

Memahami Kesilapan Pelajar dalam Membentuk Penghujahan Saintifik

Lee Ling Heng, Johari Surif*

Fakulti Pendidikan, Universiti Teknologi Malaysia, 81310 UTM Johor Bahru, Johor, Malaysia

*Corresponding author: johari_surif@utm.my

Abstract

Scientific argumentation is given the main emphasis in science education due to the fact that it is able to promote students' reasoning skills and content knowledge. Literatures have shown that students have various difficulties in generating scientific arguments. Thus, this study aims to investigate errors made by students in constructing scientific arguments. The study conducted was a combination of qualitative and quantitative research to examine in-depth the errors made by students in scientific argumentation. A total of 75 form four students from Pasir Gudang District participated in this study. Data were collected from students' responses in Scientific Argumentation Test (UPS) and interviews. Data were analyzed using SPSS Version 19.0 software and content analysis technique. Results showed that the most frequent errors exist in students' arguments is from category argument with irrelevant grounds, followed by argument with alternative frameworks. Ground indicates a combination of the elements data, warrant and backing that supports an argument. Besides, chi-squared test showed that there was a significant difference between the categories of arguments constructed by students. Hence, the teaching of science in school should focus on argumentative activities that enhance the mastery of scientific argumentation in order to eliminate students' alternative frameworks and foster the understanding of scientific concepts.

Keywords: Acids and bases; alternative framework; neutralization; properties of acids and bases; scientific argumentation; strength of acids and bases

Abstrak

Pendidikan sains masa kini memberi penekanan ke atas penghujahan saintifik yang berupaya meningkatkan kemahiran menaakul dan pengetahuan kandungan. Kajian literatur menunjukkan pelajar menghadapi pelbagai masalah dalam pembentukan hujah saintifik. Justeru, penyelidikan ini bertujuan mengkaji kesilapan yang dilakukan oleh pelajar dalam penghujahan saintifik. Kajian gabungan kuantitatif dan kualitatif dilaksanakan bagi mengkaji secara mendalam kesilapan-kesilapan yang dilakukan oleh pelajar dalam pembentukan hujah saintifik. Seramai 75 pelajar tingkatan empat dari empat buah sekolah di Daerah Pasir Gudang terlibat dalam kajian ini. Data dikumpul daripada jawapan pelajar dalam Ujian Penghujahan Saintifik (UPS) dan temu bual pelajar. Data dianalisis menggunakan sistem perisian SPSS Version 19.0 serta teknik analisis kandungan bagi menghuraikan secara mendalam kesilapan pelajar dalam penghujahan saintifik. Dapatan kajian menunjukkan kesilapan yang paling kerap dijumpai dalam hujah pelajar adalah daripada kategori penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB), dan penghujahan dengan kerangka alternatif (KA). Latar belakang merujuk kepada gabungan elemen data, alasan dan sokongan yang menyokong sesuatu hujah. Ujian khi kuasa dua menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan antara kategori-kategori hujah yang dibentuk oleh pelajar. Oleh itu, pengajaran sains seharusnya menekankan aktiviti-aktiviti yang berteraskan penghujahan saintifik supaya dapat meningkatkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar dan menyingkirkan kerangka alternatif sekaligus meningkatkan pemahaman pengetahuan kandungan sains pelajar.

Kata kunci: Asid dan bes; kekuatan asid dan bes; kerangka alternative; peneutralan; penghujahan saintifik; sifat-sifat asid dan bes

© 2014 Penerbit UTM Press. All rights reserved

1.0 PENGENALAN

Pendidikan sains masa kini banyak memberikan penekanan ke atas penghujahan saintifik yang berupaya meningkatkan kemahiran menaakul dalam domain spesifik yang berteraskan pengetahuan kandungan. Penghujahan saintifik merupakan penghujahan formal yang berasaskan bukti (Schen, 2007) dan melibatkan penyelarasan data, dakwaan dan bukti untuk menjana pengetahuan yang sah dan menyemak semulanya (Chen, 2011; Driver *et al.*, 2000). Menurut Kuhn (1993), penghujahan saintifik dilihat sebagai peralatan yang diguna oleh komuniti saintifik untuk membina konsep saintifik. Dalam bilik sains, pembentukan pemahaman baru sesuatu konsep saintifik berlaku apabila pelajar membuat hubungkait antara pengetahuan sedia ada dengan idea baru melalui proses penyoalan tentang kesahan maklumat baru, berkongsi pemikiran dalam konteks sosial dan mempersembahkan idea yang baru dibentuk di dalam bilik darjah (McNeil dan Pimentel, 2010). Malangnya, kajian literatur menunjukkan pelajar daripada pelbagai peringkat persekolahan menghadapi masalah dalam membentuk penghujahan saintifik untuk membina pengetahuan (Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; McNeil *et al.*, 2006; Osborne *et al.*, 2004). Sehubungan itu, banyak kajian berkaitan program intervensi atau strategi-strategi untuk meningkatkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar telah dijalankan (Chen, 2011; Ellis, 2009; Fencl, 2010; Gerber *et al.*, 2001; Mason, 1998; McNeill dan Martin, 2011; Pegg, 2006). Walau bagaimana pun, kajian yang menganalisis secara terperinci kesilapan-kesilapan yang dilakukan oleh pelajar dalam

pembentukan hujah saintifik adalah amat kurang dilaksanakan. Justeru, kajian ini bertujuan mengkaji kesilapan pelajar dalam penghujahan saintifik yang difokuskan terhadap konsep asid dan bes.

■2.0 PENGUASAAN PENGHUJAHAN SAINTIFIK DALAM PENDIDIKAN SAINS

Kajian-kajian dalam bidang sains berkaitan penghujahan saintifik menunjukkan penguasaan pelajar adalah tidak memuaskan akibat wujudnya pelbagai kesilapan dalam penghujahan mereka (contoh: Heng *et al.*, 2012; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Marttunen, 1994; Nurul *et al.*, 2009; Sadler, 2004). Antara kesilapan yang dilakukan adalah bergantung kepada pandangan peribadi untuk membuat dakwaan berbanding dengan menggunakan data yang dibekalkan (Hogan dan Maglienti, 2001), menghadapi kesukaran dalam mengumpul, memilih dan menukarkan data kepada bukti untuk menyokong idea yang dikemukakan (Sadler, 2004), tidak menggunakan bukti yang mencukupi (Sandoval dan Millwood, 2005), tidak berupaya memberikan justifikasi yang tepat ke atas dakwaan yang dibentuk (Mohd Ali *et al.*, 2003) dan tidak berkebolehan memberikan sokongan kepada justifikasi yang dikemukakan (Bell dan Linn, 2000).

Kajian Zeidler (1997) melaporkan pelajar remaja Amerika Syarikat menghadapi pelbagai kelemahan dalam membentuk hujah saintifik, antaranya termasuk masalah kesahan hujah, konsep naif dalam hujah, kepercayaan mempengaruhi hujah yang dibentuk dan bukti yang dikemukakan dalam hujah kurang mencukupi. Dapatan ini selaras dengan kajian Sadler *et al.* (2004) yang melaporkan pelajar-pelajar berumur 15 tahun menghadapi masalah dalam membezakan antara data dengan pandangan dalam penghujahan saintifik yang berkaitan dengan isu pemanasan global.

Dawson dan Venville (2009) pula melaporkan pelajar *high school* di Australia tidak berkebolehan memberikan data atau hanya menggunakan data yang ringkas dalam memberi justifikasi ke atas dakwaan yang dibentuk. Pelajar-pelajar hanya boleh memberikan hujah dengan dakwaan yang disertakan dengan bukti tetapi tiada alasan dan sokongan dinyatakan. Dapatan ini turut dilaporkan oleh Kelly *et al.* (1998) yang mengkaji kemahiran penghujahan saintifik pelajar *high school* dalam melaksanakan aktiviti kotak elektrik misteri dalam pengajaran berasaskan inkuiri. Dapatan kajian menunjukkan pelajar mengabaikan alasan dalam membuat dakwaan. Hal ini mungkin disebabkan pelajar kurang diberi peluang dalam memberikan justifikasi semasa pengajaran dan pembelajaran sains. Justeru, ramai penyelidik menyarankan bahawa pengajaran sains seharusnya menekankan pendekatan inkuiri yang berteraskan penghujahan saintifik bagi meningkatkan penguasaan penghujahan saintifik di kalangan pelajar termasuk pelajar di peringkat pengajian tinggi (Acar, 2008; Bao *et al.*, 2009; Evagorou dan Dillon, 2011; Gerber *et al.*, 2001; Pegg, 2006; Osborne *et al.*, 2004).

Sementara itu, Sampson dan Clark (2011) membuat kajian terhadap kualiti hujah yang dibentuk oleh kumpulan kolaboratif yang berbeza pencapaian di Amerika Syarikat. Pelajar-pelajar terlibat dalam proses penghujahan bagi mengkritik enam penerangan alternatif bagi satu peristiwa bercanggah (*discrepant event*) dan menulis hujah serta memberikan justifikasi terhadap penjelasan yang dipilih. Dapatan kajian menunjukkan kumpulan pelajar berprestasi tinggi berkebolehan memberikan hujah dengan penjelasan yang cukup dan tepat serta disokong dengan bukti dan penaakulan yang sesuai manakala kumpulan pelajar berprestasi rendah membuat kesilapan dengan memberikan hujah dengan penjelasan yang tidak tepat dan disokong dengan justifikasi yang tidak sesuai. Keadaan ini menunjukkan penguasaan konsep saintifik mempengaruhi keupayaan menaakul dalam konteks yang berhubung dengan konsep sains yang dibincangkan dalam penghujahan saintifik (Sadler, 2004).

Keseluruhannya, kajian-kajian di luar negara menunjukkan wujudnya pelbagai kesilapan dalam penghujahan saintifik pelajar. Bagaimana pula pelajar di negara kita? Apakah kesilapan yang biasa dilakukan? Justeru, kajian ini bertujuan mengkaji secara mendalam kesilapan-kesilapan yang dilakukan oleh pelajar tingkatan empat aliran sains dalam pembentukan hujah saintifik berkaitan konsep asid dan bes.

■3.0 PERSOALAN KAJIAN

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kesilapan yang dilakukan oleh pelajar tingkatan empat aliran sains dalam pembentukan hujah saintifik berkaitan konsep asid dan bes. Kajian ini akan menjawab persoalan: Apakah kesilapan yang dilakukan oleh pelajar dalam pembentukan hujah saintifik bagi konsep asid dan bes?

■4.0 METODOLOGI

4.1 Reka Bentuk Kajian

Kajian yang dijalankan merupakan satu kajian gabungan kuantitatif dan kualitatif. Responden kajian terdiri daripada 75 pelajar tingkatan empat aliran sains yang mengambil mata pelajaran kimia daripada empat buah sekolah di Daerah Pasir Gudang yang dipilih secara rawak mudah. Bagi mencapai matlamat kajian, instrumen Ujian Penghujahan Saintifik (UPS) mengenai konsep asid dan bes telah dibangunkan. Instrumen ini mengandungi tiga bahagian, iaitu bahagian (A) mengenai penutralan, bahagian (B) mengenai kekuatan asid dan bes serta bahagian (C) mengenai sifat-sifat asid dan bes. Bagi setiap bahagian, soalan dimulakan dengan satu fenomena dan diikuti dengan data yang dapat membantu penyelesaian item-item berkaitan penghujahan saintifik dalam fenomena yang dikaji (Rajah 1).

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 kertas 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

Semua responden kajian terlibat dalam menjawab soalan Ujian Penghujahan Saintifik (UPS) secara individu. Selepas disemak jawapan pelajar dalam UPS, responden yang membuat kesilapan dalam hujah saintifik dikenalpasti. Seramai dua belas responden yang dipilih secara persampelan bertujuan ditemu bual bagi mendapatkan maklumat yang lebih terperinci bagi menjawab persoalan kajian. Data yang diperolehi daripada Ujian Penghujahan Saintifik (UPS) dianalisis bagi mengenal pasti jenis-jenis hujah dan kesilapan yang dilakukan oleh pelajar dan seterusnya menentukan peratus setiap kategori hujah yang dibentuk oleh pelajar. Ujian Khi-kuasa dua untuk kebagusan (*Goodness of Fit Chi-square Test*) dilakukan bagi menentukan sama ada kategori-kategori hujah pelajar berbeza secara signifikan. Selain itu, data ujian juga dianalisis secara terperinci dengan menggunakan teknik analisis kandungan bagi menjelaskan secara mendalam kesilapan yang wujud dalam hujah pelajar. Tambahan lagi, data temu bual pelajar dianalisis secara terperinci bagi menyokong data ujian.

■ 5.0 KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN

Data yang diperolehi dianalisis dalam frekuensi dan peratusan dan dipersembahkan dalam bentuk jadual atau carta serta disokong dengan data temu bual dan contoh jawapan pelajar.

5.1 Kesilapan Pelajar dalam Pembentukan Hujah Saintifik

Secara keseluruhan, analisis kandungan jawapan pelajar tingkatan empat aliran sains dalam Ujian Penghujahan Saintifik (UPS) menunjukkan penghujahan saintifik pelajar boleh digolong kepada lima kategori, iaitu penghujahan saintifik yang tepat (PST), penghujahan dengan latar belakang yang tidak lengkap (LTL), penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB), penghujahan yang tiada latar belakang (TL) dan penghujahan dengan kerangka alternatif (KA). Latar belakang penghujahan merujuk kepada gabungan elemen data/bukti, alasan dan sokongan (Osborne *et al.*, 2004) bagi menjelaskan alasan penghujahan saintifik yang merangkumi kesemua elemen yang menyokong sesuatu hujah. Gabungan elemen-elemen ini mampu mengelakkan masalah kesukaran membezakan elemen-elemen tersebut dalam hujah pelajar. Penjelasan setiap kategori penghujahan pelajar adalah seperti berikut:

- Penghujahan saintifik yang tepat (PST) – hujah dengan latar belakang penghujahan yang saintifik, tepat dan menyokong dakwaan yang dibentuk.
- Penghujahan dengan latar belakang yang tidak lengkap (LTL) – hujah dengan data/bukti atau alasan yang tidak mencukupi untuk menyokong dakwaan; bukti atau alasan yang diberi relevan tetapi tidak mencukupi.
- Penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) – hujah dengan bukti atau alasan yang tidak menyokong dakwaan; bukti atau alasan yang diberi mengelirukan atau tidak berkaitan dengan dakwaan yang dikemukakan.
- Penghujahan yang tiada latar belakang (TL) – hujah tanpa bukti atau alasan yang boleh menyokong dakwaan.
- Penghujahan dengan kerangka alternatif (KA) – hujah yang mengandungi idea atau konsep yang bercanggah dengan idea atau konsep saintifik.

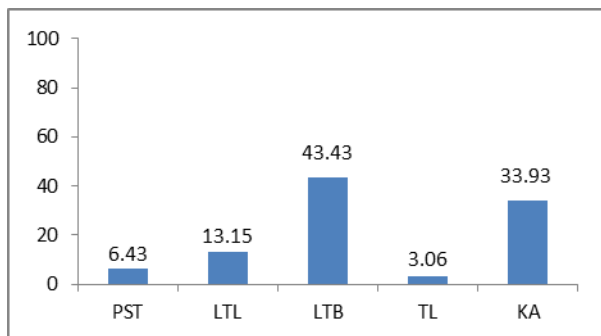
Antara lima kategori hujah yang dikenalpasti, hanya hujah dalam kategori penghujahan saintifik yang tepat (PST) adalah hujah saintifik yang tiada kesilapan dan tepat dari segi konsep sains. Berdasarkan Rajah 3, didapati hanya 6.43% hujah pelajar adalah dalam kategori penghujahan saintifik yang tepat. Pelajar yang dapat memberikan hujah saintifik yang tepat berkebolehan menyokong dakwaan yang dikemukakan dengan bukti dan dikukuhkan lagi dengan alasan dan sokongan fakta saintifik. Rajah 2 menunjukkan contoh hujah pelajar dalam kategori penghujahan saintifik yang tepat (PST) bagi fenomena yang berkaitan dengan sub konsep peneutralan.

	Larutan manakah yang sesuai untuk menghilangkan sifat mengakis alkali misteri?
Jawapan pelajar:	
Dakwaan:	Larutan Q boleh menghilangkan sifat mengakis alkali misteri.
Bukti:	Warna kertas litmus biru bertukar merah bagi larutan P dan Q, jadi larutan P dan Q adalah asid, tetapi pH Q adalah 1 dan pH P adalah 5 menunjukkan Q adalah asid yang lebih kuat.
Alasan:	Misteri alkali adalah alkali kuat yang bersifat mengakis, untuk menghilangkan sifat mengakis, saya akan tambah asid Q untuk meneutralkannya kerana Q asid kuat.
Sokongan:	Asid kuat mengion dengan lengkap dalam air, jadi terdapat lebih ion hidrogen untuk bertindakbalas dengan alkali. Tindakbalas peneutralan menghasilkan garam dan air. Maka, hasil tindakbalas tidak bersifat mengakis.

Rajah 2 Contoh hujah pelajar dalam kategori penghujahan saintifik yang tepat (PST) bagi sub konsep peneutralan

Selain daripada kategori penghujahan saintifik yang tepat (PST), empat kategori lain yang dikenalpasti dalam kajian ini mengandungi kesilapan sama ada dari segi struktur hujah atau pengkonsepan sains. Dapatan ini adalah sejajar dengan kenyataan yang dikemukakan oleh Toulmin *et al.* (1984) (dalam Choi *et al.*, 2010) bahawa hujah pelajar biasanya tidak wajar disebabkan lima kesilapan, iaitu ketiadaan latar belakang penghujahan, latar belakang penghujahan yang tidak lengkap, latar belakang penghujahan yang tidak berkaitan, alasan penghujahan yang tidak wajar dan kekeliruan dalam hujah yang dibentuk. Walau bagaimana pun, ianya berbeza dengan dapatan Toulmin *et al.* (1984) (dalam Choi *et al.*, 2010) bahawa salah satu kesilapan yang kerap dijumpai dalam hujah pelajar adalah kewujudan kerangka alternatif. Selain itu, kerangka penghujahan yang dikemukakan oleh Toulmin iaitu Model Penghujahan Toulmin (TAP) (Toulmin *et al.*, 1979) juga lebih menekankan struktur hujah berbanding dengan ketepatan pengetahuan kandungan (Driver *et al.*, 2000) yang berbeza dengan fokus penghujahan saintifik dalam kajian ini.

Keputusan ujian Khi Kuasa Dua menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan ($\chi^2(4, N=327) = 206.26, p < .05$) antara kategori-kategori hujah yang dibentuk oleh pelajar. Sumbangan yang paling besar kepada perbezaan ini adalah daripada kategori penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) dan penghujahan yang tiada latar belakang (TL) (Nilai residual: penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan = 76.6 dan penghujahan yang tiada latar belakang = -55.4). Analisis ujian-ujian susulan menunjukkan bahawa perbezaan antara semua pasangan kategori-kategori hujah yang dibentuk oleh pelajar menyebabkan perbezaan keseluruhan kajian kecuali perbezaan antara pasangan kategori penghujahan saintifik yang tepat (PST) - penghujahan dengan latar belakang yang tidak lengkap (LTL), penghujahan saintifik yang tepat (PST) - penghujahan yang tiada latar belakang (TL) dan penghujahan dengan kerangka alternatif (KA) - penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB). Selepas mengawal ralat Jenis I menggunakan kaedah Bonferroni (Chua, 2008), sumbangan yang paling besar kepada perbezaan ini adalah antara kategori penghujahan yang tiada latar belakang (TL) dan penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) ($\chi^2(1, N=152) = 114.632, p < .005$). Ini bererti bahawa kesilapan yang paling kerap dilakukan oleh pelajar adalah membentuk hujah dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) manakala kesilapan yang paling kurang dilakukan adalah hujah yang tiada latar belakang (TL). Keputusan ini ditunjukkan dengan jelas dalam graf bar Rajah 3.



Rajah 3 Peratusan setiap kategori penghujah saintifik pelajar

Rajah 3 menunjukkan kesilapan yang paling banyak dijumpai dalam hujah pelajar adalah daripada kategori penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) (43.43%). Pelajar biasanya tidak dapat menyokong dakwaan yang dikemukakan dengan bukti atau alasan yang berkaitan. Hal ini dapat ditunjukkan dalam transkrip temu bual dengan pelajar berkaitan ‘bahan kimia yang boleh diguna untuk menyalakan mentol prof’ berikut:

- Pengkaji: Apakah penyelesaian saudara dalam fenomena ini?
 Pelajar A: Larutan kalsium hidroksida dan asid hidroklorik boleh digunakan. Mungkin asid etanoik glasia pun boleh.
 Pengkaji: Mengapa saudara memilih tiga bahan kimia ini?
 Pelajar A: Saya rasa semua cecair boleh mengangkut elektrik, asalkan ada ion di dalamnya.
 Pengkaji: Boleh jelaskan apa ion yang ada dalam tiga larutan ini?
 Pelajar A: Mm....
 Pengkaji: Adakah ketiga-tiga larutan mempunyai ion yang sama?
 Pelajar A: (termenung). Bapa saya kata cecair boleh mengangkut elektrik, ia boleh menyebabkan *blackout*.

Daripada transkrip di atas, didapati pelajar tidak dapat memberikan bukti atau alasan yang berkaitan dengan sifat-sifat asid dan bes. Pelajar hanya memberikan hujah berdasarkan kepercayaan dan konsep intuitif (Sadler *et al.*, 2004), mereka tidak dapat menghubungkan konsep saintifik dengan fenomena yang dikaji. Selain itu, dapatan kajian juga menunjukkan pelajar memberikan bukti atau alasan yang salah yang tidak berkaitan dengan dakwaan (Choi *et al.*, 2010) atau fenomena yang dikaji. Hal ini dapat ditunjukkan dalam contoh hujah pelajar dalam fenomena berkaitan sub konsep peneutralan dalam Rajah 4.

Larutan manakah yang sesuai untuk menghilangkan sifat mengakis alkali misteri?	
Jawapan pelajar:	
Dakwaan:	Larutan P boleh digunakan.
Bukti:	P adalah asid.
Alasan:	Asid + misteri alkali = neutral, saya boleh keluarkannya dengan tangan. P tidak mengakis.
Sokongan:	Kerana asid hanya boleh mengkonduksi elektrik dalam keadaan cecair.

Rajah 4 Contoh hujah pelajar dalam kategori penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan

Hujah yang dikemukakan dalam Rajah 4 menunjukkan pelajar tidak dapat membentuk hujah sah yang disokong dengan justifikasi yang tepat. Hal ini mungkin disebabkan kekurangan pengalaman dalam membentuk hujah saintifik dan tiada pengetahuan berkaitan struktur penghujahan saintifik. Pelajar kurang didedahkan dengan aktiviti penghujahan di sekolah dan pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah tidak menekankan penghujahan saintifik (Heng dan Johari, 2013; Newton *et al.*, 1999; Choi *et al.*, 2010; Driver *et al.*, 2000; Watson *et al.*, 2004; Yalcinoglu, 2007).

Selain itu, dapatan kajian turut menunjukkan sebanyak 33.93% kesilapan yang dijumpai dalam hujah pelajar adalah daripada kategori penghujahan dengan kerangka alternatif (KA). Dapatan ini selaras dengan laporan kajian Centingul dan Geban (2005) dan Hartley *et al.* (2011) yang mendapati kerangka alternatif bertindak sebagai penghalang dalam pembentukan hujah saintifik. Di samping itu, terdapat 13.15% kesilapan pelajar adalah dari kategori penghujahan dengan latar belakang yang tidak lengkap (TL) iaitu bukti atau alasan yang tidak mencukupi untuk menyokong dakwaan yang dibuat. Dapatan ini adalah sejajar dengan dapatan kajian Zeidler (1997) yang melaporkan pelajar remaja menghadapi pelbagai kelemahan dalam membentuk hujah saintifik, salah satunya adalah bukti yang dikemukakan dalam hujah kurang mencukupi. Hal ini dapat ditunjukkan dalam contoh hujah pelajar dalam fenomena berkaitan sub konsep peneutralan dalam Rajah 5.

Larutan manakah yang sesuai digunakan bagi menghilangkan sifat mengakis alkali misteri?	
Jawapan pelajar:	
Dakwaan:	Larutan bersifat alkali memerlukan larutan bersifat asid untuk menetralkannya. Jadi larutan Q dipilih.
Bukti:	Berdasarkan pH, larutan Q adalah asid.
Alasan:	Misteri alkali adalah bersifat alkali, untuk menghilangkan sifat hakisan, perlu ditambah larutan bersifat asid untuk menetralkannya.
Sokongan:	Asid campur alkali adalah neutral.

Rajah 5 Contoh hujah pelajar dalam kategori penghujahan dengan latar belakang yang tidak lengkap

Contoh jawapan di atas menunjukkan bahawa pelajar faham bahawa proses peneutralan diperlukan bagi menghilangkan sifat mengakis alkali, tetapi tidak berupaya menjelaskan tindak balas antara ion hidrogen dengan ion hidroksida bagi menghasilkan molekul air yang neutral. Pelajar dapat memberikan data yang berkaitan tetapi bukti atau alasan yang dinyatakan tidak mencukupi, iaitu kurang berupaya dalam memberikan penjelasan saintifik yang tepat (Mohd Ali *et al.*, 2003).

5.1.1 Kesilapan Pelajar Mengikut Sub Konsep Asid dan Bes

Jadual 1 menunjukkan kategori hujah yang dibentuk oleh pelajar mengikut sub konsep asid dan bes. Keseluruhannya, kategori hujah yang paling tinggi peratusan adalah kategori penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) bagi sub konsep kekuatan asid dan bes (50.00%) dan peneutralan (38.95%). Keadaan ini menunjukkan pelajar kurang menguasai kedua-dua sub konsep peneutralan dan kekuatan asid dan bes sekaligus mengakibatkan mereka tidak dapat memberikan bukti atau alasan yang berkaitan dengan kedua-dua sub konsep ini. Dapatan ini menyokong dapatan kajian Bradley dan Mosimega (1998) dan Sesen dan Tarhan (2010) yang menyatakan pencapaian pelajar dalam konsep-konsep tersebut kurang memuaskan. Keadaan ini mengakibatkan pelajar kekurangan konsep yang berkaitan untuk memberikan alasan dan penjelasan bagi hujah yang dibentuk. Selain itu, masalah kerangka alternatif adalah tertinggi dalam sub konsep sifat-sifat asid dan bes (45.30%) berbanding dengan kekuatan asid dan bes (36.20%) dan peneutralan (18.95%). Dapatan ini selaras dengan kajian Heng *et al.* (2012) yang melaporkan pelajar pendidikan opsyen sains semester tiga turut menghadapi masalah kerangka alternatif yang serius dalam sub konsep sifat-sifat asid dan bes.

Jadual 1 Kategori hujah pelajar dalam penghujahan saintifik mengikut sub konsep asid dan bes

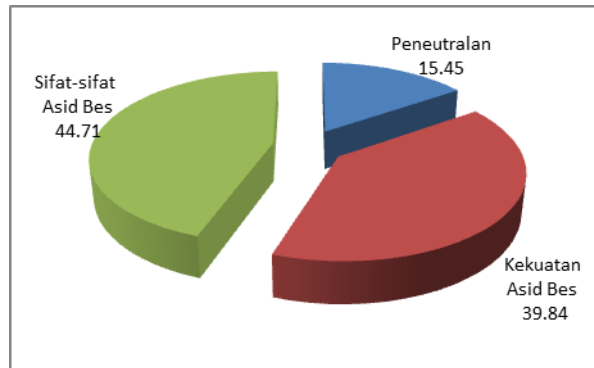
Kategori	Penghujahan saintifik yang tepat (PST) (%)	Penghujahan dengan latar belakang yang tidak lengkap (LTL) (%)	Penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) (%)	Penghujahan yang tiada latar belakang (TL) (%)	Penghujahan dengan kerangka alternatif (KA) (%)	Jumlah (%)
Sub konsep						
Peneutralan	9.48	27.37	38.95	5.27	18.95	100.00
Kekuatan Asid dan Bes	8.62	4.31	50.00	0.87	36.21	100.00
Sifat-sifat Asid dan Bes	1.71	9.41	40.17	3.42	45.30	100.00

Bagi sub konsep peneutralan, pelajar juga menghadapi masalah dalam memberikan hujah dengan latar belakang yang tidak lengkap (LTL) (27.37%) selain daripada membentuk hujah dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB). Pelajar dapat mengemukakan dakwaan atau penyelesaian yang tepat tetapi tidak berupaya memberikan justifikasi yang tepat (Mohd Ali *et al.*, 2003) dan mencukupi (Sandoval dan Millwood, 2005) menyebabkan hujah yang dikemukakan tidak kukuh bagi menyakinkan orang lain. Ini menunjukkan pelajar tidak dapat memberikan hujah saintifik yang disokong dengan bukti dan alasan dengan fakta saintifik (Dawson dan Venville, 2009). Keadaan ini mungkin disebabkan pelajar kurang memahami proses penghujahan saintifik seperti yang dilaporkan oleh Sampson dan Clark (2009). Sebagai contoh, pelajar perlu memahami fenomena yang dikaji berdasarkan data yang dibekalkan bagi mengemukakan sesuatu hujah saintifik. Malangnya, amalan ini adalah sukar dan mencabar bagi pelajar (Sampson dan Clark, 2009) disebabkan pelajar kurang didedahkan dengan aktiviti penghujahan saintifik dalam kelas sains di sekolah (Newton *et al.*, 1999). Pengajaran dan pembelajaran sains di sekolah masih ditumpukan pada aktiviti berpusatkan guru yang tidak menggalakkan pembangunan penghujahan saintifik pelajar (Heng dan Johari, 2013; Newton *et al.*, 1999).

Bagi sub konsep kekuatan dan sifat-sifat asid dan bes, kesilapan yang paling ketara dijumpai adalah daripada kategori penghujahan dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) dan penghujahan dengan kerangka alternatif (KA). Ini sekali lagi menunjukkan pelajar tidak memahami dan menghadapi masalah dalam proses penghujahan saintifik (Sampson dan Clark, 2009). Dapatan ini menunjukkan masalah kerangka alternatif adalah serius dalam sub konsep sifat-sifat asid dan bes (45.30%) dan kekuatan asid dan bes (36.20%). Dapatan ini selaras dengan kajian Centingul dan Geban (2005) yang melaporkan pelajar gred sepuluh di Ankara menghadapi masalah kerangka alternatif bagi konsep yang sama. Kewujudan kerangka alternatif ini telah bertindak sebagai penghalang dalam pembentukan hujah saintifik di kalangan pelajar (Hartley *et al.*, 2011). Perbincangan yang lebih terperinci berkaitan kerangka alternatif yang dikenalpasti dalam hujah pelajar akan dibincangkan dalam bahagian 5.2. Sementara itu, kesilapan dengan peratusan yang paling rendah adalah daripada kategori penghujahan yang tiada latar belakang (TL) bagi ketiga-tiga sub konsep yang dikaji. Hal ini mungkin disebabkan pelajar dibimbing dengan soalan yang eksplisit bagi setiap elemen penghujahan dalam Ujian Penghujahan Saintifik (UPS). Contohnya, pelajar diminta memberikan bukti daripada data yang dibekalkan bagi menyokong penyelesaian yang dibuat. Dapatan ini menyokong kajian McNeil *et al.* (2006) yang menyatakan pelajar memerlukan bimbingan dalam pembentukan elemen-elemen penghujahan saintifik.

5.2 Kerangka Alternatif Yang Wujud dalam Hujah Pelajar dalam Tiga Sub Konsep Asid dan Bes

Keputusan ujian Khi Kuasa Dua menunjukkan bahawa terdapat perbezaan yang signifikan ($\chi^2(2, N=123) = 18.15, p < .05$) bagi kewujudan kerangka alternatif antara ketiga-tiga sub konsep asid dan bes yang dikaji. Sumbangan yang paling besar kepada perbezaan ini adalah daripada sub konsep sifat-sifat asid dan bes dengan sub konsep peneutralan (Nilai residual: sifat-sifat asid dan bes = 14.0 dan peneutralan = -22.0). Analisis ujian-ujian susulan menunjukkan bahawa perbezaan antara pasangan sub konsep peneutralan - kekuatan asid dan bes, dan sub konsep peneutralan - sifat-sifat asid dan bes yang menyebabkan perbezaan keseluruhan kajian. Sumbangan yang paling besar kepada perbezaan ini adalah antara sub konsep peneutralan dan sub konsep sifat-sifat asid dan bes ($\chi^2(1, N=74) = 17.51, p < .05$). Ini menunjukkan bahawa kerangka alternatif paling kerap wujud dalam hujah pelajar berkaitan dengan sub konsep sifat-sifat asid dan bes manakala paling kurang wujud dalam hujah berkaitan sub konsep peneutralan. Dapatan ini ditunjukkan dalam Rajah 6.



Rajah 6 Peratusan kerangka alternatif pelajar mengikut sub konsep asid dan bes

Berdasarkan Rajah 6, didapati kerangka alternatif paling ketara dalam sub konsep sifat-sifat asid dan bes (44.71%) dan kekuatan asid dan bes (39.84%) manakala hanya 15.45% dalam sub konsep peneutralan. Dapatan ini adalah selari dengan dapatan kajian Heng *et al.* (2012) yang melaporkan penguasaan sub-konsep peneutralan pelajar pendidikan opsyen sains semester tiga adalah lebih baik berbanding dengan sub-konsep kekuatan dan sifat-sifat asid dan bes. Walau bagaimana pun, dapatan ini berbeza dengan kajian Sesen dan Tarhan (2010) yang melaporkan salah satu sub-konsep dengan peratusan kerangka alternatif yang tinggi dalam kalangan pelajar adalah peneutralan. Keadaan ini mungkin disebabkan kajian Sesen dan Tarhan (2010) memberi fokus terhadap pemahaman konsep manakala kajian ini menekankan ketepatan konsep dalam penghujahan saintifik yang memerlukan pelajar memberikan hujah (penyelesaian) dengan penjelasan konsep saintifik (Heng *et al.*, 2012). Dalam konteks Malaysia, pelajar biasanya menjalankan eksperimen peneutralan asid dan bes yang melibatkan penitratn dalam makmal sains dan menulis laporan serta membincangkan dapatan eksperimen. Keadaan ini menyebabkan pelajar berkebolehan memberikan justifikasi yang tepat terhadap dakwaan yang dibentuk (Heng *et al.*, 2013)

Bagi mengkaji secara terperinci kerangka alternatif yang dihadapi oleh pelajar bagi setiap sub konsep asid dan bes, analisis kandungan jawapan UPS pelajar secara mendalam dilaksanakan. Dapatan analisis ditunjukkan dalam bentuk peratusan dalam jadual mengikut sub-konsep yang dikaji.

(a) Sifat-sifat asid dan bes:

Jadual 2 menunjukkan kerangka-kerangka alternatif pelajar dalam sub-konsep sifat-sifat asid dan bes mengikut kekerapan dan peratusan.

Jadual 2 Peratusan kerangka alternatif bagi sub-konsep sifat-sifat asid dan bes

Konsep Saintifik	Kerangka alternatif	Kekerapan	Peratus (%)
1 Larutan asid dan alkali boleh mengkonduksikan elektrik.	Hanya asid boleh mengkonduksi elektrik, alkali tidak boleh mengkonduksi elektrik.	22	40.00
2 Larutan asid dan alkali boleh mengkonduksikan elektrik.	Hanya alkali seperti kalsium hidroksida boleh mengkonduksi elektrik.	22	40.00
3 Sebatian ionik dalam keadaan lebur atau larutan boleh mengkonduksikan elektrik.	Hanya bahan kimia dalam bentuk cecair atau akuas boleh mengalirkan elektrik.	8	14.54
4 Bahan pepejal seperti logam boleh mengkonduksikan elektrik; Kalsium klorida adalah sebatian ionik dan boleh mengkonduksikan elektrik dalam keadaan lebur atau larutan.	Pepejal kalsium klorida boleh mengkonduksi elektrik.	3	5.46

Berdasarkan Jadual 2, satu dapatan yang agak istimewa adalah peratusan kerangka alternatif yang menganggap hanya asid sahaja boleh mengkonduksikan elektrik adalah sama dengan anggapan bahawa hanya alkali boleh mengkonduksikan elektrik iaitu sebanyak 40.0%. Dapatan ini adalah berbeza dengan dapatan kajian Cetingul dan Geban (2005) dan Heng *et al.* (2012) yang melaporkan pelajar-pelajar beranggapan bahawa hanya asid boleh mengkonduksikan elektrik manakala bes tidak. Penjelasan yang lebih mendalam berkaitan kerangka alternatif pelajar ditunjukkan dalam transkrip temu bual berikut:

Hanya asid dapat mengkonduksi elektrik:

Pengkaji: Mengapa saudara memilih larutan asid hidroklorik dalam fenomena ini?

Pelajar B: Sebab asid hidroklorik boleh mengkonduksi elektrik.

Pengkaji: Bagaimana dengan alkali?

Pelajar B: Akali tidak boleh.
 Pengkaji: Mengapa? Sila jelaskan.
 Pelajar B: Macam, cikgu pernah tunjukkan jus limau boleh menyalakan mentol. Jus limau kan asid, jadi asid boleh konduksi elektrik.

Hanya alkali dapat mengkonduksi elektrik:

Pengkaji: Manakah larutan yang boleh digunakan dalam fenomena ini?
 Pelajar C: Larutan kalsium hidroksida.
 Pengkaji: Mengapa?
 Pelajar C: Sebab hanya alkali boleh mengkonduksi elektrik.
 Pengkaji: Cuba jelaskan.
 Pelajar C: Alkali boleh menyalakan mentol. Bateri yang biasa kita guna adalah alkali, saya tahu alkali sahaja boleh konduksi elektrik.

Daripada transkrip di atas, didapati pelajar mempunyai idea yang berbeza-beza berkaitan kekonduksian elektrik asid dan bes dan idea-idea tersebut adalah berdasarkan pengalaman harian. Dapatan ini adalah selari dengan kajian Hartley *et al.* (2011) yang melaporkan pelajar cenderung membentuk hujah informal berdasarkan pengalaman harian. Selain itu, terdapat 14.54% kerangka alternatif pelajar yang beranggapan bahawa bahan kimia dalam bentuk cecair boleh mengkonduksi elektrik. Pelajar menganggap asid etanoik glasia boleh mengkonduksi elektrik kerana keadaan cecair bermaksud terdapat air di dalam asid etanoik glasia. Keseluruhannya, boleh disimpulkan kerangka alternatif yang wujud mengakibatkan pelajar gagal mengemukakan hujah saintifik yang tepat (Hartley *et al.*, 2011).

(b) Kekuatan asid dan bes:

Jadual 3 menunjukkan kerangka alternatif pelajar dalam sub-konsep kekuatan asid dan bes lebih tertumpu pada tidak dapat membezakan antara asid kuat dan asid lemah (46.94%). Analisis teliti jawapan pelajar mendapati pelajar beranggapan bahawa:

- a) Asid fosforik, asid etanoik dan asid karbonik adalah asid kuat.
- b) Asid hidroklorik dan asid sulfurik adalah asid lemah.

Dapatan ini mempunyai persamaan dengan dapatan kajian Chiu (2005) yang mendapati pelajar sekolah rendah sehingga sekolah menengah atas tidak dapat membezakan sifat-sifat larutan asid dan bes, antaranya mereka menganggap larutan natrium bikarbonat dan asid asitik adalah neutral kerana tindak balas antaranya adalah tindak balas peneutralan. Selain itu, Cetingul dan Geban (2005) juga melaporkan pelajar tidak dapat memberikan contoh asid dengan tepat, mereka menganggap 'asid nitrat' adalah contoh asid kuat dan 'asid ammonia' adalah contoh asid lemah.

Jadual 3 Peratusan kerangka alternatif bagi sub-konsep kekuatan asid dan bes

	Konsep Saintifik	Kerangka Alternatif	Kekerapan	Peratus (%)
1	Contoh asid kuat: asid hidroklorik, asid sulfurik.	Tidak dapat membezakan antara asid kuat dan asid lemah.	23	46.94
2	Kekuatan asid bergantung pada darjah pengionan asid tersebut dalam air.	Kekuatan asid bergantung pada kemolaran/kepekatan asid.	20	40.82
3	Kekuatan asid tidak boleh merujuk kepada bilangan H dalam simbolnya.	Semakin banyak bilangan H dalam simbol sesuatu asid, semakin kuat asid tersebut.	3	6.12
4	Asid monoprotik (1 mol) adalah asid yang mengion dalam air menghasilkan 1 mol ion hidrogen; asid diprotik (1 mol) adalah asid yang mengion dalam air menghasilkan 2 mol ion hidrogen.	Asid monoprotik dan diprotik adalah asid kuat.	2	4.08
5	Kekuatan asid bergantung pada darjah pengionan asid tersebut dalam air; kepekatan asid bergantung kepada bilangan mol asid tersebut.	Kekuatan asid bergantung pada bilangan mol asid tersebut tanpa mengambil kira asid kuat atau asid lemah.	1	2.04
		Jumlah	49	100.00

Selain itu, Jadual 3 menunjukkan 40.82% kerangka alternatif yang dijumpai dalam sub-konsep kekuatan asid dan bes adalah kekuatan asid bergantung kepada kemolaran atau kepekatan. Analisis terperinci menunjukkan pelajar beranggapan bahawa asid pekat adalah asid kuat. Hal ini mungkin disebabkan pengaruh bahasa (Chiu, 2005; Huang, 2003) yang digunakan dalam konsep sains oleh bahasa kehidupan harian serta konsep intuitif pelajar terhadap istilah kekuatan dan kepekatan (Alkan *et al.*, 2004; Huang, 2003). Pelajar juga beranggapan bahawa semakin tinggi kemolaran, semakin kuat sesuatu asid. Dapatan ini selaras dengan dapatan kajian Alkan *et al.* (2004) dan Demircioglu *et al.* (2005). Daripada Jadual 3 juga didapati pelajar beranggapan bilangan H dalam simbol sesuatu asid yang besar menunjukkan asid tersebut adalah asid kuat. Contohnya, asid etanoik CH_3COOH mempunyai empat H manakala asid hidroklorik HCl mempunyai satu H, jadi asid etanoik adalah asid kuat berbanding dengan asid hidroklorik. Dapatan ini selari dengan kajian Demircioglu *et*

al. (2005) yang melaporkan pelajar menganggap semakin banyak bilangan hidrogen dalam formula asid, keasidan asid tersebut semakin kuat. Dapatan ini juga selaras dengan dapatan kajian Cetingul dan Geban (2005) dan Chiu (2005). Selain itu, terdapat juga kerangka alternatif yang menganggap bilangan mol sesuatu asid menggambarkan kekuatan asid tersebut tanpa mengambil kira asid kuat atau asid lemah. Ini menunjukkan pelajar tidak memahami konsep pengionan (Ekiz *et al.*, 2011) dan tidak dapat membezakan konsep kekuatan dan kepekatan (Alkan *et al.*, 2004).

(c) Peneutralan:

Peratusan kerangka alternatif pelajar dalam sub konsep peneutralan ditunjukkan dalam Jadual 4. Bagi konsep peneutralan, didapati 47.37% kerangka alternatif yang dijumpai adalah menganggap larutan neutral dengan pH 7 boleh meneutralkan alkali yang bersifat mengakis. Analisis terperinci jawapan pelajar ditunjukkan dalam Rajah 7 berikut:

1. Larutan neutral yang tidak bertindakbalas dengan logam dan karbonat boleh menghilangkan sifat mengakis alkali.
2. Asid atau alkali bercampur dengan larutan neutral akan menjadi neutral.
3. Larutan asid dan alkali adalah berbahaya, jadi larutan neutral boleh diguna untuk menghilangkan sifat bahaya seperti mengakis.
4. Larutan neutral boleh meneutralkan sifat mengakis asid dan alkali.
5. Larutan neutral boleh mematikan mana-mana sifat asid dan alkali.

Rajah 7 Contoh kerangka alternatif yang menganggap larutan neutral boleh meneutralkan sifat alkali atau asid

Dapatan kajian di atas menunjukkan pelajar tidak menguasai konsep peneutralan dan ini menyokong dapatan kajian-kajian lepas yang menyatakan antara kerangka alternatif yang kerap dijumpai adalah konsep peneutralan (Cetingul dan Geban, 2005; Demircioglu *et al.*, 2005; Sesen dan Tarhan, 2010; Tarhan dan Sesen, 2010). Dapatan yang menganggap asid dan bes adalah berbahaya adalah selaras dengan dapatan Demircioglu *et al.* (2005) manakala berbeza dengan dapatan Cetingul dan Geban (2005) yang melaporkan pelajar menganggap asid adalah lebih bahaya berbanding dengan bes. Berdasarkan Jadual 4 didapati 26.31% kerangka alternatif adalah berkaitan dengan sifat-sifat asid dan bes apabila menerangkan proses peneutralan. Pelajar beranggapan bahawa asid dengan pH rendah adalah asid lemah, dapatan ini juga dijumpai di kalangan pelajar sekolah menengah di Turkey yang beranggapan bahawa asid dengan nilai pH, keasidan semakin meningkat (Demircioglu *et al.*, 2005). Selain itu, anggapan pelajar bahawa hanya asid bersifat mengakis manakala alkali tidak adalah selaras dengan kerangka alternatif pelajar di Ankara yang beranggapan bahawa asid adalah lebih bahaya berbanding dengan bes (Cetingul dan Geban, 2005). Satu dapatan luar biasa yang dijumpai dalam kerangka alternatif pelajar sains tingkatan empat dalam kajian ini adalah anggapan bahawa jika jumlah nilai pH beberapa larutan yang berbeza sama dengan 14, maka campuran larutan tersebut adalah neutral. Contohnya, pH P = 5, pH Q = 1, pH S = 8, maka campuran larutan P, Q dan S adalah neutral sebab $5 + 1 + 8 = 14$.

Jadual 4 Peratusan kerangka alternatif bagi sub-konsep peneutralan

	Konsep Saintifik	Kerangka Alternatif	Kekerapan	Peratus (%)
1	Larutan neutral tidak dapat meneutralkan atau menghilangkan sifat mengakis alkali atau asid.	Larutan neutral boleh meneutralkan alkali atau menghilangkan sifat mengakis alkali.	9	47.37
2	-pH rendah sesuatu asid menunjukkan asid tersebut mempunyai kepekatan ion hidrogen yang tinggi; -asid dengan pH tinggi mempunyai kepekatan ion hidrogen yang rendah; -kedua-dua asid dan alkali mempunyai sifat mengakis.	-Asid dengan pH rendah adalah asid lemah; -asid dengan pH tinggi mempunyai kepekatan ion hidrogen yang tinggi; -hanya asid bersifat mengakis, alkali tidak.	5	26.31
3	Asid boleh meneutralkan alkali dan menghilangkan sifat mengakisnya.	Hanya asid yang bertindakbalas dengan logam dan membebaskan gas hidrogen boleh menghilangkan sifat mengakis alkali.	2	10.53
4	Larutan neutral terhasil apabila tindak balas peneutralan berlaku antara asid dan alkali; peneutralan tidak bergantung kepada jumlah pH larutan.	Jika nilai pH beberapa larutan dicampur, hasilnya sama dengan 14, maka larutan neutral dihasilkan.	2	10.53
5	Tindakbalas peneutralan tidak semestinya berlaku antara isipadu asid yang sama dengan isipadu alkali, perlu diambilkira bilangan mol larutan yang terlibat.	Hanya tindak balas antara asid dan alkali yang mempunyai isipadu yang sama menghasilkan larutan neutral.	1	5.26
Jumlah			19	100.00

6.0 KESIMPULAN DAN IMPLIKASI KAJIAN

Keseluruhannya, dapatan kajian menunjukkan kebanyakan hujah saintifik yang dikemukakan oleh pelajar tingkatan empat aliran sains mempunyai kesilapan, antaranya adalah hujah dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB), hujah dengan kerangka alternatif (KA), hujah dengan latar belakang yang tidak lengkap (LTL) dan hujah yang tiada latar belakang (TL). Dapatan ini mempunyai persamaan dengan laporan Toulmin *et al.* (1984) (dalam Choi *et al.*, 2010). Kesilapan yang paling kerap dilakukan oleh pelajar adalah daripada kategori hujah dengan latar belakang yang tidak berkaitan (LTB) diikuti dengan hujah dengan kerangka alternatif (KA). Kesilapan-kesilapan ini menunjukkan pelajar tidak memahami proses penghujahan saintifik (Sampson dan Clark, 2009) dan kurang menguasai konsep asid dan bes (Bradley dan Mosimega, 1998) yang menjadi teras dalam pembentukan hujah saintifik dalam kajian ini. Selain itu, dapatan kajian menunjukkan pelajar menghadapi pelbagai kerangka alternatif dalam ketiga-tiga sub-konsep asid dan bes yang dikaji terutamanya dalam sub-konsep sifat-sifat dan kekuatan asid dan bes. Ini berlaku hasil daripada pedagogi pengajaran guru yang tidak menekankan kaedah saintifik. Sains adalah empirikal iaitu dibuktikan melalui satu atau lebih daripada satu dalam kalangan lima deria manusia. Tambahan lagi, tajuk asid dan bes hanya melibatkan dua jenis larutan – asid dan alkali. Justeru semasa mengajar sifat-sifat asid dan bes, kekonduksian bagi kedua-dua larutan perlu ditunjukkan melalui eksperimen. Sekiranya pelajar menjalankan eksperimen yang menunjukkan asid boleh mengkonduksikan elektrik tetapi tiada eksperimen dilakukan dengan alkali; atau pun menjalankan eksperimen yang menunjukkan alkali boleh mengkonduksikan elektrik tetapi tiada eksperimen dilakukan dengan asid, kerangka alternatif yang menganggap hanya asid (alkali) boleh mengkonduksi elektrik akan wujud. Kewujudan kerangka alternatif ini telah menjadi penghalang dalam pembentukan hujah saintifik pelajar (Hartley *et al.*, 2011). Selain itu, aktiviti penghujahan saintifik jarang diberi penekanan dalam pengajaran dan pembelajaran sains (Heng dan Johari, 2013; Newton *et al.*, 1999; Simon *et al.*, 2006) telah mengakibatkan pelajar tidak berpeluang memperolehi pengalaman membentuk hujah saintifik. Maka, bagi membantu pelajar mengatasi masalah yang dihadapi, guru-guru sains perlu mengambil langkah proaktif untuk membuat pengubahsuaian ke atas strategi pengajaran sains di sekolah. Pengajaran dan pembelajaran sains seharusnya menekankan aktiviti berpusatkan pelajar yang berteraskan penghujahan saintifik seperti penyoalan kritikal, perbincangan kumpulan, perbincangan dan pembentangan pelajar. Selain itu, penglibatan pelajar dalam kumpulan kolaboratif bagi melaksanakan tugas penghujahan saintifik turut dicadangkan oleh ramai penyelidik (Bell dan Linn, 2000; Heng *et al.*, 2013; McNeill *et al.*, 2006; Sampson dan Clark, 2009) bagi meningkatkan penguasaan penghujahan saintifik serta menyingkirkan kerangka alternatif. Penguasaan penghujahan saintifik yang baik seterusnya akan membantu dalam pemahaman konsep saintifik yang berkaitan (Yalcinoglu, 2007; Zohar dan Nemet, 2002) sekaligus meningkatkan pencapaian akademik pelajar.

Rujukan

- Acar, O. (2008). *Argumentation Skills and Conceptual Knowledge of Undergraduate Students in Physics by Inquiry Class*. Tesis Doktor Falsafah. The Ohio State University. Bahan tidak diterbitkan.
- Alkan, M., Karakoc, O. dan Benlikaya, R. (2004). Misconceptions in Analytical Chemistry. Kertas kerja dibentangkan dalam 4th AACD Congress, Kusadasi Aydin, Turkey pada 29 September–3 Oktober, 2004.
- Bao, L., Cai, T., Koenig, K., Fang, K., Han, J., Wang, J., Liu, Q., Ding, L., Cui, L., Luo, Y., Wang, Y. F., Li, L. M. dan Wu, N. L. (2009). Learning and Scientific Reasoning. *Science*, 323, 586–587.
- 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.
- Bradley, J. D. dan Mosimega, 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.
- 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.
- Chiu, M. H. (2005). A National Survey of Students' Conceptions in Chemistry In Taiwan. *Chemical Education International*, 6(1).
- 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.
- 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.
- Ekiz, B., Bektas, O., Tuysuz, M., Uzuntiryaki, E., Kutucu, E. S. dan Tarkin, A. (2011). Pre-service Chemistry Teachers' Understanding of Ionization and Dissolution. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 15, 447–451.
- Ellis, B. (2009). *Thinking like Scientists: Using a Graphic Organizer to Support Scientific Reasoning in Laboratory Investigations*. Tesis Sarjana. University of California. Bahan tidak diterbitkan.
- 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.
- Fencel, 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.
- 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), 35–549.
- Hartley, L. M., Wike, B. J., Schram, J. W., D'Avanzo, C. dan Anderson, C. W. (2011). College Students' Understanding of Carbon Cycle: Contrasting Principle-based and Informal Reasoning. *BioScience*, 61(1), 63–75.
- 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 dibentangkan dalam *International Seminar in Science and Mathematics Education*, 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 (Social Sciences)*, 65(1), 1–8.
- Heng, L. L., Johari Surif dan Seng, C. H. (2013). Students' Performance in Scientific Argumentation: Individual Versus Group. Kertas kerja dibentangkan dalam *International Conference on Education, Psychology and Society (ICEPAS)*, Bangkok, Thailand pada 26–28 Julai, 2013.

- Hogan, K. dan Maglienti, M. (2001). Comparing the Epistemological Underpinnings of Students' and Scientists' Reasoning About Conclusions. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(6), 663–687.
- Huang, W. (2003). The Misconceptions on Acid and Base held by the Elementary Students in Northern Taiwan. Kertas kerja dibentang dalam *ICASE 2003 World Conference on Science & Technology Education*, Penang, Malaysia pada 7–10 April, 2003.
- 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.
- Kelly, G. J. dan Takao, A. (2002). Epistemic Levels in Argument: An Analysis of University Oceanography Students' Use of Evidence in Writing. *Science Education*, 86(3), 314–342.
- Kelly, G. J., Druker, S dan Chen, C. (1998). Students' Reasoning About Electricity: Combining Performance Assessments with Argumentation Analysis. *International Journal of Science Education*, 20(7), 849–871.
- Kuhn, D. (1993). Science As Argument: Implications for Teaching and Learning Scientific Thinking. *Science Education*, 77(3), 319–337.
- 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.
- 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.
- 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.
- 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*, Universiti Teknologi Malaysia, Johor pada 18–19 November, 2009.
- 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.
- 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., 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 Millwood, K. A. (2005). The Quality of Students' Use of Evidence in Written Scientific Explanations. *Cognition and Instruction*. 23(1): 23-55.
- 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.
- 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.
- Tarhan, L. dan Sesen, B. A. (2010). Investigation the Effectiveness of Laboratory Works Related to “Acids And Bases” on Learning Achievements and Attitudes Toward Laboratory. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 2(2010), 2631–2636.
- Toulmin, S., Rieke, R. dan Janik, A. (1979). *An Introduction to Reasoning*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Watson, J. R., Swain, J. R. L., dan McRobbie, C. (2004). Students' Discussions Inpractical Scientific Inquires. *International Journal of Science Education*, 23(1), 25–45.
- 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.
- Zeidler, D. L. (1997). The Central Role of Fallacious Thinking In Science Education. *Science Education*, 81(4), 483–496.
- 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.