

Penghujahan Saintifik: Penguasaan Pelajar Dalam Konsep Asid dan Bes Secara Individu dan Kumpulan

Lee Ling Heng*, Johari Surif
Universiti Teknologi Malaysia

*Corresponding author : chua.heng@hotmail.com

Abstrak

Penghujahan saintifik diberi penekanan utama dalam dokumen Standard Sains Kebangsaan menyedari kemampuannya dalam meningkatkan pemahaman konsep saintifik dan pencapaian akademik pelajar. Justeru, kajian ini bertujuan mengkaji penguasaan penghujahan saintifik pelajar apabila terlibat dalam penghujahan individu dan penghujahan kumpulan. Kajian gabungan kuantitatif dan kualitatif dilaksanakan bagi mengenalpasti penguasaan penghujahan saintifik pelajar berdasarkan Model Penghujahan Toulmin (TAP) yang telah diubahsuai. 120 pelajar tingkatan empat aliran sains dibahagi secara rawak kepada dua kumpulan, iaitu penghujahan individu dan penghujahan kumpulan, bagi menjawab soalan berkaitan konsep asid dan bes dalam Ujian Penghujahan Saintifik (UPS). Data kajian diperolehi daripada jawapan pelajar dalam Ujian Penghujahan Saintifik (UPS), temubual pelajar dan temubual guru. Data ujian dianalisis secara kuantitatif bagi menentukan penguasaan penghujahan saintifik pelajar dan disokong dengan data temubual. Dapatan kajian menunjukkan penguasaan pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan adalah lebih baik berbanding dengan pelajar yang terlibat dalam penghujahan individu. Walau bagaimanapun, tahap penguasaan penghujahan saintifik pelajar tingkatan empat aliran sains adalah kurang memuaskan. Oleh itu, pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah seharusnya menekankan aktiviti kumpulan yang berteraskan penghujahan saintifik supaya penguasaan penghujahan saintifik pelajar dapat ditingkatkan dan seterusnya meningkatkan pemahaman pengetahuan kandungan sains.

Kata kunci: Penghujahan Saintifik, Penghujahan Individu, Penghujahan Kumpulan, Asid dan Bes, Model Penghujahan Toulmin (TAP).

PENGENALAN

Penghujahan saintifik diberi penekanan utama dalam dokumen Standard Sains Kebangsaan (*American Association for the Advancement of Science*, 1993; *National Research Council*, 1996) dengan mengambil kira keupayaan penghujahan saintifik sebagai salah satu kriteria dalam penilaian pembelajaran pelajar. Menurut *National Research Council* (NRC) (1996), salah satu elemen utama dalam matlamat pendidikan sains ialah peningkatan literasi saintifik pelajar dengan memastikan pelajar terlibat dalam proses inkuiri bagi membangunkan kemahiran 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). Di Malaysia, penekanannya dapat diperhatikan apabila kemahiran menaakul diterapkan dalam Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR). Penghujahan saintifik merupakan teras proses penaakulan (Voss dan Means, 1991) yang terdiri daripada pembentukan data, alasan, sokongan dan dakwaan (Toulmin *et al.*, 1979) dalam domain spesifik yang berteraskan pengetahuan kandungan sesuatu bidang yang dibincangkan.

Penglibatan dalam aktiviti penghujahan saintifik dapat melahirkan pelajar berliterasi saintifik (Braaten dan Windschitl, 2011; Cavagnetto, 2010; Driver *et al.*, 2000; Duschl dan Osborne, 2002; Sampson dan Clark, 2011), memupuk perubahan konsep (Nussbaum dan Sinatra, 2003; Nussbaum, 2011) dan pemahaman konsep (Driver *et al.*, 2000; Nussbaum, 2011; Sadler, 2004) seterusnya meningkatkan pengetahuan kandungan (Zohar dan Nemet, 2002), membangunkan pemikiran aras tinggi (Eskin dan Berkirloglu, 2008; Yalcinoglu, 2007), kemahiran komunikasi (Marttunen, 1994; Nussbaum, 2011), penaakulan saintifik (McNeil dan Pimentel, 2010) serta pemahaman budaya dan amalan sains (Cavagnetto, 2010; McNeil dan Pimentel, 2010). Malangnya, kajian melaporkan pelajar sering menghadapi masalah dalam pembentukan hujah saintifik dan pengaplikasian penghujahan saintifik dalam membina pengetahuan (Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; McNeil *et al.*, 2006; Osborne *et al.*, 2004).

PENGHUJAHAN SAINTIFIK DALAM PENDIDIKAN SAINS

Matlamat utama pendidikan sains adalah melahirkan pelajar yang berliterasi saintifik (Hand *et al.*, 2010; *National Research Council*, 1996; Sadler dan Zeidle, 2009). Pendekatan inkuiri yang berpusatkan pelajar merupakan teras dalam meningkatkan literasi saintifik pelajar dengan membangunkan keupayaan penghujahan saintifik (Duschl dan Osborne, 2002; Sandoval dan Reiser, 2004; Zembal-Saul, 2009). Menurut Erduran *et al.* (2006), penekanan penghujahan saintifik menjadi matlamat yang amat dititikberatkan dalam pengajaran dan pembelajaran sains masa kini. Penekanan ini telah mengalihkan pandangan bahawa sains sebagai pengesahan eksperimen kepada sains sebagai penghujahan dan penjelasan saintifik (Erduran *et al.*, 2006; Kuhn, 1993; Zembal-Saul, 2009). Pembelajaran sains bukan lagi tertumpu pada mengulangi konsep atau fakta sains tanpa memahami maksudnya tetapi melibatkan

pelajar dalam proses penghujahan yang berteraskan penghujahan saintifik bagi memahami apa yang membentuk bukti, menghubungkan soalan, dakwaan dan bukti untuk membentuk hujah saintifik yang kukuh (Braaten dan Windschitl, 2011; Cavagnetto, 2010; Chen, 2011; Erduran *et al.*, 2006). Justeru, penguasaan penghujahan saintifik menjadi satu keperluan yang kritikal pada masa kini khususnya dalam pendidikan sains (Chen, 2011).

Duschl dan Osborne (2002) menekankan juga kepentingan penghujahan saintifik dengan menyatakan pengajaran sains melalui proses inkuiri tanpa aktiviti penghujahan adalah gagal untuk menunjukkan komponen utama sains atau mewujudkan peluang bagi membangunkan pemahaman konsep saintifik pelajar. Penghujahan saintifik memainkan peranan penting dalam membina konsep saintifik yang seterusnya meningkatkan pencapaian akademik (Schen, 2007) serta keupayaan penaakulan pelajar (McNeil dan Pimentel, 2010). Pelajar perlu dilibatkan dalam aktiviti penghujahan saintifik dan diajar secara eksplisit melalui kaedah yang sesuai (Mason, 1996). Walau bagaimanapun, kajian menunjukkan pelajar kurang diberi peluang untuk melibatkan diri dalam aktiviti penghujahan saintifik dalam kelas sains (Newton *et al.*, 1999; Simon *et al.*, 2006).

Kajian-kajian berkaitan penghujahan saintifik banyak memberi tumpuan pada hasil amalan penghujahan dalam pengajaran dan pembelajaran sains dan penilaian hujah yang dibentuk oleh pelajar. Dapatan kajian-kajian ini menunjukkan pelajar dari semua peringkat persekolahan menghadapi masalah dalam penguasaan kemahiran ini (Dawson dan Venville, 2009; Heng *et al.*, 2012; Nurul *et al.*, 2009; Zohar dan Nemet, 2002). Kebanyakan kajian yang dijalankan menggunakan Model Penghujahan Toulmin (TAP) (Toulmin *et al.*, 1979) bagi menilai hujah yang dibentuk oleh pelajar (Bell dan Linn, 2000; Dawson dan Venville, 2009; Driver *et al.*, 2000; Erduran *et al.*, 2004; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; McNeil dan Pimentel, 2010; Osborne *et al.*, 2004; Schen, 2007; Yalcinoglu, 2007). Menurut Model Penghujahan Toulmin (TAP), sesuatu hujah terdiri daripada dakwaan (*claim*), data (*evidence*) yang menyokong dakwaan, alasan (*warrant*) yang membekalkan hubungan antara data dan dakwaan, sokongan (*backing*) yang mengukuhkan alasan, penyangkal (*rebuttal*) yang menunjukkan keadaan-keadaan yang mana dakwaan adalah tidak benar dan penerangan (*qualifier*) yang menunjukkan darjah kepastian penyelesaian sesuatu hujah. Sesuatu hujah mudah yang eksplisit mengandungi elemen-elemen dakwaan, bukti, alasan dan sokongan manakala dalam suatu hujah yang lebih kompleks, penerangan dan penyangkal turut diperhatikan. Walau bagaimanapun, model ini kurang menekankan ketepatan konsep dalam elemen hujah atau hujah secara keseluruhan dari perspektif saintifik serta sukar membezakan antara dakwaan, data, alasan dan sokongan (Sampson dan Clark, 2009). Justeru, kajian ini menggunakan rubrik (Schen, 2007) yang dibangunkan khas berdasarkan Model Penghujahan Toulmin (TAP) yang telah diubahsuai oleh penyelidik-penyelidik dalam pendidikan sains (Driver *et al.*, 2000; Erduran *et al.*, 2004; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; McNeil dan Pimentel, 2010; Osborne *et al.*, 2004; Schen, 2007) bagi mengkaji penguasaan penghujahan saintifik pelajar.

PENGHUJAHAN INDIVIDU DAN PENGHUJAHAN KUMPULAN

Penglibatan pelajar dalam penghujahan saintifik sama ada secara individu atau kumpulan memberikan pengalaman dan menyedarkan pelajar tentang proses pembangunan sesuatu teori oleh saintis. Menurut Chen (2011) dan Schwarz *et al.* (2003), aktiviti berpusatkan pelajar yang berteraskan penghujahan merupakan komponen kritikal dalam pembentukan pengetahuan saintifik. Ramai pengkaji menyatakan persekitaran bilik darjah yang menggalakkan pertuturan pelajar sama ada dalam bilik darjah secara keseluruhan atau pun kumpulan kecil adalah sangat penting bagi meningkatkan pembentukan hujah saintifik (Albe, 2008; Chin dan Osborne, 2010).

Kajian-kajian melaporkan aktiviti kumpulan dapat meningkatkan penghujahan saintifik pelajar (Erduran *et al.*, 2006; Fencl, 2010; McNeill dan Martin, 2011; Pegg, 2006; Schwarz *et al.*, 2003) dan cara penghujahan pelajar dipengaruhi oleh ahli kumpulan dalam aktiviti kumpulan (Christian, 2011). Interaksi dan kolaborasi pelajar dalam aktiviti kumpulan juga memberi manfaat terhadap pembelajaran pengetahuan kandungan (Mercer *et al.*, 2004) dan kemahiran berfikir pelajar (Fencl, 2010). Selain itu, kajian juga menunjukkan kolaborasi kumpulan dapat memupuk sifat tanggungjawab bersama ahli kumpulan dalam mencapai objektif aktiviti yang dijalankan serta pembahagian kumpulan yang kecil dilihat mampu menghasilkan penglibatan ahli kumpulan yang seragam bagi menyelesaikan tugas kumpulan (Nurzatulshima *et al.*, 2009).

Terdapat juga kajian yang mengabungkan aktiviti pertuturan kumpulan dengan tugas bertulis individu dan hasil dapatan kajian menunjukkan peningkatan dalam kemahiran penghujahan saintifik (Chen, 2011; Fencl, 2010; McNeill dan Martin, 2011; Pegg, 2006). Bagaimanapun, kajian Sampson dan Clark (2009) melaporkan pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan tidak menunjukkan penghujahan saintifik yang lebih baik berbanding dengan pelajar dalam penghujahan individu. Tambahan lagi, terdapat juga kajian yang menunjukkan sesetengah interaksi antara ahli kumpulan boleh bertindak sebagai penghalang kepada hasil kumpulan yang produktif dan peluang berkolaborasi dengan ahli kumpulan tidak selalunya bernilai (Osborne *et al.*, 2004; Yerrick, 2000). Maka, boleh disimpulkan hasil dapatan penghujahan sama ada secara individu atau kumpulan dalam literatur adalah berbeza mengikut konteks kajian. Tambahan lagi, kajian yang membandingkan dengan eksplisit penguasaan penghujahan saintifik individu dan kumpulan adalah kurang (Sampson dan Clark, 2009). Justeru, kajian ini bertujuan mengkaji dan membandingkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar secara penghujahan individu dan penghujahan kumpulan dalam konteks sekolah harian biasa di daerah Pasir Gudang, Malaysia.

OBJEKTIF KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk mengenal pasti perbandingan tahap penguasaan penghujahan saintifik pelajar secara penghujahan individu dan penghujahan kumpulan. Secara khusus, objektif kajian ini adalah seperti berikut:

1. Menentukan tahap penguasaan penghujahan saintifik pelajar tingkatan empat bagi konsep asid dan bes secara penghujahan individu dan penghujahan kumpulan.
2. Membandingkan tahap penguasaan penghujahan saintifik pelajar tingkatan empat antara tiga sub konsep asid dan bes secara penghujahan individu dan penghujahan kumpulan.
3. Membandingkan tahap penguasaan elemen-elemen penghujahan saintifik pelajar tingkatan empat secara penghujahan individu dan penghujahan kumpulan.

METODOLOGI

Reka Bentuk Kajian

Kajian yang dijalankan merupakan satu kajian gabungan kuantitatif dan kualitatif berbentuk deskriptif. Kajian kuantitatif dilakukan bagi memperoleh maklumat berkaitan penguasaan penghujahan saintifik pelajar manakala kajian kualitatif dijalankan bagi memperoleh maklumat yang lebih mendalam dan menyeluruh bagi menyokong data kuantitatif. Bagi mencapai matlamat kajian, instrumen Ujian Penghujahan Saintifik (UPS), Temubual Separa Berstruktur Pelajar (TSBP) dan Temubual Separa Berstruktur Guru (TSBG) telah dibangunkan. Ujian Penghujahan Saintifik (UPS) dilaksanakan melalui dua kaedah, iaitu secara penghujahan individu dan penghujahan kumpulan bagi mengenalpasti dan membandingkan penguasaan penghujahan saintifik dalam konsep asid dan bes melalui kaedah penghujahan yang berbeza.

Responden Kajian

Kajian ini melibatkan pelajar-pelajar tingkatan empat aliran sains. Empat sekolah di daerah Pasir Gudang dipilih secara rawak sebagai tempat kajian. Semua pelajar (120 orang) tingkatan empat aliran sains yang mengambil mata pelajaran kimia di sekolah yang terpilih telah dilibatkan dalam menjawab soalan Ujian Penghujahan Saintifik (UPS). Seterusnya, beberapa pelajar daripada setiap kumpulan penghujahan individu dan penghujahan kumpulan dipilih untuk menjalani temubual separa berstruktur.

Instrumen Kajian

Set Ujian Penghujahan Saintifik (UPS) dibina mengikut sukatan pelajaran mata pelajaran kimia tingkatan empat dan diadaptasi daripada Instrumen Penghujahan kertas dan pensel yang dibangunkan oleh Schen (2007). Set ini mengandungi tiga bahagian, iaitu bahagian (A) mengenai peneutralan, bahagian (B) mengenai sifat asid dan bes serta bahagian (C) mengenai kekuatan asid dan bes. Setiap bahagian dimulakan dengan satu fenomena dan diikuti dengan data yang dapat membantu penyelesaian item-item berkaitan fenomena tersebut (Rajah 1).

Soalan-soalan Temubual Separa Berstruktur Pelajar (TSBP) adalah berdasarkan jawapan pelajar dalam Ujian Penghujahan Saintifik (UPS). Soalan-soalan ditumpukan kepada proses pemikiran khususnya mengenai elemen-elemen penghujahan saintifik dalam hujah yang dibentuk oleh pelajar. Selain itu, bagi mendapat maklumat yang lebih lanjut mengenai penghujahan pelajar, soalan-soalan seperti “Bagaimana anda tahu?” “Apakah bukti anda?” dan “Apakah alasan anda mengenai....?” dikemukakan. Sementara itu, instrumen Temubual Separa Berstruktur Guru (TSBG) dibangunkan bagi menambah dan menyokong data daripada ujian dan temubual pelajar. Item-item temubual guru difokuskan kepada kaedah pengajaran, aktiviti, teknik penyoalan, interaksi dan penglibatan pelajar bagi mendapatkan maklumat yang lebih lengkap berkaitan pengajaran dan pembelajaran kimia di sekolah dan pengaruhnya terhadap penguasaan penghujahan saintifik pelajar.

A- Larutan Alkali Misteri (Peneutralan)

Semasa membuat penyiasatan di sebuah rumah usang, anda dan seorang rakan terkurung di dalam bilik bawah tanah. Di dalam bilik tersebut terdapat sebotol larutan yang berlabel "ALKALI MISTERI KUAT" di depan pintu dan lima larutan lain P, Q, R, S dan T di dalam sebuah peti. Anda dan rakan berusaha untuk melepaskan diri tetapi dihalang oleh larutan alkali misteri kuat yang menutup pintu keluar. Untuk menyelamatkan diri, anda perlu **menghilangkan kuasa hakisan larutan alkali misteri kuat**. Anda mendapat maklumat bahawa satu daripada larutan P, Q, R, S dan T yang terdapat di dalam peti tersebut berupaya menghilangkan kuasa hakisan alkali misteri kuat. Anda dan rakan telah menjalankan ujian ke atas larutan P, Q, R, S dan T. Jadual 1 menunjukkan data yang anda kumpul bagi membantu menyelesaikan masalah anda.

Jadual 1 Data yang dikumpul

Larutan	pH	Tindak balas dengan logam	Tindak balas dengan karbonat	Warna litmus Biru	Warna fenolftalin
P	5	Gas hidrogen dibebaskan	Gas karbon dioksida dibebaskan	Merah	Tidak berwarna
Q	1	Gas hidrogen dibebaskan	Gas karbon dioksida dibebaskan	Merah	Tidak berwarna
R	13	Tiada gas dibebaskan	Tiada gas dibebaskan	Tiada perubahan	Merah jambu
S	8	Tiada gas dibebaskan	Tiada gas dibebaskan	Tiada perubahan	Merah jambu
T	7	Tiada gas dibebaskan	Tiada gas dibebaskan	Tiada perubahan	Tidak berwarna

Rajah 1 Contoh fenomena dalam bahagian A mengenai peneutralan dan data yang disertakan**Pengumpulan Data**

Responden kajian dibahagikan kepada dua kumpulan bagi menjawab Ujian Penghujahan Saintifik (UPS). 60 responden yang terlibat dalam penghujahan secara individu menjawab soalan ujian secara penulisan tanpa berbincang dengan rakan manakala 15 kumpulan responden yang terlibat dalam penghujahan secara kumpulan dibenarkan berkolaborasi antara ahli kumpulan bagi menjawab soalan dengan gabungan penulisan dan pertuturan. Menurut Laughlin *et al.* (2006), perbandingan penguasaan antara kumpulan dan individu boleh dilaksanakan dengan membandingkan n kumpulan yang bilangan ahli kumpulan s dengan bilangan individu (n x s) dan purata pencapaian individu boleh dibandingkan dengan purata pencapaian kumpulan.

Responden dalam kedua-dua kumpulan penghujahan menjawab ujian dalam masa yang diperuntukan dan data yang diperolehi digunakan untuk menentukan skor pencapaian responden. Seterusnya, min skor pencapaian bagi kedua-dua kumpulan ditentukan dan dibandingkan. Pencapaian responden dalam setiap sub konsep asid dan bes serta setiap elemen penghujahan saintifik turut dikenalpasti. Selain itu, data juga diperolehi daripada temubual separa berstruktur terhadap beberapa responden yang terlibat dalam penghujahan individu dan penghujahan kumpulan serta guru yang mengajar mata pelajaran kimia di sekolah yang dikaji.

Analisis Data Kajian

Data Ujian Penghujahan Saintifik (UPS) dianalisis bagi menentukan min skor dan peratus, seterusnya tahap penguasaan penghujahan saintifik pelajar dikenalpasti dengan merujuk nilai min skor dengan Jadual Penentuan Tahap (Jadual 1) yang membahagikan markah penuh 100 kepada lima bahagian yang sama nilainya (Heng *et al.*, 2012).

Jadual 1 Jadual Penentuan Tahap Penguasaan Penghujahan Saintifik

Min Skor (%)	Tahap Penguasaan
80.00 – 100.00	Cemerlang
60.00 – 79.99	Baik
40.00 – 59.99	Sederhana
20.00 – 39.99	Lemah
0.00 – 19.99	Sangat Lemah

Selain itu, jawapan UPS dan data temubual pelajar dan guru juga dianalisis secara teliti dengan teknik analisis kandungan bagi menyokong data ujian.

KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Dapatan kajian dipersembahkan dalam tiga bahagian mengikut objektif kajian. Setiap bahagian dimulakan dengan keputusan analisis dalam bentuk jadual atau carta serta disokong dengan data analisis kandungan jawapan ujian dan temubual. Seterusnya, perbincangan dibuat dengan merujuk kepada dapatan kajian-kajian lepas.

Penguasaan Penghujahan Saintifik Pelajar Secara Penghujahan Individu dan Penghujahan Kumpulan

Dapatan kajian menunjukkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar tingkatan empat aliran sains adalah kurang memuaskan.

Jadual 2 Perbandingan min (%) dan tahap penguasaan penghujahan saintifik antara penghujahan individu dan kumpulan

Penghujahan	Min (%)	Tahap Penguasaan
Individu	35.42	Lemah
Kumpulan	46.39	Sederhana

Berdasarkan Jadual 2, didapati purata penguasaan penghujahan saintifik pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan adalah pada tahap sederhana manakala pelajar dalam penghujahan individu berada pada tahap lemah. Dapatan ini menyokong kajian-kajian yang melaporkan pelajar sering menghadapi masalah dalam penghujahan saintifik (Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; McNeil *et al.*, 2006; Osborne *et al.*, 2004). Dapatan kajian juga sejajar dengan dapatan kajian Dawson dan Venville (2009) yang melaporkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar Australia berada pada tahap sederhana dan dapatan kajian Erduran *et al.* (2006) yang mendapati pelajar siswazah program sains kurang berkeupayaan dalam proses penaakulan. Hal ini disebabkan pelajar kekurangan pengalaman dalam membentuk hujah saintifik akibat daripada kurang pendedahan terhadap aktiviti penghujahan dalam kelas sains di sekolah. Pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah masih cenderung kepada kaedah tradisi yang berpusatkan guru (Meor Ibrahim, 2001). Aktiviti utama kelas lebih tertumpu kepada pertuturan guru seperti memberi penerangan, menyoal soalan berdasarkan bahan yang disampaikan, memberi arahan dan memberi latihan. Keadaan ini dapat ditunjukkan dalam transkrip temubual guru dan pelajar berikut:

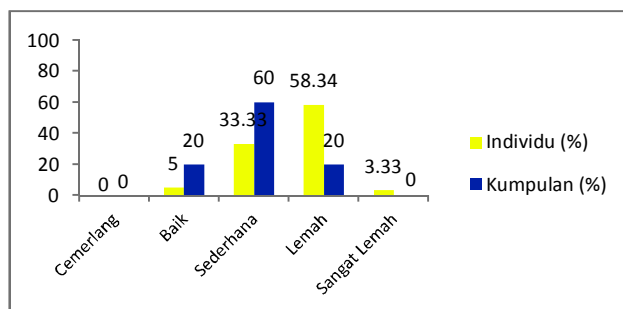
Temubual dengan Cikgu Liza:

- Pengkaji: Apakah penekanan cikgu dalam mengajar mata pelajaran kimia?
- Cikgu Liza: Saya lebih mementingkan pemahaman pelajar sebab kalau pelajar tak faham, mereka tak dapat jawab soalan peperiksaan. Saya juga menekankan komunikasi dalam kelas.
- Pengkaji: Boleh tak cikgu terangkan bagaimana kelas dilaksanakan?
- Cikgu Liza: Biasa saya mulakan dengan tanya soalan berkaitan pelajaran lepas. Kemudian saya akan terangkan pelajaran... saya suka guna *power point*. Pelajar lebih faham dengan *power point*. Kadang-kadang saya berikan nota juga. Bila saya tanya soalan, pelajar boleh rujuk dan cari jawapan.
- Pengkaji: Apakah aktiviti yang biasa cikgu jalankan, macam tajuk asid dan bes?
- Cikgu Liza: Bagi asid bes, adalah eksperimen, macam menentukan peranan air dalam menunjukkan sifat asid atau alkali, peneutralan seperti titratan. Saya akan terangkan dulu langkah eksperimen, kemudian pelajar buat eksperimen, kalau tak, nanti semuanya tak dapat keputusan. Arahan pun perlu ditekankan, pelajar perlu dibimbing dalam menjalankan eksperimen.

Temubual dengan Adam:

- Pengkaji: Mengapa saudara memilih larutan Q sekarang? Dalam jawapan ujian, saudara pilih larutan P untuk menghilangkan sifat mengakis alkali, bukan?
- Adam: Ya, tapi dalam perbincangan, kawan-kawan bagi tahu patut pilih larutan Q.
- Pengkaji: Jadi, saudara setuju dengan jawapan Q atau ikut sahaja jawapan kawan?
- Adam: Saya setuju sebab kawan-kawan ada terangkan. Larutan Q adalah larutan asid kuat, jadi lebih sesuai untuk hilangkan sifat mengakis alkali misteri.
- Pengkaji: Oh, nampaknya perbincangan membantu saudara dalam memahami pelajaran. Biasa ada perbincangan dalam kelas?
- Adam: Mm.. tak.
- Pengkaji: Biasanya apakah aktiviti yang dijalankan?
- Adam: Cikgu biasanya terangkan isi pelajaran dan beri latihan. Ada juga buat eksperimen.

Transkrip temubual di atas menunjukkan guru lebih mendominasi interaksi verbal dalam kelas (Jegede dan Olajide, 1995) walaupun cikgu tersebut menyatakan beliau mementingkan komunikasi dalam kelas. Aktiviti-aktiviti yang menggalakkan pembangunan penghujahan saintifik pelajar kurang diterapkan. Dapatan ini adalah sejajar dengan dapatan kajian Heng dan Johari (2013) dan Newton *et al.* (1999).



Rajah 2 Perbandingan peratus pelajar dalam penguasaan penghujahan saintifik secara penghujahan individu dan penghujahan kumpulan

Berdasarkan Rajah 2, didapati tiada pelajar yang mendapat tahap cemerlang sama ada pelajar yang terlibat dalam penghujahan individu atau pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan. Majoriti pelajar (60%) yang terlibat dalam penghujahan kumpulan berada pada tahap sederhana, 20% pelajar mencapai tahap baik dan 20% pelajar berada pada tahap lemah dalam penghujahan saintifik berkaitan konsep asid dan bes. Sementara itu, majoriti pelajar yang terlibat dalam penghujahan individu pula berada pada tahap lemah (58.34%) dan tahap sederhana (33.33%). Hanya 5.0% pelajar yang mencapai tahap baik dalam penghujahan saintifik. Ini menunjukkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan adalah lebih baik berbanding dengan pelajar yang terlibat dalam penghujahan individu. Dapatan ini sejajar dengan kajian-kajian yang melaporkan pencapaian kumpulan adalah lebih baik berbanding dengan pencapaian individu dalam tugas kompleks atau tugas yang berkaitan dengan isu pengkonsep (Barron, 2000; Phelps dan Damon, 1989; Mason, 1998). Hal ini disebabkan dalam kumpulan, pelajar dapat menyumbangkan pengetahuan, menggabungkan idea-idea yang berbeza, mengintegrasikan kekuatan kognitif yang berbeza dan membetulkan kesilapan (Sampson dan Clark, 2009). Keadaan ini dapat ditunjukkan dalam perbincangan pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan berikut:

Su Ying: Ini peneutralan, kan? Kita perlu guna asid untuk hilangkan sifat mengakis alkali misteri. Betul tak?

Ben: Saya rasa perlu air lah...air boleh mencairkan alkali.

Azhar: Saya rasa larutan P, asid boleh netralkan alkali.

Su Ying: Ya, tapi pH tinggi atau rendah?

Ben: Ah...kenapa? Air boleh cairkan alkali, bila sangat cair, kan tak mengakis?

Azhar: Tapi masih alkali. Saya rasa netralkan, ia jadi garam dan air. Tak ada sifat mengakis lah!

Ben: Em...

Mutu: Macam titratan yang kita buat. Asid campur alkali jadi neutral.

Su Ying: Mm... tapi larutan P betul ke?

Mutu: pH perlu 1, asid lebih kuat.

Daripada transkrip di atas, didapati pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan berkongsi idea, meminta pandangan, mengesan dan membetulkan kesilapan rakan, menerangkan idea berkaitan konsep asid dan bes dalam fenomena yang dikaji dan mendengar penjelasan rakan. Proses-proses pembelajaran ini membawa kepada pemahaman yang lebih mendalam terhadap konsep yang dibincang dan seterusnya meningkatkan pencapaian kumpulan dalam penghujahan saintifik. Dapatan ini sejajar dengan dapatan kajian-kajian lepas (Erduran *et al.*, 2006; McNeil dan Martin, 2011; Schwarz *et al.*, 2003) yang melaporkan aktiviti kolaborasi kumpulan berupaya meningkatkan penghujahan saintifik pelajar. Selain itu, dapatan ini turut menyokong kenyataan Mason (1996) bahawa penglibatan pelajar dalam rundingan dan perkongsian idea semasa penghujahan kumpulan membantu pembinaan konsep baru yang menyumbang kepada peningkatan penguasaan penghujahan saintifik pelajar.

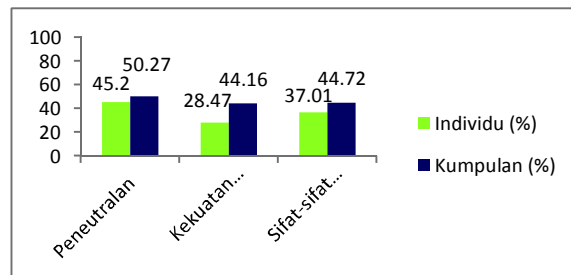
Perbandingan Tahap Penguasaan Penghujahan Saintifik Pelajar Antara Tiga Sub Konsep Asid dan Bes

Secara keseluruhan, Rajah 3 menunjukkan tahap penguasaan penghujahan saintifik pelajar dalam kumpulan lebih baik berbanding dengan pelajar dalam penghujahan individu bagi ketiga-tiga sub konsep asid dan bes yang dikaji. Hal ini sekali lagi menunjukkan kolaborasi dalam penghujahan kumpulan meningkatkan penghujahan saintifik pelajar (Erduran *et al.*, 2006; McNeil dan Martin, 2011; Schwarz *et al.*, 2003).

Selain itu, tahap penguasaan penghujahan saintifik bagi sub konsep peneutralan adalah lebih dikuasai oleh pelajar berbanding dengan sub konsep yang lain. Dapatan ini adalah sejajar dengan dapatan kajian Heng *et al.* (2012) yang melaporkan penguasaan sub konsep peneutralan pelajar pendidikan opsyen sains semester tiga adalah lebih baik berbanding sub konsep kekuatan dan sifat-sifat asid dan bes. Hal ini disebabkan pelajar mempunyai pengalaman dalam menjalankan eksperimen berkaitan peneutralan asid dan bes di makmal sekolah. Eksperimen

yang dilaksanakan menggunakan penunjuk fenofthalin yang menukarkan warna merah jambu ke tidak berwarna. Maka, pelajar mengingati perubahan warna yang berlaku dan berkebolehan memberikan dakwaan dengan justifikasi berdasarkan pengalaman yang diperolehi. Hal ini dapat ditunjukkan dalam transkrip temubual berikut:

- Pengkaji: Mengapa saudara pilih larutan Q untuk meneutralkan alkali misteri?
 Yong: Sebab proses peneutralan berlaku antara asid dengan alkali.
 Pengkaji: Bolehkah saudara terangkan dengan lebih lanjut apa yang berlaku dalam tindakbalas ini?
 Yong: Bila campurkan asid dengan alkali, warna *pink* akan hilang. Bila dah tukar tak berwarna, maknanya sudah *end point*.
 Pengkaji: Apa itu warna *pink*? Boleh terangkan?
 Yong: Eksperimen yang buat kat makmal, saya lupa nama larutan itu. Bila neutral, warna *pink* akan hilang.



Rajah 3 Perbandingan min skor penghujahan saintifik pelajar antara tiga sub konsep asid dan bes secara penghujahan individu dan kumpulan

Walaupun penguasaan penghujahan saintifik bagi sub konsep peneutralan lebih baik berbanding sub konsep yang lain, penguasaan pelajar bagi ketiga-tiga sub konsep masih berada pada tahap sederhana dan lemah. Dapatan ini menyokong dapatan kajian lepas (Bradley dan Mosimege, 1998; Sesen dan Tarhan, 2010) yang menyatakan pencapaian pelajar dalam konsep asid dan bes adalah kurang memuaskan. Keadaan ini mungkin disebabkan pelajar menghadapi masalah dalam menguasai konsep yang dikaji. Justeru, mengakibatkan mereka kekurangan konsep berkaitan untuk memberi penjelasan dan justifikasi yang munasabah. Hal ini adalah sejajar dengan dapatan kajian Sampson dan Clark (2011) yang melaporkan pelajar yang berprestasi akademik tinggi mempunyai penguasaan penghujahan saintifik yang tinggi dan sebaliknya. Keadaan ini dapat diperhatikan dalam transkrip temubual berikut:

- Pengkaji: Mengapa saudara pilih asid hidroklorik dalam fenomena ini?
 Farah: Mmm...
 Pengkaji: Boleh tak terangkan? Kenapa asid hidroklorik boleh diguna untuk menyalakan mentol dalam soalan ini?
 Farah: Mm... sebab dia asid kuat.
 Pengkaji: Kenapa mesti pilih asid kuat?
 Farah: (geleng kepala).
 Pengkaji: Boleh tak kalau guna asid etanoik glasia?
 Farah: Mungkin boleh. Saya tak pasti.

Satu lagi keadaan yang menyebabkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar kurang memuaskan dalam ketiga-tiga sub konsep asid dan bes yang dikaji adalah disebabkan kewujudan kerangka alternatif yang bertindak sebagai penghalang dalam pembentukan hujah saintifik (Centingul dan Geban, 2005). Dapatan kajian menunjukkan pelajar beranggapan bahawa asid kuat hanya bertindakbalas dengan alkali kuat dan asid lemah hanya bertindakbalas dengan alkali lemah (Centingul dan Geban, 2005), asid dengan pH rendah adalah asid lemah (Demircioglu dan Demircioglu, 2005) dan hanya asid boleh mengkonduksi elektrik (Heng *et al.*, 2012). Terdapat juga pelajar yang beranggapan bahawa kekuatan sesuatu asid bergantung kepada kemolaran atau kepekatan asid tersebut. Transkrip temubual berikut menunjukkan contoh kerangka alternatif pelajar dalam sub konsep kekuatan asid dan bes:

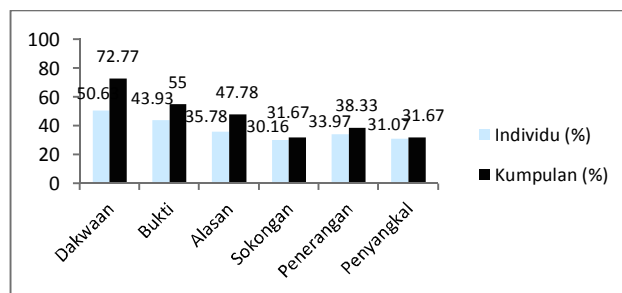
- Pengkaji: Saudara memilih asid hidroklorik dalam masalah ini. Boleh saudara jelaskan?
 Ivan: Sebab kita perlukan asid kuat. Kemolaran asid hidroklorik ialah 2.0, paling kuat.
 Pengkaji: Bagaimana dengan asid etanoik, juga 2.0 molar?
 Ivan: Mm... tak boleh. Ia asid lemah.

- Pengkaji: Kenapa saudara tidak pilih asid sulfurik?
 Ivan: Kemolarannya 0.2, bukan asid kuat.
 Pengkaji: Bagaimana pula dengan asid karbonik?
 Ivan: Asid karbonik pun bukan asid kuat, kemolarannya hanya 0.2.
 Pengkaji: Boleh jelaskan hubungan kemolaran dengan kekuatan asid?
 Ivan: Semakin tinggi kemolaran, semakin kuat asid itu.

Keseluruhannya, penguasaan penghujahan saintifik pelajar yang lemah dalam kedua-dua penghujahan individu dan kumpulan adalah disebabkan masalah penguasaan konsep (Sampson dan Clark, 2011) dan masalah kewujudan kerangka alternatif (Centingul dan Geban, 2005). Justeru, guru perlu sentiasa peka terhadap masalah ini dan cuba mengesan kerangka alternatif pelajar serta menjalankan aktiviti berteraskan penghujahan saintifik yang dapat meningkatkan pemahaman konsep dan perubahan konsep seperti penggunaan peta konsep dan analogi (BPG, 1995), strategi pembelajaran aktif (Tarhan dan Sesen, 2010) dan strategi konflik pengkonsepkan (Demircioglu dan Demircioglu, 2005). Selain itu, penguasaan pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan adalah lebih baik berbanding dengan pelajar yang terlibat dalam penghujahan individu dalam ketiga-tiga sub konsep asid dan bes. Maka, aspek kolaborasi kumpulan perlu ditekankan dalam aktiviti berteraskan penghujahan saintifik dalam kelas sains di sekolah.

Perbandingan Tahap Penguasaan Elemen-elemen Penghujahan Saintifik Pelajar Secara Penghujahan Individu dan Kumpulan

Keseluruhannya, analisis penguasaan pelajar dari segi elemen penghujahan saintifik menunjukkan peratus min pelajar dalam penghujahan kumpulan lebih baik berbanding dengan pelajar dalam penghujahan individu bagi semua elemen penghujahan saintifik (Rajah 4). Hal ini menunjukkan kolaborasi dalam kumpulan membantu pelajar dalam pembentukan elemen penghujahan saintifik yang mana menyokong dapatan kajian Erduran *et al.* (2006), McNeil dan Martin (2011), dan Schwarz *et al.* (2003). Walau bagaimana pun, perbezaan yang lebih ketara hanya dapat dilihat pada elemen dakwaan (72.77% dalam penghujahan kumpulan berbanding 50.63% dalam penghujahan individu); elemen data (55% berbanding 43.93%) dan elemen alasan (47.78% berbanding 35.78%). Perbezaan antara elemen-elemen sokongan, penerangan dan penyangkal adalah sangat sedikit iaitu kesemuanya berada pada tahap lemah (kurang daripada 40%) bagi kedua-dua penghujahan individu dan kumpulan. Ini menunjukkan kolaborasi dalam kumpulan hanya membantu pelajar dalam membentuk hujah mudah yang terdiri daripada elemen dakwaan, bukti dan alasan. Pelajar berkongsi idea dan pengetahuan dalam membentuk dakwaan, menggunakan data yang sesuai sebagai bukti, membetulkan idea dan menggabungkan idea berbeza bagi memberi alasan terhadap dakwaan yang dibentuk. Sementara itu, kolaborasi kumpulan tidak membantu pelajar dalam membentuk elemen penghujahan kompleks seperti sokongan, penerangan dan penyangkal. Ini mungkin disebabkan pelajar kekurangan peluang melibatkan diri dalam aktiviti pembentukan hujah saintifik dan tidak memahami elemen-elemen dalam penghujahan saintifik. Maka dalam keadaan berkolaborasi pun mereka tidak berupaya mengemukakan hujah yang kompleks. Justeru, pelajar perlu diajar elemen-elemen penghujahan secara eksplisit dalam kelas sains (Acar, 2008).



Rajah 4 Perbandingan penguasaan elemen-elemen penghujahan saintifik pelajar secara penghujahan individu dan penghujahan kumpulan

Selain itu, penguasaan pelajar yang lebih baik bagi elemen mudah berbanding dengan elemen kompleks dalam kedua-dua penghujahan individu dan kumpulan menunjukkan pelajar dapat memberikan bukti ke atas dakwaan yang dibuat dan menghubungkaitkannya dengan alasan mudah, tetapi tidak dapat memperkukuhkan dakwaan tersebut dengan sokongan konsep saintifik. Dapatan ini adalah selari dengan laporan Dawson dan Venville (2008) dan Heng

et al. (2012) yang melaporkan pelajar hanya dapat membentuk hujah mudah dan menghadapi masalah dalam membentuk hujah kompleks. Dapatan ini menyokong dapatan kajian Mohd Ali *et al.* (2003) yang melaporkan pelajar tingkatan empat tidak berupaya memberikan penjelasan saintifik yang tepat terhadap jawapan yang dipilih walaupun jawapan tersebut adalah betul. Hal ini disebabkan pelajar kekurangan pengetahuan yang berkaitan untuk memberikan penjelasan seperti yang ditunjukkan dalam transkrip temubual berikut:

- Pengkaji: Jadi, saudara memilih larutan Q untuk menghilangkan kuasa hakisan alkali misteri?
- Johan: Ya.
- Pengkaji: Boleh terangkan kenapa saudara memilih larutan Q?
- Johan: Umm... saya rasa ia tindakbalas dengan alkali...
- Pengkaji: Jadi, apa kaitannya dengan menghilangkan sifat hakisan alkali?
- Johan: (senyap)
- Pengkaji: Bila bertindak balas, apa terjadi?
- Johan: Umm... bila keduanya bertindak balas, kuasa hakisannya akan hilang.
- Pengkaji: boleh jelaskan kenapa kuasa hakisannya hilang?
- Pelajar J: Hmm..... (geleng kepala)

Sementara itu, penguasaan elemen bukti juga kurang memuaskan bagi kedua-dua kaedah penghujahan. Dapatan ini menunjukkan pelajar tidak menggunakan data yang sesuai dan pengetahuan saintifik untuk menyokong dakwaan yang dibuat iaitu sejajar dengan laporan kajian Zohar dan Nemet (2002). Pelajar menghadapi masalah dalam membezakan antara data dengan pandangan dan bergantung kepada kepercayaan dalam membentuk hujah saintifik (Sadler *et al.*, 2004). Keadaan ini ditunjukkan dalam transkrip temubual di bawah:

- Pengkaji: Saudara menyatakan larutan Q boleh menyelesaikan masalah ini? Apa buktinya?
- Ken: Mmm... buktinya ... bukulah. Saya baca buku. Pengetahuan itu dalam otak saya.
- Pengkaji: Jadi, saudara pasti jawapan ini adalah tepat?
- Ken: Ya.
- Pengkaji: Kenapa, apakah data yang saudara guna untuk mendapatkan jawapan ini?
- Ken: Kerana saya rasa ini logik mengikut apa yang saya faham.

Keseluruhannya, penguasaan elemen penghujahan saintifik pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan adalah lebih baik berbanding dengan pelajar yang terlibat dalam penghujahan individu. Ini mencadangkan bahawa kolaborasi dalam kumpulan dapat meningkatkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar. Sementara itu, kelemahan pelajar dalam penguasaan elemen-elemen penghujahan adalah berpunca daripada masalah kekurangan konsep saintifik atau pengetahuan kandungan yang berkaitan bagi memberikan bukti dan justifikasi yang munasabah bagi menyokong keputusan yang dibuat (Christian, 2011; Yalcinoglu, 2007; Zohar dan Nemet, 2002). Tambahan lagi, pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah yang kurang memberi fokus terhadap penghujahan saintifik (Choi *et al.*, 2010; Driver *et al.*, 2000; Newton *et al.*, 1999) juga menyumbang kepada masalah tersebut.

KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KAJIAN

Penghujahan saintifik memainkan peranan yang amat penting dalam membina konsep saintifik yang merupakan teras dalam pencapaian akademik dan keupayaan penaakulan pelajar. Pelajar seharusnya dilengkapi dengan kemahiran penghujahan saintifik bagi menguasai konsep sains dan seterusnya meningkatkan penguasaan pengetahuan kandungan. Walau bagaimanapun, kajian-kajian lepas menunjukkan pelajar menghadapi masalah dalam penguasaan penghujahan saintifik. Selain itu, terdapat kajian yang mencadangkan kolaborasi kumpulan mendatangkan manfaat kepada pelajar dalam tugas yang berfokus pada isu pengkonsepan. Justeru, kajian ini bertujuan membandingkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar dalam penghujahan kumpulan berbanding dengan penghujahan individu.

Dapatan kajian menunjukkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan adalah lebih baik berbanding dengan pelajar yang terlibat dalam penghujahan individu. Dapatan ini sejajar dengan dapatan kajian Erduran *et al.* (2006), McNeil dan Martin (2011) serta Schwarz *et al.* (2003) yang melaporkan kolaborasi kumpulan berupaya meningkatkan keupayaan pelajar dalam penghujahan saintifik. Walau bagaimanapun, tahap penguasaan pelajar bagi ketiga-tiga sub konsep yang dikaji hanya berada pada tahap sederhana dan lemah. Dapatan kajian seterusnya menunjukkan masalah penguasaan ini adalah berpunca daripada kekurangan pengetahuan saintifik dan kewujudan kerangka alternatif dalam konsep yang dikaji. Selain itu, kajian juga mendapati kolaborasi dalam penghujahan kumpulan membantu pelajar menguasai elemen penghujahan saintifik mudah tetapi

tidak meningkatkan kemampuan belajar dalam membentuk elemen kompleks. Hal ini disebabkan belajar kurang didedahkan dengan aktiviti-aktiviti penghujahan saintifik di sekolah. Kekurangan latihan dan pengalaman dalam penghujahan saintifik inilah menyebabkan belajar kekurangan pemahaman tentang elemen-elemen penghujahan saintifik dan menjadi penghalang dalam pembentukan hujah saintifik kompleks. Sehubungan itu, pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah seharusnya melibatkan belajar dalam aktiviti penghujahan saintifik khasnya yang berteraskan kolaborasi kumpulan. Pendedahan ini akan melatih dan membekalkan belajar dengan kemahiran penghujahan saintifik yang seterusnya dapat meningkatkan pemahaman konsep dan pencapaian akademik belajar.

REFERENCES

- Acar, O. 2008. *Argumentation Skills and Conceptual Knowledge of Undergraduate Students in a Physics by Inquiry Class*. Tesis Doktor Falsafah. The Ohio State University: Bahan tidak diterbitkan.
- 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.
- Alkan, M., Karakoc, O. dan Benlikaya, R. 2004. Misconceptions in Analytical Chemistry. Paper presented at the 4th AACD Congress. 29 Sept - 3 Okt. 2004. Kusadasi Aydin, Turkey.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS). 1993. Benchmarks for Science Literacy. <http://www.project2061.org/publications/bsl/> Diakses pada 20 Jun 2012.
- Bahagian Pendidikan Guru (BPG). 1995. *Kerangka Alternatif Sains Murid Sekolah Rendah*. Kuala Lumpur: Kementerian Pendidikan Guru.
- Barron, B. 2000. Problem Solving In Video-Based Microworlds: Collaboration And Individual Outcomes Of High-Achieving Sixth Grade Students. *Journal of Educational Psychology*. 92(2): 391-398.
- Bell, P. dan Linn, M. C. 2000. Scientific Arguments as Learning Artifacts: Designing For Learning From The Web With KIE. *International Journal of Science Education*. 22 (8): 797- 817.
- Braaten, M., dan Windschitl, M. 2011. Working toward a stronger conceptualization of scientific explanation for science education. *Science Education*. 95(4): 639-669.
- Bradley, J. D. dan Mosimege, M. D. 1998. Misconceptions in acids and bases: a comparative study of student teachers with different chemistry backgrounds. *S. Afr. J. Chemistry*. 51(3): 137-145.
- 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.
- Cetingul, P. I. dan Geban, O. 2005. Understanding of Acid-base Concept by Using Conceptual Change Approach. *H. U. Journal of Education*. 29: 69-74.
- 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.
- 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.
- 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.
- Christian, K. J. 2011. *Content-Related Interactions and Methods Of Reasoning Within Self-Initiated Organic Chemistry Study Groups*. Tesis Doktor Falsafah. The University Of Arizona. Bahan tidak diterbitkan.
- Dawson, V. dan Venville, G. J. 2009. High-school Student's Informal Reasoning and Argumentation about Biotechnology: An indicator of scientific literacy? *International Journal of Science Education*. 31(11): 1421-1445.
- Demircioglu, G., Ayas, A. dan Demircioglu, H. 2005. Conceptual change achieved through a new teaching program on acids and bases. *Chemistry Education Research and Practice*. 6(1): 36-51.
- Driver, R., Newton, P. dan Osborne, J. 2000. Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*. 84(3): 287-312.
- Duschl, R. A. dan Osborne, J. 2002. Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*. 38: 39-72.
- 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.
- Erduran, S., Simon, S. dan Osborne, J. 2004. TAPing into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Argumentation Pattern for studying science discourse. *Science Education*. 88(6): 915-933.
- Eskin, H. dan Berkirgolu, F. O. 2008. Investigation of A Pattern Between Students' Engagement in Argumentation and Their Science Content Knowledge: A case Study. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(1), 63-70.
- Fencl, 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.

- Hand, B., Yore, L. D., Jagger, S. dan Prain, V. 2010. Connecting research in science literacy and classroom practice: A review of science teaching journals in Australia, the UK and the United States, 1998-2008. *Studies in Science Education*. 46(1): 45-68.
- Heng, L. L., Johari Bin Surif dan Yazid Abd Manap. 2012. Penguasaan Penaakulan Saintifik Pelajar Pendidikan Opsyen Sains Terhadap Konsep Asid dan Bes. Kertas kerja dibentang dalam *International Seminar in Science and Mathematics Education* di Universiti Teknologi Malaysia, Skudai pada 5 – 8 September, 2012.
- Heng, L. L. dan Johari Bin Surif. 2013. Penghujahan Saintifik: Memahami Perlaksanaannya dalam proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia. *Jurnal Teknologi*. Dihantar pada Februari 2013. (under review).
- 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.
- Jiménez-Aleixandre, 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.
- Kuhn, D. 1993. Science As Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*. 77(3): 319-337.
- Laughlin, P., Hatch, E., Silver, J. dan Boh, L. 2006. Group perform better than individuals on letters-to-numbers problems: Effects of group size. *Journal of Personality and social Psychology*, 90(4), 644-651.
- Marttunen, M. 1994. Assessing Argumentation Skills among Finnish University Students. *Learning and Instruction*. 4: 175-191.
- Mason, L. 1998. Sharing cognition to construct scientific knowledge in school context: The role of oral and written discourse. *Instructional Science*. 26: 359-389.
- Mason, L. 1996. An Analysis of children's construction of new knowledge through their use of reasoning and arguing in classroom discussions. *Qualitative Studies in Education*. 9(4): 411-433.
- 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.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J. dan Marx, R. W. 2006. Supporting Students' Construction of Scientific Explanations by Fading Scaffolds In Instructional Materials. *The Journal of the Learning Sciences*. 15(2): 153-191.
- 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.
- Meor Ibrahim Bin Kamaruddin (2001). *Model Pembelajaran Sains Dan Matematik*. Skudai, Universiti Teknologi Malaysia. Tidak diterbitkan.
- 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.
- Mohd Ali Samsudin, Salmiza Saleh, Zurida Haji Ismail dan Ahmad Nurulazam Mohd Zain. 2003. Kefahaman Dan Kerangka Alternatif Konsep Haba Di Kalangan Pelajar-pelajar Tingkatan Empat. *The Classroom Teacher*. 8(1). March 2003.
- National Science Education Standards (NRC). 1996. http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=4962&page=209 Diakses pada 19 Jun 2012.
- 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.
- Nurul Aini Md Desa, Zaidatun Tasir dan Nurbiha A. Shukor. 2009. Development of Inquiry-based learning website for enhancing scientific reasoning skill. Kertas kerja dibentang dalam *Education Postgraduate Research Seminar*. 18-19 November, 2009. Bertempat di Universiti Teknologi Malaysia, Johor.
- Nussbaum, E. M. 2011. Argumentation, Dialogue Theory, and Probability Modeling: Alternative Frameworks for Argumentation Research in Education. *Educational Psychologist*. 46(2): 84-106.
- Nussbaum, E. M. dan Sinatra, G. M. 2003. Argument and Conceptual Engagement. *Contemporary Educational Psychology*. 28(3): 384-395.
- Nurzatulshima Kamarudin, Lilia Halim, Kamisah Osman dan Subahan Mohd Meerah. 2009. Pengurusan Penglibatan Pelajar dalam Amali Sains (Management of Students' Involvement in Science Practical Work). *Jurnal Pendidikan Malaysia*. 34(1): 205-217.
- Osborne, J., Erduran, S. dan Simon, S. 2004. Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(10): 994-1020.
- 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.
- Phelps, E. dan Damon, W. 1989. Problem Solving With Equals: Peer Collaboration As A Context For Learning Mathematics And Spatial Concepts. *Journal of Educational Psychology*. 81(4): 639-646.
- Sadler, T. D. 2004. Informal Reasoning Regarding Socioscientific Issues: A Critical Review of Research. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(5): 513-536.
- Sadler, T. D., dan Zeidle, D. L. 2009. Scientific literacy, PISA, and socioscientific discourse: Assessment for progressive aims of science education. *Journal of Research in Science Teaching*. 46(8): 909-921.

- Sadler, T. D., Chambers, F. W. dan Zeidler, D. L. 2004. Student conceptualizations of the nature of science in response to a socioscientific issue. *International Journal of Science Education*. 26(4): 387–409.
- Sampson, V. dan Clark, D. B. 2009. The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation. *Science Education*. 93(3): 448-484.
- Sampson, V. dan Clark, D. B. 2011. A comparison of the collaborative Scientific Argumentation Practices of two high and two low performing groups. *Research in Science Education*. 41: 63-97.
- 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.
- 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.
- Schwarz, B. B., Neuman, Y., Gil, J. dan Ilya, M. 2003. Construction of Collective and Individual Knowledge in Argumentative Activity. *The Journal of the Learning Science*. 12(2): 219-256.
- Sendur, G., Ozbayrak, O. dan Uyulgan, M. A. 2010. A Study of Determination of Pre-service Chemistry Teachers' Understanding about Acids and Bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 3 (2011): 52-56.
- Sesen, B. A. dan Tarhan, L. 2010. Promoting active learning in high school chemistry: learning achievement and attitude. *Procedia Social and Behavioral Science*. 2 (2010): 2625-2630.
- Simon, S, Erduran, S. dan Osborne, J. 2006. Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International Journal of Science Education*. 28(2–3): 235-260.
- Toulmin, S., Rieke, R. dan Janik, A. (1979). *An Introduction to Reasoning*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Voss, J. F. dan Means, M. L. 1991. Learning to reason via instruction in argumentation. *Learning and Instruction*. 1: 337-350.
- Yalcinoglu, P. 2007. *Evolution as Represented through Argumentation: A Qualitative Study on Reasoning and Argumentation in High School Biology Teaching Practices*. Tesis Doktor Falsafah. The Ohio State University. Bahan tidak diterbitkan.
- Yerrick, R. 2000. Lower Track Science Students' Argumentation And Open Inquiry Instruction. *Journal of Research in Science Teaching*. 37(8): 807-838.
- Zemba-Saul, C. 2009. Learning To Teach Elementary School Science as Argument. *Science Education*. 93(4): 687-719.
- Zohar, A. dan Nemet, F. 2002. *Fostering students' knowledge and argumentation skills through dilemmas in human genetics*. *Journal of Research in Science Teaching*. 39(1): 35-62.