

STRATEGI PENGUJAHAN SAINTIFIK TERHADAP PERUBAHAN
KONSEPTUAL KONSEP ASID DAN BES

HENG LEE LING

UNIVERSITI TEKNOLOGI MALAYSIA

STRATEGI PENGHUJAHAN SAINTIFIK TERHADAP PERUBAHAN
KONSEPTUAL KONSEP ASID DAN BES

HENG LEE LING

Tesis ini dikemukakan sebagai memenuhi
syarat penganugerahan ijazah
Doktor Falsafah (Pendidikan Kimia)

Fakulti Pendidikan
Universiti Teknologi Malaysia

JANUARI 2016

DEDIKASI

Khas untuk ibu Loi Choo Lang dan arwah ayah Heng Yak Seng yang tercinta, suami Chua Sia Tong dan anak-anak Chua Guang Yuan, Chua Jia Yan dan Chua Guang Yu yang tersayang serta adik beradik yang dikasihi, terima kasih atas segala doa, kasih sayang, pengorbanan, kesabaran, galakan dan bimbingan yang kalian berikan sehingga kajian ini disempurnakan.

PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan buat penyelia yang dihormati Dr. Johari Surif atas segala pertolongan, bimbingan, dorongan, galakan dan nasihat yang diberikan sehingga kajian ini berjaya disiapkan. Jasa yang dicurahkan selama ini akan dikenang dan dihargai selama-lamanya.

Tidak dilupakan penghargaan buat Profesor Madya Dr. Mohammad Yusof Haji Arshad, Profesor Madya Aziz bin Nordin, Tn. Hj. Meor Ibrahim bin Kamaruddin dan seluruh pensyarah yang memberikan tunjuk ajar dan bimbingan sepanjang kajian ini dijalankan dan seluruh warga Fakulti Pendidikan Universiti Teknologi Malaysia. Tidak dilupakan ucapan jutaan terima kasih kepada semua pengetua, guru-guru dan para pelajar yang terlibat dalam kajian ini.

Akhir sekali, ucapan terima kasih juga ditujukan kepada ibu bapa, suami dan anak-anak tersayang yang telah banyak memberikan sokongan dan galakan sepanjang pelaksanaan kajian ini dan rakan-rakan seperjuangan serta semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam menjayakan kajian ini.

ABSTRAK

Kerangka alternatif merujuk kepada miskonsepsi pelajar yang mengganggu dan menghalang proses pembelajaran pelajar. Kerangka alternatif ini tidak selaras dengan konsep yang diguna oleh saintis. Oleh itu, perubahan konseptual diperlukan untuk menukar kerangka alternatif pelajar kepada konsep saintifik. Model-model perubahan konseptual yang sedia ada tidak menekankan penghujahan saintifik dan kepelbagaian aras perwakilan untuk memupuk proses perubahan konseptual. Sehubungan itu, penyelidikan ini membangunkan satu model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik. Kajian dimulakan dengan kaedah kuantitatif bagi memperolehi data berkaitan penguasaan penghujahan saintifik pelajar. Seterusnya, kaedah kualitatif dilaksanakan untuk memperoleh maklumat mendalam bagi membangunkan model perubahan konseptual. Instrumen-instrumen yang digunakan bagi mengumpul data adalah Ujian Penghujahan Saintifik Terbuka 1 dan 2, Temu bual Separa Berstruktur Pelajar dan Guru serta Senarai Semak Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran. Responden terdiri daripada 358 pelajar tingkatan empat aliran sains dari sekolah menengah di Pasir Gudang, Johor. Responden dibahagikan kepada dua kumpulan yang terdiri daripada individu atau kumpulan untuk menjawab Ujian Penghujahan Saintifik Terbuka 1. Empat puluh satu pelajar dipilih secara bertujuan untuk menjalani temu bual dan 32 pelajar lain dengan penguasaan konsep sains yang berbeza juga dipilih secara bertujuan untuk menjalani penghujahan kumpulan terbimbing. Selain itu, pemerhatian pengajaran dan pembelajaran serta temu bual lima orang guru kimia dilaksanakan. Data dianalisis dengan teknik perbandingan berterusan dan ditriangulasikan untuk memastikan kesahan dan kebolehpercayaan. Dapatan kajian menunjukkan pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan cenderung membentuk hujah saintifik yang lebih kompleks yang terdiri daripada aras sub mikroskopik dan persimbolan, dan kurang kerangka alternatif. Di samping itu, skema penghujahan saintifik kumpulan ini terdiri daripada pelbagai aras perwakilan dengan elemen penyangkal. Dapatan kajian turut menunjukkan majoriti pelajar yang terlibat dalam penghujahan kumpulan terbimbing menunjukkan perubahan konseptual. Daripada dapatan kajian, model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik telah dibangunkan bagi menyingkirkan kerangka alternatif dan menggalakkan pembinaan konsep saintifik pelajar. Model perubahan konseptual ini menyumbang kepada pembangunan masyarakat yang disemai dengan konsep saintifik.

ABSTRACT

Alternative frameworks refer to students' misconceptions which disrupt and hinder students learning process. These alternative frameworks are inconsistent with the concept used by scientists. Therefore, a conceptual change is needed to convert students' alternative framework to scientific concept. Existing conceptual change models do not emphasize scientific argumentation and multiple representative levels to foster this conceptual change process. Thus, this study developed a conceptual change model based on scientific argumentation strategy. The study began with a quantitative method to obtain data on students' mastery of scientific argumentation. Subsequently, a qualitative method was implemented to acquire in-depth information to develop a conceptual change model. Instruments to gather data were Open-ended Scientific Argumentation Test 1 and 2, Student and Teacher Semi Structured Interviews and Observation Checklist of Teaching and Learning Processes. Respondents were 358 form four science students from secondary schools in Pasir Gudang, Johor. Respondents were divided into two groups comprising individuals or groups to answer the Open-ended Scientific Argumentation Test 1. Forty one students were purposely selected to undergo interviews and another 32 students with different mastery of scientific concepts from individual argumentation were also purposely selected to go through guided group argumentation. Besides that, observations of teaching and learning processes, and interviews of five chemistry teachers were conducted. Data were analyzed using constant comparative technique and triangulated to ensure validity and reliability. Results showed that students who were involved in group argumentations tended to construct more complex scientific arguments consisting of sub-microscopic and symbolic levels and had less alternative frameworks. Furthermore, these groups' scientific argumentation scheme consisted of multiple representations with rebuttal element. Results also indicated that a majority of the students involved in guided group argumentation showed conceptual change. From the findings, a conceptual change model based on scientific argumentation strategy was developed to eliminate students' alternative frameworks and foster construction of scientific concepts. The conceptual change model contributes to the development of a society instilled with scientific concepts.

SENARAI KANDUNGAN

BAB	PERKARA	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	v
	ABSTRACT	vi
	SENARAI KANDUNGAN	vii
	SENARAI JADUAL	xvi
	SENARAI RAJAH	xviii
	SENARAI SINGKATAN	xxii
	SENARAI LAMPIRAN	xxiii
1	PENDAHULUAN	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Latar Belakang Masalah	7
	1.2.1 Permasalahan dalam Membangunkan Penghujahan Saintifik	8
	1.2.1.1 Kelemahan dalam Menguasai Proses Penghujahan Saintifik	8
	1.2.1.2 Kelemahan Kolaborasi	10
	1.2.1.3 Kewujudan Kerangka Alternatif	12
	1.2.2 Perubahan Konseptual	14
	1.2.3 Model-model Perubahan Konseptual	16
	1.2.3.1 Model Posner et al. (1982)	16
	1.2.3.2 Model Perubahan Konseptual Berasaskan Model Posner et al (1982)	17

1.2.3.3 Model Zhou (2010)	18
1.2.4 Penghujahan Saintifik dan Tiga Aras Perwakilan	21
1.2.5 Skema Penghujahan Saintifik	22
1.2.6 Aktiviti Penghujahan Individu dan Kumpulan	24
1.2.7 Penguasaan Penghujahan Saintifik	26
1.3 Pernyataan Masalah	27
1.4 Objektif Kajian	29
1.5 Persoalan Kajian	30
1.6 Kerangka Teori Kajian	31
1.7 Kerangka Konsep Kajian	34
1.8 Kepentingan dan Rasional Kajian	37
1.9 Skop dan Batasan Kajian	39
1.10 Definisi Istilah	40
1.10.1 Kerangka Alternatif	40
1.10.2 Skema Penghujahan Saintifik	41
1.10.3 Perubahan Konseptual	41
1.11 Definisi Operasi	42
1.11.1 Penguasaan Penghujahan Saintifik	42
1.11.2 Penguasaan Konsep Sains dalam Hujah Saintifik	42
1.11.3 Perubahan Konseptual	43
1.12 Penutup	43
2 KAJIAN LITERATUR	44
2.1 Pengenalan	44
2.2 Apa Itu Penghujahan	44
2.3 Model Penghujahan Toulmin (TAP)	46
2.4 Kerangka Penghujahan Berland dan McNeil	50
2.5 Kerangka Yang Mengadaptasikan TAP	51
2.5.1 Osborne et al. (2004)	54
2.5.2 Dawson dan Venville (2009)	55
2.5.3 Foong dan Daniel (2010)	56
2.5.4 Sampson dan Clark (2009)	57
2.5.5 McNeill et al. (2006)	59
2.6 Amalan Penghujahan Saintifik dalam Pendidikan	

	Sains	61
2.7	Penguasaan Penghujahan Saintifik Pelajar	64
2.8	Kepelbagaian Aras Perwakilan dalam Penghujahan Saintifik	67
2.9	Kerangka Alternatif dalam Menghalang Penghujahan Saintifik	70
2.9.1	Kerangka Alternatif dalam Konsep Asid dan Bes	71
	2.9.1.1 Konsep Peneutralan	72
	2.9.1.2 Konsep Sifat-sifat Asid dan Bes	74
2.9.2	Strategi Mengatasi Kerangka Alternatif	75
2.10	Kaedah Peningkatan Penghujahan Saintifik Pelajar	78
2.10.1	Kolaborasi dalam Aktiviti Kumpulan	78
2.10.2	Inkuiri dengan Penghujahan Saintifik	81
2.10.3	Bimbingan Bahasa: Penulisan dan Pertuturan Saintifik	82
2.10.4	Strategi Pengajaran Berkesan	85
2.11	Metodologi Kajian Lepas	87
2.12	Penutup	91
3	METODOLOGI	93
3.1	Pengenalan	93
3.2	Reka Bentuk Kajian	94
3.3	Pembangunan Instrumen Kajian dan Pengumpulan Data	98
3.3.1	Ujian Penghujahan Saintifik	98
	3.3.1.1 Pembinaan Ujian Penghujahan Saintifik	98
	3.3.1.2 Kesahan dan Kebolehpercayaan Set Ujian Penghujahan Saintifik	101
	3.3.1.3 Persampelan Ujian Penghujahan Saintifik	103
	3.3.1.4 Pengumpulan Data Ujian Penghujahan Saintifik	105
	3.3.1.5 Analisis Data Ujian Penghujahan Saintifik	105
3.3.2	Temu bual Separa Berstruktur Pelajar	106
	3.3.2.1 Prosedur Temu bual Separa Berstruktur Pelajar	107
	3.3.2.2 Persampelan Temu bual Separa Berstruktur	

	Pelajar	108
	3.3.2.3 Analisis Kualitatif terhadap Temu bual Separa Berstruktur Pelajar	109
	3.3.2.4 Kesahan dan Kebolehpercayaan Temu bual Separa Berstruktur Pelajar	110
3.3.3	Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia	111
	3.3.3.1 Pembangunan Instrumen Senarai Semak Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia	111
	3.3.3.2 Pengumpulan Data Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia	113
	3.3.3.3 Analisis Data Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia	114
	3.3.3.4 Kesahan dan kebolehpercayaan Senarai Semak Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia	115
3.3.4	Temu bual Separa Berstruktur Guru	116
	3.3.4.1 Pengumpulan dan Penganalisan Data Temu bual Separa Berstruktur	117
3.4	Penganalisan Data Kajian Mengikut Teknik Pengkodan	117
3.5	Triangulasi Pelbagai Data	122
3.6	Pembangunan Model Perubahan Konseptual Berdasarkan Strategi Penghujahan Saintifik Yang Berkesan	124
3.7	Kesahan dan Kebolehpercayaan Kajian	125
3.8	Etika Kajian	126
3.9	Bahan Pengajaran Berintegrasikan Penghujahan Saintifik	127
	3.9.1 Strategi Pengintegrasian Penghujahan Saintifik dalam Pengajaran dan Pembelajaran Kimia (SPP2K)	128
3.10	Penutup	131
4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
	PENGUASAAN PENGHUJAHAN SAINTIFIK SEMASA	132
4.1	Pengenalan	132

4.2	Penguasaan Penghujahan Saintifik Pelajar	132
4.2.1	Penguasaan Penghujahan Saintifik Pelajar adalah Lemah	134
4.2.2	Penguasaan Elemen Penghujahan Kurang Memuaskan	136
4.2.3	Masalah Yang Dihadapi oleh Pelajar dalam Penghujahan Saintifik	139
4.2.3.1	Penghujahan dengan Kerangka Alternatif atau Sokongan Tidak Berkaitan (PKATB)	141
4.2.3.2.1	Sifat-Sifat Asid dan Bes	142
4.2.3.2.2	Peneutralan	144
4.2.3.3	Penghujahan Yang Tidak Lengkap (PTL)	146
4.2.3.4	Penghujahan Yang Tiada Sokongan (PTS)	147
4.2.4	Skema Penghujahan Saintifik	148
4.2.4.1	Skema Penghujahan Saintifik Yang Ringkas	149
4.2.4.2	Skema Penghujahan Tidak Saintifik	151
4.3	Faktor Yang Mempengaruhi Penguasaan Penghujahan Saintifik Pelajar	154
4.3.1	Kurang Penekanan Aktiviti Penghujahan Saintifik dalam Pengajaran dan Pembelajaran	155
4.3.2	Kurang Penekanan Penghujahan Saintifik dalam Aktiviti Pelajar	158
4.3.3	Kurang Interaksi Guru-Pelajar dan Pelajar-Pelajar dalam Proses Pengajaran dan Pembelajaran	162
4.3.4	Kekangan Yang Dihadapi oleh Guru Kimia	165
4.4	Rumusan	167

5	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	
	PENGUASAAN, SKEMA DAN PERUBAHAN KONSEPTUAL SELEPAS PENGINTEGRASIAN PENGHUJAHAN SAINTIFIK	171
5.1	Pengenalan	171
5.2	Penguasaan Penghujahan Saintifik antara Pelajar dalam Penghujahan Individu dengan Penghujahan Kumpulan	171

5.2.1	Persamaan Antara Hujah Yang Dikemukakan oleh Pelajar dalam Penghujahan Individu dan Penghujahan Kumpulan	172
5.2.1.1	Hujah Saintifik Melebihi Hujah Tidak Saintifik	172
5.2.1.2	Penguasaan Elemen Dakwaan Paling Dominan manakala Elemen Penyangkal Paling Lemah	176
5.2.1.3	Elemen Alasan Kekurangan Gabungan Tiga Aras Perwakilan	179
5.2.1.4	Kewujudan Kerangka Alternatif dalam Hujah Tidak Saintifik	181
5.2.2	Perbezaan Antara Hujah Yang dikemukakan oleh Pelajar dalam Penghujahan Individu dengan Penghujahan Kumpulan	183
5.2.2.1	Penguasaan Kumpulan Lebih Baik Berbanding Individu	184
5.2.2.2	Kualiti Hujah Kumpulan Lebih Baik Berbanding Individu	188
5.2.2.3	Elemen Alasan dengan Gabungan Aras Makroskopik dan Sub Mikroskopik Lebih Dominan dalam Hujah Kumpulan	189
5.2.2.4	Elemen Penyangkal Yang Dikemukakan oleh Kumpulan Lebih Baik	192
5.3	Perbandingan Skema Penghujahan Saintifik antara Penghujahan Individu dengan Penghujahan Kumpulan	194
5.3.1	Persamaan Antara Skema Penghujahan Pelajar Individu dan Kumpulan	195
5.3.1.1	Skema Penghujahan Saintifik Didominasi Aras Makroskopik	195
5.3.1.2	Rujukan Guru atau Eksperimen bagi Meningkatkan Keyakinan Terhadap Hujah Yang Dibentuk	198
5.3.2	Perbezaan Skema Penghujahan Saintifik Individu	

dan Kumpulan	200
5.3.2.1 Skema Penghujahan Pelajar Individu	200
5.3.2.1.1 Skema Penghujahan Ringkas	200
5.3.2.1.2 Skema Penghujahan Ringkas dengan Kerangka Alternatif pada Aras Sub Mikroskopik	203
5.3.2.1.3 Skema Penghujahan dengan Perubahan Konseptual	205
5.3.2.1.4 Skema Penghujahan Saintifik Kompleks Individu	207
5.3.2.2 Skema Penghujahan Saintifik Pelajar Kumpulan	209
5.3.2.2.1 Skema Penghujahan Saintifik Kompleks dengan Kerangka Alternatif	209
5.3.2.2.2 Skema Penghujahan Saintifik Kompleks Kumpulan	212
5.3.3 Kelebihan Skema Kumpulan Berbanding Skema Individu	216
5.4 Interaksi dan Kolaborasi dalam Penghujahan Kumpulan Yang Mempengaruhi Penghujahan Saintifik Pelajar	217
5.5 Kaedah Pengajaran dan Pembelajaran Yang Mempengaruhi Penghujahan Pelajar	219
5.6 Perubahan Konseptual dalam Penghujahan Saintifik	222
5.6.1 Penguasaan Penghujahan Saintifik Pelajar dalam Konsep Asid dan Bes	222
5.6.2 Kerangka Alternatif dalam Konsep Asid dan Bes	225
5.6.3 Perubahan Konseptual Selepas Penghujahan Kumpulan Terbimbing	231
5.6.3.1 Penguasaan Penghujahan Saintifik Selepas Penghujahan Kumpulan Terbimbing	232
5.6.3.1.1 Pembentukan Hujah Saintifik Kompleks dengan Menghubungkan Aras Makroskopik, Sub	

	Mikroskopik dan Persimbolan	233
	5.6.3.2 Skema Perubahan Konseptual dalam Penghujahan Sainifik	239
5.7	Model Perubahan Konseptual Berdasarkan Strategi Penghujahan Sainifik Yang Berkesan	249
5.8	Penutup	254
6	KESIMPULAN	257
6.1	Pengenalan	257
6.2	Kesimpulan	257
6.2.1	Apakah Penguasaan Sebenar Penghujahan Sainifik Pelajar Tingkatan Empat Aliran Sains dalam Keadaan Semasa?	258
6.2.2	Apakah Faktor Yang Mempengaruhi Penguasaan Penghujahan Sainifik Pelajar?	258
6.2.3	Apakah Bahan Pengajaran dan Pembelajaran Berintegrasikan Penghujahan Sainifik Bagi Tajuk Asid dan Bes?	258
6.2.4	Apakah Perbandingan Penguasaan Penghujahan Sainifik Pelajar Yang Terlibat dalam Penghujahan Individu dengan Penghujahan Kumpulan?	259
6.2.5	Apakah Perbandingan Skema Penghujahan Sainifik Pelajar Yang Terlibat dalam Penghujahan Individu dengan Penghujahan Kumpulan?	260
6.2.6	Apakah Interaksi dan Kolaborasi dalam Penghujahan Kumpulan Yang Mempengaruhi Penghujahan Sainifik Pelajar?	260
6.2.7	Apakah Kaedah Pengajaran Dan Pembelajaran Yang Mempengaruhi Penghujahan Sainifik Pelajar?	261
6.2.8	Apakah Skema Perubahan Konseptual dalam Penghujahan Sainifik Melalui Penghujahan	

	Kumpulan Terbimbing?	261
6.2.9	Apakah “Model Perubahan Konseptual Berdasarkan Strategi Penghujahan Saintifik Yang Berkesan” dalam Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia?	262
6.3	Implikasi Kajian	263
6.3.1	Mewujudkan Konteks Penghujahan Saintifik dalam Pengajaran dan Pembelajaran Sains	264
6.3.2	Pengajaran Eksplisit dan Sistematik Struktur Penghujahan Saintifik	265
6.3.3	Gabungan Ketiga-Tiga Aras Makroskopik, Sub Mikroskopik dan Persimbolan dalam Pengajaran dan Pembelajaran Kandungan Sains	265
6.3.4	Penyediaan Buku Teks Yang Menerapkan Penghujahan Saintifik	266
6.3.5	Penambahbaikan Suasana Pengajaran dan Pembelajaran	267
6.4	Cadangan Kajian Lanjutan	269
6.4.1	Membangunkan Modul Pengajaran dan Pembelajaran Penghujahan Saintifik Berdasarkan Model Yang Dibangunkan dan Menguji Keberkesanannya	269
6.4.2	Memperluaskan Skop Kajian Ke Pelajar Pelbagai Peringkat dan Pelbagai Kecerdasan, Guru Serta Mata Pelajaran Sains Yang Lain	270
6.4.3	Memperluaskan Skop Kajian Bagi Menggabungkan Penghujahan Saintifik dengan Kemahiran Mengeksperimen	271
6.5	Penutup	272

RUJUKAN	273
Lampiran A – U	297-347

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Perbandingan model-model perubahan konseptual	20
2.1	Sebahagian daripada rubrik tahap penghujahan saintifik Schen (2007)	53
2.2	Rubrik tahap penaakulan saintifik ke atas guru biologi Yalcinoglu (2007)	53
2.3	Kerangka lima tahap penghujahan Osborne <i>et al.</i> (2004)	55
2.4	Kerangka empat tahap penghujahan Dawson dan Venville (2009)	56
2.5	Kerangka analitikal ModTAP	56
2.6	Perbandingan kerangka-kerangka penghujahan saintifik	60
3.1	Masa dan kaedah kajian mengikut fasa kajian	96
3.2	Penjelasan set-set ujian penghujahan saintifik	99
3.3	Taburan responden dalam temu bual separa berstruktur	109
3.4	Sebahagian contoh pengkodan membuka	118
3.5	Sebahagian contoh pengkodan berpaksi	120
4.1	Peratusan hujah saintifik dan tidak saintifik yang dibentuk oleh pelajar	133
4.2	Penguasaan penghujahan saintifik pelajar mengikut sub konsep dan elemen penghujahan serta contoh-contoh hujah pelajar	134
4.3	Kekerapan dan peratusan kerangka alternatif sub-konsep sifat asid dan bes	143
4.4	Kekerapan dan peratusan kerangka alternatif bagi sub-konsep peneutralan	144

5.1	Bilangan dan peratusan hujah pelajar mengikut kaedah penghujahan	172
5.2	Penguasaan penghujahan saintifik pelajar mengikut elemen penghujahan	175
5.3	Peratusan interaksi dan proses pembelajaran dalam penghujahan kumpulan	217
5.4	Kerangka alternatif pelajar dalam konsep asid dan bes mengikut aras makroskopik, sub mikroskopik dan persimbolan	226
5.5	Penguasaan pelajar selepas penghujahan kumpulan terbimbing	234

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Kepentingan pembangunan Model Perubahan Konseptual Berdasarkan Strategi Penghujahan Sainifik	6
1.2	Pendekatan perubahan konseptual berasaskan penghujahan Sainifik	18
1.3	Perhubungan antara tiga aras perwakilan dalam kimia	21
1.3	Kerangka Teori Kajian	34
1.4	Kerangka Konsep Kajian	37
2.1	Model Penghujahan Toulmin (TAP) (Toulmin <i>et al.</i> , 1979)	47
2.2	Kerangka Penghujahan Berland dan McNeill(2010)	50
2.3	TAP yang diubahsuai mengikut Driver <i>et al.</i> (2000)	52
2.4	Kerangka penghujaha saintifik yang diilhamkan daripada TAP	58
3.1	Reka bentuk kajian	97
3.2	Contoh fenomena dalam bahagian A mengenai peneutralan dalam UPSB1	100
3.3	Contoh sebahagian instrumen senarai semak SS4PK	112
3.4	Contoh sebahagian pengajaran dan pembelajaran dalam bentuk naratif	114
3.5	Sebahagian contoh tema pengkodan terpilih membentuk sub-model tentatif	122
3.6	Contoh triangulasi data ujian, temu bual dan pemerhatian	123
3.7	Strategi Pengintegrasian Penghujahan Sainifik dalam Pengajaran dan Pembelajaran Kimia (SPP2K)	129

4.1	Peratusan hujah yang dibentuk oleh pelajar mengikut sub konsep asid dan bes	135
4.2	Peratusan elemen penghujahan yang dibentuk oleh pelajar	137
4.3	Peratusan jenis-jenis hujah yang dibentuk oleh pelajar	140
4.4	Contoh kerangka alternatif yang menganggap larutan neutral boleh meneutralkan sifat alkali atau asid	145
4.5	Contoh penghujahan yang tidak lengkap	146
4.6	Contoh penghujahan yang tiada sokongan	148
4.7	Skema penghujahan saintifik pelajar	149
4.8	Contoh skema penghujahan saintifik pelajar yang ringkas	150
4.9	Skema penghujahan tidak saintifik pelajar	151
4.10	Contoh skema penghujahan tidak saintifik pelajar yang mengemukakan dakwaan tidak saintifik dan mengubah ke dakwaan saintifik	153
4.11	Peratus min aktiviti yang dilaksanakan oleh guru	155
4.12	Peratus min aktiviti pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran kimia	159
4.13	Peratus aktiviti yang dijalankan dalam proses pengajaran dan pembelajaran	161
5.1	Peratusan elemen dakwaan saintifik yang dikemukakan oleh pelajar	176
5.2	Peratusan hujah yang tidak mengemukakan jawapan bagi elemen penyangkal dalam sub konsep peneutralan	177
5.3	Peratusan hujah yang tidak mengemukakan jawapan bagi elemen penyangkal dalam sub konsep sifat-sifat asid dan bes	178
5.4	Peratusan elemen alasan yang dikemukakan oleh pelajar mengikut aras perwakilan dalam sub konsep peneutralan	179
5.5	Peratusan elemen alasan yang dikemukakan oleh pelajar mengikut aras perwakilan dalam sub konsep sifat-sifat asid dan bes	179
5.6	Peratusan elemen dakwaan dalam hujah tidak saintifik pelajar	182
5.7	Peratusan hujah saintifik yang dikemukakan oleh pelajar	184
5.8	Peratusan elemen penghujahan dengan konsep sains yang tepat bagi sub konsep peneutralan	186

5.9	Peratusan elemen penghujahan dengan konsep sains yang tepat bagi sub konsep sifat-sifat asid dan bes	186
5.10	Peratusan elemen alasan dengan konsep sains yang tepat bagi sub konsep peneutralan mengikut aras perwakilan	190
5.11	Peratusan elemen alasan dengan konsep sains yang tepat bagi sub konsep sifat-sifat asid dan bes mengikut aras perwakilan	190
5.12	Peratusan elemen penyangkal dalam sub konsep peneutralan	192
5.13	Peratusan elemen penyangkal dalam sub konsep sifat-sifat asid dan bes	193
5.14	Skema penghujahan saintifik pelajar dalam penghujahan individu	195
5.15	Skema penghujahan saintifik pelajar dalam penghujahan kumpulan	197
5.16	Skema Penghujahan Saintifik Ringkas	201
5.17	Skema penghujahan saintifik dengan kerangka alternatif pada aras sub mikroskopik	203
5.18	Skema penghujahan saintifik dengan perubahan konseptual	205
5.19	Skema penghujahan saintifik kompleks dalam penghujahan individu	207
5.20	Skema penghujahan kompleks dengan kerangka alternatif	210
5.21	Skema penghujahan saintifik kompleks dalam penghujahan kumpulan	212
5.22	Skema penghujahan saintifik kompleks berkualiti	215
5.23	Penguasaan pelajar terhadap konsep asid dan bes dalam hujah bertulis	223
5.24	Peratusan kerangka alternatif pelajar mengikut aras perwakilan	225
5.25	Peratusan kerangka alternatif pelajar pada aras makroskopik	229
5.26	Peratus kerangka alternatif pelajar pada aras sub mikroskopik	230
5.27	Perbandingan penguasaan pelajar sebelum dan selepas penghujahan kumpulan terbimbing	232
5.28	Skema perubahan konseptual dalam penghujahan saintifik	241

5.29	Ringkasan skema perubahan konseptual melalui pengujian saintifik	248
5.30	Model Perubahan Konseptual Berdasarkan Strategi Pengujian Saintifik Yang Berkesan	250

SENARAI SINGKATAN

TAP	-	Model Penghujahan Toulmin
NRC	-	National Science Education Standards
AAAS	-	American Association for the Advancement of Science
UPS	-	Ujian Penghujahan Saintifik
UPSB 1	-	Ujian Penghujahan Saintifik Terbuka 1
UPSB 2	-	Ujian Penghujahan Saintifik Terbuka 2
SS4PK	-	Senarai Semak Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia
TSBP	-	Temubual Separa Berstruktur Pelajar
TSBG	-	Temubual Separa Berstruktur Guru
PTB	-	Penghujahan Yang Tidak Berkaitan
PKA	-	Penghujahan dengan Kerangka Alternatif
PTL	-	Penghujahan Yang Tidak Lengkap
PTS	-	Penghujahan Yang Tiada Sokongan
SPP2K	-	Strategi Pengintegrasian Penghujahan Saintifik dalam Pengajaran dan Pembelajaran Kimia

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	Set Ujian Penghujahan Saintifik (UPS)	297
B	Ujian Penghujahan Saintifik terbuka 1 (UPSB1)	301
C	Ujian Penghujahan Saintifik terbuka 2 (UPSB2)	306
D	Rubrik Penyemakan Ujian Penghujahan Saintifik	310
E	Temu bual Separa Berstruktur Pelajar (TSBP)	310
F	Contoh sebahagian instrumen pemerhatian 4PK	311
G	Senarai Semak SS4PK	312
H	Temu bual Separa Berstruktur Guru (TSBG)	314
I	Pengesahan Instrumen Kajian	
	(1) Set Ujian Penghujahan Saintifik (UPS)	316
	(2) Soalan Temubual Separa Berstruktur Pelajar (TSBP)	316
	(3) Temubual Separa Berstruktur Guru (TSBG)	316
	(4) Senarai Semak Pemerhatian Proses Pengajaran dan Pembelajaran Kimia	316
	(5) Ujian Penghujahan Saintifik terbuka (UPSB 1)	317
	(6) Ujian Penghujahan Saintifik terbuka (UPSB 2)	317
	(7) Temu bual Separa Berstruktur Guru (TSBG)	317
J	Pengesahan Bahan Pengajaran dan Pembelajaran	318
K	Pengesahan Penterjemahan Instrumen	319
L	Pengesahan Analisis Data	321
M	Contoh Pengesahan Transkrip Temu bual Guru	322
N	Pengesahan Transkrip Pemerhatian Pengajaran dan Pembelajaran	323

O	Contoh Pengesahan Transkrip Temu bual Pelajar	323
P	Pengesahan Tema	324
Q	Kelulusan Menjalankan Kajian oleh Kementerian Pelajaran Malaysia (EPRD)	329
R	Kelulusan Menjalankan Kajian di sekolah oleh Jabatan Pelajaran Negeri Johor (JPN)	330
S	Contoh Persetujuan Termaklum Pelajar Menjalani Proses Temu bual	330
T	Bahan Pengajaran dan Pembelajaran yang Berintegrasikan Penghujahan Saintifik	331
U	Senarai Kertas Kerja Penulisan	344

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Malaysia dalam usaha menjadi sebuah negara maju dan mencapai Wawasan 2020 telah menanamkan matlamat untuk mewujudkan masyarakat saintifik iaitu masyarakat berfikir yang mampu beradaptasi dan memandang ke hadapan serta bukan sahaja menjadi pengguna teknologi tetapi juga penyumbang kepada tamadun saintifik dan teknologi masa depan (Mahathir, 1991). Untuk mencapai hasrat ini, mutu pendidikan khususnya pendidikan sains perlu ditingkatkan. Justeru, kurikulum sains memberi penekanan terhadap penguasaan kemahiran saintifik dan kemahiran berfikir di samping pemahaman prinsip sains serta pemupukan sikap saintifik dan nilai murni supaya melahirkan rakyat Malaysia yang progresif dan seimbang dari segi intelek, rohani, emosi dan jasmani. Selain itu, ia juga bertujuan memberikan kesedaran kepada pelajar tentang kepentingan pengetahuan sains dan teknologi dalam proses pembangunan dan perindustrian.

Penguasaan pengetahuan sains memainkan peranan yang amat penting dalam memahami fenomena alam semulajadi sebagaimana yang difahami oleh saintis. Pemahaman konsep saintifik yang tepat dan menyeluruh turut meningkatkan kemahiran berfikir terutamanya kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) yang penekanannya amat dititikberatkan dalam Kurikulum Sains Sekolah Rendah (KSSR, 2011). Penguasaan konsep saintifik yang baik juga membantu dalam penyelesaian masalah kehidupan harian. Jadi, tidak mengejutkan kita apabila penguasaan konsep

saintifik dan konsep sedia ada pelajar tentang fenomena alam menjadi bidang kajian yang popular kebelakangan ini (Mohd Zam Zam dan Ang, 2014). Walau bagaimanapun, hasil kajian banyak menunjukkan idea atau konsep awal yang dibawah oleh pelajar tidak selaras dengan konsep saintis walaupun konsep tersebut dianggap rasional oleh pelajar (BPG, 1995; Mason, 1996; Martin, 2006). Konsep-konsep sedia ada ini akan mengganggu dan menghalang pelajar untuk mempelajari prinsip atau konsep sains yang betul dan mentafsir segala maklumat yang baru dari sudut pandangan idea, konsep dan kepercayaan sedia ada yang telah wujud (Posner, Strike, Hewson dan Gertzog, 1982). Konsep awal ini diberikan pelbagai istilah, antaranya adalah prakonsepsi, miskonsepsi (Helm, 1980), konsepsi alternatif (Gilbert dan Watts, 1983), kerangka alternatif (Driver, 1981; Palmer, 1993), sains kanak-kanak (Gilbert *et al.*, 1982) dan sebagainya. Dalam kajian ini, istilah kerangka alternatif digunakan.

Kerangka alternatif yang dipegang oleh pelajar adalah kukuh dan akan menghambat proses pembelajaran pelajar (Sendur *et al.*, 2010) sekiranya diabaikan atau tidak ditangani dengan baik. Kesedaran terhadap masalah ini menyebabkan para pendidik sains menjadi semakin risau tentang penemuan terhadap kesulitan dan masalah sebelum, semasa dan selepas pengajaran dalam konsep saintifik dan bagaimana cara untuk mengatasi masalah ini. Driver dan Scanlon (1988) menyatakan perlunya strategi pengajaran berteraskan perubahan konseptual untuk mengatasi permasalahan ini. Perubahan konseptual bukan sahaja perlu menjelaskan kepada pelajar tentang kerangka alternatif yang dimiliki adalah salah dengan konsep saintifik, bahkan perlu dibetulkan konsep tersebut dan seterusnya dapat diaplikasikan kepada situasi yang baru. Menyedari kepentingan perubahan konseptual terhadap pembelajaran konsep saintifik pelajar, pelbagai model perubahan konseptual telah dibangunkan. Model-model yang dicadangkan banyak berasaskan pendidikan sains (Posner *et al.*, 1982) atau psikologi pembangunan kognitif (Vosniadou, 1994). Model-model tersebut menjelaskan struktur perwakilan pengetahuan sedia ada pelajar dan mencadangkan kaedah pengajaran yang membantu perubahan konseptual. Kaedah pengajaran tersebut memberi fokus kepada proses menstruktur semula konsep sedia ada bagi membentuk konsep baru. Dalam proses ini, pelajar perlu membandingkan konsep sedia ada dengan konsep baru dan memproses maklumat

berkaitan konsep-konsep tersebut secara mendalam (Dole dan Sinatra, 1998; Vosniadou, 1994).

Walau bagaimanapun, model-model perubahan konseptual yang dicadangkan kurang menekankan penghujahan saintifik dan kepelbagaian aras perwakilan bagi mewujudkan proses perubahan konseptual. Menurut Dole dan Sinatra (1998), hanya melalui penglibatan mendalam yang melibatkan “pemikiran secara mendalam tentang dua konsep alternatif”, barulah perubahan konseptual boleh berlaku. Pandangan ini disokong oleh Osborne (2001) yang menekankan pengajaran sains sepatutnya melibatkan pembelajaran secara mendalam (*deep learning*) yang dapat membantu pelajar dalam memahami sesuatu fenomena sains secara menyeluruh. Sementara itu, Bucat dan Mocerino (2009) dan Johnstone (2000) turut menekankan pemahaman konsep secara menyeluruh terutamanya konsep kimia memerlukan pertimbangan dari tiga aras perwakilan, iaitu aras makroskopik, aras sub mikroskopik dan aras persimbolan. Penglibatan pelajar secara mendalam terhadap ketiga-tiga aras perwakilan membolehkan pelajar membuat penilaian terhadap konsep yang dikaji dan seterusnya mewujudkan perubahan konseptual sekaligus membina konsep saintifik yang tepat. Nussbaum dan Sinatra (2003) turut menyokong kenyataan ini dengan menyatakan pelajar perlu dilibatkan secara aktif sama ada secara kognitif atau secara sosial yang menjadi teras dalam penghujahan saintifik bagi mewujudkan perubahan konseptual. Pandangan ini adalah selaras dengan Driver, Newton dan Osborne (2000) yang turut menekankan kepentingan latihan penghujahan saintifik dalam pembentukan pengetahuan saintifik yang tepat.

Pendidikan sains masa kini telah memberikan penekanan ke atas penghujahan saintifik yang berupaya meningkatkan kemahiran menaakul (Osborne, 2010a) dan menjustifikasi sesuatu dakwaan (McNeill dan Pimentel, 2010) serta keupayaan berinteraksi dengan guru dan rakan dalam membentuk dan mengkritik sesuatu idea (Acar, 2008; McNeill dan Pimentel, 2010). Penghujahan saintifik merupakan teras proses penaakulan (Voss dan Means, 1991) yang terdiri daripada pembentukan data, alasan, sokongan dan dakwaan (Toulmin, Rieke dan Janik, 1979) dalam domain spesifik yang berteraskan pengetahuan kandungan sesuatu bidang yang dibincangkan. Kepentingan penghujahan saintifik dalam pendidikan sains bukan sahaja ditekankan

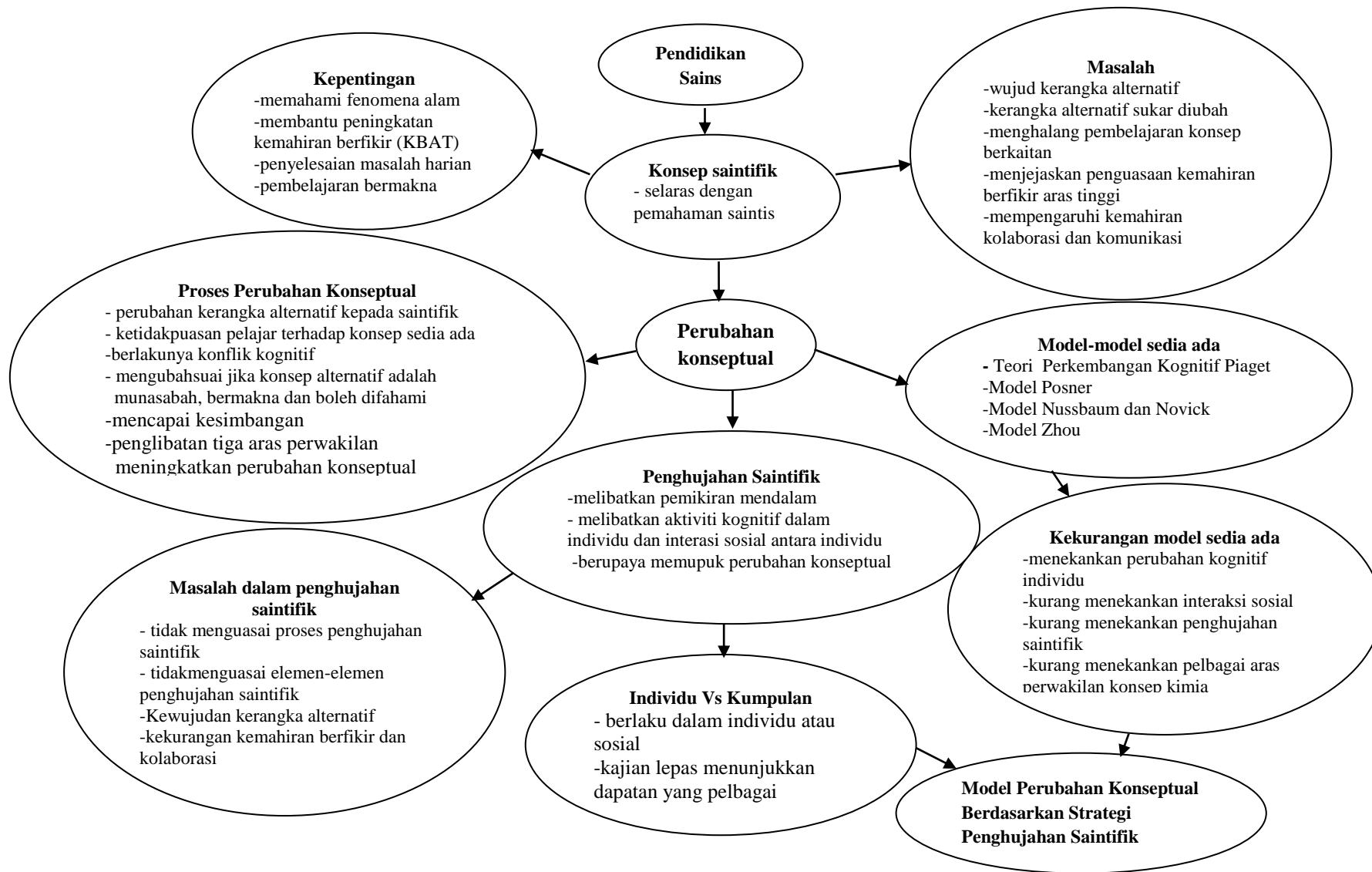
dalam dokumen Standard Sains Kebangsaan (*American Association for the Advancement of Science*, 1993; *National Science Education Standards*, 1996) malah juga ditekankan oleh para penyelidik yang terkenal dalam bidang pendidikan sains (Berland dan Hammer, 2012; Berland dan McNeill, 2010; Berland dan Reiser, 2010; Driver, Newton dan Osborne, 2000; Duschl dan Osborne, 2002; Jimenez-Aleixandre, Rodriguez dan Duschl, 2000; Kuhn, 1993, Newton, Driver dan Osborne, 1999; Osborne, Erduran dan Simon, 2004; Osborne, 2010a).

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 samping itu, NGSS Lead States 2013 turut mengenalpasti penghujahan berdasarkan bukti sebagai latihan utama dalam pendidik sains (Chowning dan Griswold, 2014).

Menurut Osborne (2010a), penekanan penghujahan saintifik dalam sains di sekolah telah berkembang memandangkan penaakulan dan pemikiran kritikal yang merupakan teras dalam penghujahan saintifik telah dijadikan tumpuan utama dalam dokumen standard sains yang baru seperti *National Research Council* (NRC) (2000). Chen (2011) pula menyatakan latihan penghujahan saintifik dilihat sebagai satu keperluan yang kritikal dalam pengajaran sains masa kini. Pelajar perlu dilibatkan dalam proses penghujahan saintifik bagi memahami konsep saintifik dengan kukuh sebagaimana pemahaman saintis. Tambahan lagi, ramai penyelidik dalam bidang sains turut bersetuju tentang penglibatan pelajar dalam penghujahan saintifik dapat memupuk perubahan konseptual (Aydeniz *et al.*, 2012; Nussbaum dan Sinatra, 2003; Nussbaum, 2011) dan pemahaman konsep sains (Driver *et al.*, 2000; Keys, 1994; Sadler, 2004; Osborne *et al.*, 2013; Sampson dan Blanchard, 2012) seterusnya meningkatkan pengetahuan kandungan (Zohar dan Nemet, 2002), membangunkan pemikiran aras tinggi (Eskin dan Berkiroglu, 2008; Yalcinoglu, 2007), kemahiran komunikasi (Chen dan She, 2012), kesedaran metakognisi, pemikiran kritikal (Choi *et al.*, 2010; Marttunen, 1994; Nussbaum, 2011), penaakulan saintifik (Choi *et al.*,

2010; McNeill dan Pimentel, 2010; Osborne, 2010a, Osborne *et al.*, 2004) serta pemahaman budaya dan amalan sains (Cavagnetto, 2010; McNeill dan Pimentel, 2010). Menurut Berland dan Hammer (2012), kajian terhadap penghujahan saintifik pelajar telah berkembang menjadi satu fokus utama yang diiktiraf dalam penyelidikan pendidikan kebelakangan ini. Kajian-kajian yang dijalankan memberi tumpuan pada intervensi penghujahan dalam pengajaran dan pembelajaran sains (contoh: Albe, 2008; Bell dan Linn, 2000; Berland dan Reiser, 2010; Clark dan Sampson, 2007; Driver *et al.*, 2000; McNeill *et al.*, 2006) dan penilaian kualiti hujah yang dibentuk oleh pelajar (contoh: Acar, 2008; Clark dan Sampson, 2008; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Kelly, Druker dan Chen, 1998; Osborne *et al.*, 2004; Sampson dan Clark, 2011; Sandavol, 2003; Schen, 2007). Walau bagaimanapun, kebanyakan kajian yang dijalankan melaporkan pelajar menghadapi masalah dalam pembentukan hujah saintifik dan pengaplikasian penghujahan saintifik dalam membina pengetahuan (Choi *et al.*, 2010; Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; McNeill *et al.*, 2006; Osborne *et al.*, 2004). Selain itu, kajian mengenai bagaimana penghujahan saintifik dibentuk dan bagaimana penghujahan saintifik membantu proses perubahan konseptual kurang dijalankan. Justeru, bagi membantu pelajar dalam perubahan konseptual melalui strategi penghujahan saintifik, kajian terhadap proses pembentukan hujah saintifik dan skema penghujahan saintifik serta perubahan konseptual pelajar perlu dijalankan.

Dengan merujuk kepada kepentingan penghujahan saintifik dalam mewujudkan perubahan konseptual dan jurang yang wujud dalam kajian-kajian berkaitan perubahan konseptual, kajian ini bertujuan membangunkan model perubahan konseptual berasaskan strategi penghujahan saintifik yang berkesan dalam pengajaran dan pembelajaran kimia bagi membantu pelajar dalam pembinaan konsep saintifik. Keseluruhan permasalahan yang dihadapi oleh pelajar sehinggalah perlunya pembangunan model perubahan konseptual berdasarkan penghujahan saintifik ditunjukkan dalam Rajah 1.1.



Rajah 1.1 Kepentingan pembangunan Model Perubahan Konseptual Berdasarkan Strategi Penghujahan Saintifik

1.2 Latar Belakang Masalah

Kebelakangan ini, pendidikan sains telah memberikan lebih penekanan terhadap penghujahan saintifik dalam proses pengajaran dan pembelajaran (von Aufschnaiter *et al.*, 2008; Berland dan McNeill, 2010; Chen, 2011; Erduran, Ardac dan Guzel, 2006; McNeill dan Pimentel, 2010; Osborne, 2001a; Osborne, 2010b). *National Science Education Standards* (NRC, 1996) telah memberi fokus terhadap penglibatan pelajar dalam menggunakan bukti, menjana penjelasan dan penghujahan saintifik dalam proses inkuiri bagi mengembangkan kemahiran penghujahan saintifik yang menjadi matlamat pendidikan sains (Duschl dan Osborne, 2002; Sandoval dan Reiser, 2004; Zembal-Saul, 2009).

Menurut Chen (2011), pembangunan penghujahan saintifik melibatkan pelbagai kemahiran seperti kritikan, perbahasan dan penyemakan semula idea. Dalam pembentukan sesuatu hujah saintifik, kemahiran seperti menganalisis maklumat, menilai bukti serta menjana dan mempersembahkan hujah (Foong dan Daniel, 2010) adalah penting. Tambahan lagi, pemikiran mendalam dalam proses penghujahan saintifik yang melibatkan kepelbagaian aras perwakilan seperti aras makroskopik, aras sub mikroskopik dan aras persimbolan membantu pelajar menyedari konsep sedia ada yang dimiliki dan memahami konsep baru dengan menyeluruh. Justeru, penglibatan pelajar dalam penghujahan saintifik berupaya memupuk pembinaan konsep saintifik khususnya dari aspek perubahan konseptual bagi mengatasi masalah kerangka alternatif yang menjadi penghalang dalam pembelajaran. Selain itu, penguasaan penghujahan saintifik boleh digunakan sebagai satu indeks penting bagi memahami keupayaan kognitif dan kecerdasan seseorang (Kuo, 2009) di samping menjadi hasil akhir proses pembangunan intelek yang kompleks (Kuhn, 1993). Namun, permasalahan yang dihadapi oleh pelajar dalam penghujahan saintifik tidak dapat diabaikan jika penghujahan saintifik ingin digunakan sebagai satu strategi dalam meningkatkan penguasaan konsep saintifik pelajar khususnya perubahan konseptual.

1.2.1 Permasalahan dalam Membangunkan Penghujahan Saintifik

Penghujahan saintifik merupakan fokus utama dalam pendidikan sains (Chen, 2011; Erduran *et al.*, 2006; Osborne, 2001b). Penguasaan penghujahan saintifik yang baik bukan sahaja mempengaruhi pembinaan konsep, pencapaian akademik pelajar, malah merangsang sikap inkuiri, kemahiran berfikir aras tinggi dan kolaborasi (Cavagnetto, 2010). Sehubungan itu, penerapan penghujahan saintifik sentiasa diberi perhatian dan diintegrasikan dalam kurikulum seperti *National Research Council* (NRC, 1996). Walau bagaimana pun, banyak kajian menunjukkan penguasaan penghujahan saintifik pelajar sekolah rendah, pelajar sekolah menengah, malah pelajar universiti (contoh: Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Marttunen, 1994; Sadler, 2004) adalah tidak memuaskan. Kegagalan penguasaan penghujahan saintifik di kalangan pelajar disebabkan wujudnya pelbagai permasalahan seperti yang berikut:

1.2.1.1 Kelemahan dalam Menguasai Proses Penghujahan Saintifik

Kajian-kajian semasa menunjukkan pelajar biasanya menghadapi kesukaran dalam penghujahan saintifik (Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; McNeill *et al.*, 2006; Osborne *et al.*, 2004) seperti menggunakan data, menjana penjelasan yang bersesuaian, menjustifikasi penjelasan dan menjelaskan alasan atau sokongan terhadap hujah yang dibentuk. Menurut Sampson dan Clark (2009), masalah-masalah ini berpunca daripada kekurangan pemahaman berkaitan matlamat dan proses penghujahan saintifik.

Dalam membentuk penghujahan saintifik bagi sesuatu fenomena, pelajar perlu menggunakan data yang dibekalkan untuk mengkaji fenomena tersebut. Kajian menunjukkan pelajar biasanya tidak dapat mengenalpasti data yang membantu dalam menguji idea atau membezakan hipotesis alternatif (Schauble, Klopfer dan Raghavan, 1991). Di samping itu, pelajar biasanya bergantung kepada pandangan peribadi untuk membuat dakwaan berbanding dengan menggunakan data yang dibekalkan (Hogan dan Maglienti, 2001). Selain itu, pelajar juga menghadapi masalah dalam

menjana penjelasan bagi sesuatu penghujahan saintifik yang dibentuk. Menurut Sampson dan Clark (2009), penggunaan data dengan bermakna dan menjana penjelasan merupakan proses penting dalam penghujahan saintifik tetapi kurang difahami dalam kalangan pelajar.

Setelah penjelasan dijana, langkah seterusnya dalam proses penghujahan saintifik ialah memberikan justifikasi kepada penjelasan tersebut dengan bukti yang sesuai. Dalam langkah ini, pelajar perlu mengumpul, memilih dan menukarkan data kepada bukti untuk menyokong idea yang dikemukakan. Kajian menunjukkan pelajar turut menghadapi masalah dalam proses ini (Sadler, 2004), pelajar biasanya tidak menggunakan bukti yang mencukupi (Sandoval dan Millwood, 2005) atau menghadapi masalah untuk memahami apa yang dianggap sebagai bukti (Sadler, 2004). Tambahan lagi, pelajar juga tidak berkebolehan memberikan sokongan kepada justifikasi yang dikemukakan. Kajian Bell dan Linn (2000) menunjukkan pelajar jarang memberikan sokongan kepada alasan dalam penghujahan saintifik walaupun digalakkan berbuat demikian. Kajian tersebut melaporkan pelajar 'abaikan sokongan kerana mereka menganggap pembaca telah memahaminya' dan 'hanya akan membekalkan sokongan kepada alasan sekiranya diberi dalam bentuk soalan'. Dapatan-dapatan ini adalah selaras dengan kajian yang melaporkan individu biasanya tidak menggunakan penghujahan saintifik dalam menyokong keputusan terhadap penyelesaian dalam kehidupan seharian (Zohar dan Nemet, 2002).

Dalam proses penghujahan saintifik, kemahiran dan keupayaan penghujahan saintifik turut memainkan peranan dalam penguasaan pelajar. Menurut Schwarz *et al.* (2003), sesetengah daripada kemahiran yang diperlukan dalam membentuk dan menilai penghujahan saintifik adalah seperti keupayaan untuk memberikan alasan bagi menyokong sesuatu idea, membentuk penghujahan alternatif dan memberi respons kepada penghujahan alternatif. Means dan Voss (1996) dan Chen (2011) pula memberikan penekanan ke atas kemahiran-kemahiran umum yang mempengaruhi proses penaakulan dalam penghujahan saintifik. Kemahiran berfikir seperti kemahiran menganalisis dan kemahiran mensintesis merupakan kemahiran asas yang diperlukan dalam penaakulan dan penghujahan saintifik. Sekiranya pelajar berupaya menguasai proses penaakulan, maka hasilnya adalah suatu hujah kukuh

yang mengandung satu kesimpulan dan beberapa alasan yang menyokongnya (Means dan Voss, 1996). Selain itu, kemahiran berkomunikasi turut diperlukan dalam penilaian penghujahan saintifik (Cavagnetto, 2010) dalam interaksi sosial yang melibatkan perbincangan, penjelasan, pengkritikan dan mempertahankan idea antara ahli kumpulan (Chin dan Osborne, 2010). Kelemahan kemahiran berkomunikasi dalam proses rundingan sosial dalam penghujahan saintifik menghadkan perkembangan kemahiran berfikir (Marlina, 2005; Sarimah dan Shaharom, 2008) khususnya pemikiran aras tinggi sekaligus menjejaskan penghujahan saintifik pelajar (Chen, 2011). Kajian-kajian telah menunjukkan penguasaan kemahiran berfikir pelajar masih belum mencapai tahap yang diharapkan (Ambrose, 2005; Marlina, 2005) dan kemahiran penilaian dalam penghujahan saintifik pelajar berada pada tahap sederhana (Sarimah dan Shaharom, 2008).

Keseluruhannya, kelemahan pelajar dalam kemahiran penghujahan saintifik perlu diambil perhatian serius memandangkan penguasaan penghujahan saintifik, pembelajaran konsep sains serta pencapaian akademik pelajar adalah didokong oleh perkembangan pemikiran dan kemahiran yang dikuasai oleh pelajar (Mohd Fadzil, 2005). Persoalannya, bagaimanakah penguasaan penghujahan saintifik pelajar kita? Bagaimanakah pelajar kita membentuk penghujahan saintifik berdasarkan pemahaman proses dan kemahiran penghujahan saintifik yang dimiliki? Justeru, kajian secara mendalam mengenai penguasaan dan proses penghujahan saintifik pelajar serta skema penghujahan saintifik pelajar perlu dijalankan.

1.2.1.2 Kelemahan Kolaborasi

Interaksi pelajar dalam pembelajaran kolaboratif dapat memupuk pembentukan pengetahuan baru dalam diri individu, kumpulan dan kelas keseluruhan (Schwarz *et al.*, 2003). Kajian-kajian menunjukkan proses pembentukan bersama pengetahuan dan penyebaran pengetahuan berlaku dalam aktiviti kolaborasi pelajar dalam kelas sains. Evagorou dan Dillon (2011) dalam kajiannya mendapati pengajaran yang membenarkan interaksi dan kolaborasi antara pelajar serta

pembentukan pengetahuan melalui perbincangan kumpulan melahirkan pelajar yang dapat menguasai penghujahan saintifik dan berjaya menyediakan penyelesaian alternatif bagi sesuatu isu saintifik berbanding dengan pelajar yang diajar dengan kaedah “*spoon-fed*”. Interaksi dan kolaborasi pelajar memupuk penaaakulan dalam diri individu dan seterusnya meningkatkan kualiti hujah yang dibentuk (Schwarz *et al.*, 2003).

Banyak kajian menunjukkan kesukaran dalam pembentukan penghujahan saintifik berpunca daripada masalah kolaborasi pelajar dalam mencadang, menyokong, mengkritik dan menghaluskan idea (Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Kelly *et al.*, 1998; Kuhn dan Udell, 2003; Osborne *et al.*, 2004; Sandoval dan Millwood, 2005; Zeidler, 1997). Justeru, ramai penyelidik mencadangkan supaya pelajar terlibat dalam kumpulan kolaboratif apabila melaksanakan tugas penghujahan saintifik (Bell dan Linn, 2000; McNeill *et al.*, 2006; Sampson dan Clark, 2009). Hal ini disokong oleh kajian Sampson dan Clark (2009) yang melaporkan peluang penglibatan pelajar dalam kolaborasi dengan rakan membawa kepada hasil penghujahan saintifik yang lebih baik dan meningkatkan hasil pembelajaran kerana ahli kumpulan berkongsi idea dan pengetahuan serta mendapat faedah daripada perbezaan kognitif dan dapat memantau sumber maklumat daripada setiap ahli kumpulan.

Walau bagaimanapun, kajian menunjukkan pelajar jarang diberi peluang untuk mengambil bahagian dalam aktiviti kolaboratif penghujahan saintifik dalam konteks sains (Newton *et al.*, 1999; Simon, Erduran dan Osborne, 2006). Proses pengajaran sains di sekolah sering dalam bentuk syarahan formal (Marttunen, 1994; Meor Ibrahim *et al.*, 2005) atau ucapan panjang satu hala yang berpusatkan guru (Tay dan Mohammad Yusof, 2008) dan tidak menekankan interaksi antara pelajar (Newton *et al.*, 1999). Kolaborasi dalam perbincangan isu-isu saintifik untuk mendapatkan penyelesaian, menghubungkan data dan memberi penjelasan serta mempertahankan kesimpulan yang dibuat kurang diberi penekanan dalam pengajaran dan pembelajaran sains (Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Newton *et al.*, 1999). Akibatnya, pelajar tidak mempunyai kemahiran berkolaborasi dengan rakan dan

memainkan peranan pasif dalam perbincangan kumpulan sekaligus menyekat pembangunan penghujahan saintifik.

Kekurangan kemahiran berkolaborasi dengan rakan menjadi penghalang kepada hasil aktiviti kolaboratif dalam menghasilkan penghujahan saintifik yang berkualiti (Sampson dan Clark, 2009). Dalam aktiviti penghujahan kumpulan, pelajar-pelajar hanya mengambil idea daripada pelajar yang dianggap ‘paling berkebolehan’ (*most capable*) sebagai hasil penyelesaian kumpulan dan tidak mengambil inisiatif untuk melibatkan diri dalam menyumbangkan idea dalam penghujahan kumpulan. Selain itu, terdapat juga kumpulan pelajar yang membahagikan tugas kumpulan antara ahli kumpulan supaya diselesaikan secara bersendirian (Cohen, 1994). Kaedah-kaedah sebegini walaupun dianggap sebagai lebih berkesan dalam menyelesaikan tugas kumpulan dan biasa dijumpai dalam konteks kelas sains tetapi tidak membantu dalam proses pembelajaran khususnya penghujahan saintifik pelajar. Kajian Sampson dan Clark (2009) melaporkan aktiviti kolaborasi dengan rakan sebaya hanya memberi sedikit impak terhadap kualiti penghujahan saintifik individu sekiranya pelajar tidak menguasai kemahiran kolaborasi dalam konteks penghujahan saintifik. Justeru, adalah penting memastikan pelajar-pelajar kita menguasai kemahiran kolaboratif yang seterusnya membantu penglibatan pelajar dalam aktiviti kumpulan sekaligus meningkatkan penghujahan saintifik. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan mengkaji penguasaan penghujahan saintifik pelajar dalam kaedah penghujahan kumpulan dan seterusnya membandingkannya dengan kaedah penghujahan individu. Selain itu, skema penghujahan saintifik kumpulan berbanding dengan skema penghujahan saintifik individu turut diberi fokus dalam kajian ini.

1.2.1.3 Kewujudan Kerangka Alternatif

Menurut Bahagian Pendidikan Guru (BPG)(1995), Cetingul dan Geban (2005), Edmondson dan Novak (1993), Driver, Guesne dan Tiberghien (1985), Garmston dan Wellman (1994) dan Sendur, Ozbayrak dan Uyulgan (2010), pelajar

datang ke alam persekolahan dengan idea-idea sendiri tentang alam di sekelilingnya. Dari usia yang muda lagi, mereka telah cuba memahami dan membentuk pengetahuan sendiri tentang alam sekeliling berdasarkan pengalaman sendiri. Kebanyakan idea mereka tidak sepadan dengan idea saintifik (BPG, 1995; Mason, 1996; Martin, 2006) dan dikenali sebagai kerangka alternatif dalam kajian ini.

Kerangka alternatif merupakan salah tanggapan atau idea awal pelajar (Cetingul dan Geban, 2005; Mohd Ali *et al.*, 2003) yang mana idea yang dibentuk adalah tidak selaras dengan konsep sebenar dan tidak diterima dalam idea saintifik (Noor Dayana, Mohd Bilal Ali dan Juhazren, 2011). Kewujudan kerangka alternatif sering mempengaruhi pembelajaran dan pemahaman pelajar terhadap konsep saintifik (Edmondson dan Novak, 1993; Ross dan Munby, 1991; Zwiép, 2008). Menurut Alkan, Karakoc dan Benlikaya (2004), Dindar dan Geban (2011), Nussbaum (2011) dan Winer *et al.* (2002), kerangka alternatif adalah sukar diubah walaupun dengan pengajaran eksplisit konsep yang berkaitan. Kewujudan kerangka alternatif biasanya mengakibatkan masalah pembelajaran konsep saintifik yang berkaitan (Greene, 2011, Sendur *et al.*, 2010). Sekiranya kerangka alternatif pelajar tidak disingkirkan, pembelajaran bermakna tidak boleh berlaku dan seterusnya menjejaskan penguasaan konsep saintifik yang menjadi asas dalam penghujahan saintifik. Menurut Nurul *et al.* (2009), pelajar perlu menghubungkan konsep saintifik yang dipelajari dengan pengetahuan baru dalam proses penghujahan saintifik. Maka, adalah penting untuk mengambil berat dan memberi pertimbangan terhadap kerangka alternatif pelajar supaya pemahaman konsep boleh tercapai (Ekiz *et al.*, 2011) dan seterusnya menggalakkan penghujahan saintifik.

Menurut Huang (2003), antara sebab yang mengakibatkan kerangka alternatif, contohnya dalam konsep asid dan bes adalah penaakulan yang tidak sesuai dan penjelasan yang salah diberikan oleh guru atau ibubapa. Alkan *et al.* (2004) pula menyatakan kerangka alternatif wujud berpunca daripada pengajaran di sekolah dan di luar sekolah, pengalaman seharian, persekitaran sosial dan intuitif. Sesen dan Tarhan (2010) menyokong dapatan ini di samping menyatakan pelajar yang dilatih berdasarkan kaedah tradisi yang berpusatkan guru tidak dapat mengintegrasikan pengetahuan serta berfikir secara kritis dan kreatif. Keadaan ini mengakibatkan

pelajar gagal menukar kerangka alternatif kepada konsep saintifik sekaligus menjejaskan persembahan idea, bukti dan justifikasi dalam penghujahan saintifik. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan mengkaji secara mendalam bagaimana penghujahan saintifik memainkan peranan dalam perubahan konseptual serta proses yang terlibat dalam penghujahan saintifik di kalangan pelajar khususnya dalam konsep asid dan bes. Bahagian seterusnya membincangkan tentang perubahan konseptual yang berlaku dalam penghujahan saintifik.

1.2.2 Perubahan Konseptual

Perubahan konseptual merupakan proses perubahan ke atas konsep, kepercayaan, idea atau cara pemikiran yang sedia ada dalam diri pelajar (Cetingul dan Geban, 2005). Menurut Vosniadou (2007), memahami konsep saintifik yang tepat tidak boleh diperolehi hanya dengan menghafal atau mengingat fakta. Pelajar perlu belajar cara bagaimana menstruktur semula idea naif dan intuitif (Haaften, 2007) yang diperolehi daripada pengalaman dalam kehidupan seharian dan budaya masyarakat. Proses menstruktur semula idea naif dan intuitif kepada konsep saintifik yang tepat dikenali sebagai perubahan konseptual (Zhou, 2010). Sementara itu, Cetingul dan Geban (2005) juga merujuk perubahan konseptual sebagai sejenis pembelajaran yang diperlukan apabila pengetahuan baru yang dipelajari bercanggah dengan pengetahuan sedia ada pelajar.

Posner *et al.* (1982) menjelaskan lagi bahawa perubahan konseptual hanya akan berlaku sekiranya wujud ketidakpuasan terhadap konsep awal dan konsep alternatif yang dikemukakan perlulah munasabah, bermakna dan difahami. Proses ini akan berlaku apabila pelajar mendapati konsep sedia ada yang dimiliki tidak sepadan dengan konsep alternatif yang dikemukakan oleh guru atau rakan. Keadaan ini akan mengakibatkan ketidakseimbangan antara konsep naif yang sedia ada dengan konsep alternatif dan seterusnya mencetuskan rasa tidak puas hati terhadap konsep sedia ada (Cetingul dan Geban, 2005; Martin, 2006). Ketidakpuasan atau konflik kognitif mengikut Tekkaya (2003) akan merangsang kehendak pelajar untuk

menyiasat konsep tersebut melalui penyoalan, perbincangan, atau pemikiran sendiri yang merupakan asas dalam penghujahan saintifik. Melalui aktiviti ini, pelajar akan cuba mencari keseimbangan antara struktur pemikiran dan persekitaran melalui pemikiran yang mendalam sehingga menemui dan menerima konsep alternatif sekiranya konsep tersebut adalah munasabah, bermakna dan difahami.

Menurut Kendeou dan Broeck (2007), apabila pengetahuan sedia ada pelajar diaktif dan diintegrasikan dengan penjelasan saintifik dalam aktiviti perbincangan, ia menjurus kepada ketidakselarasan. Pengenalpastian ketidakselarasan ini membawa kepada pemprosesan maklumat yang lebih mendalam dan mengakibatkan perubahan konsep sedia ada kepada konsep saintifik. Sementara itu, Mason (1996) menegaskan perubahan konseptual lebih mudah berlaku sekiranya pelajar diminta menerang, menjelas dan mempertahankan idea sendiri kepada diri sendiri atau orang lain yang melibatkan pemikiran secara mendalam semasa proses pembentukan pengetahuan. Kedua-dua pandangan Kendeou dan Broeck (2007) dan Mason (1996) telah menyepadukan ciri-ciri penghujahan saintifik dalam proses perubahan konseptual. Nussbaum dan Sinatra (2003) dan Nussbaum, Sinatra dan Poliquin (2008) turut menyokong pandangan ini dengan mengemukakan cadangan bahawa penghujahan saintifik mempunyai potensi dalam menggalakkan perubahan konseptual. Menurut Nussbaum dan Sinatra (2003), proses pembentukan hujah saintifik memerlukan seseorang membuat pertimbangan tentang sesuatu isu dari pelbagai perspektif, menjelaskan aspek-aspek janggal konsep sedia ada dan mesti berhadapan dengan percanggahan antara pengetahuan sedia ada dengan konsep alternatif. Hal ini mengakibatkan pemikiran yang mendalam terhadap kedua-dua konsep alternatif dan seterusnya penyangkalan terhadap kerangka alternatif berlaku dan membawa kepada perubahan konseptual. Tambahan lagi, pemikiran dan pertimbangan konsep sains terutamanya kimia dari ketiga-tiga aras perwakilan (Beall, Trimbur dan Weininger, 1994, Bucat dan Mocerino, 2009; Johnstone, 1991) akan menjurus kepada pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh sekaligus membantu proses perubahan konseptual. Sehubungan itu, kajian ini mengkaji perubahan konseptual dalam konteks penghujahan saintifik yang melibatkan ketiga-tiga aras perwakilan, iaitu aras makroskopik, sub mikroskopik dan persimbolan dalam penghujahan

kumpulan terbimbing. Bahagian seterusnya akan membincangkan model-model perubahan konseptual yang sedia ada.

1.2.3 Model-model Perubahan Konseptual

Perubahan konseptual melibatkan perubahan kerangka alternatif kepada konsep saintifik hasil daripada pembelajaran yang dialami oleh pelajar (Mason, 2001). Menurut proses perkembangan kognitif Piaget, perubahan konseptual berlaku dalam skema pemikiran pelajar dan berhubung rapat dengan persekitaran luar. Keadaan yang seimbang antara skema pemikiran dan persekitaran membolehkan seseorang pelajar menyelesaikan permasalahan yang berlaku. Apabila wujud ketidakseimbangan akibat perbezaan antara persekitaran dan skema pemikiran, pelajar perlu mengadaptasi skema pemikirannya agar dapat menangani perubahan yang berlaku dan kembali kepada keadaan keseimbangan semula. Melalui pengadaptasian ini, skema pemikiran lama yang memiliki kerangka alternatif akan diubah kepada skema baru yang selaras dengan konsep saintifik. Walau bagaimanapun, proses perubahan konseptual ini tidak berlaku dengan mudah (Mason, 2001). Sehubungan itu, ramai pengkaji telah mencadangkan pelbagai model dan strategi untuk menjelaskan atau membantu pengajaran perubahan konseptual. Model-model ini mempunyai persamaan dari segi proses yang melibatkan konflik kognitif sebelum membekalkan konsep baru (Hewson dan Hewson, 1988).

1.2.3.1 Model Posner et al. (1982)

Salah satu model perubahan konseptual yang terawal dicadangkan oleh Posner *et al.* (1982). Menurut Posner *et al.* (1982), beberapa keadaan kognitif perlu dipenuhi sebelum sebarang perubahan konseptual boleh berlaku. Keadaan ini boleh dijelaskan berdasarkan aspek ketidakpuasan pelajar terhadap konsep sedia ada. Keraguan dan rasa tidak puas hati perlu wujud dalam diri pelajar, bahawa terdapat

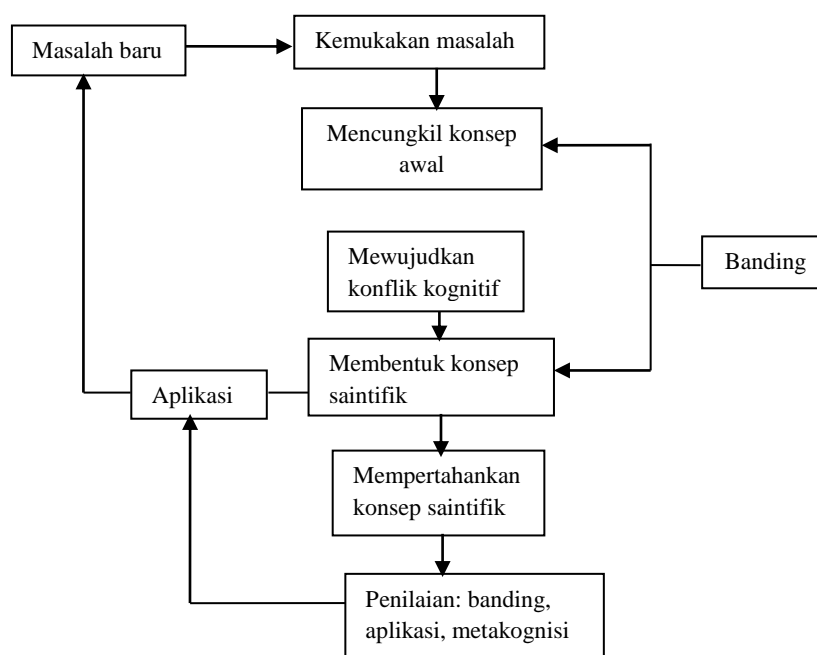
sesuatu yang tidak kena dengan kerangka alternatifnya. Keadaan ini akan memotivasikan pelajar untuk menilai kembali dan membuat perbandingan dengan konsep baru yang dikemukakan. Ketidakpuasan ini juga akan memacu pelajar untuk menyiasat dengan lebih mendalam sama ada melalui perbincangan, persoalan atau pemikiran sendiri bagi menemukan konsep baru yang lebih wajar untuk dipegang bagi menyelesaikan permasalahan dalam situasi baru. Dengan lain perkataan, pelajar cuba untuk mencari keseimbangan antara skema pemikiran dengan persekitarannya. Ketidakpuasan yang wujud seterusnya memerlukan konsep alternatif yang munasabah, bermakna dan boleh difahami bagi mengembalikan keseimbangan atau rasa kepuasan dalam diri pelajar terhadap konsep baru ini.

1.2.3.2 Model Perubahan Konseptual Berasaskan Model Posner et al. (1982)

Model Posner *et al.* (1982) menarik perhatian ramai pendidik sains. Kebanyakan strategi perubahan konseptual yang dibangunkan pada 1980an dan 1990an adalah berdasarkan model ini. Contohnya, Nussbaum dan Novick (1981) mencadangkan satu pendekatan tiga langkah, iaitu (a) menjadikan kerangka alternatif pelajar jelas kepadanya (b) mewujudkan rasa tidak puas hati dengan mengemukakan bukti yang menunjukkan idea awal tidak sesuai (c) mengemukakan idea baru dan bagaimana idea baru dapat menjelaskan kejanggalan idea awal. Sementara itu, Champagne *et al.* (1985) (dalam Zhou, 2010) pula mencadangkan guru perlu memberi peluang kepada pelajar supaya sedar terhadap konsep awal melalui penghujahan terhadap interpretasi sendiri kemudian membentangkan penjelasan saintifik dan membimbing kelas untuk membandingkan konsep awal dan penjelasan saintifik pelajar. Walau bagaimanapun, kajian-kajian yang mengkaji perubahan konseptual pelajar telah menunjukkan bahawa konsep awal pelajar adalah kukuh dan sukar untuk diubah. Selain itu, kajian turut menunjukkan konsep awal pelajar kelihatan berubah ke konsep saintifik di sekolah tetapi berubah kembali ke konsep awal yang salah dengan mudah dalam konteks kehidupan seharian (Zhou, 2010). Sehubungan itu, timbulnya persoalan terhadap model Posner *et al.* (1982).

1.2.3.3 Model Zhou (2010)

Menurut Zhou (2010), model-model berasaskan model Posner *et al.* (1982) yang dicadangkan kurang memberi penekanan terhadap aspek interaksi sosial tetapi menganggap keseluruhan proses dari ketidakpuasan sehingga menggantikan idea yang munasabah, bermakna dan boleh difahami berlaku dalam otak pelajar sendiri. Sementara itu, Piaget mempertimbangkan interaksi sosial sebagai satu keperluan dalam pembentukan pengetahuan dan sebagai sumber bagi ketidakseimbangan kognitif yang membawa kepada pembentukan semula pengetahuan pelajar. Menurut Vygotsky pula, semua operasi mental yang tinggi berasal dari hubungan sosial. Kesedaran tentang pentingnya interaksi sosial, penyelidik dalam bidang perubahan konseptual telah bersetuju bahawa perubahan konseptual tidak boleh dilihat sebagai hanya individu, internal, proses kognitif tetapi melibatkan kedua-dua aktiviti kognitif dan sosial (Zhou, 2010). Penghujahan saintifik yang melibatkan pelajar dalam membuat pertimbangan antara idea alternatif dalam diri individu atau perbincangan pandangan yang berbeza dalam kumpulan (Acar, 2008; Driver *et al.*, 2000) memaparkan keupayaan dalam perubahan konseptual (Nussbaum dan Sinatra, 2003). Justeru, Zhou (2010) telah mengemukakan satu pendekatan perubahan konseptual yang berasaskan penghujahan saintifik seperti yang ditunjukkan dalam Rajah 1.2.



Rajah 1.2 Pendekatan perubahan konseptual berasaskan penghujahan saintifik

Menurut Zhou (2010), konsep awal pelajar biasanya berbeza dengan konsep saintifik dan berbeza juga antara individu dalam kelas. Keadaan ini menggalakkan penghujahan saintifik berlaku dalam kelas. Penghujahan saintifik bermula dengan masalah atau soalan. Guru boleh meminta pelajar mentafsir dan membuat ramalan terhadap sesuatu fenomena atau demonstrasi bagi mencungkil konsep awal pelajar. Pelajar boleh bekerja secara individu dahulu kemudian dilibatkan secara kumpulan. Proses ini dapat membantu pelajar sedar tentang ramalan, interpretasi dan justifikasi mereka terhadap fenomena yang dikaji. Melalui perbincangan, pelajar jelas terhadap idea sendiri dan mula bertanya-tanya tentang idea-idea rakan yang berbeza dengan idea sendiri. Guru perlu memberi respons kepada keraguan pelajar dengan aktiviti baru seperti eksperimen dan bukannya terus menerangkan konsep saintifik. Idea pelajar biasanya tidak konsisten, oleh itu guru perlu menunjukkan keadaan ini kepada pelajar supaya mewujudkan perasaan tidak puas hati dalam diri pelajar.

Seterusnya, aktiviti berasaskan inkuiri dilaksanakan bagi membimbing pelajar membentuk penjelasan saintifik terhadap fenomena yang dikaji. Melalui penglibatan pelajar dalam proses inkuiri, konsep baru yang saintifik kelihatan lebih munasabah dan boleh difahami. Keraguan pelajar seterusnya perlu dijelaskan lagi oleh guru melalui perbincangan atau mendemonstrasikan bagaimana konsep saintifik dapat diaplikasikan dalam fenomena tersebut. Guru perlu mempertahankan konsep saintifik pada langkah ini. Bagi memujuk dan mengukuhkan lagi konsep saintifik pelajar, guru perlu membimbing pelajar membuat perbandingan antara konsep awal dengan konsep saintifik serta mengaplikasikan konsep saintifik dalam masalah baru yang mana konsep awal pelajar tidak dapat menjelaskannya. Hal ini dapat membantu pelajar menyedari kesalahan konsep sedia ada dan memahami konsep saintifik dengan lebih baik serta membantu pelajar dari segi metakognisi. Selain itu, pengaplikasian konsep saintifik dalam situasi-situasi lain turut meningkatkan kesahan dan pemahaman pelajar.

Pendekatan ini adalah berbeza daripada model-model sebelum ini dengan menekankan proses pembentukan konsep saintifik berdasarkan ketidakpuasan terhadap konsep sedia ada dan bukti yang diperolehi daripada pengalaman inkuiri yang berteraskan interaksi sosial. Model ini menganggap proses perubahan

konseptual sebagai proses penghujahan saintifik dalam penyelesaian masalah. Jelaslah bahagian ini menerangkan model-model perubahan konseptual yang berusaha dalam mengubah kerangka alternatif pelajar ke konsep saintifik. Bermula daripada model-model yang berasaskan model Posner *et al.* (1982) yang tidak mengambil kira aspek interaksi sosial sehinggalah model yang dikemukakan oleh Zhou (2010) yang menekankan interaksi sosial melalui penghujahan saintifik. Jadual 1.1 menunjukkan perbandingan model-model perubahan konseptual yang dibincangkan.

Jadual 1.1 Perbandingan model-model perubahan konseptual

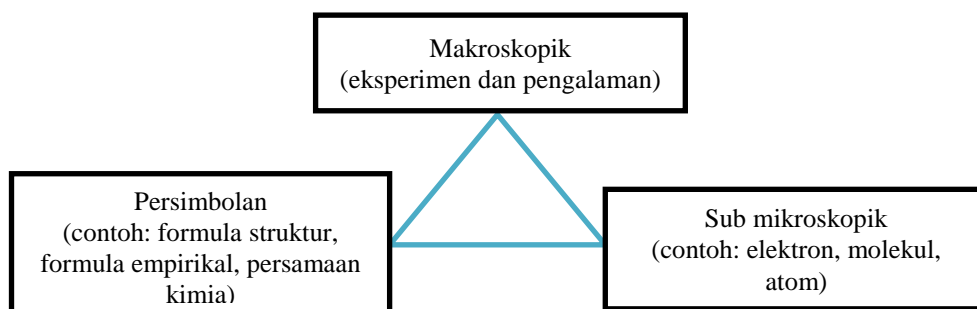
Model	Fokus	Kekurangan
Posner <i>et al.</i> (1982)	Menekankan kognitif individu	kurang memberi penekanan terhadap aspek interaksi sosial
Nussbaum dan Novick (1981)	Berdasarkan model Posner <i>et al.</i> (1982) dan menekankan perubahan konseptual melalui pendekatan tiga langkah	kurang menekankan interaksi sosial dan penghujahan saintifik
Champagne <i>et al.</i> (1985)	Menekankan kesedaran konsep awal dan membandingkan dengan konsep saintifik	kurang menekankan penghujahan saintifik yang melibatkan interaksi sosial
Zhou (2010)	Mementingkan interaksi sosial dan penghujahan saintifik	Kurang menekankan penghujahan saintifik yang melibatkan kepelbagaian aras perwakilan

Jelaslah, model-model perubahan konseptual yang sedia ada kurang menekankan penghujahan saintifik dan tidak memberi fokus kepada kepelbagaian aras perwakilan yang merupakan teras utama dalam memahami konsep kimia. Sehubungan itu, kajian ini bertujuan membangunkan model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik yang berkesan dengan menekankan

kepelbagaian aras perwakilan. Justeru, bahagian seterusnya membincangkan kepelbagaian aras perwakilan dalam penghujahan saintifik.

1.2.4 Penghujahan Saintifik dan Tiga Aras Perwakilan

Kimia merujuk fenomena atau konsep sains pada tiga aras perwakilan iaitu makroskopik, sub mikroskopik dan persimbolan yang berkait rapat antara satu sama lain (Gilbert dan Treagust, 2009; Johnstone, 1991). Aras makroskopik adalah fenomena kimia yang dapat diperhatikan dan meliputi pengalaman seharian seperti perubahan warna, peleburan ais dan pembentukan sesuatu bahan baru (Treagust, Chittleborough dan Mamiala, 2003; Tuysuz *et al.*, 2011). Bagi berkomunikasi tentang fenomena makroskopik, aras persimbolan yang meliputi bentuk bergambar, algebra, fizikal dan pengkomputeran seperti persamaan kimia, graf, mekanisma tindakbalas, analogi dan kit model digunakan. Aras perwakilan sub mikroskopik yang berasaskan teori zarah jirim digunakan untuk menerangkan fenomena makroskopik dari segi pergerakan partikel seperti elektron, molekul dan atom. Ketiga-tiga aras perwakilan adalah saling berhubungkait antara satu sama lain bagi membangunkan pemahaman konsep kimia yang dikaji (Treagust *et al.*, 2003). Perhubungan antara tiga aras perwakilan boleh digambarkan seperti Rajah 1.3. Pemahaman ketiga-tiga aras perwakilan membantu pelajar menerangkan fenomena kimia berdasarkan pemerhatian (makro), teori zarah (sub mikro) dan persamaan kimia (simbol) berkaitan (Gilbert, 2005) yang seterusnya menjurus kepada pembentukan hujah saintifik yang kompleks. Selain itu, pemikiran pelajar turut menjadi lebih teliti dan bersistematik.



Rajah 1.3 Perhubungan antara tiga aras perwakilan dalam kimia

Dalam penghujahan saintifik, penglibatan aktif pelajar dalam aktiviti memberi penjelasan, mengkritik dan mempertahankan idea sendiri dengan mengemukakan bukti yang sah kepada diri sendiri atau orang lain melibatkan pemikiran secara mendalam. Pemikiran mendalam atau pemusatan pemikiran yang menghubungkan ketiga-tiga aras perwakilan terhadap konsep yang dikaji membawa kepada pemahaman yang lebih baik dan menyeluruh (Beall *et al.*, 1994; Berthold dan Renkl, 2009; Bucat dan Mocerino, 2009; Johnstone, 1991; Johnstone, 2000) dalam pembentukan pengetahuan, perubahan konseptual serta peningkatan pemahaman konsep yang dikaji. Dalam pembentukan hujah saintifik, pelajar membuat pertimbangan dan memikirkan dengan teliti fakta atau konsep saintifik yang melibatkan perhubungan ketiga-tiga aras perwakilan dalam membekalkan alasan dan bukti bagi menyokong dakwaan yang dibuat. Tambahan lagi, konflik dalam diri berlaku apabila pelajar memikirkan sesuatu fenomena secara mendalam pada ketiga-tiga aras perwakilan, penyelesaian konflik yang berlaku dengan menerima penjelasan dan membekalkan kritikan dapat menghasilkan pembelajaran (Chi *et al.*, 1989) khususnya perubahan konseptual. Keadaan ini akan membantu dalam pembentukan hujah saintifik yang lebih berkualiti.

Keseluruhannya, boleh disimpulkan penghujahan saintifik pada ketiga-tiga aras perwakilan menggalakkan pembinaan dan perubahan konseptual. Persoalannya, bagaimanakah proses perubahan konseptual berlaku dalam penghujahan saintifik? Bagaimanakah skema perubahan konseptual pelajar dalam penghujahan saintifik yang melibatkan tiga aras perwakilan? Sehubungan itu, kajian ini mengkaji perubahan konseptual dalam penghujahan saintifik dengan berfokuskan kandungan hujah pada ketiga-tiga aras perwakilan dan seterusnya membangunkan model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik yang berkesan.

1.2.5 Skema Penghujahan Saintifik

Menurut Teori Pembelajaran Piaget, skema merujuk kepada struktur mental yang digunakan oleh seseorang untuk menyusun maklumat dan pengalaman yang diperolehi daripada interaksi dengan persekitaran. Shavelson (1972) pula merujuk skema pemikiran kepada bagaimana konsep, fakta, teori dan data mentah bagi suatu domain disusun atur dan dihubungkan dalam minda seseorang pada bila-bila masa. Skema pemikiran juga dilihat sebagai struktur pengetahuan yang menghubungkan antara elemen, konsep dan prosedur dalam sesuatu domain yang diorganisasikan dalam satu badan pengetahuan yang disatukan dengan kukuh. Para penyelidik menganggap skema pemikiran sebagai asas bagi pembelajaran bermakna dan pengekaln bahan-bahan pengajaran (Ifenthaler, Masduki dan Seel, 2009) serta mempengaruhi pengetahuan seseorang terhadap sesuatu fenomena (Driver *et al.*, 1985). Ausubel (1963) menyatakan skema pemikiran memainkan peranan penting dalam pengumpulan pengetahuan. Menurut Ifenthaler *et al.* (2009), skema pemikiran mempunyai implikasi yang penting terhadap pemahaman, integrasi antara konsep dan keupayaan untuk menyelesaikan masalah. Sekiranya skema pemikiran jelas, stabil dan tersusun, pembelajaran dan pengekaln pengetahuan baru adalah mudah dan seterusnya membantu dalam pembentukan hujah saintifik yang kompleks. Sebaliknya, skema pemikiran yang tidak stabil, kabur atau tidak tersusun akan menghalang pembelajaran dan seterusnya menjejaskan penguasaan penghujahan saintifik.

Menurut Seel (1999), skema pemikiran seperti skema penghujahan saintifik pelajar boleh digunakan untuk mengenalpasti kerangka alternatif dan pengetahuan sedia ada pelajar. Justeru, melalui proses penghujahan saintifik dalam perbincangan, pelajar akan menyedari kerangka alternatif yang dimiliki dan berusaha untuk mengubahnya kepada konsep saintifik. Selain itu, skema penghujahan saintifik juga membantu para guru untuk merancang strategi pengajaran yang berkesan memandangkan kaedah pengajaran yang berbeza membawa kepada pembentukan skema yang berbeza dan sekaligus hasil pembelajaran yang berbeza. Skema penghujahan saintifik yang berkesan terdiri daripada banyak konsep yang berkaitan dan konsep-konsep ini dihubungkan dengan kuat dan bilangan hubungan adalah banyak. Sehubungan itu, skema penghujahan saintifik yang berkesan membantu proses pembentukan hujah saintifik dalam mencari alasan yang munasabah, difahami

dan memberi makna yang menghubungkan pengalaman diri dengan persekitaran (Posner *et al.*, 1982). Tambahan lagi, skema penghujahan saintifik yang berkesan membolehkan seseorang menyusun pengetahuan dan kemahiran untuk membuktikan idea, membina kesimpulan dan menilai bukti tersebut dalam penghujahan saintifik. Justeru, skema penghujahan saintifik yang berkesan meningkatkan penguasaan penghujahan saintifik dan kualiti hujah yang dibentuk. Persoalannya, bagaimanakah pelajar di negara kita berhujah? Apakah skema penghujahan saintifik yang dimiliki oleh pelajar tingkatan empat aliran sains? Apakah masalah yang dihadapi oleh pelajar dalam penghujahan saintifik terhadap konsep asid dan bes? Justeru, kajian ini berusaha menganalisis skema penghujahan saintifik pelajar bagi menjelaskan masalah yang dihadapi sekaligus membangunkan model perubahan konseptual berdasarkan penghujahan saintifik yang berkesan. Dapatan kajian diharap membantu pelajar dalam membangunkan penghujahan saintifik sekaligus meningkatkan pembinaan konsep saintifik.

1.2.6 Aktiviti Penghujahan Individu dan Kumpulan

Ramai pengkaji menyatakan pembelajaran sains adalah satu proses perbincangan, melalui pendekatan inkuiri dan interaksi sosial serta aktiviti individu, yang mana konsep saintifik dan penghujahan saintifik dapat dipelajari (Mercer *et al.*, 2004). Menurut Chen (2011), Choi *et al.* (2010) dan Schwarz *et al.* (2003), aktiviti berpusatkan pelajar yang berteraskan penghujahan saintifik merupakan komponen kritikal dalam pembangunan pengetahuan saintifik. Penglibatan pelajar dalam penghujahan saintifik sama ada secara individu atau kumpulan memberikan pengalaman dan menyedarkan pelajar tentang proses pembangunan sesuatu teori oleh saintis (Driver *et al.*, 2000).

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 atau tugas kolaborasi

berteraskan penghujahan dapat meningkatkan penghujahan saintifik pelajar disebabkan penyertaan ahli kumpulan (Erduran *et al.*, 2006; Fencl, 2010; McNeill dan Martin, 2011; Pegg, 2006, Schwarz *et al.*, 2003; Zohar dan Nemet, 2002). Dalam kumpulan, pelajar cenderung mempertimbangkan maklumat baru atau maklumat yang bercanggah dengan idea sedia ada apabila mereka mula menilai dan menghargai pandangan rakan sekumpulan. Di samping itu, interaksi pelajar dalam penghujahan kumpulan memberi manfaat terhadap pembelajaran pengetahuan kandungan (Mercer *et al.*, 2004), pemahaman konsep (Asterhan dan Schwarz, 2009; Mason, 2001) serta menggalakkan kemahiran berfikir pelajar (Fencl, 2010, Mason, 2001). Tambahan lagi, kajian juga menunjukkan cara penghujahan pelajar dipengaruhi oleh ahli kumpulan dalam aktiviti kumpulan seperti dapatan kajian Christian (2011). Kajian juga menunjukkan aktiviti 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 menggabungkan 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). Sementara itu, kajian Sampson dan Clark (2009) pula melaporkan penglibatan dalam penghujahan kumpulan tidak menunjukkan impak yang besar terhadap kualiti hujah saintifik yang dikemukakan oleh pelajar apabila terlibat dalam penghujahan secara individu. Selain itu, 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). Jelaslah, literatur berkaitan kaedah penghujahan menunjukkan hasil dapatan yang berbeza mengikut konteks kajian. Tambahan lagi, kajian yang membanding secara eksplisit penguasaan individu dengan kumpulan dalam tugas berkaitan penghujahan saintifik adalah kurang (Sampson dan Clark, 2009). Justeru, kajian ini bertujuan mengkaji penguasaan penghujahan saintifik pelajar apabila terlibat dalam penghujahan individu dan penghujahan kumpulan dan seterusnya membandingkan

skema penghujahan saintifik dalam kedua-dua kaedah yang dikaji. Lebih spesifik lagi, kajian ini mempertimbangkan hubungan tiga aras perwakilan dalam konsep kimia, iaitu aras makroskopik, sub mikroskopik, dan persimbolan. Pertimbangan daripada tiga aras perwakilan membolehkan penilaian yang lebih teliti ke atas kandungan hujah saintifik yang dibentuk oleh pelajar. Diharap dapatan kajian boleh memberikan maklumat berguna serta mengubah pandangan para pendidik terhadap fungsi aktiviti penghujahan dalam keberkesanan pengajaran dan pembelajaran kimia.

1.2.7 Penguasaan Penghujahan Saintifik

Keupayaan penguasaan penghujahan saintifik pelajar berkait rapat dengan penguasaan konsep saintifik (Chen, 2011; Christian, 2011; Yalcinoglu, 2007) yang seterusnya menentukan pencapaian akademik pelajar. Penguasaan konsep saintifik yang tepat dapat meningkatkan keupayaan penghujahan saintifik pelajar (Sadler, 2004). Bagaimana pun, kajian menunjukkan tahap penguasaan penghujahan saintifik di kalangan pelajar adalah berbeza-beza bergantung kepada konteks kajian. Kajian Sampson dan Clark (2011) terhadap pelajar *high school* di Amerika mendapati melalui pembelajaran kolaboratif, kumpulan pelajar yang menguasai konsep saintifik dengan pencapaian tinggi dapat membentuk penghujahan saintifik berkualiti dengan penjelasan dan penaakulan tepat yang disokong dengan bukti yang sesuai. Sebaliknya, kumpulan pelajar yang kurang menguasai konsep saintifik dengan pencapaian rendah pula memberikan penjelasan yang kurang tepat yang disokong dengan justifikasi yang kurang sesuai.

Terdapat banyak kajian lepas yang menunjukkan pelajar dari semua peringkat pendidikan menghadapi masalah dalam penghujahan saintifik (Heng, Johari dan Yazid, 2012; Heng, Johari dan Seng, 2014; Nurul *et al.*, 2009; Zohar dan Nemet, 2002). Kajian tempatan turut menunjukkan bahawa penguasaan penghujahan saintifik tidak memuaskan di kalangan pelajar pendidikan opsyen sains (Heng *et al.*, 2012) dan pelajar peringkat menengah (Foong dan Daniel, 2010; Heng *et al.*, 2014). Kajian-kajian ini menunjukkan bahawa pelajar menghadapi kesukaran dalam

memberikan justifikasi ke atas dakwaan yang dikemukakan atau memberikan penjelasan saintifik yang bersesuaian (Mohd Ali *et al.*, 2003). Selain itu, pelajar sering memberikan hujah saintifik mudah yang hanya terdiri daripada dakwaan dan data (bukti); pelajar lemah dalam mengemukakan elemen-elemen penghujahan kompleks seperti sokongan dan penyangkal (Heng *et al.*, 2012).

Menurut Bao *et al.* (2009), kajian terhadap pelajar universiti tahun satu di Amerika dan China mendapati pelajar tidak dapat menguasai penghujahan saintifik dengan baik. Erduran *et al.* (2006) pula melaporkan siswazah daripada program sains tidak berupaya membentuk hujah saintifik, iaitu tidak dapat membekalkan bukti dan justifikasi kepada sesetengah dakwaan tentang alam semulajadi. Dapatan yang sama turut ditunjukkan dalam kajian Schen (2007). Kajian Wu dan Tsai (2007) pula mendapati kebanyakan pelajar sekolah menengah di Taiwan mencapai tahap penaakulan yang rendah, mereka menghadapi masalah dalam membentuk penyangkal bagi sesuatu penghujahan saintifik. Sementara itu, kajian yang dijalankan oleh Dawson dan Venville (2009) melaporkan tahap penghujahan pelajar *high school* di Australia adalah sederhana dan kebanyakan pelajar boleh menyatakan dakwaan yang disokong dengan alasan yang mudah.

Daripada hasil dapatan kajian yang dikemukakan, maka timbullah persoalan, bagaimanakah penguasaan penghujahan saintifik pelajar di negara kita? Adakah pelajar kita mampu membentuk penghujahan saintifik yang berkualiti? Adakah perubahan konseptual dapat dipupuk melalui penghujahan saintifik pelajar selepas banyak usaha penambahbaikan kurikulum telah dilaksanakan oleh Kementerian Pelajaran Malaysia? Oleh itu, kajian ini turut berusaha untuk mendapatkan maklumat tentang penguasaan dan skema penghujahan saintifik pelajar tingkatan empat terhadap konsep asid dan bes, seterusnya mengenalpasti skema perubahan konseptual dalam penghujahan saintifik yang melibatkan pelajar yang menguasai konsep sains dengan tepat dan pelajar yang menghadapi masalah kerangka alternatif. Hasil dapatan kajian kemudian diguna bagi membangunkan model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik yang berkesan dalam pengajaran dan pembelajaran kimia.

1.3 Pernyataan Masalah

Kebelakangan ini, penguasaan konsep saintifik dan konsep sedia ada pelajar menjadi bidang kajian yang popular dalam pendidikan sains. Hal ini disebabkan penguasaan konsep saintifik yang selaras dengan saintis adalah sangat penting bagi memahami fenomena alam semulajadi serta meningkatkan kemahiran-kemahiran pembelajaran seperti kemahiran berfikir aras tinggi dan kemahiran komunikasi. Bagaimanapun, kajian-kajian lepas menunjukkan pelajar memiliki pelbagai kerangka alternatif khususnya dalam konsep-konsep sains. Konsep asid dan bes adalah konsep yang sangat penting dalam sukatan sekolah rendah dan sekolah menengah (Ozmen dan Yildirim, 2005) dan banyak kajian telah dijalankan terhadap konsep ini (Bayrak dan Bayram, 2010a; Bayrak dan Bayram, 2010b; Sendur *et al.*, 2010, Tarhan dan Sesen, 2010). Namun, masalah kerangka alternatif terhadap konsep ini masih belum lagi dapat diselesaikan. Sementara itu, penyelidik-penyelidik dalam bidang penghujahan seperti Aydeniz *et al.* (2012), Nussbaum dan Sinatra (2003), dan Nussbaum (2011) mencadangkan aktiviti penghujahan saintifik mempunyai potensi dalam menyingkirkan kerangka alternatif dan membina pemahaman konsep saintifik yang menyeluruh.

Penguasaan penghujahan saintifik memainkan peranan penting bukan sahaja dalam memupuk perubahan konseptual dan mengatasi masalah kewujudan kerangka alternatif, malah dapat meningkatkan penguasaan kemahiran berfikir aras tinggi dalam kalangan pelajar sekaligus meningkatkan penguasaan konsep saintifik yang tepat. Di samping itu, penghujahan saintifik juga berkait rapat dengan pencapaian akademik, kemahiran berkomunikasi, keyakinan diri dan sikap pelajar terhadap sains. Malangnya, banyak kajian mendapati penguasaan pelajar termasuk pelajar universiti terhadap penghujahan saintifik masih belum mencapai tahap yang memuaskan. Banyak kajian yang dijalankan memberi tumpuan ke atas penghujahan dalam pengajaran dan pembelajaran sains (Berland dan Reiser, 2010; Clark dan Sampson, 2007; Driver *et al.*, 2000; Gerber *et al.*, 2001; Mason, 1998; Ross *et al.*, 2009; Sampson dan Clark, 2009), kemahiran penghujahan saintifik pelajar (e.g. Dawson dan Venville, 2009; Sadler, 2004; Zohar dan Nemet, 2002) dan menilai hujah yang

dibentuk oleh pelajar (Acar, 2008; Osborne *et al.*, 2004; Sampson dan Clark, 2011; Schen, 2007). Kajian-kajian melaporkan pelajar menghadapi masalah dalam pembentukan hujah saintifik dan tidak berupaya membentuk pengetahuan melalui penghujahan (McNeill *et al.*, 2006; Osborne *et al.*, 2004). Sehubungan itu, kajian-kajian yang memberikan fokus kepada intervensi dan bimbingan untuk meningkatkan penghujahan saintifik seperti pengajaran penghujahan secara esplisit (McNeill *et al.*, 2006; McNeill dan Martin, 2011; Osborne *et al.*, 2004) dan bimbingan penulisan (*written scaffolds*) (Ellis, 2009; Mercer *et al.*, 2004; Ross *et al.*, 2009) telah dijalankan. Walau bagaimanapun, kajian yang mengkaji penghujahan saintifik dalam memupuk perubahan konseptual kurang diberi tumpuan (Nussbaum dan Sinatra, 2003). Selain itu, kajian yang meneroka skema dan proses pembangunan penghujahan saintifik dari tiga aras perwakilan dalam aktiviti penghujahan adalah kurang. Kebanyakan kajian yang dijalankan juga ditumpukan pada isu sosial saintifik (Wu dan Tsai, 2007) dan saintifik seperti Fizik (Acar, 2008; Bell dan Linn, 2000; Kelly *et al.*, 1998) dan Biologi (Jimenez-Aleixandre *et al.*, 2000; Mason, 1996; Sampson dan Clark, 2009). Kajian penghujahan saintifik yang memberi fokus dalam bidang kimia khususnya konsep asid dan bes adalah kurang (Palincsar, Anderson dan David, 1993). Justeru, kajian bagi membangunkan model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik perlu dijalankan bagi membantu pelajar dalam meningkatkan pembelajaran kimia.

1.4 Objektif Kajian

Kajian ini dibahagi kepada tiga fasa dan objektif kajian setiap fasa dalam penyelidikan ini ialah:

Fasa 1:

1. Mengenalpasti penguasaan penghujahan saintifik semasa mengenai konsep Asid dan Bes dalam kalangan pelajar tingkatan empat aliran sains.

Fasa 2:

2. Membandingkan penguasaan penghujahan saintifik mengenai konsep Asid dan Bes dalam kalangan pelajar tingkatan empat aliran sains selepas pengajaran dan pembelajaran berintegrasikan penghujahan saintifik secara penghujahan individu dan kumpulan.
3. Membandingkan skema penghujahan saintifik mengenai konsep Asid dan Bes dalam kalangan pelajar tingkatan empat aliran sains selepas pengajaran dan pembelajaran berintegrasikan penghujahan saintifik secara penghujahan individu dan kumpulan.

Fasa 3:

4. Mengkaji skema perubahan konseptual dalam penghujahan saintifik mengenai konsep Asid dan Bes dalam kalangan pelajar tingkatan empat aliran sains melalui penghujahan kumpulan terbimbing.
5. Membangunkan model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik yang berkesan dalam pengajaran dan pembelajaran kimia.

1.5 Persoalan Kajian

Persoalan kajian dalam penyelidikan ini dijelaskan sebagaimana berikut:

1. Apakah penguasaan penghujahan saintifik semasa mengenai konsep Asid dan Bes dalam kalangan pelajar tingkatan empat aliran sains?
2. Apakah faktor yang mempengaruhi penguasaan penghujahan saintifik pelajar?
3. Apakah perbandingan penguasaan penghujahan saintifik mengenai konsep Asid dan Bes dalam kalangan pelajar tingkatan empat aliran sains selepas pengajaran dan pembelajaran berintegrasikan penghujahan saintifik secara penghujahan individu dan kumpulan?
4. Apakah persamaan dan perbezaan skema penghujahan saintifik mengenai konsep Asid dan Bes dalam kalangan pelajar tingkatan empat aliran sains selepas pengajaran dan pembelajaran berintegrasikan penghujahan saintifik secara penghujahan individu dan kumpulan?

5. Apakah interaksi dan kolaborasi dalam penghujahan kumpulan yang mempengaruhi penghujahan saintifik pelajar?
6. Apakah skema perubahan konseptual dalam penghujahan saintifik mengenai konsep Asid dan Bes dalam kalangan pelajar tingkatan empat aliran sains melalui penghujahan kumpulan terbimbing?
7. Apakah model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik yang berkesan dalam pengajaran dan pembelajaran kimia?

1.6 Kerangka Teori Kajian

Kajian yang dijalankan dibina berdasarkan perspektif bahawa penghujahan dalam sains sebagai satu alat kognitif bagi membentuk dan mengesahkan pengetahuan melalui proses mencadang, menyokong, mengkritik dan menghalusi idea dalam usaha untuk memahami alam sekeliling (Driver *et al.*, 2000; Kuhn, 1993) selaras dengan penekanan kajian Sampson dan Clark (2009). Menurut pandangan ini, penghujahan dalam sains merupakan satu amalan untuk menyelesaikan masalah dan meningkatkan pemerolehan pengetahuan (Duschl dan Osborne, 2002; Inagaki, Hatano dan Morita, 1998). Penghujahan saintifik boleh berlaku melalui pemikiran individu yang dipersembahkan dalam pertuturan dan penulisan atau melibatkan aktiviti sosial yang berlaku antara satu kumpulan individu (Berland dan McNeill, 2010; Driver *et al.*, 2000, Jimenez-Aleixandre, 2007; McNeill dan Pimentel, 2010; McNeill, 2011). Menurut Driver *et al.* (2000), penghujahan saintifik merupakan proses menjana penjelasan, membentuk hujah dan mengkritik penjelasan dan hujah yang dibentuk.

Pendekatan penghujahan saintifik yang dibincangkan di atas adalah selaras dengan teori konstruktivisme yang menganggap bahawa ilmu pengetahuan tidak boleh wujud di luar minda, tetapi dibina dalam minda berdasarkan pengalaman sebenar (Ragbir Kaur, 2010; Ong dan Yeam, 2003). Ilmu pengetahuan dibentuk oleh individu yang mengambil inisiatif sendiri serta melibatkan diri secara aktif (Driver *et al.*, 1994). Dalam pembangunan penghujahan saintifik, pelajar membina dakwaan

(penyelesaian) dengan mempertimbangkan bukti-bukti yang menyokong dakwaan dan alasan yang mengukuhkan dakwaan yang dibuat. Dalam proses ini, elemen-elemen yang membentuk dakwaan dihubungkan dan membentuk satu skema penghujahan dalam minda pelajar selaras dengan skema mental yang dikemukakan dalam Teori Kognitif Piaget. Dalam hal ini, pelajar bertanggungjawab terhadap proses pembelajaran sendiri sebagaimana yang ditekankan oleh pendekatan konstruktivisme (Johari, 2010) khususnya dalam mengawal proses pembelajaran (Zurida dan Nordin, 2003) dan proses kognitif mereka.

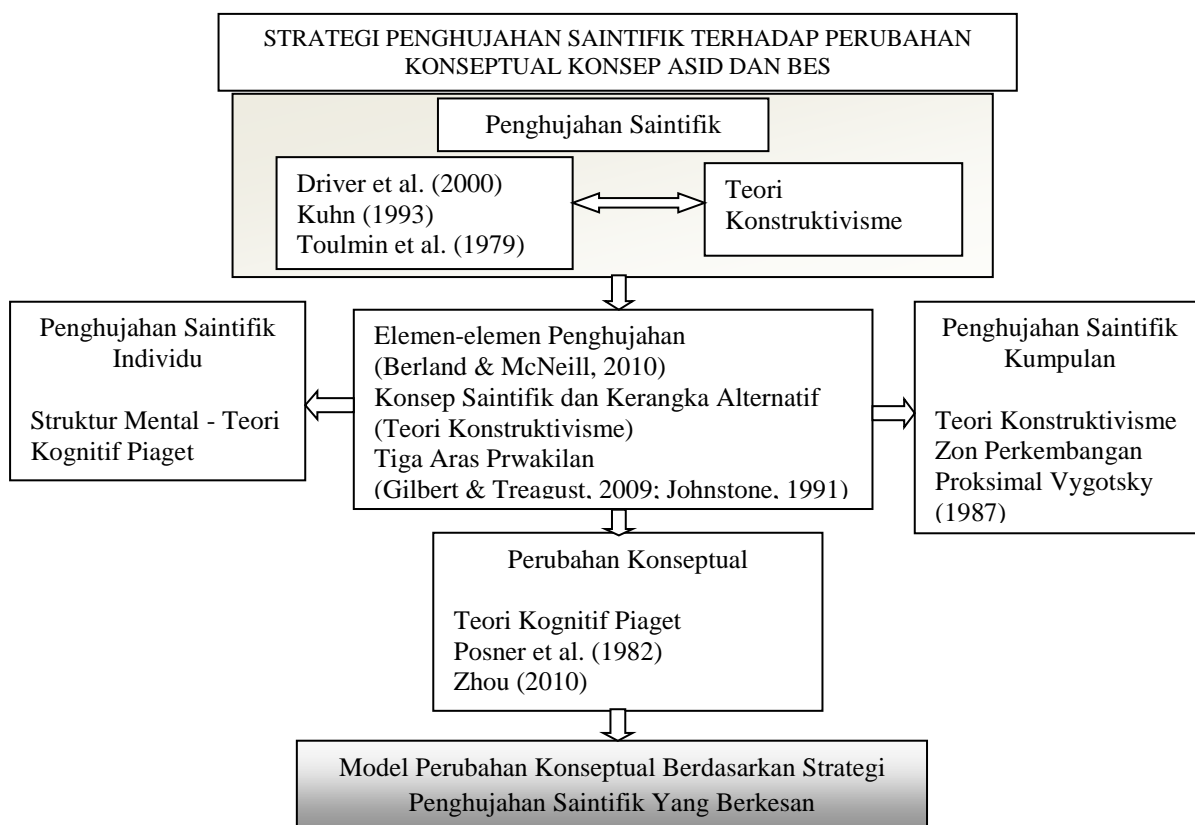
Pendekatan ini juga sejajar dengan pandangan konstruktivisme yang menyatakan pembentukan pengetahuan melibatkan kedua-dua proses kognitif individu dan sosial (Driver *et al.*, 1994; Ng dan Fong, 2004) serta penglibatan aktif dalam aktiviti penghujahan saintifik membekalkan pengalaman bermakna yang menyumbang kepada proses pembentukan pengetahuan (Bevevino, Dengel dan Adams, 1999). Selain itu, kajian ini juga memberi penekanan terhadap penghujahan saintifik dalam aktiviti perbincangan kumpulan bagi mendapatkan penyelesaian sesuatu fenomena yang dikemukakan. Bagi membentuk penyelesaian yang tepat, pelajar perlu melibatkan diri secara aktif dalam proses penghujahan saintifik dengan mengemukakan idea dan idea tersebut dinilai, disoal, dicabar serta dibahas untuk mendapat persetujuan ahli kumpulan sehingga dipilih sebagai penyelesaian yang tepat. Peranan pelajar dalam situasi ini adalah mempertahankan ideanya dengan memberikan bukti, alasan dan penyangkal yang munasabah bagi menyakinkan ahli kumpulan yang lain. Melalui proses interaksi sosial ini, pelajar membentuk dan memperolehi pengetahuan.

Teori konstruktivisme menganggap pelajar telah mempunyai idea atau kepercayaan tersendiri mengenai fenomena semulajadi sebelum memasuki bilik darjah (Driver *et al.*, 1985; Martin, 2006). Pelajar perlu menyesuaikan konsep yang sedia ada dalam menghadapi situasi baru dengan menstruktur semula konsep asal yang dipegang melalui cara mengubahsuai atau membuang konsep asal di samping menerima pengetahuan baru. Pendekatan ini menjadi panduan dalam kajian ini yang berusaha mengesan kewujudan kerangka alternatif serta mengubahnya ke konsep saintifik dalam proses perubahan konseptual melalui penghujahan saintifik.

Kajian ini turut diasaskan pandangan Driver, Guesne dan Tiberghien (1985) mengenai kewujudan kerangka alternatif dapat dikenalpasti apabila pelajar membentuk hujah sama ada secara individu melalui penulisan atau semasa berinteraksi dengan rakan dalam perbincangan kumpulan. Pelajar akan membanding, menilai dan membuat pertimbangan pengetahuan yang dimilikinya dengan pengetahuan yang dikemukakan oleh rakan. Sekiranya didapati idea tersebut tidak sesuai untuk menerangkan fenomena yang dibincangkan, ketidakpuasan akan wujud dan konflik kognitif berlaku. Justeru, memerlukan pengubahsuaian atau menggantikan idea yang sedia ada dengan idea yang dapat difahami (*intelligible*), munasabah (*plausible*) dan bermakna (*fruitful*) (Posner *et al.*, 1982). Hal ini turut disokong oleh pandangan bahawa kewujudan kerangka alternatif pelajar adalah sukar diubah (Abu Hassan, 2001; Alkan *et al.*, 2004; Dindar dan Geban, 2011; Meor Ibrahim, 2001; Nussbaum, 2011; Winer *et al.*, 2002), dan pendekatan yang digunakan perlulah melibatkan pemikiran mendalam (Nussbaum dan Sinatra, 2003) dan menyakinkan diri pelajar dengan memberikan bukti bahawa idea awalnya adalah tidak saintifik. Di samping itu, kajian ini juga memberi perhatian terhadap pandangan konstruktivisme bahawa pembelajaran bermakna hanya akan berlaku jika pelajar mempunyai pengalaman dan pengetahuan sedia ada yang berkaitan (Posner *et al.*, 1982). Pengetahuan sedia ada dan pengetahuan baru yang terbentuk akan dihubungkan dalam skema penghujahan saintifik pelajar yang menjadi salah satu fokus dalam kajian ini.

Kajian ini turut mempertimbangkan kewujudan zon perkembangan proksimal (*zone of Proximal Development, ZPD*) yang dikemukakan oleh Vygotsky (Martin, 2006) bahawa penguasaan penghujahan saintifik pelajar boleh ditingkatkan melalui bantuan orang dewasa atau kerjasama rakan sekelas. Dalam aktiviti penghujahan kumpulan, pemikiran pelajar dicabar dan dicungkil secara mendalam dengan bantuan dakwaan alternatif yang dikemukakan oleh ahli kumpulan yang lain. Perubahan konseptual daripada kerangka alternatif kepada konsep saintifik akan berlaku apabila pelajar mempertimbangkan bukti, alasan dan penyangkal yang dikemukakan oleh ahli kumpulan.

Skema perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik yang berkesan dalam pengajaran dan pembelajaran yang dibangunkan dalam kajian ini bertujuan membantu pelajar dalam pembelajaran konsep sains terutamanya melalui perubahan konseptual. Model ini adalah berdasarkan pendekatan konstruktivisme, Model Posner *et al.* (1982) dan Model Zhou (2010) bagi membolehkan pelajar mengubah kerangka alternatif ke konsep saintifik serta meningkatkan penghujahan saintifik melalui pendekatan berpusatkan pelajar. Pelajar dapat mengenalpasti elemen-elemen dalam sesuatu penghujahan saintifik dengan lebih jelas dan sistematik, membuat perhubungan tiga aras perwakilan konsep-konsep sains yang terlibat sekaligus meningkatkan penguasaan konsep saintifik dan pencapaian akademik. Keseluruhannya kerangka teori kajian ini ditunjukkan dalam Rajah 1.4.



Rajah 1.4 Kerangka Teori Kajian

1.7 Kerangka Konsep Kajian

Kajian ini dibina berdasarkan beberapa konsep utama yang digabungkan bagi membentuk kerangka konsep ini. Ia melibatkan penghujahan saintifik yang didefinisikan sebagai proses pembentukan pengetahuan (Driver *et al.*, 2000) yang boleh berlaku antara orang yang mempunyai pandangan yang berbeza (penghujahan kumpulan) atau antara alternatif yang berbeza dalam diri seseorang individu (penghujahan individu) (Acar, 2008).

Dalam penghujahan individu atau kumpulan, pelajar mempersembahkan alasan untuk menyokong penyelesaian (dakwaan) serta menunjukkan bagaimana alasan tersebut berjaya memberikan kekuatan kepada penyelesaian yang dibuat (Toulmin *et al.*, 1979). Menurut Kerangka Berland dan McNeill (2010), hujah pelajar terdiri daripada dakwaan (*claim*), bukti (*evidence*), alasan (*reasoning*) dan penyangkal (*rebuttal*). Melalui penjelasan pelajar dalam elemen-elemen penghujahan saintifik yang dinyatakan, pemikiran pelajar dalam penghujahan saintifik terhadap konsep asid dan bes dapat dipaparkan. Selain itu, pelajar menghubungkan tiga aras perwakilan konsep kimia dalam kandungan hujah bagi mengukuhkan lagi hujah yang dibentuk. Sehubungan itu, penguasaan penghujahan saintifik pelajar sama ada yang menguasai konsep dengan tepat atau kewujudan kerangka alternatif dalam konsep yang dikaji dapat dikenalpasti.

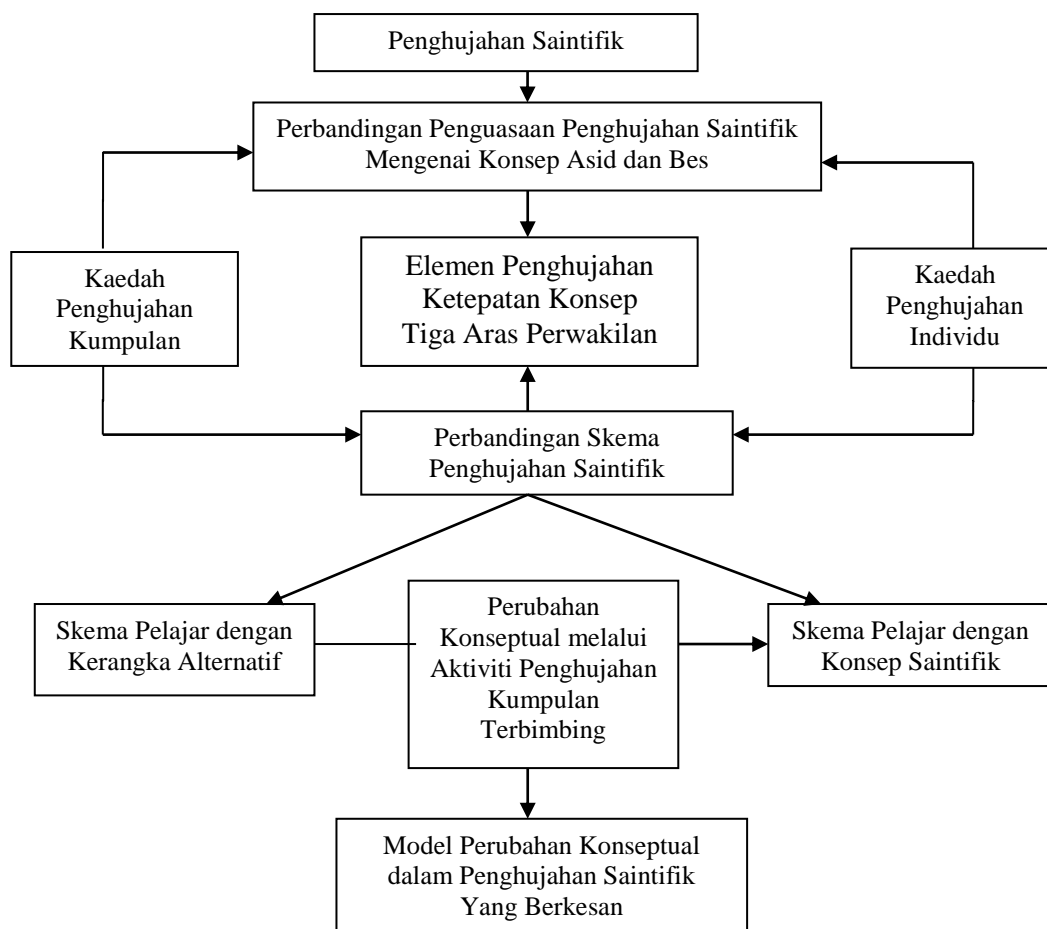
Dalam proses mendapat persetujuan bagi penyelesaian sesuatu fenomena dalam penghujahan kumpulan, pelajar berhujah dan memberikan justifikasi sendiri bagi menyakinkan ahli kumpulan tentang ideanya serta terlibat dalam memberi penghujahan alternatif (*counter argument*) dan penyangkal bagi alternatif yang mereka tidak setuju (Acar, 2008). Hal ini selaras dengan pendapat Ross *et al.*, (2009) yang menyatakan penghujahan dalam sains melibatkan pengemukakan hujah dan balasan terhadap sesuatu dakwaan, menyedia dan menyoal tentang bukti atau justifikasi dalam kumpulan. Ia juga melibatkan proses menganalisis dakwaan untuk mengungkapkan sesuatu keputusan.

Dalam proses penghujahan saintifik antara pelajar yang berbeza penguasaan konsep sains, pelajar mengemukakan idea sendiri, idea tersebut dinilai, dicabar dan dikritik oleh ahli kumpulan. Dalam proses ini, pelajar berusaha mempertahankan ideanya dengan alasan melalui elemen-elemen dalam penghujahan saintifik. Idea pelajar dibandingkan dengan idea alternatif ahli kumpulan yang saintifik, sekiranya pelajar mendapati ideanya berbeza dengan orang lain dan tidak dapat menerangkan sesuatu fenomena dengan tepat, konflik kognitif dan ketidakpuasan akan berlaku. Hal ini menyebabkan keperluan untuk mengubahsuai idea sedia ada. Justeru, perubahan konseptual berlaku, kerangka alternatif diubah kepada konsep saintifik yang selaras dengan pemahaman saintis.

Konsep asid dan bes dijadikan fokus kajian memandangkan konsep ini merupakan konsep asas yang sering wujudnya pelbagai kerangka alternatif (Bayrak dan Bayram, 2010a; Bayrak dan Bayram, 2010b; Sendur *et al.*, 2010; Tarhan dan Sesen, 2010). Tambahan lagi, konsep asid dan bes merupakan “konsep formal” yang memerlukan corak penaakulan formal selain daripada corak penaakulan konkrit untuk memahaminya (Karplus, 1977). Kerangka alternatif perlu diubah kerana ia tidak seiring dengan konsep saintifik dan menghalang pembelajaran konsep-konsep kimia seterusnya seperti persamaan kimia dan tindak balas kimia (Noor Dayana *et al.*, 2011). Sehubungan itu, kajian ini berusaha mengenalpasti perubahan konseptual pelajar dalam konsep-konsep asid dan bes melalui penghujahan saintifik yang membentuk sebahagian kerangka konsep kajian ini.

Segala hubungan konsep yang melibatkan tiga aras perwakilan, justifikasi dalam elemen-elemen penghujahan saintifik serta perubahan konseptual bagi konsep asid dan bes berlaku dalam minda yang membentuk skema penghujahan saintifik pelajar sebagaimana kerangka konsep kajian dalam Rajah 1.5. Skema-skema penghujahan saintifik pelajar serta skema perubahan konseptual dinilai dan dianalisis secara teliti untuk membangunkan satu model perubahan konseptual berdasarkan penghujahan saintifik yang berkesan dalam pengajaran dan pembelajaran kimia. Diharap model ini menjadi panduan kepada para guru dan pelajar untuk mengembangkan pembinaan konsep saintifik melalui perubahan konseptual

berdasarkan penghujahan saintifik yang menekankan penglibatan aktif pelajar dari segi mental dan fizikal dalam pengajaran dan pembelajaran kimia.



Rajah 1.5 Kerangka konsep kajian

1.8 Kepentingan dan Rasional Kajian

Dapatan kajian berkaitan penguasaan dan skema penghujahan saintifik pelajar memberikan maklumat kepada para pendidik tentang kekuatan dan kelemahan pelajar dalam pembelajaran sains khususnya kimia. Maklumat ini amat penting memandangkan penguasaan penghujahan saintifik berhubung rapat dengan pencapaian akademik, kemahiran berfikir serta pemikiran kognitif pelajar. Maka, ia boleh digunakan sebagai panduan untuk menyelesaikan masalah pembelajaran yang dihadapi oleh pelajar demi mencapai matlamat pendidikan sains yang ditetapkan. Hal ini adalah selaras dengan pendapat Kuo (2009) yang menyatakan keupayaan penaakulan dan penghujahan adalah satu indeks penting bagi memahami keupayaan kognitif dan kecerdasan seseorang individu.

Kajian ini juga memberi fokus kepada perbandingan skema penghujahan saintifik pelajar yang berbeza penguasaan konsep dalam penghujahan individu dan penghujahan kumpulan. Dapatan kajian memberikan maklumat berkaitan skema dan kualiti penghujahan saintifik antara individu dan kumpulan yang berlainan penguasaan konsep sains kepada para guru untuk membuat pengubahsuaian ke atas strategi pengajaran dan pembelajaran. Justeru, dapat membantu pelajar dalam membangunkan kemahiran penghujahan saintifik yang memainkan peranan penting dalam pembelajaran kimia.

Kajian terhadap penghujahan saintifik yang khusus kepada konsep asid dan bes dapat memberikan maklumat tentang penguasaan konsep berkenaan. Menurut Sendur *et al.* (2010), mata pelajaran kimia dikatakan sebagai salah satu mata pelajaran yang sukar, ia melibatkan kemahiran kognitif pelajar pada aras yang tinggi. Konsep asid dan bes adalah antara konsep asas yang penting dan mempunyai hubungan rapat dengan konsep lain dalam pelajaran kimia (Lin dan Chiu, 2007) menyebabkan kajian mengenainya amat perlu dijalankan agar pelajar dapat menguasainya dengan berkesan. Penguasaan konsep asas asid dan bes dapat menggalakkan pelajar mempelajari sesuatu konsep baru dengan lebih mudah. Sehubungan itu, dapatan kajian adalah penting bagi mengenalpasti skema penghujahan saintifik pelajar terhadap konsep ini serta permasalahan yang wujud dalam pembelajaran konsep ini khasnya kewujudan kerangka alternatif. Tambahan lagi, aktiviti penghujahan dalam kumpulan dapat memaparkan maklumat yang

mendalam mengenai perubahan konseptual yang berlaku di kalangan pelajar yang menghadapi masalah kerangka alternatif. Maklumat ini amat penting dalam memahami proses pemikiran pelajar yang menjadi asas dalam proses pengajaran dan pembelajaran sains.

Model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik berkesan yang dibangunkan dalam kajian ini amat penting sebagai panduan untuk memupuk perubahan konseptual melalui penghujahan saintifik. Model ini boleh dijadikan satu garis panduan kepada pihak pengubal kurikulum, penulis buku teks dan para guru untuk menerapkan kemahiran penghujahan saintifik dalam pengajaran dan pembelajaran. Menurut McNeill *et al.* (2006), McNeill dan Martin (2011) dan Osborne *et al.* (2004), penghujahan saintifik perlu diajar secara eksplisit dan nyata bagi mengembangkan keupayaan penghujahan saintifik pelajar sekaligus membantu pembelajaran pelajar, khususnya yang berkaitan dengan perubahan konseptual. Maka, model yang dibangunkan dapat memberikan panduan kepada para pendidik bagi merancang strategi pengajaran dan pembelajaran yang sesuai untuk menggalakkan perubahan konseptual pelajar dalam pembelajaran konsep kimia.

Secara keseluruhan, dapatan kajian dijangka dapat memberikan manfaat ke atas pembangunan pelajar, kualiti pengajaran dan pembelajaran sains, mutu buku teks sains terutamanya mata pelajaran kimia serta pembangunan kurikulum yang lebih bermakna. Maklumat yang diperolehi dalam kajian ini juga boleh digunakan sebagai panduan bagi penyelidikan lanjutan berkaitan penghujahan dan penaakulan saintifik yang diperluaskan skop penyelidikannya kepada situasi, sasaran dan bidang ilmu yang berlainan.

1.9 Skop dan Batasan Kajian

Penyelidikan yang dijalankan terbatas kepada jenis penghujahan saintifik dengan memberi fokus kepada isu saintifik berstruktur yang berkaitan dengan konsep asid dan bes. Penghujahan saintifik dipilih atas kesedaran bahawa penguasaan

penghujahan saintifik merupakan teras dalam kemahiran penaakulan yang ditekankan dalam kurikulum sains sekolah menengah dan memainkan peranan penting dalam pemahaman konsep saintifik. Selain itu, penghujahan informal tidak dikaji dalam penyelidikan ini memandangkan penghujahan informal melibatkan pelbagai kemahiran, penguasaan pengetahuan saintifik dan pengalaman terhadap isu sosial saintifik (Marttunen, 1994) yang biasanya dikaji dalam kalangan pelajar kolej atau universiti.

Responden penyelidikan ini dibataskan kepada pelajar-pelajar tingkatan empat aliran sains di sekolah menengah harian biasa yang telah melalui pengajaran dan pembelajaran tajuk asid dan bes. Penyelidikan ini juga tidak membezakan pelajar berprestasi tinggi dengan pelajar berprestasi rendah. Bagaimana pun, maklumat yang diperolehi melalui set ujian dan temubual masih dapat memberikan gambaran berkaitan penguasaan dan skema penghujahan saintifik pelajar.

Penyelidikan ini turut memberi fokus terhadap perubahan konseptual dalam penghujahan saintifik khususnya konsep asid dan bes. Walaupun kajian ini terbatas pada tajuk asid dan bes yang melibatkan konsep peneutralan dan sifat-sifat asid dan bes, dapatan kajian dijangka dapat menerangkan proses penghujahan saintifik dan perubahan konseptual yang berlaku serta skema penghujahan saintifik dan skema perubahan konseptual dalam konsep asid dan bes secara keseluruhan.

1.10 Definisi Istilah

Definisi istilah adalah berdasarkan konteks kajian bagi tujuan menjelaskan istilah-istilah yang digunakan dalam kajian ini.

1.10.1 Kerangka Alternatif

Kerangka alternatif merujuk kepada salah tanggapan pelajar dan idea yang dibentuk adalah tidak selaras dengan konsep sebenar dan tidak diterima dalam idea saintifik (Noor Dayana *et al.*, 2011). Idea-idea ini timbul kesan daripada pengalaman kehidupan seharian dan biasanya bercanggah dengan idea saintifik (BPG, 1995; Johari, 2010, Mason, 1996; Martin, 2006). Dalam kajian ini, kewujudan kerangka alternatif pelajar dalam konsep asid dan bes akan dikesan melalui jawapan yang diberi oleh pelajar dalam set ujian penghujahan saintifik dan maklumat yang diberi dalam temubual separa berstruktur pelajar.

1.10.2 Skema Penghujahan Saintifik

Skema pemikiran merujuk kepada bagaimana konsep-konsep dalam suatu domain disusun atur dan saling berkaitan dalam minda seseorang sebagai asas pembangunan pembelajaran bermakna dan pengekalan bahan-bahan pengajaran (Shavelson, 1972). Dalam kajian ini, skema penghujahan saintifik yang dikaji tertumpu pada hubungan konsep-konsep kimia dalam elemen-elemen penghujahan saintifik apabila pelajar membentuk hujah saintifik sama ada dalam penghujahan individu atau penghujahan kumpulan. Skema penghujahan saintifik pelajar dikenal pasti melalui hujah pelajar dalam set ujian penghujahan saintifik serta data-data temubual separa berstruktur pelajar, dan seterusnya skema yang dikenal pasti divisualkan dalam bentuk gambarajah.

1.10.3 Perubahan Konseptual

Perubahan konseptual merupakan proses penstrukturan semula konsep sedia ada kepada konsep saintifik (Cetingul dan Geban, 2005). Ia juga merujuk kepada sejenis pembelajaran yang diperlukan apabila pengetahuan baru yang dipelajari bercanggah dengan pengetahuan sedia ada pelajar yang diperolehi melalui pengalaman seharian. Perubahan konseptual boleh berlaku apabila konsep (kerangka alternatif) pelajar dipersembahkan, kemudian dinilai oleh orang lain dan didapati tidak sesuai dengan konsep saintifik, pelajar akan berasa tidak puas hati dan konflik kognitif berlaku. Keadaan ini menjurus kepada perubahan konseptual (Cetingul dan

Geban, 2005). Dalam kajian ini, perubahan konseptual pelajar difokuskan kepada konsep penutralan dan sifat-sifat asid dan bes. Perubahan konseptual pelajar dikenalpasti melalui analisis data rakaman proses penghujahan kumpulan terbimbing dan skemanya dipamerkan dalam bentuk gambarajah.

1.11 Definisi Operasi

Definisi operasi adalah berdasarkan konteks kajian dan menjelaskan kaedah pengukuran istilah-istilah yang digunakan dalam kajian ini.

1.11.1 Penguasaan Penghujahan Saintifik

Menurut Driver *et al.* (2000), penghujahan melibatkan aktiviti kognitif dalam individu dan interaksi sosial antara individu. Penghujahan saintifik merupakan proses pembentukan pengetahuan yang berlaku dalam diri seseorang individu apabila mempertimbangkan alternatif-alternatif yang berbeza atau berlaku antara orang yang mempunyai pandangan yang berbeza dalam perbincangan kumpulan (Acar, 2008). Dalam kajian ini, penguasaan penghujahan saintifik pelajar diukur berdasarkan keupayaan pelajar dalam memberi penyelesaian dan menyokongnya dengan bukti dan alasan ke atas fenomena yang dikemukakan dalam set ujian penghujahan saintifik. Hujah yang dikemukakan oleh pelajar dinilai untuk mengenalpasti elemen-elemen penghujahan, ketepatan konsep serta aras perwakilan konsep dan ditunjukkan dalam bentuk frekuensi dan peratusan.

1.11.2 Penguasaan Konsep Sains dalam Hujah Saintifik

Penguasaan bermaksud pengetahuan pelajar memahami aspek-aspek tertentu dalam pembelajaran. Dalam kajian ini, penguasaan konsep sains merujuk kepada pembentukan konsep sains yang tepat atau dengan kerangka alternatif dalam penghujahan saintifik. Penguasaan konsep sains pelajar dikaji dari segi ketepatannya selaras dengan konsep saintifik sebagaimana pemahaman saintis. Penguasaan konsep sains pelajar diukur melalui peratusan hujah saintifik yang dikemukakan.

1.11.3 Perubahan Konseptual

Dalam kajian ini, peratusan perubahan konseptual yang berlaku turut dikenalpasti melalui perbandingan jawapan individu (Fasa 2) dengan jawapan selepas penghujahan kumpulan terbimbing (Fasa 3) dalam set ujian penghujahan saintifik terhadap fenomena yang dikemukakan. Peratusan hujah tidak saintifik yang dikemukakan oleh pelajar yang memaparkan kerangka alternatif dibandingkan dengan peratusan hujah saintifik dan hujah tidak saintifik yang dikemukakan selepas penghujahan kumpulan terbimbing.

1.12 Penutup

Keseluruhannya bab ini membincangkan kepentingan pembangunan model perubahan konseptual berdasarkan strategi penghujahan saintifik yang berupaya membantu pembinaan konsep saintifik dalam kalangan pelajar bagi menuju ke arah pencapaian matlamat negara maju. Bab ini juga memberi penekanan terhadap permasalahan yang wujud dalam membangunkan penghujahan saintifik dalam pengajaran dan pembelajaran sains khususnya mata pelajaran kimia. Selain itu, ia juga memberi fokus kepada usaha membantu pelajar mengenalpasti kerangka alternatif dan mengubahnya kepada konsep saintifik melalui proses perubahan konseptual dalam penghujahan saintifik. Ia juga menekankan pembinaan konsep saintifik oleh pelajar berdasarkan pendekatan konstruktivisme. Bab yang seterusnya menjelaskan kajian literatur mengenai kajian-kajian yang berkaitan.

RUJUKAN

- Abu Hassan Bin Kassim (2001). *Reka bentuk dan pelaksanaan kurikulum pendidikan kimia*. Bahan tidak diterbitkan, Universiti Teknologi Malaysia, Skudai.
- Abu Hassan Bin Kassim dan Tan, C. T. (2009). Kefahaman dan aplikasi konsep asid-bes dalam kehidupan harian dalam kalangan pelajar tingkatan empat sains Johor Bahru. *Jurnal Sains dan Matematik*. 1(1): 22-29.
- Acar, O. (2008). *Argumentation skills and conceptual knowledge of undergraduate students in a Physics by inquiry class*. The Ohio State University: Tesis Doktor Falsafah.
- 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. Kertas kerja dibentangkan di 4th AACD Congress. 29 Sept - 3 Okt. 2004. Kusadasi Aydin, Turkey.
- Ambrose, M. S. (2005). *Kemahiran berfikir secara kritis dan kreatif (KBKK) dalam buku teks kimia tingkatan empat KBSM: Analisis kandungan*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993). Benchmarks for Science Literacy. <http://www.project2061.org/publications/bsl/> Diakses pada 20 Jun 2012.
- Amigues, R. (1988). Peer interaction in solving physics problems: Sociocognitive confrontation and metacognitive aspects. *Journal of Experimental Child Psychology*. 45 (1): 141-158.
- Asterhan, C. S. C. dan Schwarz, B. B. (2009). Argumentation and explanation in conceptual change: Indications from protocol analyses of peer-to-peer dialog. *Cognitive Science*. 33: 374-400.

- Ausubel, D. P. (1963). Cognitive structure and the facilitation of meaningful verbal learning. *Journal of Teacher Education*. 14: 217-221.
- Aydeniz, M., Pabuccu, A., Cetin, P. S. dan Kaya, E. (2012). Argumentation and students' conceptual understanding of properties and behaviors of gases. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 19: 1303-1324.
- Azmitia, M. (1988). Peer interaction and problem solving: When are two heads better than one? *Child Development*. 59(1): 87-96.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum (2010). *Kurikulum Standard Sekolah Rendah: Sains Tahun Satu*. Kuala Lumpur: Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Bahagian Pendidikan Guru (BPG) (1995). *Kerangka alternatif sains murid sekolah rendah*. Kuala Lumpur: Kementerian Pendidikan Guru.
- 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.
- 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.
- Bayrak, B. K. dan Bayram, H. (2010a). Effect of computer aided teaching of acid-base subject on the attitude towards science and technology class. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 2: 2149-2196.
- Bayrak, B. K. dan Bayram, H. (2010b). The effect of computer aided teaching method on the students' academic achievement in the science and technology course. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 9: 235-238.
- Beall, H., Trimbur, J., dan Weininger, S. J. (1994). Mastery insight and the teaching of chemistry. *Journal of Science Education and Technology*. 3(2): 99-105.
- Bell, J. (1999). *Doing your research project: A guide for first time researchers in education and social science*. Buckingham: Open University Press.
- 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.
- Berland, L. K. dan Hammer, D. (2012). Framing for scientific argumentation. *Journal of Research in Science Teaching*. 49(1): 68-94.

- Berland, L. K. dan McNeill, K. L. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*. 94(5): 765-793.
- Berland, L. K. dan Reiser, B. J. (2010). Classroom communities' adaptations of the practice of scientific argumentation. *Science Education*. 95(2): 191-216.
- Berthold, K. dan Renkl, A. (2009). Instructional aids to support a conceptual understanding of multiple representations. *Journal of Educational Psychology*. 101(1): 70–87.
- Bevevino, M. M., Dengel, J. dan Adams, K. (1999). Constructivist theory in the classroom: Internalizing concepts through inquiry learning. *The Clearing House*. 72(5): 275-278.
- Bischoff, P. J., Avery, L., Golden, C. F. dan French, P. (2010). An analysis of knowledge structure, diversity and diagnostic abilities among pre-service science teachers within the domain of oxidation and reduction chemistry. *Journal of Science Education*. 21: 411-429.
- Bowen, G. M. dan Roth, W. M. (1999). Confidence in performance on science tests and student preparation strategies. *Research in Science Education*. 29(2): 209-226.
- Borghet, C. B. dan Mabilie, A. (1989). The evolution in the meanings given by Belgian secondary school pupils to biological and chemical terms. *International Journal of Science Education*. 11(3): 347-362.
- 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.
- Brooks, M. G. dan Brooks, J. G. (1999). The courage to be constructivist. *Educational Leadership*. 57(3): 18-24.
- Bucat, B., dan Mocerino, M. (2009). Learning at the sub-micro level: Structural representations. In J. K. Gilbert dan D. Treagust (Eds.), *Multiple representations in chemical education* (pp.11-29). Dordrecht, the Netherlands: Springer.

- 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*. The University of Iowa: Tesis Doktor Falsafah.
- Chen, C. H. dan She, H. C. (2012). The impact of recurrent on-line synchronous scientific argumentation on students' argumentation and conceptual change. *Educational Technology and Society*. 15(1): 197-210.
- Cheng, M. dan Gilbert, J. K. (2009). Towards a better utilization of diagrams in research into the use of representative levels in chemical education. Dlm. J. K. Gilbert dan D. Treagust (Eds.). *Multiple representations in chemical education* (pp. 55–74). Dordrecht: Springer.
- Chi, M. T., Bassok, M., Lewis, M. W., Reimann, P. dan Glaser, R. (1989). Self - explanations: How students study and use examples in learning to solve problem. *Cognitive Science*. 13: 145-182.
- Chin, C. (2007). Teacher questioning in science classrooms: Approaches that stimulate productive thinking. *Journal of Research in Science Teaching*. 44(6): 815-843.
- 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.
- 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.
- Chowning, J. T. dan Griswold, J. (2014). Beyond “My opinion versus yours” Supporting students in socio-scientific argumentation. *The Science Teacher*. (January 2014): 39-45.

- Christian, K. J. (2011). *Content-related interactions and methods of reasoning within self-initiated Organic Chemistry study groups*. The University Of Arizona: Tesis Doktor Falsafah.
- Chua, Y. P. (2006). *Kaedah Penyelidikan: Kaedah dan Statistik Penyelidikan Buku I*. Kuala Lumpur: McGraw Hill.
- Clark, D. B. dan Sampson, V. D. (2007). Personally-seeded discussions to scaffold online argumentation. *International Journal of Science Education*. 29(3): 253-277.
- Clark, D. B. dan Sampson, V. D. (2008). Assessing dialogic argumentation in online environments to relate structure, grounds, and conceptual quality. *Journal of Research in Science Teaching*. 45(3): 293-321.
- Cohen, L. dan Manion, L. (1980). *Research methods in education*. London: Croom Helm.
- Cohen, E. G. (1994). Restructuring the classroom: Conditions for productive small groups. *Review of Educational Research*. 64: 1-35.
- Colburn, A. (2000). An inquiry primer. *Science Scope*. 23(6): 42-44.
- Coleman, E. B. (1998). Using explanatory knowledge during collaborative problem solving in science. *The Journal of the Learning Sciences*. 7(3, 4): 387-427.
- Corbin, J. dan Strauss, A. (2008). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory (3rd Edition)*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Creswell, J. W. (2009). *Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches (Third Edition)*. Los Angeles: Sage Publications.
- Cros, D., Maurin, M., Amouroux, R., Chastrette, M. dan Leber, J. (1986). Conceptions of first-year university students of the constituents of matter and the notions of acids and bases. *International Journal of Science Education*. 8(3): 305-313.
- Cross, D., Taasobshirazi, D., Hendricks, S. dan Hickey, D. T. (2008). Argumentation: A strategy for improving achievement and revealing scientific identities. *International Journal of Science Education*. 30 (6): 837-861.
- 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.

- Dawson, V. M. dan Venville, G. (2010). Teaching strategies for developing students' argumentation skills about socioscientific issues in high school genetics. *Research in Science Education*. 40: 133-148.
- Dayang Hjh Tiawa Awang Hj. Hamid dan Abdul Hafidz Hj. Omar (2009). *Analisis data kualitatif*. Skudai: Nasmak Sdn. Bhd.
- De Jong, O. dan Taber, K. S. (2007). Teaching and learning the many faces of chemistry. Dlm. S. K. Abell dan N. G. Lederman. (Eds). *Handbook of research on science education*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers.
- 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.
- Demircioglu, G. (2009). Comparison of the effect of conceptual change texts implemented after and before instruction on secondary school students' understanding of acid-base concepts. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 10(2), Article 5 (Dec., 2009).
- Devetak, I., Vogrinc, J., dan Glazar, S. A. (2009). Assessing 16-year-old students' understanding of aqueous solutions at submicroscopic level. *Research in Science Education*. 39: 157-179.
- Dindar A. C. dan Geban, O. (2011). Development of a three-tier test to assess high school students' understanding of acids and bases. *Procedia Social and Behavioral Sciences*. 15: 600-604.
- Dole, J. A., dan Sinatra, G. M. (1998). Reconceptualizing change in the cognitive construction of knowledge. *Educational Psychologist*. 33: 109-128.
- Driver, R. (1981). Pupils' Alternative Framework in science. *European Journal of Science Education*. 3(1): 93-101.
- Driver, R., Guesne, E. dan Tiberghien, A. (1985). *Children's ideas in science*. Milton Keynes: Open University Press.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. dan Scott, P. (1994). Constructing scientific knowledge in the classroom. *Educational Researcher*. 23 (7): 5-12.
- Driver, R., Newton, P. dan Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*. 84(3): 287-312.
- Driver, R. dan Scanlon, E. (1988). Conceptual change in science. *Journal of Assisted Learning*. 5: 25-36.

- Duschl, R. A. dan Osborne, J. (2002). Supporting and promoting argumentation discourse in science education. *Studies in Science Education*. 38: 39-72.
- Edmondson, K. M. dan Novak, J. D. (1993). The interplay of scientific epistemological views, learning strategies, and attitudes of college students. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(6): 547-599.
- 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*. University of California: Tesis Sarjana.
- Ercan, F., Tasdere, A. dan Ercan, N. (2010). Observation of cognitive and conceptual changes through word associations tests. *Journal of Turkish Science Education*. 7(2), June 2010.
- 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., Osborne, J. dan Simon, S. (2005). The role of argument in developing scientific literacy. Dlm. K. Boersma, M. Goedhart, O. D. Jong dan H. Eijkelhof. (Eds). *Research and the Quality of Science Education*. Netherland: Springer.
- 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.
- Erduran, S. (2007). Methodological foundations in the study of argumentation in science classrooms. Dlm. S. Erduran dan M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 47-70). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Eskin, H. dan Berkiroglu, 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.
- Evagorou, M. dan Dillon, J. (2011). Argumentation in the teaching of science. Dlm. D. Corrigan et al. (Eds). *The Professional Knowledge Base of Science Teaching*. Springer Science +Business Media B. V. 2011.

- Evagorou, M., Jimenez-Aleixandre, M. P., dan Osborne, J. (2012). 'Should we kill the grey squirrels?' A study exploring students' justifications and decision-making. *International Journal of Science Education*. 34(3): 401–428.
- Evagorou, M. dan Osborne, J. (2013). Exploring young students' collaborative argumentation within a socioscientific issue. *Journal of Research in Science Teaching*. 50(2): 209-237.
- Fang, Z. (2005). Scientific literacy: A systemic functional linguistics perspective. *Science Education*. 89 (2): 335-347.
- 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.
- Fleiss, J. L., Levin, B. dan Paik, M. C. (2003). *Statistical methods for rates and proportions (Third Edition)*. New Jersey: John Wiley & Sons Inc. Publication.
- Friedl, A. E., dan Koontz, T. Y. (2005). *Teaching science to children: An inquiry approach (Sixth Edition)*. New York: McGraw-Hill.
- Foong, C. C., dan Daniel, E. G. S. (2010). Incompetent grounds in science students' arguments: What is amiss in the argumentation process? *Procedia Social and Behavioral Science* 9 (2010), 1198-1207.
- Foong, C. C. dan Daniel, E. G. S. (2013). Students' argumentation skills across two socio-scientific issues in a Confucian classroom: Is transfer possible? *International Journal of Science Education*. 35(14): 2331-2355.
- Garmston, R. dan Wellman, B. (1994). Insights from constructivist learning Theory. *Educational Leadership*. 51(7): 84-85.
- Gerber, B. L., Anne, M. L. dan Marek, E. A. (2001). Relationship among informal learning environments, teaching procedures and scientific reasoning ability. *International Journal of Science Education*. 23(5): 535-549.
- Gilbert, J. K. (2005). Visualization: A metacognitive skill in science and science education. Dlm. J. K. Gilbert. (Ed.). *Visualization in science education*. Netherland: Springer. (p9-12).
- Gilbert, J. K. dan Treagust, D. (Eds.) (2009). *Multiple representations in chemical education: Models and modeling in science education (Volume 4)*. Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Gilbert, J. K., Osborne, R. J. dan Fensham, P. J. (1982). Children's science and its consequences for teaching. *Science Education*. 66 (4): 623-633.

- Gilbert, J. K. dan Watts, D. M. (1983). Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*. 10 (1): 61-98.
- Glaser, B. G. dan Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research*. New York: Aldine De Gruyter.
- Greene, P. (2011). *Concept mapping and the science achievement of third grade students*. Walden University: Tesis Doktor Falsafah.
- Haafte, V. V. (2007). Conceptual change and paradigm change: What's the difference? *Theory and Psychology*. 17 (1): 59-85.
- 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.
- 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.
- Helm, H. (1980). Misconception in Physics among South African students. *Physics Education*. 15: 92-97.
- Heng, L. L. (2005). *Penguasaan Kemahiran kerja Amali Di Kalangan Pelajar Tingkatan Empat Sains*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana.
- 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 dibenteng dalam *International Seminar in Science and Mathematics Education* di Universiti Teknologi Malaysia, Skudai pada 5 – 8 September, 2012.
- Heng, L. L., Johari Bin Surif dan Seng, C. H. (2015). Malaysian students' scientific argumentation: Do groups perform better than individuals? *International Journal of Science Education*. 37(3): 505-528. doi.org/10.1080/09500693.2014.995147
- Heng, L. L., Johari Bin Surif dan Seng, C. H. (2014). Individual versus group argumentation: Student's performance in a Malaysian context. *International Education Studies*. 7 (7): 109-124. doi:10.5539/ies.v7n7p109.
- Hewson, P. W. dan Hewson, M. G. (1988). An appropriate conception of teaching science: A view from studies of science learning. *Science Education*. 72(5): 597-614.

- 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 dibentangkan dalam *ICASE 2003 World Conference on Science & Technology Education*. 7-10 April 2003, Penang, Malaysia.
- Hussain Othman dan Berhannudin M. Salleh. (2009). First year students first year PBL experience in a large class. Kertas kerja dibentangkan dalam *2nd International Problem-based Learning Symposium 2009*, Republic Polytechnic, Singapore, 10-12 Jun 2009.
- Ifenthaler, D., Masduki, I. dan Seel, N. M. (2009). The mystery of cognitive structure and how we can detect it: Tracking the development of cognitive structures over time. *Instructional Science*. (2011). 39: 41-61.
- Inagaki, K, Hatano, G. dan Morita, E. (1998). Construction of mathematical knowledge through whole-classdiscussion. *Learning and Instruction*. 8(6): 503–526.
- Inch, E. S., Warnick, B. dan Endres, D. (2006). *Critical thinking and communication: The use of reason in argument*. Boston: Pearson.
- Jaber, L. Z. dan BouJaoude, S. (2012). A macro-micro-symbolic teaching to promote relational understanding of chemical reactions. *International Journal of Science Education*. 34(7): 973–998.
- 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. dan Pereiro-Munoz, C. P. (2005). Argument construction and change while working on a real environment problem. Dlm. K. Boersma, M. Goedhart, O. D. Jong dan H. Eijkelhof. (Eds). *Research and the quality of science education*. Netherland: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., Rodriguez, A., B., dan Duschl, R. A. (2000). "Doing the lesson" or "Doing science": Argument in high school genetics. *Science Education*. 84: 757-792.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. (2007). Designing argumentation learning environments. Dlm. S. Erduran dan M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.). *Argumentation in*

- science education: Perspectives from classroom-based research* (pp.91-116). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Jiménez-Aleixandre, M. P. dan Erduran, S. (2007). Argumentation in science education: An Overview. Dlm. S. Erduran dan M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.), *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 3-28). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Johari Bin Surif (2010). *Kajian Perbandingan Pemikiran Saintifik Pelajar Malaysia Dengan United Kingdom*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Ijazah Doktor Falsafah.
- Johnstone, A.H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of Computer Assisted Learning*. 7(2): 75-83.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of chemistry – Logical or psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. 1(1): 9–15.
- Karplus, R. (1977). Science teaching and the development of reasoning. *Journal of Research in Science Teaching*. 14(2): 169-175.
- 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.
- Kendeou, P. dan Broeck, P. V. (2007). The effects of prior knowledge and text structure on comprehension processes during reading of scientific texts. *Memory and Cognition*. 35(7): 1567.
<http://search.proquest.com/docview/217436665?accountid=4175> Diakses pada 10 Oktober 2012.
- Keys, C. W. (1994). The development of scientific reasoning skills in conjunction with collaborative writing assignments: An interpretive study of six ninth-grade students. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(9): 1003-1022.
- King, A. (1990). Enhancing peer interaction and learning in the classroom through reciprocal questioning. *American Educational Research Journal*. 27(4): 664-687.

- Kozma, R. B., dan Russell, J. (1997). Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. *Journal of Research in Science Teaching*. 34: 949–968.
- Kuhn, D. (1993). Science as argument: Implications for teaching and learning scientific thinking. *Science Education*. 77(3): 319-337.
- Kuhn, D. (1992). Thinking as Argument. *Harvard Educational Review*. 62 (2): 155.
- Kuhn, D. dan Udell, W. (2003). The Development Of Argument Skills. *Child Development*. 74(5): 1245-1260.
- Kuo, C. T. (2009). A Study on organizational innovation's positive effects on the cultivation of young children's reasoning abilities. *International Journal of Organizational Innovation*. 119-142.
- Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR). (2011).
<http://www.moe.gov.my/bpk/v2/index.php> Diakses pada 5 Februari 2012.
- Kurikulum Standard Sekolah Rendah (KSSR) (2014). Dokumen Standard Kurikulum Dan Pentaksiran. Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Lawson, A. E., Alkhoury, S., Benford, R., Clark, B. R. dan Falconer, K. A. (2000). What kinds of scientific concepts exist? Concept construction and intellectual development in college biology. *Journal of Research in Science Teaching*. 37(9): 996-1018.
- 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.
- Lemke, J. (1990). *Talking science: Language, learning, and values*. Norwood: Ablex Pub.
- Lichtman, M. (2010). *Qualitative research in education: A user's guide (2nd Edition)*. Los Angeles: SAGE Publication, Inc.
- Lim, C. H. (2007). *Penyelidikan pendidikan: Pendekatan kuantitatif dan kualitatif*. Shah Alam: McGraw-Hill (Malaysia) Sdn. Bhd.
- Lin, J. W. dan Chiu, M. H. (2007). Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of asid and beses. *International Journal of Science Education*. 29(6): 771-803.
- Lustick, D. (2009). the failure of inquiry: Preparing science teachers with an authentic investigation. *Journal of Science Teacher Education*. 20: 583–604.

- Lustick, D. (2010). The priority of the question: Focus questions for sustained reasoning in science. *Journal of Science Teacher Education*. 21: 495-511.
- Mahathir Mohamad. (1991). *Teks ucapan persidangan pertama Majlis Perniagaan Malaysia di Pusat Dagangan Dunia Putra pada 28 Februari 1991*.
- Maneesriwongul, W dan Dixon, J. K. (2004). Methodological issues in nursing research instrument translation process: A methods review. *Journal of Advanced Nursing*. 48(2): 175–186.
- Marlina Bt Ali (2005) *Tahap penguasaan kemahiran berfikir kritis di kalangan pelajar pendidikan fizik di Universiti Teknologi Malaysia*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana.
- Martin, D. J. (2006). *Elementary science methods: A constructivist approach (Fourth Edition)*. Australia: Thomson Wadsworth.
- Martin, A. M. dan Hand, B. (2009). Factors affecting the implementation of argument in the elementary science classroom: A longitudinal case study. *Research in Science Education*. 39: 17–38.
- 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.
- Mason, L. (2001). Introducing talk and writing for conceptual change: A classroom study. *Learning and Instruction*. 11(2001): 305–329.
- McNeill, K. L. (2009). Teachers' use of curriculum to support students in writing scientific arguments to explain phenomena. *Science Education*. 93(2): 233-268.
- 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. dan Krajcik, J. (2007). Middle school students' use of appropriate and inappropriate evidence in writing scientific explanations.
http://www.umich.edu/~hiceweb/iqwst/Papers/McNeill&Krajcik_CMU.pdf.
Diakses pada 2 Januari 2013.

- 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. (2011). Elementary students' view of explanation, argumentation, and evidence, and their abilities to construct arguments over the school year. *Journal of Research in Science Teaching*. 48(7): 793-823.
- 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.
- Means, M. L. dan Voss, J. F. (1996). Who reasons well? Two studies of informal reasoning among children of different grade, ability, and knowledge levels. *Cognition and Instruction*. 14(2): 139-178.
- Meor Ibrahim Bin Kamaruddin (2001). *Model pembelajaran sains dan matematik*. Skudai, Universiti Teknologi Malaysia. Bahan tidak diterbitkan.
- Meor Ibrahim Bin Kamaruddin, Ambrose, M. S., Heng, L. L. dan Wee, L. C. (2005). Penguasaan istilah kimia dan hubungannya dengan penyelesaian masalah konsep Mol: Satu kajian kes di kalangan pelajar tahun 2 jurusan pendidikan kimia di Fakulti Pendidikan, UTM. Kertas kerja dibentangkan dalam 3rd *International Qualitative Research Convention 2005* di Sofitel Palm Resort, Senaipada 21-23 Ogos, 2005.
- 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.
- Merriam, S. B. (1988). *Case study research in education: A qualitative approach*. California: Josey-Bass Inc.
- Merriam, S. B. (2001). *Qualitative research and case study application in education: Revised and expanded from case study research in education*. San Francisco: Jesse-Bass Publication.
- Mohd. Ali bin Ibrahim dan Shaharom bin Noordin (2003). Comparison in students' achievement between practical work and written examination. *Buletin Persatuan Pendidikan Sains dan Matematik Johor*. 12(1): 14-27.
- 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.

- Mohd Fadzil B. Che Amat (2005). Kesan kaedah pengajaran dan pembelajaran menggunakan paradigma behaviorisme ke atas pencapaian sains sekolah-sekolah kebangsaan di Malaysia: Satu analisis prestasi UPSR separa dekad. *Prosiding Seminar Penyelidikan dan Penilaian MPTAR*, 2005.
- Mohd. Najib Abdul Ghafar (2003). *Rekabentuk tinjauan soal selidik pendidikan*. Skudai: Universiti Teknologi Malaysia.
- Mohd Najib Abdul Ghafar dan Wan Salihin Bin Abdullah (1997). Reducing the paradox in science learning: The scientific way. Kertas kerja dibentangkan dalam *The International Conference on Science Education*. 26 - 30 Mei, 1997. Korea.
- Mohd Nawi Ab Rahman (2000). *Teras penyelidikan*. Serdang: Penerbit Universiti Putra Malaysia.
- Mohd Zam Zam Bin Ahmad dan Ang, B. S. (2014). Kerangka alternatif konsep Keseimbangan Kimia pelajar kolej matrikulasi. *Jurnal Pendidikan Sains dan Matematik Malaysia*. 4 (1), Jun 44-58.
- Mugaloglu, E. dan Saribas, D. (2010). Pre-service science teachers' competence to design an inquiry based lab lesson. *Procedia Social and Behavioral Science* 2: 4255-4259.
- National Science Education Standards* (NRC). (2000).
<http://kbs.msu.edu/images/stories/docs/K12/KBSinsiders/12-37.pdf> Diakses pada 5 Disember 2012.
- 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.
- Nicholas, H. dan Ng, W. (2004). Probing preconceptions to create new concepts while learning science through English. *Proceedings of the Seminar on Best Practices and Innovations in the Teaching and Learning of Science and Mathematics at the Secondary School Level*. 18-22 Julai. Penang, Malaysia, 236-258.

- Ng, K. T. dan Ahmad Ramli. (2003). Incorporating the 5-phase constructivist model in lesson planning using active learning approaches. *The Classroom Teacher*. 8 (1). March 2003.
- Ng, K. T. dan Fong, S. F. (2004). Malaysia: Linking students through project-based learning via information and communication technology integration: Exemplary programme with best practices. *Proceedings of the Seminar on Best Practices and Innovations in the Teaching and Learning of Science and Mathematics at the Secondary School Level*. 18-22 Julai. Penang, Malaysia, 277-304.
- Noor Dayana Abd Halim, Mohd Bilal Ali dan Juhazren Junaidi (2011). Reka bentuk laman web berasaskan pendekatan inkuiri penemuan bagi tajuk asid dan bes tingkatan empat. *Jurnal Teknologi Pendidikan Malaysia*. 1(2). Jun 2011.
- Noraini Idris (2010). *Penyelidikan dalam pendidikan*. Shah Alam: McGraw-Hill (Malaysia) Sdn. Bhd.
- Nurul Aini Md Desa, Zaidatun Tasir dan Nurbiha A. Shukor (2009). Development of Inquiry-based learning website for enhancing scientific reasoning skill. Kertas kerja dibenteng dalam *Education Postgraduate Research Seminar* bertempat di Universiti Teknologi Malaysia, Johor pada 18-19 November, 2009.
- 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.
- Nussbaum, E. M., Sinatra, G. M. dan Poliquin, A. (2008). Role of epistemic beliefs and scientific argumentation in science learning. *International Journal of Science Education*. 15(15): 1977-1999.
- Nussbaum, J. dan Novick, S. (1981). Brainstoming in the classroom to invent a model: A case study. *School Science Review*. 62 (221): 771-778.
- Nurzatulshima Kamarudin, Lilia Halim, Kamisah Osman dan Subahan Mohd Meerah (2009). Pengurusan penglibatan pelajar dalam amali sains. *Jurnal Pendidikan Malaysia*. 34(1): 205-217.
- Olander, C. dan Ingerman, A. (2011). Towards an inter-language of talking science: exploring students' argumentation in relation to authentic language. *Journal of Biological Education*. 45(3): September 2011.

- Ong, E. T. dan Yeam, K. P. (2003). Pengajaran sains berteraskan pandangan konstruktivis terhadap pembelajaran. *The Classroom Teacher*. 8 (1). March 2003.
- 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.
- Osborne, J. F. (2010a). An argument for arguments in science classes. *Phi Delta Kappan*. 91(4): 62-65.
- Osborne, J. (2010b). Arguing to learn in science: The role of collaborative, critical discourse. *Science*. 328(5977): 463-466.
- Osborne, J. (2005). The role of argument in science education. Dlm. K. Boersma, M. Goedhart, O. D. Jong dan H. Eijkelhof. (Eds). *Research and the quality of science education*. Netherland: Springer.
- Osborne, J. (2001). Promoting argument in the science classroom: A rhetorical perspective. *Journal of Science, Mathematics and Technology Education*. 1(3): 271-290.
- Osborne, R. J. dan Wittrock, M. C. (1983). Learning science: A generative process. *Science Education*. 67(4): 489-508.
- Osborne, J., Simon, S., Christodoulou, A., Howell-Richardson, C. dan Richardson, K. (2013). Learning to argue: A study of four schools and their attempt to develop the use of argumentation as a common instructional practice and its impact on students. *Journal of Research in Science Teaching*. 50(3): 315-347.
- Othman Lebar (2009). *Penyelidikan kualitatif: Pengenalan kepada teori dan metod*. Tanjung Malim: Universiti Pendidikan Sultan Idris.
- Ozmen, H. dan Yildirim, N. (2005). Effect of work sheets on student's success: Acids and bases sample. *Journal of Turkish Science Education*. 2(2): November 2005.
- Ozmen, H., Demircioglu, H. dan Demircioglu, G. (2009). The effects of conceptual change texts accompanied with animations on overcoming 11th grade students' alternative conceptions of chemical bonding. *Computers and Education*. 52.
- Palincsar, A. S., Anderson, C. dan David, Y. M. (1993). Pursuing scientific literacy in the middle grades through collaborative problem solving. *The Elementary School Journal*. 93(5): 643-658.

- Palmer, D. (1993). How consistently do students use their alternative conceptions? *Research in Science Education*. 23:228-235.
- Palmer, D. H. (1999). Exploring the link between students' scientific and nonscientific conceptions. *Science Education*. 83(6): 639-653.
- Patton, M. Q. (1990). *Qualitative evaluation and research methods* (2nd Ed.). California: SAGE Publications.
- Pegg, J. M. (2006). *Developing explanations: Student reasoning about science concepts during claims-evidence inquiry lessons*. Oregon State University: Tesis Doktor Falsafah.
- 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.
- Posner, G. J., Strike, K. A., Hewson, P. W. dan Gertzog, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science Education*. 66: 221-227.
- Pozo, R. M. D. (2001). Prospective teachers' ideas about the relationships between concepts describing the composition of matter. *International Journal of Science Education*. 23(4): 353- 371.
- Pusat Perkembangan Kurikulum (PPK) (2001). *Kemahiran berfikir dalam pengajaran dan pembelajaran*. Kuala Lumpur: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Pusat Perkembangan Kurikulum (PPK) (2001). *Sukatan Pelajaran Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah Kimia Tingkatan Empat*. Kuala Lumpur: Kementerian Pendidikan Malaysia.
- Ragbir Kaur, J. S. (2010). *Panduan ilmu pendidikan komprehensif untuk KPLI (Sekolah rendah)*. Kuala Lumpur: Kumpulan Budiman Sdn. Bhd.
- Rahimah Abdul Aziz (2004). Rethinking development: Theory, concept and practice. *Akademika*. 64: 9-14.
- Ritchie, S. M. dan Tobin, K. (2001). Actions and discourses for transformative understanding in a middle school science class. *International Journal of Science Education*. 23(3): 283-299.
- Rivard, L. P. (2004). Are language-based activities in science effective for all students, including low achievers? *Science Education*. 88(3): 420-442.

- Ross, B. dan Munby, H. (1991). Concept mapping and misconceptions: A study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*. 13(1): 11-23.
- Ross, D., Fisher, D. dan Frey, N. (2009). The art of argumentation: Fourth grades practice with language frames to learn the process of argumentation in inquiry-based instruction. *Science and Children*. November: 28-31.
- 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 Zeidler, 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.
- Saglam, M. (2010). Students' performance awareness, motivational orientations and learning strategies in a problem-based electromagnetism course. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 11, Article 16.
- Sampson, V. dan Blanchard, M. R. (2012). Science teachers and scientific argumentation: Trends in views and practice. *Journal of Research in Science Teaching*. 49(9): 1122-1148.
- Sampson, V. dan Clark, D. B. (2008). Assessment of the ways students generate arguments in science education: Current perspectives and recommendations for future directions. *Science Education*. 92(3): 447-472.
- Sampson, C., Enderie, P. dan Grooms, J. (2013). Argumentation in science education: Helping students understand the nature of scientific argumentation so they can meet the new science standards. *The Science Teacher*. (Summer 2013): 31-33.
- 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. (2003). Conceptual and epistemic aspects of students' scientific explanations. *The Journal of the Learning Science*. 12 (1): 5-51.

- 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.
- 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.
- Sarimah Binti Kamrin dan Shaharom Bin Noordin. (2008). Tahap penguasaan kemahiran berfikir kritis pelajar sains tingkatan empat di daerah Kulai merentas etnik. Kertas kerja dibentangkan dalam *Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains dan Matematik* pada 11-12 Oktober, 2008.
- Schauble, L., Klopfer, L. E. dan Raghavan, K. (1991). Students' transition from an engineering model to a science model of experimentation. *Journal of Research in Science Teaching*. 28: 859-882.
- Schen, M. S. (2007). *Scientific reasoning skills development in the introductory biology courses for undergraduates*. The Ohio State University: Tesis Doktor Falsafah.
- 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.
- Seel, N. M. (1999). Educational diagnosis of mental models: Assessment problems and technology-based solution. *Journal of structural Learning and Intelligent Systems*. 14(2): 153-185.
- 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.
- Shavelson, R. J. (1972). Some aspects of the correspondence between content structure and cognitive structure in Physics education. *Journal of Educational Psychology*. 63(3): 225-234.
- Sia, D. T., Treagust, D. F., dan Chandrasegaran, L. (2012). High school students' proficiency and confidence levels in displaying their understanding of basic

- electrolysis concepts. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 10: 1325-1345.
- 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.
- Sirhan, G. (2007). Learning difficulties in chemistry: An overview. *Journal of Turkish Science Education*, 4(2).
- Smith, K. J. dan Metz, P. A. (1996). Evaluating student understanding of solution chemistry through microscopic representations. *Journal of Chemical Education*. 73(3): 233–235.
- Smith, E. L., Blakeslee, T. D. dan Anderson, C. W. (1993). Teaching strategies associated with conceptual change learning in science. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(2): 111-126.
- Snir, J., Amith, C. L. dan Raz, G. (2003). Linking phenomena with competing underlying models: A software tool for introducing students to the particulate model. *Science Education*. 87: 784-830.
- Strauss, A. dan Corbin, J. (1998). *Basic of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*. 33(2): 179-195.
- Tan, C. T. (2007). *Kefahaman dan pengaplikasian konsep asid-bes dalam kehidupan harian di kalangan pelajar tingkatan empat sains Johor Bahru*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Sarjana.
- 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.
- Tay, C. S. (2010). *Amalan konstruktivis guru sains sekolah rendah melalui interaksi verbal bilik darjah*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Doktor Falsafah.
- Tay C. S. dan Mohammad Yusof Arshad (2008). Interaksi verbal pengajaran dan pembelajaran sains sekolah rendah. Kertas kerja dibentangkan dalam *Seminar Kebangsaan Pendidikan Sains dan Matematik* pada 11 – 12 Oktober 2008.

- Tekkaya, C. (2003). Remediating high school students' misconceptions concerning diffusion and osmosis through concept mapping and conceptual change text. *Research in Science and Technological Education*. 21(1): 5-16.
- Tilgner, P. J. (1990). Avoiding science in the elementary school, *Science Education*. 74(4): 421 - 431.
- Toulmin, S., Rieke, R. dan Janik, A. (1979). *An introduction to reasoning*. New York: Macmillan Publishing Co., Inc.
- Tsai, C. C. (1999). Overcoming junior high school students' misconceptions about microscopic views of phase change: A study of an analogy activity. *Journal of Science Education and Technology*. 8(1): 83–91.
- Tsapralis, G., Kolioulis, D., dan Pappa, E. (2010). Lower-secondary introductory chemistry course: A novel approach based on science-education theories with emphasis on the macroscopic approach, and the delayed meaningful teaching of the concepts of molecule and atom. *Chemistry Education Research and Practice*. 11(2): 107-117.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. dan Mamiala, T. L. (2003). The role of submicroscopic and symbolic representations in chemical explanations. *International Journal of Science Education*. 25(11): 1353–1368.
- Tuysuz, M., Ekiz, B., Bktas, O. Uzuntiryaki, E., Tarkin, A dan Kutucu, E. S. (2011). Pre-service chemistry teachers' understanding of phase changes and dissolution at macroscopic, symbolic and microscopic levels. *Procedia Social and Behavioral Science*. 15: 452-455.
- Van Boxtel, C., Van der Linden, J., dan Kanselaar, G. (2000). Collaborative learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge. *Learning and Instruction*. 10(4): 311-330. doi: [http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00002-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00002-5)
- Venville, G. J. dan Dawson, V. M. (2010). The impact of a classroom intervention on grade 10 students' argumentation skills, informal reasoning, and conceptual understanding of science. *Journal of Research in Science Teaching*. 47(8): 952-977.
- von Aufschnaiter, C., Erduran, S., Osborne, J., dan Simon, S. (2008). Arguing to learn and learning to argue: Case studies of how students' argumentation relates to their scientific knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*. 45 (1): 101-131.

- von Glasersfeld, E. (2006). A constructivist approach to experiential foundations of mathematical concept revisited. *Constructivist Foundations*. 1(2): 61-72.
- Vosniadou, S. (1994). Capturing and modeling the process of conceptual change. *Learning and Instruction*. 4: 45-69.
- Vosniadou, S. (2007). Conceptual change and education. *Human Development*. 50: 47-54.
- Voss, J. F. dan Means, M. L. (1991). Learning to reason via instruction in argumentation. *Learning and Instruction*. 1: 337-350.
- 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.
- Webb, N. M. (1985). Verbal interaction and learning in peer-directed groups. *Theory into Practice*. 24 (1): 32-39.
- Windschitl, M. dan Buttemer, H. (2000). What should the inquiry experience be for the learner? *American Biology Teacher*. 62(5): 346-350.
- Winer, G. A., Cottrell, J. E., Gregg, V., Fournier, J. S., dan Bica, L. A. (2002). Fundamentally misunderstanding visual perception: Adults' belief in visual emissions. *American Psychologist*. 57: 417-424.
- Winnie, S. S. L dan Mohammad Yusof Arshad (2014). Teacher's questions in laboratory and theory chemistry lessons. *Jurnal Teknologi (Social Sciences)*. 66(1): 45-51.
- Wu, H. K. (2003). Linking the microscopic view of chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*. 87: 868-891.
- Wu, Y. T. dan Tsai, C. C. (2007). High school students' informal reasoning on a socio-scientific issue: Qualitative and quantitative analyses. *International Journal of Science Education*. 29(9): 1163-1187.
- Yager, R. E. (1988). Science teaching needs more questions, fewer answers. *The Education Digest*. 53(8): 26-27.
- Yalcinoglu, P. (2007). *Evolution as represented through argumentation: A qualitative study on reasoning and argumentation in high school biology teaching practices*. The Ohio State University: Tesis Doktor Falsafah.
- Yerrick, R. (2000). Lower track science students' argumentation and open inquiry instruction. *Journal of Research in Science Teaching*. 37(8): 807-838.

- Yore, L. D., dan Treagust, D. F. (2006). Current realities and future possibilities: Language and science literacy-empowering research and informing instruction. *International Journal of Science Education*. 28: 291-314.
- Zeidler, D. L. (1997). The central role of fallacious thinking in science education. *Science Education*. 81(4): 483-496.
- Zemal-Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*. 93(4): 687-719.
- Zemal-Saul, C., Munford, D., Crawford, B., Friedrichsen, P. dan Land, S. (2002). Scaffolding pre-service science teachers' evidence-based arguments during an investigation of natural selection. *Research in Science Education*. 32: 437-463.
- Zhou, G. (2010). Conceptual change in science: A process of argumentation. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 6(2): 101-110.
- 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.
- Zohar, A. (2007). Science teacher education and professional development in argumentation. Dlm. S. Erduran dan M. P. Jiménez-Aleixandre (Eds.). *Argumentation in science education: Perspectives from classroom-based research* (pp. 245-268). Dordrecht, the Netherlands: Springer.
- Zurida Haji Ismail dan Nordin Abdul Razak (2003). Pengajaran dan pembelajaran sains dari perspektif konstruktivisme. *The Classroom Teacher*. 8 (1). March 2003.
- Zwiep, S. G. (2008). Elementary teachers' understanding of students' science misconceptions: Implications for practice and teacher education. *Journal of Science Teacher Education*. 19(5): 437.