengetahuan saintifik. Penyelidikan ini bertujuan mengkaji pengaplikasian aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik dalam pengajaran dan pembelajaran kimia. Kajian secara kuantitatif dan kualitatif dengan menggunakan rekabentuk deskriptif telah dilaksanakan. Kajian yang dijalankan melibatkan lima orang guru yang mengajar mata pelajaran kimia tingkatan empat di lima buah sekolah di daerah Pasir Gudang. Data kajian dikumpul melalui pencerapan proses pengajaran dan pembelajaran guru dan temu bual guru. Data pemerhatian dianalisis dengan teknik analisis kandungan dan ditriangulasi dengan data temu bual. Dapatan menunjukkan bahawa aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik jarang diaplikasikan oleh guru dalam pengajaran dan pembelajaran kimia. Kaedah yang biasa diamalkan oleh guru kimia dalam pengajaran dan pembelajaran tertumpu pada kaedah penerangan diikuti dengan penyoalan soalan tertutup manakala aktiviti pelajar lebih tertumpu pada mendengar dan memberi maklum balas terhadap soalan guru berdasarkan bahan rujukan. Lebih daripada separuh masa pengajaran dan pembelajaran kimia ditumpukan kepada aktiviti penerangan guru, demonstrasi, arahan dan penyoalan yang dituju kepada seluruh kelas. Amalan yang sedemikian tidak membantu pelajar ke arah pembangunan penghujahan saintifik. Oleh itu, amalan pengajaran dan pembelajaran kimia perlu dinilai semula dengan menekankan aktiviti-aktiviti yang menggalakkan penghujahan saintifik.

Kata kunci: Penghujahan saintifik; pengajaran dan pembelajaran Sains; pendekatan konstruktivisme

© 2013 Penerbit UTM Press. All rights reserved.

■ 1.0 PENGENALAN

Penghujahan saintifik merupakan amalan utama dalam pendidikan sains (Braaten dan Windschitl, 2011; Cavagnetto, 2010; Newton *et al.*, 1999) yang amat kritikal untuk dilaksanakan dalam pengajaran dan pembelajaran sains bagi membekalkan pengalaman serta kesedaran tentang situasi sebenar bagaimana saintis membentuk dan menjustifikasi pengetahuan saintifik. Kepentingan penghujahan saintifik dalam pendidikan sains bukan sahaja ditekankan dalam dokumen Standard Sains Kebangsaan di Amerika (American Association for the Advancement of Science, 1993; National Research Council, 1996) malah juga ditekankan oleh para penyelidik yang terkenal dalam bidang pendidikan sains (Driver *et al.*, 2000; Duschl dan Osborne, 2002; Jimenez-Alexandre *et al.*, 2000; Kuhn, 1993). Menurut National Research Council (NRC) (1996), salah satu elemen utama dalam matlamat pendidikan sains ialah peningkatan literasi saintifik pelajar dengan memastikan pelajar terlibat dalam penghujahan saintifik dengan menggunakan data dan membentangkannya kepada komuniti rakan sekelas untuk dikritik, dibahas dan disemak semula (Duschl dan Osborne, 2002; Sandoval dan Reiser, 2004; Zembal-Saul, 2009). Pembelajaran sains bukan lagi dilihat sebagai hafalan fakta tanpa memahami konsep tetapi melibatkan pelajar dalam proses penghujahan yang meliputi pemahaman apa yang dikatakan sebagai bukti, menghubungkan soal-soal dengan dakwaan dan bukti untuk membentuk hujah saintifik (Chen, 2011) yang ditekankan dalam pendidikan sains.

Menurut Gerber *et al.* (2001), pendidikan sains pada masa kini juga bukan sahaja menekankan literasi saintifik malah pembelajaran secara bermakna. Ia memerlukan proses perbincangan (*discursive*) yang melibatkan penghujahan saintifik dalam memperkenalkan cara perwakilan dan pemahaman sesuatu fenomena yang digunakan oleh pakar dalam bidang sains (Mercer *et al.*, 2004). Pendidikan sains sepatutnya membantu pelajar menjadi seorang yang fasih bertutur mengenai sains (Lemke, 1990) atau dalam perkataan lain, pelajar yang menguasai penghujahan saintifik. Dalam penghujahan saintifik, pelajar menjana alasan untuk menyokong sesuatu konsep yang dipelajari dan memberi justifikasi terhadap idea yang dikemukakan. Sementara itu, guru atau pelajar yang lain pula mencabar, menyatakan keraguan dan mengemukakan idea alternatif supaya pemahaman sesuatu konsep saintifik menjadi lebih nyata dan jelas. Dalam hal ini, pengetahuan dibentuk bersama melalui interaksi sosial dalam kumpulan dan hasil pemahamannya adalah lebih baik berbanding dengan pembelajaran individu sendiri. Justeru, kajian ini memberi fokus terhadap aspek-aspek yang memupuk penghujahan saintifik dalam pendidikan sains.

■ 2.0 MAKSUD PENGHUJAHAN DALAM PENDIDIKAN

Literatur pendidikan memberikan dua penekanan yang berbeza dalam maksud penghujahan. Penghujahan yang pertama adalah penghujahan “*monological*” (Newton *et al.*, 1999), retorikal (*rhetorical*) (Kuhn, 1992) atau didaktik (*didactic*). Menurut Newton *et al.* (1999), penghujahan “*monological*” merujuk kepada pemikiran satu hala dan digunakan untuk memberitahu dan memujuk orang lain mengenai kekuatan sesuatu konsep yang dibincangkan. Penghujahan jenis ini biasanya dapat diperhatikan dalam kelas sains apabila guru membekalkan penjelasan saintifik kepada pelajar dengan tujuan membantu atau menyakinkan pelajar terhadap sesuatu konsep yang

dibincangkan sebagai munasabah. Dalam pendidikan sains, penghujahan monologikal (*monological*) mempunyai limitasi kerana ia hanya melibatkan penghujahan sehalu (*one-sided*) dengan bukti dan hujah dibekalkan oleh guru dan pelajar tidak diberi peluang untuk membangunkan kemahiran penghujahan saintifik yang merupakan teras dalam pemerolehan pengetahuan.

Penghujahan yang melibatkan aktiviti seperti menyuarakan alasan untuk menyokong sesuatu dakwaan; cuba untuk memujuk dan menyakinkan rakan sekelas; mengemukakan keraguan; menanya soalan; menghubungkan pandangan alternatif; dan menunjukkan apa yang tidak diketahui dikenali sebagai penghujahan dialogikal (*dialogical*) atau multisuara (*multivoiced*). Penghujahan jenis ini meliputi penilaian daripada perspektif yang berbeza (Driver *et al.*, 2000; Newton *et al.*, 1999) bagi mencapai persetujuan terhadap suatu dakwaan atau tindakan. Penghujahan dialogikal boleh berlaku dalam diri seseorang individu atau dalam satu kumpulan sosial. Dalam diri individu, penghujahan sebagai proses kognitif yang memerlukan individu memberi justifikasi terhadap pengetahuan dakwaan melalui penggunaan bukti dan penaaakuan bagi menyokong dan mengesahkan dakwaan yang dibentuk (Choi *et al.*, 2010; McNeill, 2009) yang boleh berlaku secara dalaman dalam diri seseorang individu atau secara luaran dalam penulisan atau pertuturan (McNeil dan Pimentel, 2010). Seseorang individu boleh membentuk penghujahan saintifik dengan mempertimbangkan bukti dan teori yang berkaitan untuk membentuk penyelesaian terhadap sesuatu permasalahan. Aspek utama penghujahan dalam diri individu adalah hasil (*product*) iaitu hujah yang dibentuk.

Bagi penghujahan yang berlaku antara beberapa individu, pelbagai pandangan yang berbeza dihujahkan bagi mendapat persetujuan umum. Dalam hal ini, penghujahan dilihat sebagai pujan atau interaksi antara individu untuk memujuk atau menyakinkan orang lain tentang kesahan sesuatu pengetahuan dakwaan (Chen, 2011; McNeil dan Pimentel, 2010). Menurut Berland dan Reiser (2010) dan Chin dan Osborne (2010), penghujahan sebagai aktiviti sosial melibatkan pelajar memberi bukti, menilai, mengkritik, mencabar dan mempertahankan hujah yang dibentuk dalam aktiviti kumpulan. Penghujahan dialogikal yang berlaku dalam satu kumpulan sosial adalah lebih jelas berbanding dengan penghujahan dalam diri individu memandangkan individu dalam kumpulan sosial mengambil perspektif yang berbeza terhadap sesuatu dakwaan yang dihujahkan. Menurut Driver *et al.* (2000), dalam pendidikan sains, penghujahan pelajar dalam kumpulan dikatakan sebagai mekanisme penting dalam membimbing pembentukan penghujahan individu. Jelaslah, penghujahan dialogikal khasnya penghujahan antara individu dalam kumpulan sosial adalah lebih penting berbanding dengan penghujahan monologikal (*monological*) dalam membangunkan kemahiran penghujahan saintifik bagi penjaanaan pengetahuan pelajar. Sehubungan itu, pengajaran dan pembelajaran sains seharusnya memberi penekanan terhadap penghujahan jenis ini khususnya melalui interaksi guru-pelajar dan pelajar-pelajar dalam kelas sains. Justeru, kajian ini memberi fokus ke atas penekanan penghujahan saintifik dalam pengajaran dan pembelajaran kimia tingkatan empat. Seterusnya, amalan penghujahan saintifik dalam pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah dibincangkan.

■3.0 PENGHUJAHAN SAINTIFIK DALAM PENGAJARAN DAN PEMBELAJARAN SAINS

Menurut Chen (2011) dan Erduran *et al.* (2006), latihan penghujahan saintifik telah dilihat sebagai satu keperluan yang kritikal dalam pengajaran dan pembelajaran sains masa kini. Pelajar perlu dilibatkan dalam proses penghujahan saintifik bagi memahami apa yang dikatakan sebagai bukti dan bagaimana menghubungkaitkan alasan, dakwaan dan bukti untuk membentuk hujah saintifik yang kukuh sebagaimana saintis membentuk dan menubuhkan teori dan pengetahuan (Erduran *et al.*, 2006). Pandangan ini selaras dengan Driver *et al.* (2000) yang menyatakan amalan penghujahan saintifik adalah penting bagi membekalkan pengalaman serta kesedaran tentang situasi sebenar bagaimana saintis membentuk dan menjustifikasi pengetahuan saintifik. Tambahan lagi, melalui latihan dalam mengemukakan soalan dan menjawab secara saintifik, pelajar menjadi peserta aktif dalam komuniti sains yang berupaya meningkatkan keyakinan diri dan berjaya dalam pembelajaran berbanding dengan hanya sebagai pemerhati pasif.

Kajian-kajian dalam pendidikan sains telah menekankan peranan pertuturan dalam penghujahan saintifik bagi meningkatkan pemahaman konsep saintifik (Albe, 2008; Chin dan Osborne, 2010; Lemke, 1990). Pendekatan konstruktivisme yang menekankan kepentingan penyertaan aktif pelajar dalam pembelajaran (Osborne dan Wittrock, 1983) telah membawa perhatian para pendidik kepada kaedah perbincangan dan kerja kumpulan yang berteraskan pertuturan dalam kelas sains. Strategi pengajaran dan pembelajaran berasaskan pendekatan konstruktivisme merupakan kaedah yang sesuai dalam memupuk perbincangan dan penghujahan saintifik bagi membangunkan pemahaman konsep pelajar (Newton *et al.*, 1999). Banyak kajian telah melaporkan aktiviti kumpulan dapat meningkatkan penghujahan saintifik pelajar (Evagorou dan Dillon, 2011; Erduran *et al.*, 2006; Fencl, 2010; McNeill dan Martin, 2011; Pegg, 2006). Di samping itu, pembelajaran berasaskan inkuiri terbuka yang menekankan aspek-aspek pengumpulan bukti, interpretasi data, perbincangan dan pembentangan dapatan serta mempertahankan kritikan rakan (Windschitl dan Buttemer, 2000) berupaya meningkatkan pemikiran saintifik, kemahiran proses sains dan penghujahan saintifik pelajar (Gerber *et al.*, 2001; Schen, 2007; Weld *et al.*, 2011). Newton *et al.* (1999) memberi fokus ke atas aspek-aspek yang menyokong penghujahan saintifik seperti melaksanakan eksperimen terbuka, tugas bertulis terbuka, perbincangan kumpulan dan interaksi guru-pelajar secara mendalam dalam pengajaran dan pembelajaran sains. Duschl dan Osborne (2002) menekankan lagi kepentingan penghujahan saintifik dengan menyatakan pengajaran sains melalui proses inkuiri tanpa aktiviti penghujahan adalah gagal untuk menunjukkan komponen utama sains atau mewujudkan peluang bagi pembangunan pemahaman pelajar. Walau bagaimana pun, kajian-kajian menunjukkan penghujahan saintifik jarang diberi perhatian dalam pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah (Choi *et al.*, 2010; Driver *et al.*, 2000; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Newton *et al.*, 1999). Kaedah pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah masih cenderung menggunakan kaedah tradisi yang berpusatkan guru (Mohd Najib dan Wan Salihin, 1997; Meor Ibrahim, 2001) dan tidak mengikut pendekatan inkuiri sepenuhnya. Keadaan ini telah mengakibatkan pelajar beranggapan bahawa sains merupakan koleksi fakta mengenai dunia semulajadi yang tidak boleh disangkal dan gagal membangunkan keupayaan berhujah secara saintifik dalam isu-isu kehidupan harian. Bagi melahirkan pelajar yang memahami

amalan saintifik dan melengkapkan pelajar dengan keupayaan berfikir secara saintifik dalam isu-isu kehidupan harian, maka amalan penghujahan saintifik perlu diambil kira sebagai satu aspek yang penting dalam pengajaran dan pembelajaran sains. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan mengkaji sejauh manakah aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik diaplikasikan dalam pengajaran dan pembelajaran sains khususnya dalam mata pelajaran Kimia tingkatan empat.

■4.0 OBJEKTIF KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji sejauh mana aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik diterapkan dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran Kimia tingkatan empat dalam suasana pendekatan konstruktivisme. Objektif kajian ini adalah:

- (1) Apakah teknik pengajaran guru kimia bagi menyokong penghujahan saintifik?
- (2) Apakah aktiviti penghujahan saintifik yang dilaksanakan oleh pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran kimia?
- (3) Bagaimanakah interaksi antara guru-pelajar dan pelajar-pelajar dalam melaksanakan aktiviti dalam pengajaran dan pembelajaran kimia?

Jadual 1 Contoh sebahagian daripada instrumen pemerhatian 4PK

Sekolah: _____		Tarikh: _____			
Tajuk: _____		Tingkatan: _____			
	1 min	2 min	3 min	60 min
Fasa Orientasi					
Guru:					
memberi penerangan-lantikan pelajaran lepas					
memberi penerangan					
menyatakan objektif pelajaran					
menyatakan discrepant event-soalan (terbuka)					
menyatakan soalan yang merangsang pemikiran (terbuka)					
menyatakan soalan konsep (terbatal)					
menyatakan pelajaran					
perbincangan kumpulan					
perbincangan pelajar					
memberi arahan					

■5.0 METODOLOGI

5.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian yang dijalankan merupakan satu kajian gabungan kuantitatif dan kualitatif berbentuk deskriptif bagi memperoleh maklumat yang mendalam dan menyeluruh mengenai pengaplikasian aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik dalam pengajaran dan pembelajaran kimia. Responden kajian terdiri daripada lima orang guru yang mengajar mata pelajaran kimia tingkatan empat di lima buah sekolah di daerah Pasir Gudang. Bagi mencapai matlamat kajian, instrumen Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia (4PK) dan Temu bual Separata Berstruktur (TSB) telah dibangunkan.

Instrumen Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia (4PK) yang dibangunkan adalah berdasarkan pendekatan konstruktivisme Lima Fasa Needham dan diubahsuai daripada rancangan pengajaran yang

dikemukakan oleh Ng dan Ahmad (2003) berkaitan dengan pembelajaran aktif. Pengajaran dan pembelajaran berasaskan pendekatan konstruktivisme Lima Fasa Needham ini dipilih atas alasan pendekatan ini memberi penekanan ke atas pembentukan ilmu pengetahuan oleh individu sendiri dengan penglibatan aktif dalam aktiviti pelajaran dan pelajar diberi peluang untuk memberi idea dan penjelasan berkaitan sesuatu fenomena (Ragbir Kaur, 2010). Selain itu, setiap fasa dalam pendekatan ini dapat diterapkan aktiviti penghujahan saintifik seperti perbincangan kumpulan dan penyolaan kritikal. Tambahan lagi, pengajaran dan pembelajaran sains yang diceraap dapat dianalisis dengan jelas mengikut fasa-fasa pengajaran yang dijalankan. Jadual 1 menunjukkan sebahagian daripada instrumen 4PK yang dibangunkan. Sementara itu, instrumen Temu bual Separa Berstruktur Guru (TSBG) memberi fokus kepada kaedah pengajaran, aktiviti, teknik penyolaan, interaksi dan penglibatan pelajar bagi mendapatkan maklumat yang lebih lengkap berkaitan pengajaran dan pembelajaran kimia di sekolah.

Kedua-dua instrumen kajian memberi fokus terhadap aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik pelajar dari segi kaedah pengajaran guru, aktiviti pelajar dan interaksi yang wujud dalam melaksanakan aktiviti penghujahan saintifik dalam kelas kimia (Newton *et al.*, 1999). Aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik adalah:

- (i) Mengemuka dan menjawab soalan terbuka
- (ii) Menjalankan perbincangan, pembentangan atau penjelasan
- (iii) Melaksanakan eksperimen terbuka
- (iv) Interaksi guru-pelajar dan pelajar-pelajar

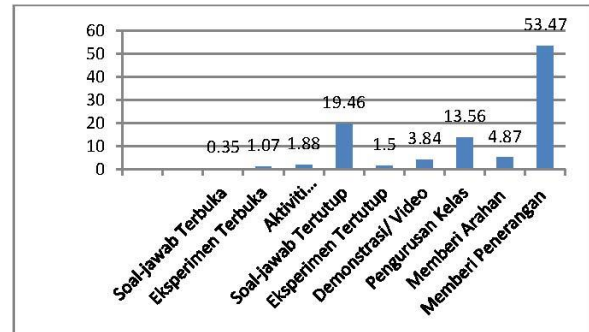
Lima orang guru yang mengajar mata pelajaran kimia tingkatan empat bersama pelajarannya telah diperhatikan dalam sesi pengajaran dan pembelajaran untuk tempoh masa 60 minit bagi setiap sesi pemerhatian. Sesi pengajaran dan pembelajaran telah dirakam dan ditranskrip bagi proses validasi data. Instrumen 4PK digunakan dalam mencatat aspek-aspek yang dikaji dengan lebih cepat dan tepat dalam sela masa 15 saat. Pemerhatian dilakukan setiap sela masa 15 saat bagi mengelakkan ketinggalan data penting dan menggambarkan keadaan sebenar pengajaran dan pembelajaran kimia seperti yang dilakukan dalam kajian Newton *et al.* (1999) dengan sela masa 30 saat. Data mengenai kehadiran aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik dalam pengajaran dan pembelajaran dengan bantuan instrumen pemerhatian ditafsir secara deskriptif dari segi kekerapan dan ditukar kepada peratusan. Seterusnya, min peratusan data bagi lima orang guru yang terlibat ditentukan. Selain itu, temu bual guru-guru kimia juga dilaksanakan selepas sesi pengajaran dan pembelajaran. Maklumat dari temu bual diguna untuk menyokong dan memperincikan data pemerhatian.

6.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Data yang diperolehi daripada pemerhatian dengan menggunakan instrumen Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia (4PK) dianalisis dan dipersembahkan dalam bentuk carta dan disokong dengan data temu bual bagi menentukan sejauh mana aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik diterapkan dalam pengajaran dan pembelajaran mata pelajaran kimia tingkatan empat dalam suasana pendekatan konstruktivisme.

6.1 Teknik Pengajaran Yang Menyokong Penghujahan Saintifik

Pemerhatian sesi pengajaran dan pembelajaran kimia yang dijalankan memberi focus kepada kaedah-kaedah seperti dalam Rajah 1 berdasarkan pengubahsuaian kajian yang dijalankan oleh Newton *et al.* (1999). Teknik pengajaran guru yang menggalakkan penghujahan saintifik pelajar adalah soal-jawab terbuka, eksperimen terbuka dan aktiviti perbincangan, pembentangan dan penjelasan pelajar.



Rajah 1 Peratus min teknik pengajaran guru kimia bagi menyokong penghujahan saintifik

Rajah 1 menunjukkan aspek-aspek yang menggalakkan penghujahan saintifik seperti soal-jawab terbuka (0.35%), eksperimen terbuka (1.07) dan aktiviti perbincangan, pembentangan dan penjelasan pelajar (1.88%) kurang diberi penekanan dalam pengajaran dan pembelajaran kimia. Dapatan ini adalah selaras dengan kajian Jimenez-Aleixandre *et al.* (2000) dan Newton *et al.* (1999) yang melaporkan pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah kurang melibatkan aktiviti yang menyokong penghujahan saintifik, perbincangan dan pembentukan pengetahuan. Komponen-komponen penyiasatan terbuka, perbincangan kumpulan yang berteraskan penyelesaian masalah dan tugas penulisan lebih tertumpu pada menyalin dan mencari jawapan dalam bahan rujukan.

Data dalam Rajah 1 menunjukkan kaedah yang biasa diamalkan oleh guru kimia dalam pengajaran dan pembelajaran kimia tertumpu pada kaedah penerangan (53.47%). Keadaan ini ditunjukkan dalam transkrip temu bual guru kimia berikut: Pengkaji: Boleh tak cikgu terangkan bagaimana kelas dilaksanakan?

Guru kimia 1: Mm ... mula-mula saya tanya soalan pelajaran lepas, nak pastikan pelajar baca. Kemudian saya akan terangkan pelajaran... bergantunglah kalau boleh, saya guna power point. Pelajar lebih senang faham. Kadang-kadang saya berikan nota edaran, pelajar boleh rujuk semasa saya terang. Ada juga nota saya buat, biar pelajar lengkapkan semasa penerangan.

Pengkaji: Bagaimana cikgu perkenalkan sesuatu konsep baru? Guru Kimia 1: Tengoklah, macam asid bes, saya akan tanya soalan kaitkan dengan pelajaran lepas. Pelajar sudah belajar semasa tingkatan ... dua.. kalau tak silap, jadi saya tanya soalan macam sifat-sifat, rasa, warna kertas litmus. Ada juga saya gunakan video dari YouTtube.

Pengkaji: Adakah pelajar tanya soalan semasa cikgu mengajar sesuatu pelajaran?

Guru Kimia 1: Kurang. Kelas ini senyap. Kalau saya tanya baru jawab. Kadang-kadang tanya pun senyap saja.

Keadaan ini menunjukkan guru mendominasi interaksi verbal dalam kelas seperti yang dilaporkan oleh Jegede dan Olajide (1995) dan Newton *et al.* (1999) yang menyatakan aktiviti utama kelas sains adalah pertuturan guru. Selain itu, 19.46% masa pelajaran adalah penyoalan (lebih pada verbal berbanding penulisan) yang berfokus pada soalan tertutup iaitu soalan berkaitan konsep yang diperkenalkan dengan merujuk pada power point, buku teks atau nota yang diedarkan. Hal ini ditunjukkan berdasarkan hasil temu bual berikut:

Pengkaji: Bagaimana cikgu memastikan pelajar faham?

Guru Kimia 2: Soalan... kalau mereka boleh jawab, fahamlah. Saya biasa tanya soalan selepas sesuatu subtopik. Pelajar boleh jawab kalau mereka faham, kalau tak, diam saja.

Pengkaji: Apakah bentuk soalan yang cikgu beri?

Guru Kimia 2: Soalan yang biasa keluar dalam peperiksaan, saya suka guna Module Teaching-Learning Chemistry. Ada juga saya guna soalan dalam buku teks. Kalau dalam kelas, mereka boleh rujuk power point atau buku teks, ada juga yang bawa buku rujukan.

Pengkaji: Ada tak soalan yang memerlukan penjelasan atau bukti pelajar?

Guru Kimia 2: Mm... Tak ada. Soalan saya ikut format SPM, supaya result nanti boleh dijaga.

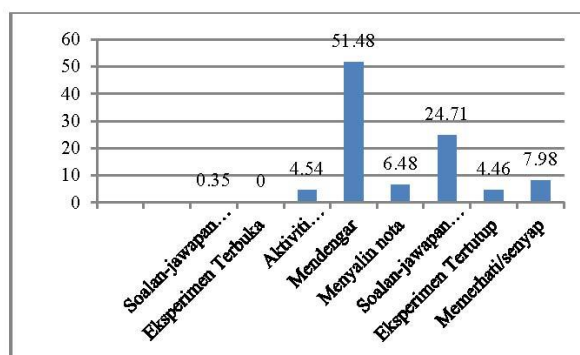
Data daripada temu bual menunjukkan guru kimia lebih mementingkan kebolehan pelajar dalam menjawab soalan peperiksaan dan mengabaikan soalan yang mencungkil pemikiran pelajar. Soalan-soalan yang dikemukakan tidak membantu dalam meningkatkan penghujahan saintifik tetapi lebih menekankan kandungan pelajaran yang disampaikan (Tay dan Mohammad Yusof, 2008). Perbandingan masa penerangan (53.47%) dengan penyoalan guru (19.46%) menunjukkan bahawa guru kimia lebih kerap bercakap untuk memberikan maklumat kepada pelajar. Dapatan ini adalah sama seperti yang diperolehi oleh kajian Newton *et al.* (1999) di United Kingdom. Tambahan lagi, guru-guru kimia gemar menggunakan bahan rujukan (Ritchie dan Tobin, 2001) seperti power point, buku teks atau nota edaran dalam membuat penerangan.

Selain itu, 13.56% masa pengajaran dan pembelajaran digunakan bagi menguruskan kelas iaitu memasang laptop, mengedarkan kertas edaran, meminta pelajar duduk, meronda apabila pelajar menjawab dan menjalankan aktiviti dan mengendalikan bahan eksperimen serta 4.87% masa diguna untuk memberi arahan seperti meminta pelajar salin nota, catat atau jawab soalan, memulakan eksperimen, mengambil peralatan dan membersihkan peralatan. Dalam pengendalian eksperimen, kebiasaannya guru mengadakan penerangan disusuli dengan penjelasan langkah-langkah pelaksanaan dan arahan dalam urusan pengambilan dan pengendalian bahan keperluan sebelum eksperimen dimulakan (Heng, 2005; Tay dan Mohammad Yusof, 2008). Hal ini menunjukkan guru memberi penekanan ke atas kawalan kelas untuk memastikan kelancaran pelaksanaan pengajaran dan pembelajaran.

Keseluruhannya, jumlah peratus min bagi teknik yang menyokong penghujahan saintifik hanya 3.30 % manakala jumlah peratus min bagi teknik yang tidak menyokong penghujahan saintifik adalah setinggi 96.70%. Dapatan ini menunjukkan teknik pengajaran guru kimia yang terlibat dalam kajian ini tidak menyokong penghujahan saintifik.

6.2 Aktiviti Penghujahan Saintifik yang Dilaksanakan oleh Pelajar

Aktiviti pelajar yang menggalakkan penghujahan saintifik adalah soalan-jawapan terbuka, melaksanakan eksperimen terbuka dan perbincangan, pembentangan dan penjelasan. Data dalam Rajah 2 menunjukkan aktiviti-aktiviti yang dijalankan oleh pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran kimia tidak menggalakkan pembangunan penghujahan saintifik. Tiada eksperimen terbuka dilaksanakan oleh pelajar (0%), hampir tiada soalan-jawapan terbuka (0.35%) dan hanya 4.54% masa pengajaran dan pembelajaran digunakan untuk melaksanakan aktiviti perbincangan kumpulan, pembentangan atau penjelasan pelajar. Dapatan ini sejajar dengan dapatan kajian Newton *et al.* (1999) dan menyokong pandangan para penyelidik yang menyatakan penghujahan saintifik hilang atau jarang ditekankan dalam kelas sains (Choi *et al.*, 2010; Driver *et al.*, 2000 dan Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000).



Rajah 2 Peratus min aktiviti penghujahan saintifik yang dijalankan oleh pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran kimia

Rajah 2 menunjukkan eksperimen yang dijalankan oleh pelajar berupa eksperimen tertutup iaitu eksperimen dijalankan dengan mengikut prosedur yang diberi dalam buku teks atau arahan guru langkah demi langkah. Pelajar hanya memainkan peranan melaksanakan eksperimen dan mencatat bacaan yang diperolehi tanpa melibatkan aktiviti kognitif sama ada secara individu atau kumpulan sosial. Hal ini ditunjukkan dalam hasil temu bual berikut:

Pengkaji: Sila cikgu terangkan cara pelaksanaan eksperimen dalam makmal.

Guru Kimia 3: Biasanya saya akan minta pelajar baca di rumah. Sebelum mula saya akan terangkan sekali lagi prosedurnya. Pelajar suka tanya walaupun langkah-langkah eksperimen ada dalam buku, jadi lebih baik saya terangkan. Kadang-kadang dah terangkan pun tanya lagi.

Pengkaji: Oh, jadi cikgu akan bagi semua langkah eksperimen sebelum mula. Adakah pelajar terlibat dalam merancang?

Guru Kimia 3: Mm... Eksperimen biasanya dah ada dalam buku teks. Macam PEKA, kita perlu pilih tiga eksperimen, semuanya dah ada dalam buku. Pelajar akan jalankan eksperimen, ikut langkah dalam buku, mereka perlu sediakan laporan PEKA.

Pengkaji: Bagaimana dengan pemboleh ubah?

Guru Kimia 3: Pemboleh ubah... biasa ikut buku, ada juga bincang bersama dahulu. Pelajar ini... biasa saya tanya pun mereka tak beri (jawapan), ada jugalah saya bincangkan.

Pengkaji: Mm.. lepas itu?

Guru Kimia 3: Pelajar jalankan eksperimen dalam kumpulan, mereka akan catatkan keputusan, kemudian jawab soalan perbincangan.

Pengkaji: Adakah pelajar membincangkan data yang diperolehi?

Guru Kimia 3: Ada. Saya akan minta mereka berikan data eksperimen, kalau tak betul, pelajar mungkin ulang atau ambil data kumpulan lain, tengok kesesuaian masa.

Pengkaji: Bagaimana perbincangan dilaksanakan?

Guru Kimia 3: Saya akan tanya keputusan kumpulan-kumpulan, bincangkan keputusan. Kalau tak betul, kumpulan itu ubah atau ulanglah (keputusan) dan tengoklah dengan hipotesis.

Daripada data temu bual, didapati pelajar hanya menjalankan eksperimen mengikut prosedur yang disediakan dan mencatat keputusan eksperimen tanpa melibatkan aktiviti perancangan atau perbincangan yang melibatkan pemikiran. Tambahan lagi, peratusan masa yang diperuntukkan bagi aktiviti eksperimen yang dijalankan dalam kumpulan hanya 4.46%. Selain itu, aktiviti perbincangan, pembentangan atau penjelasan yang menggalakkan penghujahan saintifik hanya tertumpu pada pembentangan pelajar dalam kumpulan. Walau bagaimana pun, selepas pembentangan, tiada pelajar yang mengemukakan soalan, pelajar pasif mendengar dan menerima sepenuhnya pembentangan rakan. Soalan yang dikemukakan oleh guru juga merujuk kepada kandungan yang dibentangkan. Hal ini ditunjukkan berdasarkan hasil temu bual berikut:

Pengkaji: Semasa pembentangan, adakah pelajar lain mengemukakan soalan?

Guru Kimia 4: Oh.... ada juga yang tanya... tapi jaranglah. Biasa saya yang tanya.

Pengkaji: Apakah soalan yang pelajar tanya?

Guru Kimia 4: Kalau tak faham, mereka tanya dan seluruh kumpulan yang bentang perlu jawab.

Pengkaji: Adakah (pelajar) yang minta penjelasan atau kritik pembentangan kumpulan lain?

Guru Kimia 4: Biasanya yang ditanya adalah sebab tak faham. Kadang-kadang kalau tak dapat jawab, saya akan tolong.

Pengkaji: Biasanya apa soalan yang cikgu tanya?

Guru Kimia 4: Saya akan tanya berdasarkan power point pelajar...nak pastikan yang lain dengar. Ada yang tak dapat jawab juga.

Data yang diperolehi menunjukkan aktiviti yang dijalankan tidak menyumbang kepada pembangunan penghujahan saintifik yang menekankan tugas membentangkan idea, mengkritik idea rakan, membahas dan menyemak semula idea (Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Sadler, 2004; Sampson dan Clark, 2009). Selain itu, didapati soalan-soalan yang dijawab oleh pelajar dalam kelas kimia sama ada dalam bentuk penulisan atau verbal lebih berbentuk soalan tertutup (24.71%) berbanding dengan soalan terbuka (0.35%). Pelajar menjawab soalan dengan merujuk buku teks, power point yang ditunjukkan atau kertas edaran yang diberi oleh guru.

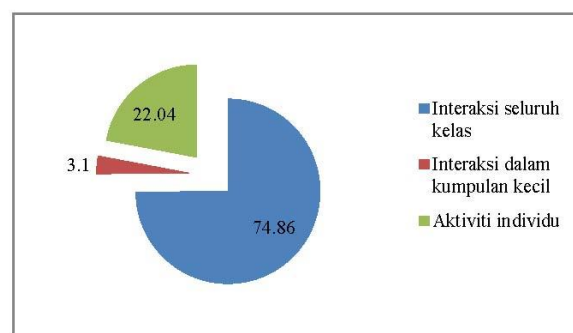
Dapatan kajian juga menunjukkan kebanyakan masa pelajar dalam kelas adalah mendengar (51.47%) yang sejajar dengan dapatan kajian Newton *et al.* (1999). Aktiviti mendengar penerangan guru atau arahan guru mengakibatkan pelajar menjadi penerima yang pasif dan tidak berupaya mengemukakan soalan. Keadaan ini mungkin disebabkan oleh penggunaan kertas edaran (nota atau latihan) atau buku teks sebagai rujukan utama dalam pengajaran dan pembelajaran. Hal ini mengakibatkan pelajar tidak berminat mengemukakan

soalan dan cenderung bergantung kepada guru dan bahan rujukan sebagai sumber ilmu, khususnya dalam proses mencari jawapan mengenai soalan yang diberi seperti yang dinyatakan oleh Yager (1988). Pelajar jarang menjawab atau menyoal dalam kelas walaupun diberi peluang untuk bertanya oleh guru dengan soalan seperti “ada soalan?”. Justeru, guru meneruskan pengajarannya dan mengakibatkan kebanyakan masa guru menerang tanpa soalan lanjutan daripada pelajar (Tay dan Mohammad Yusof, 2008). Satu lagi punca yang mengakibatkan keadaan ini mungkin disebabkan oleh corak autoriti pemimpin yang guru amalkan dalam pengajaran dan pembelajaran (Jegade dan Olajide, 1995) supaya kawalan kelas mudah dijaga.

Kesimpulannya, aktiviti yang dijalankan oleh pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran kimia tidak melibatkan penghujahan saintifik. Aktiviti yang bukan penghujahan saintifik mendominasi aktiviti keseluruhan iaitu sebanyak 95.11% sementara jumlah peratus min aktiviti penghujahan saintifik hanya 4.89%.

6.3 Interaksi Guru-Pelajar dan Pelajar-Pelajar dalam Proses Pengajaran dan Pembelajaran

Rajah 3 menunjukkan peratus interaksi guru-pelajar dan pelajar-pelajar dalam melaksanakan aktiviti semasa pengajaran dan pembelajaran kimia iaitu sama ada aktiviti dijalankan secara seluruh kelas, kumpulan kecil atau individu



Rajah 3 Peratus Interaksi Guru-Pelajar dan Pelajar-Pelajar dalam Melaksanakan Aktiviti Semasa Proses Pengajaran dan Pembelajaran

Merujuk Rajah 3, didapati lebih daripada separuh masa pengajaran dan pembelajaran kimia (74.86%) dilaksanakan aktiviti seluruh kelas seperti penerangan guru, demonstrasi, arahan dan penyoalan yang dituju kepada seluruh kelas. Ini menunjukkan aktiviti kelas lebih tertumpu pada komunikasi sehalu dan interaksi antara pelajar dengan pelajar kurang diperhatikan. Hal ini ditunjukkan berdasarkan hasil temu bual berikut:

Pengkaji: Bagaimana interaksi guru dengan pelajar dalam kelas?

Guru Kimia 5: Saya biasanya tanya soalan selepas menerangkan sesuatu konsep. Jika pelajar tak dapat jawab, saya akan bimbing mereka.

Pengkaji: Bagaimana pula interaksi pelajar dengan pelajar? Adakah pelajar berbincang dalam kelas?

Guru Kimia 5: Ada, semasa mereka menjawab soalan, sekiranya tak dapat jawab, mereka akan tanya kawan.

Pengkaji: Adakah pelajar berbincang dalam kumpulan?

Guru Kimia 5: Oh... kelas ini saya tak buat perbincangan kumpulan, tak cukup masa.. kan? Mereka akan bincang semasa menjawab soalan.

Pengkaji: Adakah pelajar menyoal guru atau pelajar lain untuk mendapatkan penjelasan atau bukti?

Guru Kimia 5: Mm...kurang. Kelas ini jarang tanya soalan. Mereka dengar dan ikut arahan sahaja. Kalau tak faham, mereka lebih suka tanya selepas kelas atau ...semasa saya beri latihan.

Dapatan ini adalah sejajar dengan kajian Tay dan Mohammad Yusof (2008) yang mendapati kelas sains lebih berupa ucapan panjang satu hala yang berpusatkan guru. Aktiviti yang dijalankan juga tertumpu pada komunikasi sehalu dalam bentuk syarahan (Marttunen, 1994; Meor Ibrahim *et al.*, 2005) yang tidak menekankan interaksi antara guru dengan pelajar (Newton *et al.*, 1999) seperti perbincangan dan soal-jawab soalan terbuka. Dapatan ini adalah sejajar dengan kajian Posner *et al.* (1982) yang melaporkan pengajaran sains lebih menekankan penjelasan kandungan dalam teks, menerangkan jawapan kepada masalah, mendemonstrasi prinsip, menyediakan latihan makmal dan mengajar untuk mengingat kembali fakta serta keupayaan mengaplikasikan pengetahuan ke atas masalah. Aktiviti-aktiviti seluruh kelas yang dilaksanakan dengan kaedah deduktif yang berorientasikan guru tidak memberikan peluang kepada pelajar untuk melatih dan mengembangkan penghujahan saintifik dan mengakibatkan pelajar menjadi penerima pasif (Mohd Ali dan Shaharom, 2003). Hal ini menyokong pandangan bahawa pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah kurang memberikan fokus terhadap pembangunan penghujahan saintifik (Choi *et al.*, 2010; Driver *et al.*, 2000; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Sampson dan Clark, 2009).

Rajah 3 menunjukkan penekanan kedua difokus pada aktiviti individu iaitu sebanyak 22.04% daripada masa pengajaran. Sumbangan utama aktiviti individu adalah latihan berkaitan kandungan yang disampaikan dalam fasa pengaplikasian idea atau soal jawab untuk menguji pengetahuan sedia ada pelajar dalam fasa pencetus idea. Latihan atau soalan yang diberi oleh guru sama ada secara verbal atau penulisan biasanya merujuk kepada bahan rujukan (Tay dan Mohammad Yusof, 2008) yang digunakan seperti power point, kertas edaran atau buku kerja yang digunakan. Dapatan ini turut menyokong dapatan Lemke (1990) yang menyatakan bahawa jenis soalan yang paling biasa dikemukakan oleh guru dalam kelas adalah soalan jenis tertutup yang mempunyai jawapan tetap yang tidak menggalakkan perkongsian idea atau mewujudkan interaksi pelajar (McNeil dan Pimentel, 2010). Justeru, pengajaran dan pembelajaran tidak membantu dalam pembangunan penghujahan saintifik pelajar.

Aktiviti kumpulan yang menggalakkan interaksi pelajar-pelajar yang menjadi teras dalam penghujahan saintifik hampir tidak (3.1%) diberi penekanan oleh guru-guru kimia dalam pengajaran dan pembelajaran. Aktiviti kumpulan yang dijalankan tertumpu pada pelaksanaan eksperimen selepas penerangan kandungan dan penjelasan prosedur oleh guru. Eksperimen yang dijalankan boleh dirujuk sebagai berbentuk "cookbook" (Abu Hassan, 2001) atau inkuiri berstruktur mengikut Colburn (2000) yang hanya mementingkan pengesahan konsep berbanding dengan pembentukan konsep atau penjana pengetahuan saintifik. Semasa sesi perbincangan, guru hanya meminta pelajar menyatakan bacaan yang diperolehi dalam eksperimen dan dibandingkan dengan nilai teori tanpa memberi peluang kepada pelajar untuk menginterpretasi data, membuat ulasan atau kesimpulan. Dapatan ini selaras dengan dapatan Driver *et al.* (2000) yang menyatakan bahawa tugas interpretasi dan pembentukan pengetahuan melalui penghujahan saintifik yang dikatakan

sebagai aspek penting dalam membentuk pengetahuan telah diabaikan dalam pengajaran dan pembelajaran sains

Daripada dapatan kajian, boleh dirumuskan bahawa proses pengajaran dan pembelajaran guru kimia yang terlibat dalam kajian ini tidak menekankan interaksi guru-pelajar dan pelajar-pelajar yang merupakan teras dalam penghujahan saintifik khususnya penghujahan dialogikal. Interaksi yang wujud lebih pada interaksi sehalu yang didominasi oleh guru dan interaksi antara pelajar dengan pelajar dalam kumpulan kecil jarang diberi peluang atau diabaikan.

7.0 KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KAJIAN

Keseluruhannya, pengajaran dan pembelajaran kimia tingkatan empat tidak menyokong penghujahan saintifik malah cenderung kepada kaedah tradisi yang berpusatkan guru seperti yang dilaporkan oleh Meor Ibrahim (2001), Newton *et al.* (1999) dan Rivard (2004). Aktiviti-aktiviti seperti perbincangan kumpulan atau perbincangan kelas yang melibatkan pengemukakan idea, pengkritikan, pertahanan atau penjelasan idea jarang diaplikasikan dalam pengajaran dan pembelajaran. Analisis data pemerhatian dan temu bual mendapati guru kimia biasanya memulakan pelajaran dengan memperkenalkan tajuk pelajaran, menguji pengetahuan sedia ada melalui penyoalan, menerangkan isi kandungan diikuti dengan memberi penjelasan atau arahan. Seterusnya pelajar menjalankan aktiviti seperti menjawab soalan/latihan atau eksperimen mengikut arahan guru atau panduan buku teks. Pelajaran biasanya diakhiri dengan mencuci dan mengemaskan peralatan atau mencatat kerja rumah yang diberi (Newton *et al.*, 1999).

Aktiviti utama dalam kelas kimia tertumpu pada pertuturan guru sama ada memberi penerangan, arahan atau penyoalan soalan tertutup yang jawapannya diketahui (Dawes, 2004). Idea pelajar jarang dipertengahan dalam pengajaran dan pembelajaran dan pertuturan pelajar lebih kepada memberi maklum balas terhadap soalan guru dengan berpandukan bahan rujukan. Sehubungan itu, penghujahan saintifik pelajar tidak dapat dikembangkan. Menurut Martin dan Hand (2009), peranan penyoalan guru adalah kritikal dalam pelaksanaan penghujahan saintifik dalam bilik darjah. Apabila guru menggunakan lebih soalan terbuka, peratus pertuturan pelajar dalam perbincangan meningkat dan pelajar berupaya menggunakan bukti dan mengemukakan penakulan dan penyangkal bagi sesuatu penghujahan (McNeil dan Pimentel, 2010). Oleh itu, pengajaran dan pembelajaran kimia di sekolah seharusnya menekankan penyoalan terbuka yang melibatkan pemikiran dan pertuturan pelajar. Aktiviti-aktiviti berpusat kepada pelajar seperti eksperimen terbuka, perbincangan, pembentangan dan penyoalan perlu diberi keutamaan bagi membangunkan penghujahan saintifik pelajar.

Rujukan

- [1] Abu Hassan bin Kassim. 2001. Rekabentuk dan Pelaksanaan Kurikulum Pendidikan Kimia. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia. Tidak diterbitkan.
- [2] Albe, V. 2008. When Scientific Knowledge, Daily Life Experience, Epistemological and Social Considerations Intersect: Students' Argumentation in Group Discussions on a Socio-Scientific Issue. *Research in Science Education*. 38(1): 67–90. American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1993. Benchmarks for Science Literacy. <http://www.project2061.org/publications/bsl/> Diakses pada 20 Jun 2012.

- [3] Berland, L. K dan Reiser, B. J. 2010. Classroom Communities' Adaptations of the Practice of Scientific Argumentation. *Science Education*. 95(2): 191–216.
- [4] Braaten, M., dan Windschitl, M. 2011. Working Toward a Stronger Conceptualization of Scientific Explanation for Science Education. *Science Education*. 95(4): 639–669.
- [5] Cavagnetto, A. R. 2010. Argument to Foster Scientific Literacy: A Review of Argument Interventions in K–12 Science Contexts. *Review of Educational Research*. 80(3): 336–371.
- [6] Chen, Y. C. 2011. Examining The Integration of Talk and Writing for Student Knowledge Construction Through Argumentation. Tesis Doktor Falsafah yang tidak diterbitkan. The University of Iowa.
- [7] Chin, C. dan Osborne, J. 2010. Students' Questions and Discursive Interaction: Their Impact on Argumentation During Collaborative Group Discussions in Science. *Journal of research in Science Teaching*. 47(7): 883–908.
- [8] Choi, A., Notebaert, A., Diaz, J., dan Hand, B. 2010. Examining Arguments Generated by Year 5, 7, and 10 Students in Science Classrooms. *Research in Science Education*. 40(2): 149–169.
- [9] Colburn, A. 2000. An Inquiry Primer. *Science Scope*. 23(6): 42–44.
- [10] Dawes, L. 2004. Talk and Learning in Classroom Science. *International Journal of Science Education*. 26(6): 677–695.
- [11] Driver, R., Newton, P. dan Osborne, J. 2000. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*. 84(3): 287–312.
- [12] Duschl, R. A., dan Osborne, J. 2002. Supporting and Promoting Argumentation Discourse in Science Education. *Studies in Science Education*. 38: 39–72.
- [13] Erduran, S., Ardac, D. dan Guzel, B. Y. 2006. Learning to Teach Argumentation: Case Studies of Pre-Service Secondary Science Teachers. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 2(2): July 2006.
- [14] Evagorou, M. dan Dillon, J. 2011. Argumentation in the Teaching of Science Dalam D. Corrigan *et al.* (Eds). *The Professional Knowledge Base of Science Teaching*. Springer Science +Business Media B. V. 2011.
- [15] Fencil, H. S. 2010. Development of Students' Critical-Reasoning Skills through Content-Focused Activities in a General Education Course. *Journal of College Science Teaching*. May/June: 56–62.
- [16] Gerber, B. L., Anne, M. L. dan Marek, E. A. 2001. Relationship among Informal Learning Environments, Teaching Procedures and Scientific Reasoning Ability. *International Journal of Science Education*. 23(5): 535–549.
- [17] Heng, L. L. 2005. Penguasaan Kemahiran kerja Amali Di Kalangan Pelajar Tingkatan Empat Sains. Tesis Sarjana. Universiti Teknologi Malaysia: Bahan tidak diterbitkan.
- [18] Jegede, O. J. dan Olajide, J. O. 1995. Wait-time, Classroom Discourse, and the Influence of Sociocultural Factors in Science Teaching. *Science Education*. 79(3): 233–249.
- [19] Jiménez-Alexandre, M. P., Rodríguez, A., B., dan Duschl, R. A. 2000. "Doing The Lesson" Or "Doing Science": Argument In High School Genetics. *Science Education*. 84: 757–792.
- [20] Kuhn, D. 1993. Science As Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*. 77(3): 319–337.
- [21] Lemke, J. 1990. *Talking Science: Language, Learning, and Values*. Norwood: Ablex Pub.
- [22] Martin, A. M dan Hand, B. 2009. Factors Affecting the Implementation of Argument in the Elementary Science Classroom. A Longitudinal Case Study. *Research in Science Education*. 39: 17–38.
- [23] Martunen, M. 1994. Assessing Argumentation Skills Among Finnish University Students. *Learning and Instruction*. 4: 175–191.
- [24] McNeill, K. L. 2009. Teachers' Use of Curriculum to Support Students in Writing Scientific Arguments to Explain Phenomena. *Science Education*. 93(2): 233–268.
- [25] McNeill, K. L., dan Pimentel, D. S. 2010. Scientific Discourse in Three Urban Classrooms: The Role of the Teacher in Engaging High School Students in Argumentation. *Science Education*. 94(2): 203–229.
- [26] McNeill, K. L. dan Martin, D. M. 2011. Claims, Evidence, and Reasoning: Demystifying Data During a Unit on Simple Machines. *Science and Children*. April/May 2011.
- [27] Meor Ibrahim bin Kamaruddin. 2001. Model Pembelajaran Sains Dan Matematik. Skudai, Universiti Teknologi Malaysia. Tidak diterbitkan.
- [28] Meor Ibrahim bin Kamaruddin, Ambrose, M. S., Heng, L. L. dan Wee, L. C. 2005. Penguasaan Istilah Kimia dan Hubungannya Dengan Penyelesaian Masalah Konsep Mol: Satu Kajian Kes Di Kalangan Pelajar Tahun 2 Jurusan Pendidikan Kimia Di Fakulti Pendidikan, UTM. Kertas kerja dibenteng dalam 3rd International Qualitative Research Convention 2005 di Sofitel Palm Resort, Senai pada 21–23 Ogos, 2005.
- [29] Mercer, N., Dawes, L., Wegerif, R. dan Sams, C. 2004. Reasoning as a Scientist: Ways of Helping Children to Use Language to Learn Science. *British Educational Research Journal*. 30(3): 359–377.
- [30] Mohd. Ali bin Ibrahim dan Shaharom bin Noordin. 2003. Perbandingan pencapaian para pelajar dalam pentaksiran kerja amali dengan peperiksaan bertulis. *Buletin Persatuan Pendidikan Sains dan Matematik Johor*. 12(1): 14–27.
- [31] Mohd Najib bin Abdul Ghafar dan Wan Salihin bin Abdullah. 1997. Reducing the Paradox In Science Learning: The Scientific Way. A paper Presented To The International Conference on Science Education. 26–30 Mei, 1997. Korea.
- [32] National Science Education Standards (NRC). 1996.
- [33] http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=209 Diakses pada 19 Jun 2012.
- [34] Newton, P., Driver, R. dan Osborne J. 1999. The place of argumentation in the pedagogy of school science. *International Journal of Science Education*. 21(5): 553–576.
- [35] Ng, K. T. dan Ahmad Ramli. 2003. Incorporating The 5-Phase Constructivist Model in Lesson Planning Using Active Learning Approaches. *The Classroom Teacher*. 8 (1). March 2003.
- [36] Osborne, J. dan Wittrock, M. C. 1983. Learning Science: A Generative Process. *Science Education*. 67(4): 489–508.
- [37] Pegg, J. M. 2006. Developing Explanations: Student Reasoning about Science Concepts during Claims-Evidence Inquiry Lessons. Tesis Doktor Falsafah. Oregon State University. Bahan tidak diterbitkan.
- [38] Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. dan Gertzog, W. A. 1982. Accommodation of a scientific conception: Toward a Theory Of Conceptual Change. *Science Education*. 66: 221–227.
- [39] Ragbir Kaur Joginder Singh. 2010. *Panduan Ilmu Pendidikan Komprehensif Untuk KPLI (Sekolah Rendah)*. Kuala Lumpur: Kumpulan Budiman Sdn. Bhd.
- [40] Ritchie, S. M. dan Tobin, K. 2001. Actions and Discourses for Transformative Understanding in a Middle School Science Class. *International Journal of Science Education*. 23(3): 283–299.
- [41] Rivard, L. P. 2004. Are Language-based Activities in Science Effective for All Students, Including Low Achievers? *Science Education*. 88(3): 420–442.
- [42] Sadler, T. D. 2004. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review Of Research. *Journal Of Research In Science Teaching*. 41(5): 513–536.
- [43] Sampson, V., dan Clark, D. 2009. The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation. *Science Education*. 93(3): 448–484.
- [44] Sandoval, W. A., dan Reiser, B. J. 2004. Explanation-Driven Inquiry: Integrating Conceptual and Epistemic Scaffolds For Scientific Inquiry. *Science Education*. 88(3): 345–372.
- [45] Schen, M. S. 2007. Scientific Reasoning Skills Development in the Introductory Biology Courses for Undergraduates. Tesis Doktor Falsafah. The Ohio State University. Bahan tidak diterbitkan.
- [46] Tay C. S. dan Mohammad Yusof Arshad. 2008. Interaksi Verbal Pengajaran Dan Pembelajaran Sains Sekolah Rendah. Kertas kerja dibenteng dalam Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains Dan Matematik pada 11 – 12 Oktober 2008.
- [47] Weld, J., Stier, M. dan Birren, J. M. 2011. The Development of a Novel Measure of Scientific Reasoning Growth Among College Freshmen: The Constructive Inquiry Science Reasoning Skills Test. *Journal of College Science Teaching*. 40(4): 101–107.
- [48] Windschitl, M., dan Buttemer, H. 2000. What should the inquiry experience be for the learner? *American Biology Teacher*. 62(5): 346–350.
- [49] Zembal-Saul, C. 2009. Learning To Teach Elementary School Science as Argument. *Science Education*. 93(4): 687–719.
- [50] Yager, R. E. 1988. Science Teaching Needs More Questions, Fewer Answers. *The Education Digest*. 53(8): 26–27.