

KERANGKA PEMIKIRAN IMAGINASI SAINTIFIK PELAJAR PADA ARAS
SUBMIKROSKOPIK

NURDIANA BINTI ABDULLAH

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

Fakulti Pendidikan
Universiti Teknologi Malaysia

FEBRUARI 2016

Buat suami tercinta,
Buat bonda tersayang,
serta adik beradik yang dikasihi,

Terima kasih atas segala doa, pengorbanan, limpahan kasih sayang dan keikhlasan
yang tiada hujungnya

PENGHARGAAN

Dengan nama Allah Yang Maha Pemurah lagi Maha Penyayang. Segala pujian itu hanya milik Allah SWT yang mentadbir seluruh alam. Selawat dan salam buat junjungan besar Nabi Muhammad S. A. W., keluarga serta seluruh sahabat baginda. Syukur Alhamdulillah, dengan limpah kurnia, hidayah dan kasih sayangNYA kajian doktor falsafah ini dapat disiapkan dan disempurnakan.

Sehubungan itu, saya mengambil kesempatan ini untuk merakamkan lautan penghargaan dan terima kasih kepada semua pihak yang terlibat dalam menjayakan kajian ini sama ada secara langsung atau tidak langsung khususnya buat penyelia, Dr. Johari bin Surif yang sentiasa memberi inspirasi, motivasi, bantuan, cadangan, galakan serta teguran yang membina dalam menjayakan kajian ini. Sekalung budi dan penghargaan juga ditujukan kepada para pensyarah di Universiti Teknologi Malaysia, Skudai khususnya Prof. Madya Aziz bin Nordin, Prof. Madya Dr. Mohammad Yusof bin Arshad dan Dr. Kamarul Azmi bin Jasmi serta rakan-rakan seperjuangan di Institut Pendidikan Guru Kampus Temenggong Ibrahim, Johor khususnya Dr. Rosly bin Kayar, Dr. Mazlan bin Aris dan Dr. Yazid bin Abdul Manap yang turut memberi tunjuk ajar, bimbingan, idea dan bantuan dalam memantapkan lagi hasil kajian ini.

Selain itu, jutaan terima kasih juga diucapkan kepada UTM dan Kementerian Pendidikan Malaysia yang memberi saya peluang untuk menimba pengetahuan dan pengalaman yang sangat berharga ini. Seterusnya ucapan terima kasih ini juga ditujukan kepada Institut Pendidikan Guru Malaysia dan Jabatan Pelajaran Negeri yang memberi kebenaran untuk menjalankan kajian ini di institut pendidikan guru dan sekolah yang terlibat. Begitu juga buat para responden kajian iaitu pelajar

institus pendidikan guru dan pelajar sekolah yang terlibat sama ada dalam soal selidik atau temu bual, terima kasih kerana membantu dan memberi kerjasama dengan baik.

Akhir sekali, ucapan terima kasih ini dirakamkan khusus buat suami tercinta, Mohammad Zahari Sukimi bin Mat Zaid yang sentiasa bersama ketika senang dan susah, memberi kekuatan dan inspirasi setiap tika dan waktu dalam menjalani dan menyiapkan pengajian ini. Buat bonda yang dikasihi, Che Semah binti Jusoh terima kasih kerana sentiasa memahami dan mengirim doa tanpa mengira masa. Tidak lupa juga yang sentiasa memahami dan memberi kegembiraan, adik beradikku, terima kasih kalian. Akhir kata, semoga Allah memberkati dan merestui segala usaha dan pengorbanan ini. *Amin Ya Rab al-'Alamin.*

ABSTRAK

Kajian ini bertujuan untuk mengkaji kefahaman konsep, imaginasi dan skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik. Kajian kualitatif menggunakan rekabentuk deskriptif dijalankan terhadap 508 orang pelajar sekolah menengah dan institut pendidikan guru yang dipilih secara persampelan bertujuan berstrata untuk menjawab Set Ujian Kefahaman Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik. Daripada jumlah tersebut, lima belas orang pelajar dipilih secara persampelan bertujuan kriteria untuk proses temu bual *guided imagery* melalui Inventori Protokol Temu Bual *Guided Imagery*. Data dianalisis dengan menggunakan strategi analisis *grounded theory* dan ditriangulasikan untuk memeriksa kesahan dan kebolehpercayaan. Dapatan kajian menunjukkan kefahaman pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik adalah sederhana dan terbahagi kepada konsep saintifik dan kerangka alternatif. Imaginasi pelajar juga terbahagi kepada imaginasi saintifik dan imaginasi dengan kerangka alternatif. Dapatan kajian turut menunjukkan skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar terdiri daripada sepuluh proses iaitu memasuki dunia imaginasi, mengecilkan diri dalam dunia imaginasi, memerhati dunia imaginasi, mencipta watak-watak imaginasi, memperincikan interaksi dinamik watak-watak imaginasi, mengandaikan imaginasi berdasarkan konsep-konsep saintifik, meramalkan imaginasi yang berikutnya, membuat perkaitan semasa berimaginasi, menjadikan imaginasi seperti perjalanan cerita dan memodelkan dunia imaginasi. Kajian ini turut mencadangkan Kerangka Pemikiran Imaginasi Saintifik untuk membantu guru dan pelajar meningkatkan proses pengajaran dan pembelajaran subjek kimia dengan lebih berkesan.

ABSTRACT

This study aims at addressing students' conceptual understanding, imagination and scientific imagination thinking schematic development towards matter concept at a submicroscopic level. A qualitative study using descriptive design was implemented on 508 secondary school and teacher training institute students selected based on stratified purposive sampling for answering the Matter Concept Understanding Test Set at the Submicroscopic Level. From the total number of students, fifteen were selected based on criteria purposive sampling to conduct the process of guided imagery interview using Guided Imagery Interview Protocol Inventory. The data were analysed using grounded theory analysis strategy and triangulated to check the validity and reliability. The findings showed that the students' matter concept understanding at the submicroscopic level was moderat and divided into scientific concept and alternative framework. Students' imagination was also divided into scientific imagination and imagination with an alternative framework. The findings of this study also showed that the students' scientific imagination thinking schematics consisted of ten processes namely entering the imagination world, attenuating in the imagination world, observing the imagination world, creating imagination characters, specifying the dynamic interaction among the imagination characters, assuming the imagination based on scientific concepts, predicting the subsequent imagination, making a relationship while having an imagination, making the imagination as a storyline, and modelling the imagination world. This study also suggests a Scientific Imagination Thinking Framework to help teachers and students to enhance their teaching and learning of chemistry to be more effective.

KANDUNGAN

BAB	TAJUK	MUKA SURAT
	PENGAKUAN	ii
	DEDIKASI	iii
	PENGHARGAAN	iv
	ABSTRAK	vi
	ABSTRACT	vii
	KANDUNGAN	viii
	SENARAI JADUAL	xv
	SENARAI RAJAH	xvi
	SENARAI SIMBOL/SINGKATAN	xix
	SENARAI LAMPIRAN	xx
1	PENDAHULUAN	1
	1.1 Pengenalan	1
	1.2 Latar Belakang Masalah	2
	1.2.1 Kesukaran Pelajar Menguasai Subjek Kimia yang Abstrak	3
	1.2.2 Kelemahan Pencapaian Subjek Kimia dalam kalangan Pelajar	4
	1.2.3 Kewujudan Kerangka Alternatif dalam Pengkonsepan Kimia Pelajar	5

1.2.4	Kesukaran Menguasai Aras Submikroskopik dalam Pengkonsepan Kimia Pelajar	7
1.2.5	Kurang Penekanan terhadap Imaginasi dalam Pembelajaran Kimia	9
1.2.6	Keperluan Kepada Membina Skema Pemikiran Imaginasi Sainifik	11
1.3	Pernyataan Masalah	12
1.4	Objektif Kajian	14
1.5	Persoalan Kajian	14
1.6	Kerangka Konsep Kajian	15
1.7	Kerangka Teori Kajian	19
1.8	Kepentingan dan Rasional Kajian	22
1.9	Skop dan Batasan Kajian	23
1.10	Definisi Operasional	25
1.11	Organisasi Penulisan Tesis	29
1.12	Penutup	30
2	SOROTAN KAJIAN	32
2.1	Pengenalan	32
2.2	Pemikiran Pelbagai Aras	33
2.3	Aras Submikroskopik dalam Kimia	34
2.3.1	Kepentingan Aras Submikroskopik terhadap Konsep Jirim	35
2.3.2	Kesukaran Aras Submikroskopik terhadap Konsep Jirim	36
2.3.3	Faktor-Faktor Kesukaran Aras Submikroskopik terhadap Konsep Jirim	38

2.4	Kerangka Alternatif terhadap Pengkonsepan Jirim pada Aras Submikroskopik	41
2.5	Aras Submikroskopik dan Imaginasi dalam Kimia	48
2.6	Definisi dan Konsep Imaginasi	50
2.7	Kepentingan dan Peranan Imaginasi dalam Pendidikan	54
2.8	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Imaginasi	56
2.9	Imaginasi dalam Pendidikan Sains dan Kimia	60
2.10	Model-Model Imaginasi	65
	2.10.1 Model <i>Imagination-Mediated</i> Pelajar Sains (2013)	65
	2.10.2 Model “ <i>Special Emphasis on Imagination Leading to Creation</i> ” (2009)	66
	2.10.3 Model Kerangka Mazur (2003)	67
	2.10.4 Model Imaginasi Kreatif Vygotsky (1934)	68
2.11	Penutup	70
3	METODOLOGI KAJIAN	72
3.1	Pengenalan	72
3.2	Reka Bentuk Kajian	73
3.3	Pembangunan Instrumen Kajian dan Pengumpulan Data	77
	3.3.1 Set Ujian Kefahaman Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik	78
	3.3.2 Temu Bual	88
	3.3.3 Analisis Dokumen	98
3.4	Penganalisan Data Kajian Menggunakan Strategi Analisis <i>Grounded Theory</i>	99
3.5	Triangulasi Pelbagai Data	107
3.6	Cadangan Kerangka Pemikiran Imaginasi Saintifik	109

3.7	Etika Kajian	109
3.8	Penutup	110
4	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN: KEFAHAMAN PELAJAR TERHADAP KONSEP JIRIM PADA ARAS SUBMIKROSKOPIK	112
4.1	Pengenalan	112
4.2	Kefahaman Pelajar terhadap Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik	113
4.2.1	Konsep Saintifik dan Kerangka Alternatif	117
4.2.2	Cenderung kepada Teori Zarah Jirim	119
4.2.3	Kerangka Alternatif Pelajar terhadap Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik	125
4.3	Rumusan	154
4.4	Penutup	155
5	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN: IMAGINASI PELAJAR TERHADAP KEFAHAMAN KONSEP JIRIM PADA ARAS SUBMIKROSKOPIK	156
5.1	Pengenalan	156
5.2	Imaginasi Pelajar terhadap Kefahaman Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik	157
5.2.1	Imaginasi Saintifik dan Imaginasi dengan Kerangka Alternatif	159
5.2.2	Tahap Sederhana	160
5.2.3	Imaginasi Lazim, Imaginasi Animasi dan Imaginasi Kehidupan	161

5.2.4	Imaginasi Makro dan Imaginasi Mikro	194
5.3	Penutup	213
6	KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN: SKEMA PEMIKIRAN IMAGINASI SAINTIFIK PELAJAR TERHADAP KONSEP JIRIM PADA ARAS SUBMIKROSKOPIK	214
6.1	Pengenalan	214
6.2	Skema Pemikiran Imaginasi Saintifik Pelajar terhadap Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik	215
6.2.1	Memasuki Dunia Imaginasi	215
6.2.2	Mengecilkan Diri dalam Dunia Imaginasi	218
6.2.3	Memerhati Dunia Imaginasi	219
6.2.4	Mencipta Watak-Watak Imaginasi	220
6.2.5	Memperincikan Interaksi Dinamik Watak-Watak Imaginasi	221
6.2.6	Mengandaikan Imaginasi Berdasarkan Konsep- Konsep Saintifik	222
6.2.7	Meramalkan Imaginasi yang Berikutnya	224
6.2.8	Membuat Perkaitan Semasa Berimaginasi	225
6.2.9	Menjadikan Imaginasi Seperti Perjalanan Cerita	226
6.2.10	Memodelkan Dunia Imaginasi	227
6.3	Contoh Skema Pemikiran Imaginasi Saintifik Pelajar terhadap Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik	229
6.3.1	Pelajar P2SK1	229
6.3.2	Pelajar GP4M1	237

6.3.3	Pelajar GP2M2	245
6.3.4	Pelajar GP1M1	249
6.4	Penutup	254
7	RUMUSAN, IMPLIKASI DAN CADANGAN	257
7.1	Pengenalan	257
7.2	Rumusan	258
7.2.1	Bagaimanakah Kefahaman Pelajar terhadap Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik?	258
7.2.2	Bagaimanakah Imaginasi pelajar terhadap Kefahaman Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik?	259
7.2.3	Bagaimanakah Skema Pemikiran Imaginasi Saintifik Pelajar terhadap Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik?	259
7.2.4	Bagaimanakah Kerangka Pemikiran Imaginasi Saintifik Pelajar?	261
7.3	Implikasi Kajian	270
7.3.1	Implikasi dari Aspek Pengajaran dan Pembelajaran	271
7.3.2	Implikasi dari Aspek Kurikulum	276
7.3.3	Implikasi dari Aspek Pentaksiran	279
7.3.4	Implikasi dari Aspek Buku Teks	280

7.4	Cadangan Kajian Lanjutan	281
7.4.1	Membangun dan Membandingkan Model Pengajaran dan Pembelajaran Sains Berdasarkan Skema Pemikiran Imajinasi Saintifik	282
7.4.2	Memperluaskan Skop Kajian dengan Melibatkan Perbezaan Responden, Metodologi dan Domain Kajian	283
7.5	Penutup	286
	RUJUKAN	287
	Lampiran A-L	310-348

SENARAI JADUAL

NO. JADUAL	TAJUK	MUKA SURAT
3.1	Objektif item	82
3.2	Taburan responden dalam SUKKJPAS	84
3.3	Taburan responden dalam temu bual <i>guided imagery</i>	93
3.4	Indikator tahap persetujuan Cohen Kappa	98
3.5	Sebahagian contoh pengkodan membuka	100
3.6	Sebahagian contoh pengkodan berpaksi data ujian	102
3.7	Sebahagian contoh pengkodan berpaksi data temu bual	103
3.8	Sebahagian contoh pengkodan berpaksi data analisis dokumen	104
4.1	Rumusan pengkonsepan saintifik pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik mengikut item	114
4.2	Pengkonsepan pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik dari aspek penerangan	115
4.3	Pengkonsepan pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik dari aspek lukisan	116
5.1	Imaginasi pelajar terhadap kefahaman konsep jirim pada aras submikroskopik	158
5.2	Imej imaginasi lazim pelajar	163
5.3	Imej imaginasi animasi pelajar	175
5.4	Imej imaginasi kehidupan pelajar	183
5.5	Imej imaginasi makro pelajar	195
5.6	Imej imaginasi mikro pelajar	203
6.1	Skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar	216

SENARAI RAJAH

NO. RAJAH	TAJUK	MUKA SURAT
1.1	Kerangka konsep kajian	18
2.1	Kelalang tertutup selepas sebahagian udara dikeluarkan	46
3.1	Reka bentuk kajian	76
3.2	Sebahagian contoh tema pengkodan terpilih membentuk sub-model tentatif	106
4.1	Konsep saintifik dan kerangka alternatif pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik	117
4.2	Konsep saintifik pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik dari aspek penerangan	119
4.3	Kategori kerangka alternatif pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik dari aspek penerangan dan lukisan	126
4.4	Lukisan saintifik yang mewakili konsep kondensasi	137
4.5	Lukisan pelajar yang mewakili kerangka alternatif terhadap konsep kondensasi	138
4.6	Lukisan yang mewakili kerangka alternatif pelajar terhadap konsep jarak antara zarah-zarah	139
4.7	Lukisan yang mewakili kerangka alternatif pelajar terhadap jarak antara zarah cecair	140
4.8	Lukisan yang mewakili kerangka alternatif pelajar terhadap istilah entiti zarah	140

4.9	Lukisan pelajar yang mewakili kerangka alternatif terhadap aras submikroskopik: wap/titisan air di dalam dan luar kelalang	142
4.10	Lukisan pelajar yang mewakili kerangka alternatif terhadap aras makroskopik: fenomena <i>Raisin Cake Model</i>	150
5.1	Rumusan imaginasi saintifik dan imaginasi dengan kerangka alternatif	159
5.2	Lukisan pelajar untuk imaginasi bentuk gas hidrogen	164
5.3	Lukisan pelajar untuk imaginasi ikatan gas hidrogen	166
5.4	Lukisan pelajar untuk imaginasi bentuk elektron hidrogen	168
5.5	Lukisan pelajar untuk imaginasi gerakan elektron hidrogen	169
5.6	Lukisan pelajar untuk imaginasi keadaan perlanggaran molekul hidrogen	171
5.7	Lukisan pelajar untuk imaginasi gabungan molekul air	173
5.8	Lukisan pelajar untuk imaginasi gerakan elektron mengikut orbit	178
5.9	Lukisan pelajar untuk imaginasi gabungan molekul air	181
5.10	Lukisan pelajar untuk imaginasi bentuk gas hidrogen	184
5.11	Lukisan pelajar untuk imaginasi bentuk elektron hidrogen	187
5.12	Lukisan pelajar untuk imaginasi gerakan elektron	188
5.13	Lukisan pelajar untuk imaginasi perlanggaran molekul hidrogen	190
5.14	Lukisan pelajar untuk imaginasi keadaan molekul oksigen semasa pembentukan molekul air	192
5.15	Lukisan pelajar untuk imaginasi makro bentuk gas hidrogen	196
5.16	Lukisan pelajar untuk imaginasi mikro bentuk gas hidrogen	204
5.17	Lukisan pelajar untuk imaginasi mikro ikatan molekul hidrogen	207
5.18	Lukisan pelajar untuk imaginasi mikro gerakan elektron	

	hidrogen	209
6.1	Skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar	230
6.2	Skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar P2SK1	236
6.3	Imaginasi saiz dan kedudukan pelajar semasa tindak balas berlaku	235
6.4	Imaginasi kenderaan istimewa pelajar	239
6.5	Imaginasi saiz dan kedudukan pelajar semasa tindak balas berlaku	240
6.6	Skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar GP4M1	246
6.7	Imaginasi kenderaan istimewa yang membawa pelajar memasuki dunia imaginasi	247
6.8	Imaginasi saiz dan kedudukan pelajar selaku pemerhati semasa berada dalam dunia imaginasi	248
6.9	Skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar GP2M2	250
6.10	Imaginasi kenderaan istimewa pelajar	251
6.11	Imaginasi kedudukan pelajar sebagai pemerhati	252
6.12	Skema pemikiran imaginasi pelajar GP1M1	255
7.1	Sub-Kerangka Penguasaan Konsep Sains pada Aras Submikroskopik	262
7.2	Sub-Kerangka Penjanaan Imaginasi Saintifik	265
7.3	Sub-Kerangka Pemikiran Imaginasi Saintifik pada Aras Submikroskopik	266
7.4	Kerangka Pemikiran Imaginasi Saintifik	268

SENARAI SIMBOL/SINGKATAN

KPM	-	Kementerian Pelajaran Malaysia
JPNJ	-	Jabatan Pelajaran Negeri Johor
SPM	-	Sijil Pelajaran Malaysia
STPM	-	Sijil Tinggi Pelajaran Malaysia
SUKKJPAS	-	Set Ujian Kefahaman Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik
SPKSAS	-	Sub-Kerangka Penguasaan Konsep Sains pada Aras Submikroskopik
SPIS	-	Sub-Kerangka Penjanaan Imajinasi Saintifik
SPISAS	-	Sub-Kerangka Pemikiran Imajinasi Saintifik pada Aras Submikroskopik
KPIS	-	Kerangka Pemikiran Imajinasi Saintifik
TIMSS	-	<i>Trends in International Mathematics and Science Study</i>
PISA	-	<i>Programme for International Student Assessment</i>
IChO	-	<i>International Chemistry Olympiad</i>

SENARAI LAMPIRAN

LAMPIRAN	TAJUK	MUKA SURAT
A	Set Ujian Kefahaman Konsep Jirim pada Aras Submikroskopik	310
B	Inventori Protokol Temu Bual <i>Guided Imagery</i>	325
C	Contoh Transkrip Temu Bual <i>Guided Imagery</i>	330
D	Borang Pengesahan Instrumen Kajian	343
E	Borang Pengesahan Pakar terhadap Aktiviti <i>Guided Imagery</i>	345
F	Borang Pengesahan Pakar terhadap Protokol Temu Bual <i>Guided Imagery</i>	347
G	Borang Pengakuan Penglibatan Responden Kajian	349
H	Pengesahan Penterjemaham Instrumen	350
I	Borang Pengesahan Pakar terhadap Tema	352
J	Protokol Aktiviti <i>Guided Imagery</i>	365
K	Contoh Lukisan Pelajar	368
L	Surat Kebenaran Daripada KPM	369
M	Surat Kebenaran Daripada JPNI	370

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Pendidikan ialah penyumbang utama kepada pembangunan modal sosial dan ekonomi negara. Pendidikan juga merupakan pencetus kreativiti dan penjana inovasi yang melengkapkan generasi muda dengan kemahiran yang diperlukan untuk bersaing dalam pasaran kerja dan menjadi pengupaya perkembangan ekonomi keseluruhannya. Sehubungan dengan itu, Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM) mengambil inisiatif menyediakan satu sistem pendidikan negara yang berkualiti melalui Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia 2013-2025 (PMO, 2012). Melalui pelan ini, semangat Falsafah Pendidikan Kebangsaan yang merencanakan pendidikan seimbang sebagai asas mencapai aspirasi pelajar diperlihatkan dalam enam ciri. Keenam-enam ciri tersebut bukan sahaja menekankan kepentingan pengetahuan tetapi juga pembangunan kemahiran pemikiran kritis, kreatif dan inovatif; kemahiran memimpin; kemahiran dwibahasa; etika dan kerohanian serta identiti nasional. Penekanan terhadap pembangunan pemikiran kritis, kreatif dan inovatif ini sejajar dengan kurikulum sains di Malaysia yang digubal bagi mewujudkan masyarakat yang saintifik dan progresif serta berilmu (KPM), 2001). Ini bermakna melalui pendidikan sains, KPM berhasrat untuk membentuk masyarakat Malaysia yang kritis, kreatif dan berketrampilan dengan mengamalkan budaya sains dan teknologi. Oleh

yang demikian, pendidikan sains sangat menitik beratkan pemikiran kreatif dan inovatif dalam kalangan pelajar kerana pemikiran ini berupaya mengghairahkan perasaan ‘ingin tahu’, ‘mencerap’ fenomena alam tabii, ‘menganalisis’ secara sistematik, memberi ‘makna’ kepada apa yang dicerap dan dianalisis, membuat ‘kesimpulan’ dan kebolehan untuk menyatakan ‘darjah kebenaran’ pencerapan saintifik (analisis ralat) (Yusof, 2012).

Selain itu, pemikiran kreatif dan inovatif ini juga diperlukan oleh pelajar dalam menguasai ilmu-ilmu sains yang terdiri daripada konsep-konsep yang abstrak dan kompleks. Konsep-konsep ini dapat difahami dengan baik oleh pelajar melalui pemikiran kreatif dan asas kepada pemikiran kreatif adalah imaginasi (Finke, 1996; Robinson dan Aronica, 2009). Dalam pembelajaran sains terutamanya kimia, imaginasi diperlukan dalam melakukan aktiviti-aktiviti kimia seperti mengimajinasikan sesuatu yang tidak dapat dicapai oleh organ-organ deria manusia seperti aras submikroskopik (Moore, 2005). Malah Bucat dan Mocerino (2009) turut menekankan penggunaan imaginasi dalam kalangan pelajar bagi menggambarkan interaksi antara entiti-entiti zarah mikro seperti atom dan molekul pada aras submikroskopik. Sehubungan dengan kepentingan imaginasi terhadap aras submikroskopik tersebut, maka kajian ini secara umumnya bermatlamat untuk melihat secara menyeluruh dan mendalam potensi imaginasi dalam pembelajaran kimia dan secara spesifiknya terhadap pemerolehan konsep kimia pada aras submikroskopik.

1.2 Latar Belakang Masalah

Hasrat negara menyediakan pendidikan bertaraf dunia kepada generasi masa kini dan akan datang untuk menghadapi cabaran pendidikan pada abad ke-21 sangat penting terhadap sistem pendidikan sains negara. Dalam usaha untuk mencapai aspirasi tersebut, pelbagai pembaharuan seperti penekanan kepada Kemahiran

Berfikir Kritis dan Kreatif (KBKK) telah dilakukan terhadap sistem pendidikan sains (BPK, 2012). Namun pembaharuan tersebut tidak mampu membawa apa-apa perubahan yang drastik jika permasalahan yang wujud sekian lama dalam subjek sains itu sendiri tidak ditangani terlebih dahulu (Johnstone, 1991). Berdasarkan laporan dan kajian-kajian terdahulu yang dijalankan, terdapat pelbagai permasalahan dalam proses pembelajaran sains khususnya kimia. Antara permasalahan tersebut ialah:

1.2.1 Kesukaran Pelajar Menguasai Subjek Kimia yang Abstrak

Permasalahan dalam pembelajaran kimia bermula dengan ciri-ciri kurikulum kimia itu sendiri (Kean dan Middlecamp, 1994) yang menyebabkan kesukaran pembelajaran dalam kalangan pelajar iaitu:

- (1) kimia adalah abstrak kerana berurusan dengan atom dan molekul yang tidak dapat dilihat
- (2) kimia diajar sebagai perwakilan kepada dunia sebenar
- (3) kimia menyediakan penerangan makroskopik dan submikroskopik terhadap dunia
- (4) topik-topik dalam kimia mesti diajar mengikut turutan tertentu
- (5) kimia melibatkan lebih daripada penyelesaian masalah semata-mata

Ciri-ciri ini menyebabkan sebilangan besar pelajar menghadapi kesukaran dalam pembelajaran kimia. Situasi ini menjadi lebih parah apabila sukatan pelajaran kimia tidak ditakrifkan mengikut keperluan seseorang pelajar (Reid, 1999; 2000). Oleh itu, subjek kimia yang ditawarkan di institusi pendidikan perlu diajar berdasarkan kepada keperluan pelajar dan kaedah pengajaran ditentukan oleh psikologi pembelajaran (Sirhan, 2007). Hal ini penting kerana kesukaran dalam

pembelajaran yang dihadapi oleh pelajar menyebabkan pencapaian subjek kimia yang lemah dalam kalangan pelajar.

1.2.2 Kelemahan Pencapaian Subjek Kimia dalam kalangan Pelajar

Walaupun penekanan daripada pelbagai aspek telah diberikan terhadap subjek kimia di Malaysia, namun dapatan daripada pentaksiran antarabangsa menunjukkan jurang pencapaian sistem pendidikan Malaysia dengan negara lain semakin lebar. Berdasarkan keputusan Kajian Trend Pendidikan Matematik dan Sains Antarabangsa (TIMSS) pada tahun 2011, dapatan menunjukkan 38 peratus pelajar Malaysia gagal mencapai tahap kemahiran minimum dalam sains (TIMSS, 2011). Keputusan tidak memberansangkan juga dicatatkan oleh pelajar Malaysia dalam keputusan pada kitaran pentaksiran untuk Program Penilaian Pelajar Antarabangsa (PISA) pada tahun 2009 apabila Malaysia berada di kelompok ketiga terbawah dalam kalangan 74 negara peserta (PISA, 2009). Ia juga lebih rendah daripada purata antarabangsa dan negara-negara Pertubuhan Kerjasama Ekonomi dan Pembangunan (OECD). Secara spesifiknya, kedudukan skor purata sains bagi pelajar Malaysia Tingkatan Dua adalah jauh lebih rendah iaitu kedudukan ke-21 daripada 47 buah negara yang terlibat berbanding Singapura yang menduduki tempat pertama. Ini diikuti dengan Thailand iaitu kedudukan ke-22 dan Indonesia kedudukan ke-35.

Selain pentaksiran antarabangsa, pentaksiran kebangsaan turut menunjukkan prestasi pelajar Malaysia dalam sains berada pada tahap yang lemah. Dapatan keputusan peperiksaan Kimia Sijil Tinggi Persekolahan Malaysia (STPM), Kimia Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) dan Sains Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) peringkat negeri Johor pada tahun 2005 sehingga tahun 2010 turut memperlihatkan bilangan pelajar yang memperolehi pencapaian cemerlang masih kecil peratusannya. Pencapaian Sains SPM dan Kimia SPM daripada tahun 2005 sehingga 2010 peringkat negeri Johor menunjukkan bilangan pelajar yang memperolehi tahap

cemerlang tidak melebihi 25 peratus walaupun terdapat peningkatan dari setahun ke setahun (JPNJ, 2010). Situasi yang sama turut berlaku kepada pencapaian Kimia STPM namun dengan peratusan yang lebih kecil iaitu di bawah 15 peratus. Majoriti pelajar hanya mencapai tahap kepujian dan lulus sahaja dalam peperiksaan Sains SPM dan Kimia SPM serta Kimia STPM sedangkan subjek-subjek ini seharusnya mampu menyediakan pelajar yang cenderung, minat dan berupaya dalam bidang sains untuk menceburkan diri dalam kerjaya bidang sains dan teknologi yang khusus dan profesional (BPK, 2012). Pelajar-pelajar juga diharapkan dapat menguasai subjek sains dan kimia dengan cemerlang supaya dapat menjadi sumber tenaga manusia dalam bidang sains dan teknologi yang memainkan peranan dalam pembangunan negara. Salah satu penyebab kepada kelemahan ini adalah kerangka alternatif yang dimiliki oleh pelajar dalam proses pembelajaran sains dan kimia mereka (Harrison dan Treagust, 1996; Suits dan Hypolite, 2004).

1.2.3 Kewujudan Kerangka Alternatif dalam Pengkonsepan Kimia Pelajar

Pemerolehan pengetahuan dan kemahiran dalam subjek kimia adalah sangat mencabar kepada sesetengah pelajar. Hal ini kerana walaupun mereka telah berusaha sedaya upaya untuk mempelajari subjek ini, namun mereka sering menemui kegagalan (Chittleborough, 2004). Antara penyebab kegagalan mereka adalah kerana kebanyakan pelajar tidak dapat membina pemahaman yang tepat terhadap konsep-konsep kimia yang penting sejak daripada permulaan subjek kimia. Pemahaman yang tidak tepat ini berlaku ekoran daripada kerangka alternatif pelajar terhadap konsep-konsep kimia tersebut. Nakhleh (1992) berpendapat kerangka alternatif berlaku apabila para pelajar mula membina konsep mereka sendiri dan pembinaan konsep kimia tersebut adalah berbeza dengan apa yang dipegang dan diajar oleh guru. Barke *et al.* (2009) mendapati bahawa konsep yang dipegang sendiri oleh pelajar biasanya tidak selari dengan konsep saintifik ahli-ahli sains. Ketidakselarian ini berlaku kerana kebanyakan daripada konsep yang dihasilkan adalah menerusi pemerhatian yang dilalui oleh mereka dalam kehidupan sehari-hari. Kesimpulan yang diperolehi oleh

seseorang pelajar menerusi pemerhatian adalah tidak dianggap salah tetapi lebih kepada idea asli dan prasaintifik, prakonseptual atau idea alternatif, pra konsep atau konsep yang berbeza daripada istilah pemahaman saintifik yang diterima umum. Justeru, apabila kerangka alternatif bergabung dengan struktur kognitif pelajar, konsep ini akan mengganggu proses pembelajaran mereka.

Pengajaran yang mengabaikan pengetahuan dan idea sedia ada pelajar hanya akan memberi kesan pada pengetahuan baru yang akan diajar nanti. Pengetahuan baru tersebut akhirnya akan dilupakan dan pelajar akan cenderung untuk kembali kepada konsep-konsep lama yang mereka miliki sebelum ini. Sebagai contoh, kajian yang dijalankan oleh Mayer (2011) terhadap kerangka alternatif pelajar mengenai gas menunjukkan bahawa pengalaman atau andaian intuitif terhadap gas telah membentuk idea praanggap yang kuat dalam kalangan pelajar. Pelajar didapati sangat sukar menerima konsep bahawa gas mempunyai berat yang sama dengan pepejal tetapi mereka percaya bahawa berat gas kurang berbanding pepejal. Akibatnya, pelajar memiliki kerangka alternatif terhadap konsep gas dalam pembelajaran mereka.

Sehubungan itu, kajian oleh Kelly *et al.* (2010) dan Yezierski dan Birk (2006) menekankan betapa pentingnya mempertimbangkan kerangka alternatif pelajar apabila merancang sesuatu pengajaran. Hal ini kerana pengetahuan sedia ada pelajar mempunyai pengaruh yang cukup kuat terhadap proses pembelajaran dan bukan sahaja memberi kesan kepada interpretasi terhadap sesuatu fenomena malahan membuatkan sesuatu subjek mudah difahami. Menyedari situasi ini, maka salah satu fokus dalam kajian ini adalah mengesan kerangka alternatif yang dimiliki oleh pelajar terhadap pengkonsepan jirim pada aras submikroskopik. Literatur kajian pula mendapati bahawa kewujudan kerangka alternatif dalam pengkonsepan jirim adalah salah satunya berpunca daripada kesukaran pelajar dalam menguasai aras submikroskopik (Johnstone, 2000).

1.2.4 Kesukaran Menguasai Aras Submikroskopik dalam Pengonsepan Kimia Pelajar

Konsep kimia dapat dijelaskan berdasarkan kepada tiga aras pemikiran iaitu aras makroskopik, submikroskopik dan simbolik (Johnstone, 1993). Ketiga-tiga aras pemikiran ini merupakan asas untuk menerangkan sesuatu fenomena pada aras pemerhatian (makroskopik), teori zarah jirim (submikroskopik) dan persamaan kimia (simbolik) (Gilbert, 2007). Pelajar yang dapat menggunakan ketiga-tiga aras pemikiran ini mampu berfikir dengan teliti, bersistematik dan sejajar dengan cara seorang saintis berfikir (Gunstone, 1988). Johnstone (1982; 1993) membezakan ketiga-tiga aras pemikiran ini sebagaimana dijelaskan seperti berikut:

- a) aras makroskopik: terdiri daripada bahan-bahan kimia yang nyata dan dapat dilihat. Contoh: perubahan warna dan suhu semasa tindak balas kimia
- b) aras submikroskopik: terdiri daripada aras zarah iaitu digunakan untuk menerangkan pergerakan elektron, molekul atau atom. Contoh: proses resapan adalah satu proses pencampuran zarah-zarah jirim yang berlainan secara perlahan-lahan akibat pergerakan rawak zarah-zarah tersebut
- c) aras simbolik: terdiri daripada pelbagai perwakilan gambar, algebra dan bentuk-bentuk. Contoh: air diwakili oleh formula H_2O yang mewakili 2 atom hidrogen dan 1 atom oksigen

Menurut Johnstone (1993) dan Chandrasegaran dan Treagust (2008), sesuatu pengajaran mesti menghubungkan ketiga-tiga aras pemikiran tersebut supaya pelajar dapat menggunakan kombinasi aras makroskopik, submikroskopik dan simbolik untuk memahami konsep dan fenomena kimia. Walau bagaimanapun kajian oleh Johnstone (1991) menunjukkan bahawa kebanyakan kelas kimia lebih memberi penekanan kepada aras simbolik dengan mengabaikan kedua-dua aras yang lain. Akibatnya, pelajar gagal menghubungkan aras makroskopik dan simbolik dengan aras submikroskopik (Kam-Wah Lucille, 1999). Di samping itu, pelajar juga didapati cenderung dan keliru dalam menggunakan aras makroskopik, submikroskopik dan

simbolik. Akibatnya pelajar memindahkan sifat-sifat makroskopik bagi sesuatu bahan kepada zarah-zarah submikroskopik seperti pemerhatian terhadap sulfur yang berwarna kuning menyebabkan pelajar percaya bahawa atom sulfur turut berwarna kuning.

Situasi ini tidak menghairankan para akademik kerana perwakilan grafik bagi sulfur di dalam buku teks turut mempersembahkan bulatan-bulatan sulfur sebagai berwarna kuning bagi mewakili atom sulfur (Andersson, 1990; Garnett *et al.*, 1995a). Kajian oleh Nakhleh dan Krajcik (1994) mengenai pemahaman pelajar terhadap asid dan alkali turut melaporkan bahawa penerangan yang diberikan oleh pelajar kebanyakannya merujuk kepada aras makroskopik berbanding dengan aras submikroskopik dan lebih banyak penerangan aras submikroskopik berbanding aras simbolik. Hal ini mendedahkan bahawa pelajar-pelajar lebih yakin menggunakan aras makroskopik semasa memberi penerangan kimia selain dipengaruhi oleh persembahan buku teks yang kurang tepat (Bucat dan Mocerino, 2009).

Kesukaran pelajar dalam menguasai aras submikroskopik turut berpunca daripada guru yang tidak menyedari kesukaran pelajar memahami aras submikroskopik tersebut. Keadaan ini berlaku apabila pengajaran dan pembelajaran kimia oleh guru dilakukan pada aras makroskopik sahaja kerana menganggap aras submikroskopik sebagai sesuatu yang tidak benar, samar-samar dan tidak mempunyai bentuk yang tertentu dan aras ini adalah aras terakhir yang akan difahami oleh mereka (Chittleborough dan Treagust, 2008; Nicoll, 2003). Johnstone (2000) pula menerangkan aras submikroskopik sebagai kekuatan dan kelemahan dalam subjek kimia kerana aras ini memberi kekuatan melalui asas intelektual untuk penerangan kimia, namun menjadi kelemahan apabila pelajar cuba untuk mempelajari dan memahaminya. Situasi ini berlaku kerana pelajar berpendapat aras submikroskopik merupakan aras yang paling sukar (Nelson, 2002) yang memerlukan pelajar menjelaskan sesuatu penerangan kimia dengan menggunakan teori zarah jirim iaitu teori yang merangkumi zarah-zarah seperti elektron, atom dan molekul.

Memandangkan aras submikroskopik adalah aras yang tidak boleh dilihat secara terus atau melalui pemerhatian mata kasar, maka segala prinsip dan komponen bagi aras ini yang diterima sebagai benar dan munasabah adalah bergantung kepada teori zarah jirim (Haidar dan Abraham, 1991; Williamson dan Abraham, 1995). Kebergantungan terhadap teori zarah jirim ini menyebabkan ramai pelajar gred 8 dan guru-guru sains pelajar gred 8 hingga 10 mempunyai pemahaman yang sangat lemah terhadap aras submikroskopik (Harrison dan Treagust, 2002). Malah kajian oleh Onwu dan Randall (2006) yang menyiasat pemahaman pelajar terhadap perhubungan antara aras submikroskopik dan makroskopik pula mendapati bahawa pelajar mempunyai kesukaran dalam mengimajinasi proses makroskopik dengan menggunakan aras submikroskopik. Menyedari kesukaran-kesukaran tersebut, maka wujud keperluan supaya imaginasi diterapkan dalam kalangan pelajar untuk membantu memvisualkan aras submikroskopik dengan lebih baik. Hal ini kerana interaksi antara atom dan molekul pada aras submikroskopik yang tidak dapat dicapai oleh organ-organ deria pelajar mampu dicapai melalui imaginasi (Bucat dan Mocerino, 2009).

1.2.5 Kurang Penekanan terhadap Imaginasi dalam Pembelajaran Kimia

Imaginasi merupakan teras kepada semua pembelajaran kerana ia berperanan dalam menggerakkan eksperimen dan pembentukan teori serta menghubungkan perkara yang diketahui kepada perkara yang tidak diketahui (Spiedel dan Troy, 1985). Imaginasi yang wujud dalam persekitaran pembelajaran juga berperanan merangka aktiviti-aktiviti pendidikan dan menggalakkan penilaian inovatif yang membolehkan pelajar untuk meneroka (Swirski, 2010). Egan *et al.* (2007) turut menekankan bahawa pembelajaran haruslah dilihat memberi makna kepada pelajar kerana pembelajaran yang bermakna bermula dengan imaginasi. Hal ini kerana imaginasi berkait rapat dengan persepsi, memori, emosi dan penjanaan idea. Sehubungan itu, imaginasi adalah sangat penting dititikberatkan dalam proses pembelajaran pelajar. Malah peranan dan kepentingan imaginasi dalam pendidikan

sains tidak perlu dipertikaikan lagi lantaran perdebatan menunjukkan bahawa imaginasi dan kreativiti perlu menjadi dapatan penting dalam pendidikan sains (Clough, 1998).

Walau bagaimanapun, guru didapati kurang memainkan peranan imaginasi di sekolah. Sebagai contoh, kajian Egan (1992) dan Richmond (1993) mendedahkan bahawa sangat sedikit perhatian diberikan kepada penglibatan pelajar sekolah dalam imaginasi. Menurut Galles (2001) pula, kebanyakan literatur menunjukkan kebanyakan guru cenderung menyakini bahawa imaginasi adalah penting namun mereka kurang jelas terhadap peranan imaginasi di dalam kelas. Pendapat tersebut turut diakui oleh Van Eijck dan Roth (2013) yang mendapati bahawa walaupun ramai pendidik bersetuju imaginasi adalah punca kepada bagaimana manusia mengubah dunia fizikal mereka, namun proses di mana imaginasi dalam pendidikan berlaku jarang dikonsepskan. Sebagai contoh, di China, guru dan ibu-bapa memberi lebih banyak perhatian kepada memupuk prestasi akademik pelajar berbanding dengan menggalakkan imaginasi mereka (Ren *et al.*, 2012).

Menyedari kepincangan isu imaginasi dan potensi besar imaginasi dalam pendidikan, maka semua pihak terutamanya pendidik harus menggalakkan pelajar untuk mengembangkan kebolehan berimaginasi dalam proses pembelajaran mereka. Hal ini kerana kebanyakan kebolehan manusia boleh diperbaiki dengan praktis dan imaginasi adalah salah satu daripadanya. Tambahan lagi, Bucat dan Mocerino (2009) menegaskan bahawa aras submikroskopik dalam pembelajaran kimia boleh dicapai melalui imaginasi manakala Kean dan Middlecamp (1994) pula menyatakan subjek ini boleh dikuasai melalui pendekatan menjana imej mental dunia mikro. Namun, hanya terdapat sebilangan kecil sahaja kajian yang melaporkan maklumat mengenai imaginasi pelajar terhadap pemahaman konsep kimia. Sebagai contoh, Al-Balushi (2003) menjalankan kajian bagi mengkaji ciri-ciri imej mental pelajar semasa mengimajinasikan konsep jirim. Oleh sebab itu, wujud beberapa persoalan seperti adakah pelajar menggunakan imaginasi tersebut dalam proses pembelajaran mereka? dan adakah pelajar menyedari kepentingan imaginasi dalam membantu mereka mengatasi kesukaran dalam memahami konsep-konsep kimia pada aras

submikroskopik?. Oleh yang demikian, adalah sangat penting untuk mengetahui bagaimana pelajar mendapat manfaat daripada imaginasi mereka dalam memahami konsep-konsep kimia kerana pemahaman konsep yang baik dapat dicapai melalui penguasaan aras submikroskopik yang memerlukan imaginasi. Sehubungan itu, perlunya kajian terhadap skema pemikiran imaginasi saintifik dijalankan bagi mengetahui proses-proses yang terlibat semasa pelajar berimaginasi.

1.2.6 Keperluan Kepada Membina Skema Pemikiran Imaginasi Saintifik dalam Pembelajaran Kimia Pelajar

Keperluan imaginasi dalam pendidikan kimia secara khususnya dapat dilihat semasa pelajar memahami konsep-konsep jirim pada aras submikroskopik. Aras submikroskopik merupakan aras yang melibatkan interaksi antara atom dan molekul. Interaksi ini adalah berdasarkan kepada teori zarah jirim yang merupakan konsep asas kimia (Haidar dan Abraham, 1991; Williamson dan Abraham, 1995; Bradley dan Brand, 1995; Garnett *et al.*, 1995; Bunce dan Gabel, 2002). Bagi menggunakan teori ini dalam menerangkan interaksi antara atom dan molekul, pelajar perlu membina skema pemikiran imaginasi saintifik yang dapat membantu mereka mengimajinasikan interaksi antara atom dan molekul yang terlibat dalam sesuatu fenomena dan tindak balas kimia (Al-Balushi, 2003) dengan teratur dan sistematik. Skema yang teratur dan bersistematik ini mampu merangsang pemikiran pelajar supaya berimaginasi secara saintifik bagi menguasai konsep-konsep jirim pada aras submikroskopik dengan baik. Meskipun pembinaan kepada skema ini amat berkeperluan, namun hanya sedikit perhatian diberikan kepada kajian terhadap imaginasi pelajar dalam sains (Matthewson, 1999) apatah lagi kajian terhadap proses pemikiran imaginasi pelajar.

Dalam pembelajaran kimia, skema pemikiran imaginasi saintifik merupakan suatu struktur pemikiran yang menentukan bagaimana pelajar menggunakan imaginasi mereka untuk menguasai konsep-konsep kimia yang abstrak pada aras submikroskopik. Skema pemikiran ini membantu merangsang minda pelajar supaya dapat berimaginasi secara teratur, tepat dan saintifik. Situasi ini penting dalam pembelajaran kimia memandangkan subjek kimia adalah salah satu cabang sains yang memerlukan pemahaman yang komprehensif dan pelajar perlu membiasakan diri dengan entiti zarah mikro dan interaksi antara entiti-entiti tersebut (Al-Balushi, 2003). Oleh itu, untuk memahami bagaimana pelajar menangani entiti dan interaksi zarah mikro tersebut secara mental, skema pemikiran imaginasi saintifik yang menerangkan secara langkah demi langkah bagaimana maklumat yang diperolehi diproses dan diterjemahkan ke dalam dunia imaginasi dalam minda pelajar diperlukan dalam kajian ini.

1.3 Pernyataan Masalah

Pengukuhan keupayaan sains dan teknologi merupakan salah satu cabaran Wawasan 2020 iaitu melahirkan masyarakat saintifik dan progresif yang inovatif dan berpandangan jauh serta menjadi penyumbang kepada tamadun sains dan teknologi di masa hadapan. Bagi merealisasikan matlamat tersebut, sistem pendidikan di Malaysia memberi penekanan terhadap subjek sains dan teknologi yang diterap secara khusus dalam pendidikan di sekolah serta institusi pengajian pada masa kini. Walaupun subjek sains dan kimia merupakan keperluan kepada pembangunan sesebuah negara, namun dapatan keputusan peperiksaan awam di Malaysia seperti Kimia SPM, Kimia STPM dan Sains SPM peringkat negeri Johor pada tahun 2005 sehingga tahun 2010 memperlihatkan bilangan pelajar yang memperolehi pencapaian cemerlang masih kecil peratusannya (JPNJ, 2010).

Kelemahan pelajar terhadap pencapaian subjek sains dan kimia ini berpunca daripada kesukaran pelajar memahami konsep sains dan kimia yang abstrak dan kompleks. Konsep sains dan kimia yang abstrak dan kompleks ini menyebabkan pelajar memiliki kerangka alternatif terhadap pelbagai konsep sains yang mengganggu proses pembelajaran dan pemahaman konsep sains yang sebenar. Selain itu, pengabaian terhadap imaginasi dalam proses pengajaran dan pembelajaran seseorang pelajar turut menyumbang kepada kesukaran dan kelemahan pelajar dalam subjek kimia. Menyedari situasi ini, maka wujud keperluan kepada membina skema pemikiran imaginasi saintifik dalam pembelajaran kimia bagi membantu pelajar menguasai konsep-konsep kimia pada aras submikroskopik. Menyedari kekangan-kekangan ini, maka wujud keperluan supaya satu kajian yang menyeluruh dijalankan bagi mengatasi permasalahan pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran sains dan kimia terutamanya terhadap aspek penguasaan konsep sains dan kimia pada aras submikroskopik. Oleh kerana kajian sebegini kurang dijalankan di Malaysia, maka keperluan untuk menjalankan kajian ini makin mendesak dan berkepentingan.

Justeru, keadaan ini menimbulkan beberapa persoalan penting dalam dunia pendidikan sains dan kimia iaitu adakah kerangka alternatif yang wujud dalam kalangan pelajar dipengaruhi oleh kesukaran pelajar menguasai konsep sains dan kimia pada aras submikroskopik? dan adakah imaginasi berpotensi membantu pelajar memvisualkan konsep sains dan kimia pada aras submikroskopik?. Pada masa yang sama, timbul beberapa persoalan lain iaitu sejauh manakah imaginasi yang dimiliki oleh pelajar dapat membantu mengatasi kesukaran mereka dalam menguasai konsep sains pada aras submikroskopik, adakah pelajar-pelajar sains menggunakan imaginasi mereka dalam menyelesaikan permasalahan tersebut? dan adakah imaginasi berjaya memainkan peranan yang penting dalam proses pengajaran dan pembelajaran kimia pelajar?. Kesemua persoalan yang timbul ini menjadi faktor pendesak untuk menjalankan kajian ini. Sehubungan itu, kajian terhadap permasalahan konsep sains pada aras submikroskopik dan sejauh mana imaginasi berjaya menyelesaikan permasalahan tersebut dalam kalangan pelajar semasa proses pembelajaran perlu dilaksanakan dengan harapan dapatan yang diperolehi dapat dijadikan panduan dalam mencadangkan kerangka pemikiran imaginasi saintifik yang sesuai dalam proses pengajaran dan pembelajaran kimia pelajar.

1.4 Objektif Kajian

Berdasarkan perbincangan terhadap permasalahan konsep kimia pada aras submikroskopik dalam kalangan pelajar, maka kajian ini dijalankan untuk:

1. Mengkaji kefahaman pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik
2. Mengkaji imaginasi pelajar terhadap kefahaman konsep jirim pada aras submikroskopik
3. Mengkaji skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik
4. Mencadangkan kerangka pemikiran imaginasi saintifik dalam proses pengajaran dan pembelajaran kimia pelajar

1.5 Persoalan Kajian

Berdasarkan objektif kajian tersebut, maka persoalan kajian yang ingin dijawab oleh kajian ini ialah:

1. Bagaimanakah kefahaman pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik?
2. Bagaimanakah imaginasi pelajar terhadap kefahaman konsep jirim pada aras submikroskopik?
3. Bagaimanakah skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik?
4. Bagaimanakah kerangka pemikiran imaginasi saintifik dalam proses pengajaran dan pembelajaran kimia?

1.6 Kerangka Konsep Kajian

Kerangka konsep kajian ini dibina berdasarkan pendekatan konstruktivisme iaitu pendekatan yang memberi fokus kepada pelajar dengan pembelajaran sebagai hasil kepada interpretasi mereka sendiri dalam sesuatu konteks sosial (Driver *et al.*, 1994; Duit dan Treagust, 1998; Leach dan Scott, 2000). Pendekatan konstruktivisme juga menyatakan pelajar membina makna tentang dunia dengan mensintesis pengalaman baru kepada apa yang mereka fahami sebelum ini iaitu pelajar secara aktif mengasimilasikan atau mengakomodasikan pengetahuan baru untuk disesuaikan ke dalam struktur kognitif sedia ada mereka bagi menguasai konsep-konsep sains (Piaget, 1970). Oleh kerana fokus kajian ini adalah terhadap penguasaan dan pemahaman konsep kimia dalam kalangan pelajar, maka pendekatan ini amat sesuai dijadikan asas dalam kajian ini.

Pada peringkat awal, kajian ini memberi perhatian kepada kefahaman konsep kimia pelajar pada aras submikroskopik sebagai salah satu strategi untuk meningkatkan pencapaian pelajar dalam kimia. Hal ini selari dengan idea Johnstone (1991) yang menyatakan kesukaran pelajar dalam sains berkait rapat dengan pemikiran pelbagai aras. Pemikiran pelbagai aras yang merangkumi aras makroskopik, submikroskopik dan simbolik dipilih sebagai asas kajian memandangkan pemikiran kimia memerlukan pengetahuan pelajar terhadap bagaimana menghubungkan penemuan pada aras makroskopik dengan penjelasan pada aras submikroskopik dan merekodkannya pada aras simbolik (Devetak *et al.*, 2004). Walau bagaimanapun daripada ketiga-tiga aras tersebut, aras submikroskopik merupakan punca utama kepada kesukaran pelajar memahami kimia (Garnett dan Hackling, 1995; Snir *et al.*, 2003). Oleh yang demikian, kajian ini memberikan penumpuan yang mendalam terhadap pemerolehan konsep sains pada aras submikroskopik.

Aras submikroskopik merupakan aras yang paling sukar (Nelson, 2002) dan tidak mampu dilihat atau dirasai oleh pancaindera. Aras ini hanya dapat diterangkan

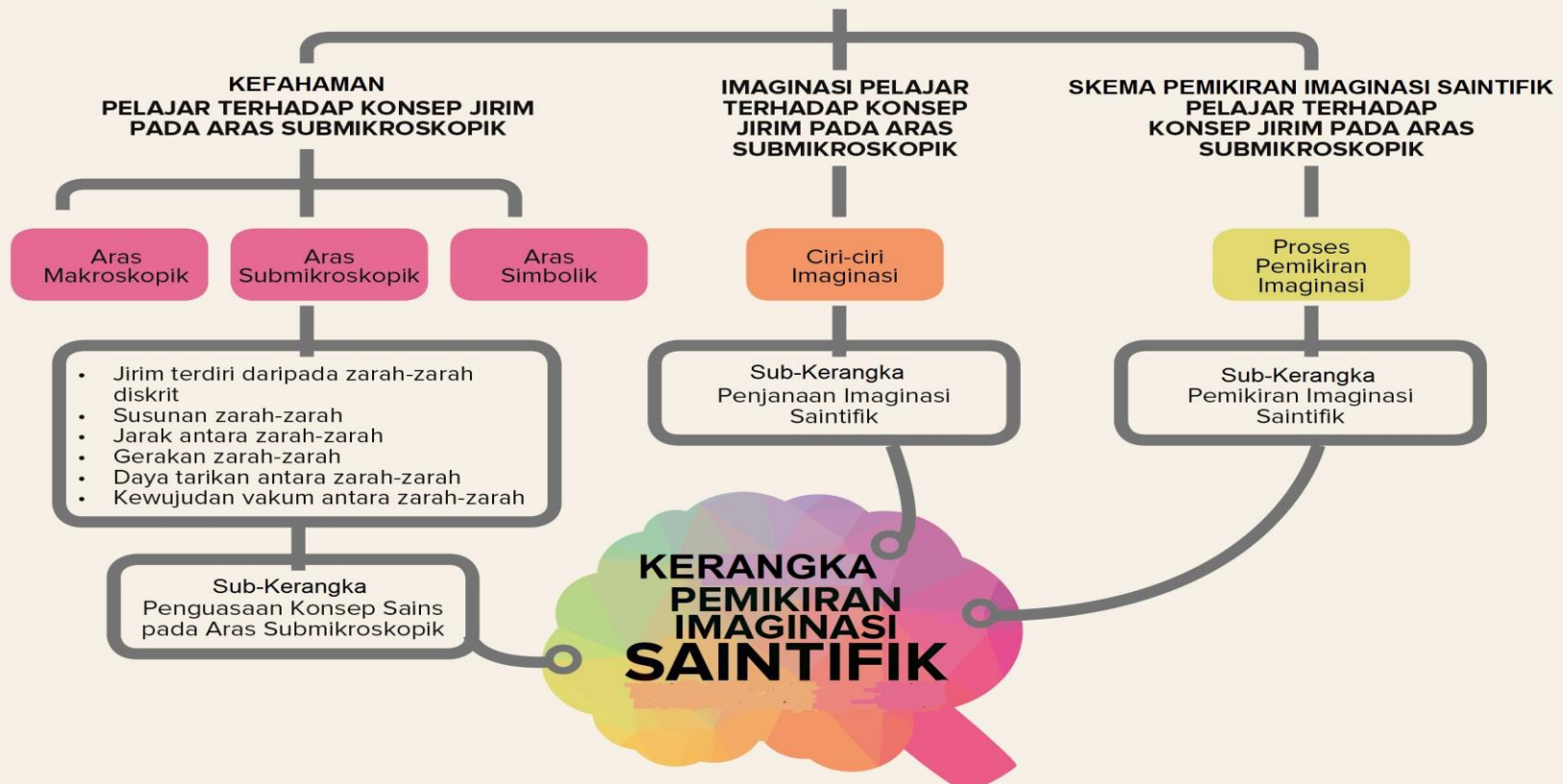
melalui teori zarah jirim. Teori zarah jirim merujuk kepada jirim terdiri daripada zarah-zarah yang halus dan diskrit, zarah-zarah di dalam jirim sentiasa bergetar atau bergerak dan berlanggar antara satu sama lain, zarah-zarah bergerak secara rawak, terdapat daya tarikan antara zarah-zarah jirim dan semakin tinggi suhu, semakin tinggi tenaga kinetik zarah. Sehubungan itu, kajian ini juga memberi penumpuan kepada imaginasi sejajar dengan pendapat Bucat dan Mocerino (2009) yang menyatakan bahawa aras submikroskopik mampu dicapai melalui imaginasi. Imaginasi sebagai fungsi intelektual peringkat tinggi membolehkan minda membentuk imej mental terhadap sesuatu yang tidak boleh dilihat dengan pancaindera dan memerlukan kebebasan dalam berfikir, keupayaan untuk membentuk penyelesaian dan keupayaan untuk berfikir dalam konsep (Vygotsky, 1994). Oleh itu, kajian ini mengkaji imaginasi pelajar dari aspek penjana imej di minda iaitu bagaimanakah imaginasi pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik.

Daripada penerokaan terhadap imaginasi tersebut, seterusnya, kajian ini turut memberi perhatian kepada skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar. Kajian skema ini turut menggunakan pendekatan konstruktivism yang menekankan bahawa pelajar bertanggungjawab terhadap proses pembelajaran mereka sendiri (Driver, 1995; Fensham, 2004) khususnya dalam mengawal proses pembelajaran dan kognitif mereka. Pendekatan ini turut disokong oleh Model Imaginasi Kreatif Vygotsky (1934) yang menjelaskan bahawa terdapat empat peringkat dalam proses penciptaan imaginasi seseorang iaitu peringkat pertama melibatkan hubungan antara pengalaman lalu dan kreativiti dengan mengandaikan bahawa proses kreativiti yang dibina adalah daripada unsur-unsur pengalaman sebelumnya. Peringkat kedua pula melibatkan hubungan antara unsur-unsur kompleks dari realiti dan hasil daripada fantasi manakala peringkat ketiga merujuk kepada emosi mempengaruhi imaginasi dan imaginasi mempengaruhi emosi. Peringkat terakhir ialah peringkat apabila fantasi boleh mencipta sesuatu yang baru dan bukan sebahagian daripada pengalaman lalu seseorang. Keempat-empat elemen yang terdapat dalam model ini iaitu pengalaman lalu, kreativiti, persekitaran dan fantasi dijadikan asas penjana imej imaginasi dalam kajian ini.

Selain Model Imajinasi Kreatif Vygotsky (1934), Model “*Special Emphasis on Imagination Leading to Creation*” (2009) dan Model Kerangka Mazur (2003) turut dijadikan asas semasa mengkaji skema pemikiran imajinasi saintifik pelajar. Kecenderungan model-model ini mengaplikasikan imajinasi dalam pendidikan adalah berbeza antara satu sama lain. Model “*Special Emphasis on Imagination Leading to Creation*” (2009) misalnya cenderung kepada meningkatkan imajinasi dan kreativiti pelajar melalui *handworks* khususnya terhadap penghasilan lukisan. Sebaliknya Model Kerangka Mazur (2003) pula menekankan pengajaran dan pembelajaran menggunakan tiga peringkat imajinasi iaitu peringkat sebelum imajinasi, semasa imajinasi dan selepas imajinasi. Daripada Model Kerangka Mazur (2003), peringkat semasa imajinasi dijadikan fokus dalam kajian ini iaitu bagaimanakah pelajar menggunakan pemikiran mereka untuk berimajinasi. Model “*Special Emphasis on Imagination Leading to Creation*” (2009) pula dijadikan asas kepada penghasilan lukisan pada akhir skema pemikiran imajinasi saintifik pelajar.

Kajian terhadap kefahaman pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik, imajinasi pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik dan skema pemikiran imajinasi saintifik pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik ini akhirnya menghasilkan sub-sub kerangka yang digunakan untuk mencadangkan kerangka pemikiran imajinasi saintifik dalam proses pengajaran dan pembelajaran kimia (rujuk Rajah 1.1). Kerangka yang berteraskan pendekatan konstruktivisme dan imajinasi kreatif ini dibina dengan menggunakan pendekatan induktif (Glaser, 2000) yang menjelaskan pembinaan teori daripada data-data sebenar yang dicerap dan dikumpulkan daripada lapangan.

PENEROKAAN IMAGINASI PELAJAR TERHADAP KONSEP JIRIM PADA ARAS SUBMIKROSKOPIK



Rajah 1.1 Kerangka konsep kajian

1.7 Kerangka Teori Kajian

Kerangka teori kajian yang dibina dalam kajian ini melihat beberapa aspek perkaitan dan ciri penting yang menjadi asas kepada pembinaan kerangka pemikiran imaginasi saintifik. Kerangka teori ini adalah hasil daripada gabungan tiga kombinasi kefahaman pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik, ciri-ciri imaginasi yang dihasilkan oleh pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik dan skema pemikiran imaginasi saintifik yang digunakan oleh pelajar semasa mengimajinasikan konsep jirim pada aras submikroskopik. Gabungan tiga kombinasi tersebut menjadi asas kepada pembinaan kerangka pemikiran imaginasi saintifik yang menjadi hala tuju kajian ini. Ketiga-tiga kombinasi konsep tersebut diambil daripada Teori Zarah Jirim, Teori Imaginasi Kreatif Vygotsky (1934), Model Kerangka Mazur (2003) dan Model “*Special Emphasis on Imagination Leading to Creation*” (Haruo *et al.*, 2009).

Pada peringkat awal kajian, Teori Zarah Jirim diberi penekanan selaras dengan objektif kajian yang pertama iaitu mengkaji kefahaman pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik. Teori Zarah Jirim merupakan konsep asas kimia (Haidar dan Abraham, 1991). Teori ini merujuk kepada jirim terdiri daripada zarah-zarah yang halus dan diskrit, zarah-zarah di dalam jirim sentiasa bergetar atau bergerak dan berlanggar antara satu sama lain, zarah-zarah bergerak secara rawak, terdapat daya tarikan antara zarah-zarah jirim dan semakin tinggi suhu, semakin tinggi tenaga kinetik zarah. Teori ini diperlukan untuk menjelaskan interaksi antara atom dan molekul yang tidak dapat dilihat dengan pancaindera bagi fenomena kimia seperti pelarutan. Fenomena kimia yang tidak dijelaskan dengan menggunakan teori ini diklasifikasikan sebagai kerangka alternatif (Haidar dan Abraham, 1991). Aspek-aspek saintifik yang terdapat dalam teori ini digunakan dalam kajian ini bagi membina sub-kerangka penguasaan konsep sains pada aras submikroskopik. Bagi menggunakan teori ini dalam pembelajaran kimia, pelajar perlu membina model mental yang dapat membantu mereka mengimajinasikan interaksi antara atom dan

molekul yang terlibat dalam fenomena dan tindak balas kimia yang dikaji (Al-Balushi, 2003).

Sehubungan itu, kajian ini memberikan penumpuan yang mendalam terhadap Teori Imajinasi Kreatif Vygotsky (1934) dalam usaha memahami bagaimana pelajar menggunakan imajinasi mereka untuk meningkatkan pemahaman terhadap konsep kimia pada aras submikroskopik. Pemilihan teori ini sejajar dengan pandangan Al-Balushi (2003) yang menegaskan bahawa imajinasi adalah asas kepada pemahaman konsep kimia. Melalui imajinasi juga pelajar boleh mencapai pengetahuan tersirat yang kebiasaannya tidak disedari oleh pelajar itu sendiri (Reiner dan Gilbert, 2000). Kelebihan imajinasi dalam pembelajaran turut diakui oleh Hanson (1988) yang mengatakan bahawa imajinasi berperanan membantu mengatasi pemikiran konvensional seseorang. Melalui imajinasi, seseorang individu mampu berfikir dan bertindak melangkaui sempadan kebiasaan. Hasilnya, individu tersebut berkeupayaan memberi idea dan berfikir secara kritis dan kreatif.

Secara spesifiknya dalam pembelajaran kimia, imajinasi diperlukan dalam melakukan aktiviti-aktiviti kimia iaitu mengimajinasikan sesuatu yang tidak dapat dicapai oleh organ-organ deria manusia (Moore, 2005) seperti aras submikroskopik yang melibatkan interaksi antara zarah-zarah iaitu atom dan molekul. Malah Bucat dan Mocerino (2009) turut menegaskan bahawa penguasaan pelajar terhadap konsep kimia pada aras submikroskopik boleh dicapai melalui imajinasi. Menyedari hakikat ini, maka Teori Imajinasi Kreatif Vygotsky (1934) menjadi tulang belakang kepada kajian ini. Menurut teori ini, proses penjaanaan imajinasi terbahagi kepada empat peringkat yang berkait rapat dengan pengalaman lalu, kreativiti, fantasi dan emosi seseorang. Oleh yang demikian, elemen-elemen tersebut digunakan dalam kajian ini untuk menerangkan ciri-ciri imajinasi pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik. Gabungan teori dan dapatan terhadap aspek kajian ini akhirnya digunakan untuk membina sub-kerangka penjaanaan imajinasi saintifik.

Kajian ini juga memberi fokus terhadap skema pemikiran imaginasi saintifik yang berupaya membantu pelajar berimaginasi secara saintifik untuk menguasai konsep-konsep kimia pada aras submikroskopik. Bagi mengkaji skema pemikiran tersebut, Model Kerangka Mazur (Mazur, 2003) dan Model “*Special Emphasis on Imagination Leading to Creation*” (Haruo *et al.*, 2009) dijadikan asas. Model Kerangka Mazur merupakan kerangka yang memecahkan sesi pengajaran berasaskan imaginasi kepada tiga peringkat sebelum imaginasi, semasa imaginasi dan selepas imaginasi. Aspek peringkat semasa imaginasi yang menjadi fokus utama dalam kajian ini bagi membina skema pemikiran imaginasi saintifik diambil daripada model Kerangka Mazur. Menurut model ini peringkat semasa imaginasi memerlukan pelajar mencipta gambar rajah baru pada skrin minda terutamanya dengan menggunakan strategi ‘*angling*’ iaitu keupayaan kognitif memberi perhatian kepada aspek-aspek penting yang diperolehi daripada disiplin, akademik dan pengetahuan dunia sebenar. Dalam kajian ini pengkaji hanya memfokuskan kepada peringkat semasa imaginasi kerana model ini tidak membincangkan secara mendalam proses-proses pemikiran imaginasi yang berlaku dalam minda pelajar. Kelebihan model ini terutamanya peringkat semasa imaginasi menjadi asas kepada kajian ini untuk memfokuskan imaginasi pelajar. Oleh kerana model ini tidak memperincikan proses pemikiran yang berlaku pada peringkat ini, maka kekurangan ini memerlukan satu kajian secara lebih mendalam dari aspek tersebut bagi menjawab persoalan kajian iaitu bagaimanakah pelajar menggunakan pemikiran imaginasi saintifik mereka untuk menguasai konsep kimia pada aras submikroskopik.

Selain itu, aspek penghasilan lukisan turut diberi perhatian dalam skema pemikiran imaginasi saintifik dalam kajian ini. Aspek ini yang diambil daripada Model “*Special Emphasis on Imagination Leading to Creation*” (Haruo *et al.*, 2009) digunakan pada peringkat akhir skema pemikiran imaginasi saintifik. Ciri aktiviti inisiatif pelajar seperti perbincangan dan operasi sendiri serta meletakkan penekanan khusus kepada operasi *handworks* terutamanya kepada penghasilan lukisan memberi garis panduan kepada kajian ini bahawa di akhir peringkat semasa imaginasi, pelajar perlu digalakkan menghasilkan atau melakarkan lukisan bagi mewakili imaginasi dalam minda mereka. Model dan dapatan daripada bahagian ini digunakan dalam membina sub-kerangka pemikiran imaginasi saintifik. Seterusnya di akhir kajian ini,

satu kerangka pemikiran imaginasi saintifik yang berteraskan kepada penguasaan konsep sains pada aras submikroskopik, penjanaan imaginasi saintifik dan skema pemikiran imaginasi saintifik dicadangkan bagi membantu pelajar khususnya pelajar sains dalam menguasai dan memahami konsep kimia pada aras submikroskopik.

1.8 Kepentingan dan Rasional Kajian

Penyelidikan ini memberi tumpuan kepada kefahaman konsep jirim pada aras submikroskopik melalui proses imaginasi. Dapatan kajian ini penting dijalankan untuk mengetahui sejauh mana imaginasi membantu pelajar mencapai aras submikroskopik tersebut. Bagi tujuan kajian, kombinasi aktiviti *guided imagery* dan temu bual digunakan untuk meneroka imaginasi yang dicipta oleh pelajar kimia semasa mengikuti satu perjalanan imaginasi ke dalam dunia mikro atom dan molekul. Oleh yang demikian, kajian ini merupakan satu usaha untuk menggambarkan pengkonsepian jirim pelajar pada aras submikroskopik, imaginasi yang dijana oleh pelajar terhadap pengkonsepian jirim tersebut dan skema pemikiran imaginasi saintifik yang digunakan oleh pelajar semasa mempelajari konsep jirim pada aras submikroskopik. Imaginasi dan skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar adalah merupakan antara elemen pengetahuan tersirat yang jarang menjadi fokus kajian terhadap idea pelajar dalam pendidikan sains (Reiner dan Gilbert, 2000). Hal ini kerana pengetahuan tersirat sukar untuk dijelaskan dengan kata-kata.

Akhir sekali, penghasilan kerangka pemikiran imaginasi saintifik pada akhir kajian ini hasil daripada sintesis dapatan konsep sains pada aras submikroskopik dan imaginasi dalam kalangan pelajar adalah sangat bernilai kepada dunia pendidikan sains. Sehubungan itu, melalui kerangka yang dicadangkan dalam kajian ini diharapkan guru dan pelajar memperoleh panduan dan rujukan untuk menggunakan imaginasi dalam pembelajaran khususnya subjek kimia. Kesimpulannya, selesainya kajian ini dilaksanakan memberi satu gambaran kefahaman pelajar terhadap konsep

jirim pada aras submikroskopik dalam proses pembelajaran mereka. Dari aspek imaginasi pula, dapatan kajian ini memberi petunjuk sama ada imaginasi yang dimiliki oleh pelajar berupaya membantu mereka menguasai konsep kimia pada aras submikroskopik dan seterusnya melihat sejauh mana pelajar berupaya menggunakan kemahiran tersebut dalam membantu proses pembelajaran mereka. Bagi meneruskan kajian ini, skop dan batasan kajian perlu diteliti dan diberi perhatian oleh pengkaji supaya objektif kajian tercapai.

1.8 Skop dan Batasan Kajian

Sepanjang kajian ini dijalankan, terdapat beberapa skop dan batasan kajian yang perlu dipertimbangkan oleh pengkaji. Pertamanya berdasarkan kepada tujuan kajian dan reka bentuk kajian, populasi yang terlibat dibataskan kepada pelajar tingkatan empat aliran sains di sekolah menengah atas dan pelajar major dan minor sains tahun satu hingga empat di institut pendidikan guru. Oleh kerana kajian ini melibatkan sampel kajian pada pelbagai peringkat umur bagi mewakili pelajar tingkatan empat sekolah menengah atas dan pelajar tahun satu hingga empat institut pendidikan guru, maka bilangan sampel bagi setiap peringkat umur pelajar adalah berbeza dan sangat terbatas terutamanya pelajar tahun satu hingga empat institut pendidikan guru. Batasan ini disebabkan oleh jenis kursus dan pengkhususan pelajar serta tahun akademik yang mempunyai bilangan pelajar yang berbeza. Bilangan pelajar perempuan di sekolah menengah atas dan institut pendidikan guru juga adalah lebih tinggi berbanding pelajar lelaki dengan anggaran nisbah 3:1.

Bagi populasi pelajar tingkatan empat aliran sains sekolah menengah atas, tiada halangan besar untuk mendapatkan saiz sampel yang sesuai memandangkan terdapat banyak sekolah menengah di Malaysia. Namun situasi yang sama tidak berlaku kepada saiz sampel pelajar institut pendidikan guru kerana wujud pelbagai kekangan seperti:

- (a) bilangan pelajar yang sememangnya kecil dalam sesebuah kelas membataskan pengkaji untuk mencari jumlah sampel yang sesuai. Sebagai contoh, untuk pelajar sains semester satu di salah sebuah institut pendidikan guru, hanya terdapat satu kelas untuk pengkhususan major dan minor sains iaitu dengan jumlah 18 orang pelajar sahaja
- (b) capaian pengkaji kepada pelajar-pelajar sains institut pendidikan guru ini amat sukar memandangkan sebahagian besar pelajar iaitu pada masa kajian ini dijalankan iaitu pelajar semester satu, lima dan tujuh sedang menjalani latihan praktikum di luar institut masing-masing
- (c) saiz sampel juga dikekang oleh kewujudan semester semasa kajian dijalankan. Ini bermakna, semasa sesi temu bual dijalankan iaitu antara bulan Ogos hingga Oktober 2013, hanya beberapa semester pelajar sains institut pendidikan guru untuk tahun pengajian tersebut sahaja yang wujud umpamanya pelajar sains semester satu, tiga, lima dan tujuh dan selebihnya memang tiada pada masa tersebut. Oleh itu, saiz sampel kajian ini dikekang oleh bilangan pelajar dalam sesebuah kelas yang terhad dan kewujudan kelas untuk semester tahun pengajian tersebut.

Selain batasan terhadap sampel kajian, pengkaji juga memfokuskan kajian terhadap kefahaman konsep jirim khususnya pada aras submikroskopik, keupayaan imaginasi serta skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar dalam pembelajaran kimia sahaja. Fokus kajian ini dipilih kerana aras submikroskopik adalah merupakan aras yang paling sukar dikuasai oleh pelajar berbanding aras makroskopik dan simbolik. Malah menurut Bucat dan Mocerino (2009), aras ini hanya mampu dicapai melalui imaginasi. Oleh yang demikian, kajian ini berminat untuk melihat sejauh mana imaginasi seseorang pelajar berupaya membantu mereka dalam menguasai konsep-konsep sains yang abstrak pada aras submikroskopik.

Batasan kajian juga wujud dalam proses temu bual *guided imagery* yang dijalankan dalam kajian ini. Pertamanya, temu bual yang dijalankan ini terhad kepada sebilangan kecil pelajar yang terpilih sahaja iaitu yang mencapai keputusan 50 peratus dan ke atas dalam Set Ujian Kefahaman Konsep Jirim pada Aras

Submikroskopik (SUKKJPAS) iaitu hanya melibatkan bilangan kecil responden sahaja iaitu seramai 15 orang. Oleh yang demikian, dapatan kajian ini adalah terhad dan tidak boleh digeneralisasikan kepada populasi kajian yang lebih besar. Hal ini sejajar dengan pendapat Patton (2002) bahawa saiz sampel sebahagian besarnya bergantung kepada tujuan kajian, kesediaan masa dan sumber yang mencukupi.

Walaupun temu bual *guided imagery* hanya melibatkan 15 orang peserta sahaja yang membataskan peluang untuk menghasilkan kesimpulan generalisasi, namun kaedah ini adalah lebih efektif berbanding ujian soalan terbuka dalam mendedahkan imaginasi dan pemikiran seseorang (Bowen, 1994). Penglibatan saiz sampel yang kecil dalam kajian ini mempunyai hubungkait dengan beberapa isu seperti akses kepada responden dan juga kesesuaian masa yang dimiliki oleh pengkaji. Selain itu, pengkaji tidak menjalankan pra-temu bual kepada responden untuk membiasakan mereka dengan teknik *guided imagery* tersebut. Sebaliknya pengkaji hanya membuat sedikit sesi pengenalan dengan mengadakan latihan untuk teknik tersebut pada awal sesi temu bual dijalankan (rujuk Lampiran J).

1.9 Definisi Operasional

Terdapat beberapa istilah dan konsep khusus digunakan mengikut konteks kajian ini bagi memudahkan perbincangan dan meningkatkan kefahaman. Berikut merupakan definisi operasi bagi istilah dan konsep yang digunakan dalam kajian ini:

(a) Kefahaman Konsep Sains

Konsep menurut Taba (1962) ialah perkataan atau frasa pendek yang mewakili idea abstrak dan berperingkat tinggi atau kepercayaan utama kepada

disiplin akademik; konsep juga mewakili satu badan pengetahuan yang besar dan rujukan hierarki ilmu yang bertambah dan berkurang oleh kerumitan, keluasan dan keabstrakan. Konsep sains pula merujuk kepada fakta, konsep dan prinsip bagi menjelaskan sesuatu objek, peristiwa atau fenomena di persekitaran (Chiapetta dan Kobala, 2006). Johnstone (1993) mengkategorikan konsep sains kepada tiga aras utama iaitu aras makroskopik, submikroskopik dan simbolik. Dalam konteks kajian, konsep sains bagi tajuk jirim dipilih bagi menjelaskan kefahaman konsep berdasarkan kepada aras submikroskopik. Oleh itu, kefahaman konsep sains dalam kajian ini merujuk kepada penguasaan yang tepat terhadap konsep-konsep sains berdasarkan konsep saintifik pada aras submikroskopik.

(b) Aras Submikroskopik

Aras submikroskopik adalah aras berdasarkan pemerhatian sebenar tetapi masih memerlukan teori untuk menjelaskan apa yang berlaku pada peringkat zarah. Aras ini juga menjelaskan perubahan yang diperhatikan dari aspek interaksi antara individu atom dan molekul (Hesse dan Andersson, 1992) yang membentuk jirim (Nakhleh dan Samarapungavan, 1999). Ahli-ahli kimia menggunakan bahasa yang melibatkan atom dan molekul untuk menerangkan kebanyakan fenomena (Williamson dan Abraham, 1995). Dalam konteks kajian, aras submikroskopik bermaksud fenomena dan tindak balas kimia difahami dalam bentuk zarah jirim (atom, molekul dan ion) berdasarkan teori zarah jirim.

(c) Imajinasi

Imajinasi merupakan keupayaan untuk melihat, mendengar dan merasa dalam minda (DePorter, 2000). Imajinasi juga merujuk kepada fungsi intelektual peringkat tinggi yang membolehkan minda untuk membentuk imej mental tentang sesuatu yang tidak dilihat oleh pancaindera dan yang memerlukan kebebasan dalam pemikiran, keupayaan untuk membentuk resolusi dan keupayaan untuk berfikir

dalam konsep (Vygotsky, 1994). Dalam konteks kajian, imaginasi yang dikaji merujuk kepada satu keupayaan dan proses kognitif, aktiviti penjana imej mental dan cara untuk mengekspresikan maklumat terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik.

(d) Jirim

Konsep jirim merujuk kepada semua benda fizikal yang memenuhi ruang dan mempunyai jisim (Yeap Tok Kheng, 2011). Dalam konteks kajian, konsep jirim ditumpukan kepada penguasaan dan pemahaman terhadap teori zarah jirim yang jirim terdiri daripada zarah-zarah diskrit, susunan zarah-zarah, jarak relatif di antara zarah-zarah, gerakan zarah-zarah, kewujudan daya tarikan antara zarah-zarah dan kewujudan vakum antara zarah-zarah.

(e) Kerangka Alternatif

Kerangka alternatif berlaku apabila para pelajar mula membina konsep mereka sendiri dan pembinaan konsep tersebut adalah berbeza dengan apa yang diajar oleh guru. Kerangka alternatif juga merupakan konsep yang dimiliki oleh pelajar yang tidak selari dengan konsep saintifik ahli-ahli sains (Barke *et al.*, 2009). Dalam konteks kajian, kerangka alternatif merujuk kepada penguasaan dan pemahaman konsep dalam kalangan pelajar yang tidak tepat dan tidak berdasarkan konsep-konsep saintifik terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik.

(f) *Guided Imagery*

Kaedah *guided imagery* merujuk kepada 'fantasi terancang' atau 'imej terarah' yang merupakan satu proses apabila seseorang dapat menggambarkan objek, situasi

atau pun sesuatu perkara di dalam minda (Rose dan Sweda, 1997; Rachelson, 1977). Dalam konteks kajian, *guided imagery* digunakan oleh pelajar untuk mencipta imej mental atau imaginasi pada aras submikroskopik, memvisualkan interaksi dan tindak laku zarah dan merasakan tindakan serta kesannya dalam membantu mereka memahami aras submikroskopik.

(g) Skema Pemikiran Imaginasi Saintifik

Skema merupakan struktur data untuk mewakili konsep-konsep yang tersimpan dalam memori (Donald, 1987). Skema juga terdiri daripada satu set prosedur atau proses yang boleh digunakan secara efektif untuk menyelesaikan masalah sebagaimana pengetahuan strategi (Marshall, 1990, 1993). Dalam konteks kajian, skema pemikiran imaginasi saintifik diguna bagi menjelaskan perwakilan kepada struktur konseptual dan prosedural yang terjalin dalam struktur kognitif pelajar bagi melakukan proses berimaginasi (Donald, 1987).

(h) Kerangka Pemikiran Imaginasi Saintifik

Kerangka merujuk kepada struktur asas sesuatu dan melibatkan sistem yang tidak kompleks. Kerangka juga menyediakan penerangan yang tepat terhadap sesuatu konsep (Redish, 2004). Dalam konteks kajian, kerangka pemikiran imaginasi saintifik digunakan untuk menjelaskan struktur konseptual asas proses pemikiran imaginasi saintifik seseorang pelajar.

1.10 Organisasi Penulisan Tesis

Penulisan tesis ini diorganisasikan dalam tujuh buah bab berdasarkan objektif kajian yang dinyatakan. Tujuh buah bab tersebut merangkumi:

Bab 1 mengandungi pengenalan kepada fokus kajian dan komponen-komponen kritikal yang menentukan hala tuju kajian ini: latar belakang masalah, pernyataan masalah, objektif dan persoalan kajian. Sebagai tambahan kepada komponen tersebut, bab ini turut memberi gambaran tentang kerangka konsep, rasional dan kepentingan kajian, skop dan batasan kajian serta definisi operasional dalam kajian ini.

Bab 2 merupakan kajian literatur berkaitan aras submikroskopik dan imaginasi. Antara aspek aras submikroskopik yang dibincangkan adalah kepentingan aras submikroskopik dalam pengajaran dan pembelajaran, kesukaran aras submikroskopik dalam kalangan pelajar dan faktor-faktor yang mempengaruhi kesukaran aras submikroskopik dalam pembelajaran kimia. Perbincangan aspek imaginasi pula merangkumi definisi dan ciri-ciri imaginasi, peranan imaginasi dalam pendidikan dan faktor-faktor yang mempengaruhi imaginasi dalam pembelajaran kimia. Selain itu, model imaginasi yang sedia ada dan kajian-kajian lepas yang berkaitan turut dibincangkan.

Bab 3 menghuraikan secara terperinci metodologi kajian yang digunakan dalam kajian ini untuk memastikan dapatan kajian adalah sah dan boleh dipercayai. Penerangan dan perbincangan terhadap metodologi ini merangkumi reka bentuk, instrumen, persampelan, pengumpulan data, penganalisan data, interpretasi data, kesahan dan kebolehpercayaan serta etika kajian yang terlibat.

Bab 4, 5 dan 6 mempersembahkan analisis dan interpretasi terhadap dapatan yang diperoleh dalam kajian ini. Bab 4 mengemukakan dapatan kajian bagi objektif pertama berkenaan kefahaman konsep jirim pelajar pada aras submikroskopik dalam pembelajaran kimia. Data berkaitan permasalahan aras submikroskopik dipersembahkan dan kesimpulan mengenai permasalahan aras submikroskopik turut dinyatakan.

Bab 5 pula memberi perhatian kepada objektif kedua yang membincangkan penerokaan imaginasi yang dimiliki oleh pelajar terhadap konsep jirim pada aras submikroskopik dalam pembelajaran kimia. Seterusnya Bab 6 membentangkan dapatan utama kajian ini yang mencakupi objektif ketiga iaitu skema pemikiran imaginasi saintifik pelajar dalam pembelajaran kimia. Skema pemikiran ini diterangkan secara langkah demi langkah dalam bentuk teks dan grafik supaya lebih senang difahami.

Bab 7 merupakan bab yang terakhir dan berperanan dalam mensistesis dapatan kajian bagi objektif pertama hingga ketiga bagi mencadangkan kerangka pemikiran imaginasi saintifik sebagaimana objektif kajian keempat. Bab ini juga merumuskan dan membuat kesimpulan terhadap dapatan kajian secara keseluruhan. Implikasi dan cadangan kajian lanjutan turut dijelaskan sebagai penutup kepada penyelidikan ini.

1.11 Penutup

Kesimpulannya, permasalahan yang wujud dalam pendidikan sains umumnya dan dalam pendidikan kimia khususnya berpunca daripada enam faktor iaitu kesukaran pelajar menguasai subjek sains yang abstrak, kelemahan pencapaian subjek sains dan kimia dalam kalangan pelajar, kewujudan kerangka alternatif dalam

pengkonsepan sains pelajar, kesukaran menguasai aras submikroskopik dalam pengkonsepan sains pelajar, kurang penekanan terhadap imaginasi dalam menguasai aras submiroskopik dan perlunya membina skema pemikiran imaginasi saintifik dalam pembelajaran kimia seseorang pelajar. Sehubungan itu, kajian ini memberi fokus kepada kefahaman konsep sains pada aras submikroskopik yang tepat dan saintifik melalui imaginasi yang dimiliki oleh pelajar itu sendiri. Oleh yang demikian, persoalan kajian dibina berdasarkan fokus tersebut iaitu mengkaji kefahaman konsep jirim, imaginasi saintifik, skema pemikiran imaginasi saintifik dan seterusnya mencadangkan kerangka pemikiran imaginasi saintifik pelajar dalam pengajaran dan pembelajaran kimia.

RUJUKAN

- Abraham, M. R., Grybowski, E. B., Renner, J. W. dan Marek, E. A. (1992). Understanding and Misunderstanding of Eighth Graders of Five Chemistry Concepts Found in Textbooks. *Journal of Research in Science Teaching*. 29: 105–120.
- Abraham, M. R., Williamson, V. M. dan Westbrook, S. L. (1994). A Cross-Age Study of the Understanding of Five Chemistry Concepts. *Journal of Chemical Education*. 31(2): 174-164.
- Adadan, E. (2006). *Promoting High School Student's Conceptual Understandings of the Particulate Nature of Matter through Multiple Representations*. The Ohio State University: Ph.D. Thesis.
- Ahtee, M. dan Varjola, I. (1998). Students' Understanding of Chemical Reactions. *International Journal of Science Education*. 20: 305–316.
- Al-Balushi, S. M. (2003). *Exploring Omani Pre-Service Science Teachers' Imagination at the Microscopic Level in Chemistry. And Their Use of the Particulate Nature of Matter in Their Explanations*. The University of Iowa: Ph.D Thesis.
- Al-Balushi, S. M. (2009). Factors Influence Pre-Service Science Teachers' Imagination at the Microscopic Level in Chemistry. *International Journal of Science and mathematics Education*. 7(6): 1089-1110.
- Albanese, A. dan Vincentini, M. (1997). Why Do We Believe that An Atom Is Colorless? Reflections About the Teaching of the Particle Model. *Science and Education*. 6(3): 251-261.
- Andersson, B. (1990). Pupil's Conceptions of Matter and Its Transformations (Age 12-16). *Studies in Science Education*. 18: 53-85.

- Ardac, D. dan Akaygun, S. (2004). Effectiveness of Multimedia-Based Instruction that Emphasizes Molecular Representations on Students' Understanding of Chemical Change. *Journal of Research in Science Teaching*. 41(4): 317-337.
- Ardac, D. dan Akaygun, S. (2005). Using Static and Dynamic Visuals to Represent Chemical Change at Molecular Level. *International Journal of Science Education*. 27(11): 1269-1298.
- Ary, D., Jacobs, L. C. dan Razqieh, A. (1996). *Introduction to Research in Education*. 5th ed. Fortworth: Harcourt Brace College Publishers.
- Ayas, A., Özmen, H. dan Çalik, M. (2010). Students' Conceptions of the Particulate Nature of Matter at Secondary and Tertiary Level. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 8(1): 165-184.
- Baars, B. J. (1996). *In The Theater of Consciousness: The Workspace of the Mind*. London: Oxford University Press
- Badrian, A., Abdinejad, T. dan Naseriazar, A. (2011). A Cross-Age Study of Iranian Students' Various Conceptions About the Particulate Nature of Matter. *Journal of Turkish Science Education*. 8: 49-63.
- Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK) (2012). *Spesifikasi Kurikulum Kimia Tingkatan 4*. Putrajaya: Bahagian Pembangunan Kurikulum.
- Barke, H, Al Hazari dan Yitbarek, S. (2009). Students' Misconceptions and How to Overcome Them. In: Barke, H, Al Hazari dan Yitbarek, S. *Misconceptions in Chemistry*. German: Springer Berlin Heidelberg. 21-36.
- Barker, V. dan Millar, R. (1999). Students' Reasoning about Chemical Reactions: What Changes Occur During A Context-Based, Post-16 Chemistry Course?. *International Journal of Science Education*. 21: 645-665.
- Barrick, M. R. dan Mount, M. K. (1991). The Big Five Personality Dimensions and Job Performance: A Meta-Analysis. *Personnel Psychology*. 44(1): 1-26.
- Bell, N. (2007). *Visualizing and Verbalizing for Language Comprehension and Thinking* 2nd ed. San Luis Obispo, CA: Gander Publishing.
- Bell, N. dan Bonetti, C. (2006). *Talkies: Visualizing and Verbalizing for Oral Language Comprehension and Expression*. San Luis Obispo, CA: Gander Publishing.
- Benson, D., Wittrock, M. dan Baur, M. (1993). Students' Preconceptions of the Nature of Gases. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(6): 587-597.

- Ben-Zvi, R., Eylon, B. dan Silberstein, J. (1986). Is An Atom of Copper Malleable?. *Journal of Chemical Education*. 63(1): 64-66.
- Betts, G. H. (1916). *Chapter IX: Imagination. The Mind and Its Education*. New York: D. Appleton and Company.
- Bleasdale, F. (1978). Paivio's Dual-Coding Model of Meaning Revisited. In: Yuille, J. C. *Imagery, Memory and Cognition: Essays in Honor of Allan Paivio*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.
- Bodner, G. dan Domin, D. S. (2000). Mental Models: The Role of Representations in Problem Solving in Chemistry. *University Chemistry Education*. 4(1): 22-28.
- Bogdan, R. C. dan Miklen, S. K. (2003). *Qualitative Research for Education: An Introduction to Theory and Methods*. Boston: Allyn & Bacon.
- Boo, H. K. dan Watson, J. R. (2001). Progression in High School Students' (aged 16–18) Conceptualizations about Chemical Reactions in Solution. *Science Education*. 85(5): 568-585.
- Bowen, C. W. (1994). Think-Aloud Methods in Chemistry Education: Understanding Student Thinking. *Journal of Chemical Education*. 71(3): 184-190.
- Bradley, J. D. dan Brand, M. (1995). Stamping Out Misconceptions. *Journal of Chemical Education*. 62(4): 318.
- Brook, A., Briggs, H. dan Driver, R. (1984). *Aspects of Secondary Students' Understanding of the Particulate Nature of Matter*. Leeds: Leeds University.
- Bruner, J. (1990). *Acts of Meaning*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- Bruner, J. (2004). *The Narrative Creation of Self*. US: Sage Publications.
- Bruner, J. S. (1977). *The Process of Education*. Cambridge: Harvard University Press.
- Bucat, B. dan Mocerino, M. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education. In: Gilbert, J. K. dan Treagust, D. *Multiple Representations in Chemical Education*. London: Springer. 11-29.
- Bucat, R. (2004). Pedagogical Content Knowledge As A Way Forward: Applied Research In Chemistry Education. *Chemistry Education: Research And Practice*. 5(3): 215-228.
- Çalýk, M., Ayas, A. dan Ebenezer, J. V. (2005). A Review of Solution Chemistry Studies: Insights into Students' Conceptions. *Journal of Science Education and Technology*. 14(1): 29-50.

- Canpolat, N. (2006). Turkish Undergraduates' Misconceptions of Evaporation, Evaporation Rate, and Vapour Pressure. *International Journal of Science Education*. 28(15): 1757-1770.
- Cartwright, P. dan Noore, L. (2006). Critical Imagination: A Pedagogy for Engaging Pre-Service Teachers in the University Classroom. *College Quarterly*. 9(4).
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F. dan Mocerino, M. (2007). The Development of A Two-Tier Multiple-Choice Diagnostic Instrument for Evaluating Secondary School Students' Ability to Describe And Explain Chemical Reactions Using Multiple Levels of Representation. *Chemistry Education Research and Practice*. 3(8): 293-307.
- Chapman, O. (2008). Imagination as a Tool in Mathematics Teacher Education. *Journal of Mathematics Teacher Education*. 11(2): 83-88.
- Chemical Bonds: A Case Study of Multiple-Model Use in Grade 11 Chemistry. *Science Education*. 84: 352-381.
- Cheng, M. dan Gilbert, J. K. (2009). Towards a Better Utilization of Diagrams in Research into the Use of Representative Levels in Chemical Education. In: Gilbert, J. K. dan Treagust, D. F. *Multiple Representations in Chemical Education*. Springer. 55-73.
- Chiapetta, E. L. dan Kobala, R. T. (2006). *Science Instruction in the Middle and Secondary School. Developing Fundamental Knowledge and Skills for Teaching*. 6th ed. New Jersey: Pearson.
- Chittleborough, G. D. (2004). *The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Students' Mental Models of Chemical Phenomena*. Curtin University of Technology: Ph.D Thesis.
- Chittleborough, G. D. dan Treagust, D. F. (2008). Correct Interpretation of Chemical Diagrams Requires Transforming From One Level of Representation to Another. *Research in Science Education*. 38(4): 463-482.
- Chittleborough, G. dan Treagust, D. F. (2007). The Modelling Ability of Non-Major Chemistry Students and Their Understanding of the Sub-Microscopic Level. *Chemistry Education Research and Practice*. 3(8): 274-292.
- Chiu, M. H. (2005). A National Survey of Students' Conceptions of Chemistry in Taiwan. *International Journal of Science Education*. 29(4): 421-452.
- Chua, Y. P. (2006). *Kaedah Penyelidikan*. Kuala Lumpur: McGraw-Hill (Malaysia) Sdn Bhd.

- Clark, J. M. dan Paivio, A. (1991). Dual Coding Theory and Education. *Educational Psychology Review*. 3(3): 149-170.
- Cliff, W. H. (2009). Chemistry Misconceptions Associated with Understanding Calcium and Phosphate Homeostasis. *Advances in Physiology Education*. 33: 323-328.
- Clough, M. (1998). Integrating the Nature of Science with Student Teaching: Rationales and Strategies. In: McComas, W. *The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 197-210.
- Cohen, J. (1960). A Coefficient for Agreement for Nominal Scale. *Educational and Psychological Measurement*. 37-46.
- Cohen, J. (1968). Weighted Kappa: A Nominal Scale Agreement with Provision for Scale Disagreement or Partial Credit. *Psychological Bulletin*. 70: 213-220.
- Cohen, L., Manion, L. dan Morrison, K. (2000). *Research Methods in Education*. 5th ed. London: Routledge Falmer.
- Cokelez, A. (2012). Junior High school Students' Ideas about the Shape and Size of the Atom. *Research in Science Education*. 42: 673-686.
- Colello, S. M. G. (2007). Imagination in Children's Writing: How High Can Fiction Fly?. *Notandum*. 10(4).
- Conway, P. F. (2001). Anticipatory Reflection While Learning to Teach: from a Temporally Truncated to a Temporally Distributed Model of Reflection in Teacher Education. *Teaching and Teacher Education*. 17(1): 89-106.
- Cooper, G., Tindall-Ford, S., Chandler, P. dan Sweller, J. (2001). Learning by Imagining. *Journal of Experimental Psychology: Applied*. 7(1): 68-82.
- Creswell, J. (1994). *Research Design: Qualitative and Quantitative Approaches*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Davidowitz, B. dan Chittleborough, G. (2009). Linking the Macroscopic and Sub-Microscopic Levels: Diagram. In: Gilbert, J. K. dan Treagust, D. *Multiple Representations in Chemical Education*. Australia: Curtin University of Technology. 169-191.
- Day, R. (2004). Visual Cognition in Understanding Biology Labs; Can It Be Connected to Conceptual Change?. *National Association of Research in Science Teaching Conference*. Vancouver: Canada.

- Dayang, H. T. A. H. dan Abdul Hafidz, H. O. (2009). *Analisis Data Kualitatif*. Skudai: Nasmak Sdn. Bhd.
- de Jong, O. dan van Driel, J. (2004). Exploring the Development of Student Teachers' PCK of the Multiple Meanings of Chemistry Topics. *International Journal of Science and Mathematics Education*. 2: 477-491.
- de Vos, W. dan Verdonk, A. H. (1987). A New Road to Reactions. *Journal of Chemical Education*. 64: 692-694.
- 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.
- Denis, M., Beschin, N., Logie, R. H. dan Della Sala, S. (2002). Visual Perception of Verbal Descriptions as Sources for Generating Mental Representations: Evidence from Representational Neglect. *Cognitive Neuropsychology*. 19(2): 97-112.
- DePorter, B. (2000). *Quantum Teaching: Memperaktikkan Quantum Learning di Ruang-Ruang Kelas*. Bandung: Kaifa.
- Devetak, I., Urbančič, M., Grm, K., S. W. dan Krnel, D. (2004). Submicroscopic Representations As A Tool For Evaluating Students' Chemical Conceptions. *Acta Chim. Slov.* 51: 799-814.
- Devetak, I., Vogrinc, J. dan Glažar, S. A. (2009). Assessing 16-Year-Old Students' understanding of Aqueous Solution at Submicroscopic Level. *Journal Research in Science Education*. 39(2): 157-179.
- Dong, Q. (1993). *The Development of Children's Creative Psychology*. Zhejiang: Zhejiang Education Press.
- Driver, R. (1995). Constructivist Approaches to Science Teaching. In: Steffe, L. P. dan Gale, J. *Constructivism in Education*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. 385-400.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E. F. dan Scott, P. H. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*. 23: 5-12.
- Duit, R. dan Treagust, D. F. (1998). Learning in Science - From Behaviorism Towards Social Constructivism and Beyond. In: Fraser, B. J. dan Tobin, K. G. *International Handbook of Science Education*. Great Britain: Kluwer Academic Publishers. 3-25.

- Ebenezer, J. V. (2001). A Hypermedia Environment to Explore and Negotiate Students' Conceptions: Animation of the Solution Process of Table Salt. *Journal of Science Education and Technology*. 10(1): 73–92.
- Ebenezer, J. V. dan Erickson, G. (1996). Chemistry Students' Conceptions of Solubility: A Phenomenography. *Science Education*. 80(2): 181-201.
- Eckhoff, A. dan Urbach, J. (2008). Understanding Imaginative Thinking During Childhood: Sociocultural Conceptions of Creativity and Imaginative Thought. *Early Childhood Education Journal*. 36: 178-185.
- Egan, K. (1992). *Imagination in Teaching and Learning*. Chicago: University of Chicago Press.
- Egan, K. (1997). *The Educated Mind: How Cognitive Tools Shape Our Understanding*. Chicago, IL: The University of Chicago Press.
- Egan, K. (2005). *An Imaginative Approach to Teaching*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Egan, K. dan Madoc-Jones, G. (2005) Editorial. Education and Imagination. *Teaching Education*. 16(1): 1-2.
- Egan, K., Stout, M. dan Takaya, K. (2007). *Teaching and Learning Outside the Box: Inspiring Imagination Across the Curriculum*. New York: Teachers College Press.
- Equilibrium, *Journal of Chemical Education*, 78(5), 629–631.
- Fensham, P. J. (2004). *Defining an Identity: The Evolution of Science Education As a Field of Research*. Netherlands: Kluwer Academics Publishers.
- Feynman, R. P. (1995). *Six Easy Pieces: Essentials of Physics, Explained By Its Most Brilliant Teacher*. Reading, MA: Helix Books.
- Fleiss, J. L. (1981). *Statistical Methods for Rates and Proportions*. New York: John Wiley.
- Fleith, D. D. (2000). Teacher and Student Perceptions of Creativity in the Classroom Environment. *Roeper Review*. 22(3): 148-153.
- Friedel, A.W. dan Maloney, D. P. (1992). An Explanatory Classroom Based Explanation of Students' Difficulties with Subscripts in Chemical Formulas. *Science Education*. 76: 65–78.
- Frye, N. (1963). *The Educated Imagination*. Toronto: Canadian Broadcasting Corporation.

- Fryer, M. dan Collings, J. A. (1991). Teachers' Views about Creativity. *British Journal of Educational Psychology*. 61(2): 207-219.
- Gabel, D. L. (1992). Modeling With Magnets – A Unified Approach to Chemistry Problem Solving. *The Science Teacher*. 4(2): 58–63.
- Gabel, D. L. (1993). Use of the Particle Nature of Matter in Developing Conceptual Understanding. *Journal of Chemical Education*. 70(3): 193-194.
- Gabel, D. L. dan Sherwood, R. (1980). The Effect of Student Manipulation of Molecular Models on Chemistry Achievement According to Piagetian Level. *Journal of Research in Science Teaching*. 17(1): 75-81.
- Gabel, D. L., Samuel, K. V. dan Hunn, D. (1987). Understanding the Particulate Nature of Matter. *Journal of Chemical Education*. 64(8): 695-697.
- Gabel, D. L., Sherwood, R. dan Enochs, L. (1984). Problem-solving Skills of High School Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching*. 21(2): 221-233.
- Gabriela, T. C., Ribelio, M., Costa Pereira, D. J. V. dan Maskill, R. (1990). Reaction and Spontaneity: The Influence of Meaning from Everyday Language on Fourth Year Undergraduates' Interpretations of Some Simple Chemical Phenomena. *International Journal of Science Education*. 12: 391–401.
- Galles, K. (2001). “Look Karen, I’m Running Like Jell-O”: Imagination As A Question, A Topic, A Tool for Literacy Research and Learning. *Research in the Teaching of English*. 35: 457-492.
- Ganguly, I. (1995). Scientific Thinking Is in the Mind's Eye. *Annual Conference of the International Visual Literacy Association*. Chicago. 241-250.
- García, J. G. (2013). Imagination: A Creative Tool to Achieve Meaningful Understanding of New Information. *Global Journal of Human Social Science Linguistics & Education*. 13(8): 72-79.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J. dan Hackling, M. W. (1995). Refocusing the Chemistry Lab: A Case for Laboratory-Based Investigations. *Australian Science Teachers Journal*. 41(2): 26-32.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J. dan Hackling, M. W. (1995a). Students' Alternative Conceptions in Chemistry: A Review of Research and Implications for Teaching and Learning. *Studies in Science Education*. 25: 69-95.

- Gaut, B. (2003). Creativity and Imagination. In: B. Gaut, B. dan P. Livingston, P. *The Creation of Art*. Cambridge, England: Cambridge University Press. 148-173.
- Gilbert, J. K. (2007). Visualization: An Emergent Field of Practice and Enquiry in Science Education. In: Gilbert, J. K., Reiner, M. dan Nakhleh, M. *Visualization: Theory and Practice in Science Education*. Netherlands: Springer. 3-24.
- Gilbert, J. K. dan Treagust, D. (2009). Introduction: Macro, Submicro and Symbolic Representations and the Relationship Between Them: Key Models in Chemical Education. In: Gilbert, J. K. dan Treagust, D. *Multiple Representations in Chemical Education*. London: Springer. 1-8.
- Ginns, P., Chandler, P. dan Sweller, J. (2003). When Imagining Information is Effective. *Contemporary Educational Psychology*. 28(2): 229-251.
- Glaser, B. G. (2000). Conceptualization: On Theory and Theorizing Grounded Theory. *International Journal on Qualitative Methods*. 1(2). <http://www.ualberta.ca/~ijqm/>. Laman web diakses pada 26 Januari 2011.
- Gopal, H., Kleinsmidt, J. dan Case, J. (2004). An Investigation of Tertiary Students' Understanding of Evaporation, Condensation and Vapour Pressure. *International Journal of Science Education*. 26(13): 1597-1620.
- Griffiths K. A. dan Preston R. K. (1992). Grade-12 Students' Misconceptions Relating to Fundamental Characteristics of Atoms and Molecules. *Journal of Research in Science Teaching*. 29: 611-628.
- Gunstone, R. (1988). Learners in Science Education. In: Fensham, P. (Ed.). *Development and Dilemmas in Science Education*. London: Falmer Press. 73-95.
- Hadzigeorgiou, Y. dan Stefanich, G. (2000). Imagination in Science Education. *Contemporary Education*. 71(4): 23-28.
- Haidar, A. H. dan Abraham, M. R. (1991). A Comparison of Applied and Theoretical Knowledge of Concepts Based on the Particulate Theory of Matter. *Journal of Research in Science Teaching*. 28(10): 919-938.
- Hanson, K. (1988). Prospects for the Good Life: Education and Perceptive Imagination. In: Egan, K. dan Nadaner, D. (Eds.). *Imagination and Education*. New York: Teachers College Press.

- Harrison A. G. dan Treagust D. F. (1996). Secondary Students' Mental Models of Atoms and Molecules: Implications for Teaching Chemistry. *Science Education*. 80(5): 509-534.
- Harrison A. G. dan Treagust D.F. (2002). The Particulate Nature of Matter: Challenges in Understanding the Submicroscopic World. In: Gilbert, J. K., Jong, O. D., Justi, R., Treagust, D. F. dan Van Driel, J. H. *Chemical Education: Towards Research-Based Practice*. Dordrecht: Kluwer Academic. 189-212.
- Harrison, A. G. dan Treagust, D. F. (2000). Learning about Atoms, Molecules, and Heath, G. (2008). Exploring the Imagination to Establish Frameworks for Learning. *Studies in Philosophy and Education*. 27(2): 115–123.
- Hiam, A. (2011). How and Why to Teach Innovation in Our Schools. Eschool News.com. <https://curriculumnet.pbworks.com/f/How%E2%80%94and+why%E2%80%94to+teach+innovation.pdf>. Dicapai pada 27 Mac 2015.
- Hill, D. (1988). Misleading Illustrations. *Research in Science Education*. 18: 290-297.
- Hoffman, R. (1995). *The Same and Not The Same*. New York: Columbia University Press
- Hoffman, R. dan Laszlo, P. (1991). Representation in Chemistry. *Angewandte Chemie – International Edition in English*. 30(1): 1-16.
- Holman, E. dan Kumar, R. Imagination: Teachers' Perceptions of What It Is!. *Eastern Educational Research Association Conference*. February. Paltimore, Maryland: ERIC. 1983. 1-12.
- Howard, T. J., Culley, S. J. dan Dekoninck, E. (2008). Describing the Creative Design Process by the Integration of Engineering Design and Cognitive Psychology Literature. *Design Studies*. 29(2): 160-180.
- Johari Surif (2010). *Kajian Perbandingan Pemikiran Saintifik Pelajar Malaysia dengan United Kingdom*. Universiti Teknologi Malaysia: Tesis Ph.D.
- Johnson, P. (1998). Progression in Children's Understanding of a Basic Particle Theory: A Longitudinal Study. *International Journal of Science Education*. 20: 393–412.
- Johnson, P. (1998b). Children's Understanding of Changes of State Involving the Gas State, Part 2: Evaporation and Condensation Below Boiling Point. *International Journal of Science Education*. 20(6): 695-709.

- Johnson, P. (1998c). Progression in Children's Understanding of a 'Basic' Particle Theory: A Longitudinal Study. *International Journal of Science Education*. 20(4): 393-412.
- Johnston, K. (1990). Students' Responses to the Active Learning Approach to Teaching the Particulate Theory of Matter. In: Lijnse, P. L., Licht, P., de Vos, W. dan Waarlo, A. J. *Relating Macroscopic Phenomena to Microscopic Particles*. Utrecht, The Netherlands: Centre for Science and Mathematics Education. 247-265.
- Johnstone, A. H. (1982). Macro and Micro Chemistry. *School Science Review*. 64: 377-379.
- Johnstone, A. H. (1991). Why Is Science Difficult to Learn? Things Are Seldom What They Seem. *Journal of Computer Assisted Learning*. 7: 75-83.
- Johnstone, A. H. (1993). The Development of Chemistry Teaching: A Changing Response to Changing Demand. *Journal of Chemical Education*. 70(9): 701-705.
- Johnstone, A. H. (1997). Chemistry Teaching - Science or Alchemy. *Journal of Chemical Education*. 74(3): 262-268.
- Johnstone, A. H. (2000). Teaching of Chemistry - Logical or Psychological. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. 1(1): 9-15.
- Kam-Wah Lucille (1999). Particulate Representation of A Chemical Reaction Mechanism. *Research in Science Education*. 29(3): 401-415.
- Kant, I. (1952). *Critique of Judgement*. Oxford, UK: Oxford University Press.
- Kariper, I. (2011). An Investigation into the Misconceptions, Erroneous Ideas and Limited Conception of the pH Concept in Pre-Service Science Teacher Education. *Chemical Education Journal*. 14(1).
- Kelly, R. M, Barrera, J. H. dan Saheed, C. M. (2010). An Analysis of Undergraduate General Chemistry Students' Misconceptions of the Submicroscopic Level of Precipitation Reactions. *Journal of Chemical Education*. 87(1): 113-118.
- Kokkotas, P. dan Vlachos, I. (1998). Teaching the Topic of Particulate Nature of Matter in Prospective Teachers' Training Courses. *International Journal of Science Education*. 20(3): 291-303.
- Kostelnik, M., Whiren, A. dan Stein, I. (1986). Living with He-Man: Managing Superhero Fantasy Play. *Young Children*. 41(4): 3-9.

- Kotsopoulos, D. dan Cordy, M. (2009). Investigating Imaginations as a Cognitive Space for Learning Mathematics. *Educational Studies in Mathematics*. 70(3): 259-274.
- Kotsos, T. (2013). *The Adventure of I: A Journey to the Centre of Your Reality*. London, UK: Amarantho House.
- Kovarzina, I. (2011). *Evoking Visual Imagination in Teaching Writing: ESL Students' Perspectives*. The University of New Mexico, Albuquerque, New Mexico. Ph.D. Thesis.
- 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(9): 949-968.
- Krejcie, R. V. dan Morgan, D. W. (1970). Determining Sample Size For Research Activities. *Educational and Psychological Measurement*. 30: 607-610.
- Kress, G. dan van Leeuwen, T. (2006). *Reading Images: The Grammar of Visual Design*. 2nd ed. London, New York: Routledge.
- Krnel D., Watson R. dan Glazar S. A., (1998). Survey of Research Related to the Development of the Concept of "Matter". *International Journal of Science Education*. 20(3): 257-289.
- Krnel, D., Glazar, S. S. dan Watson, R. (2003). The Development of the Concept of "Matter": A Cross-Age Study of How Children Classify Materials. *Science Education*. 87(5): 621-639.
- Leach, J. dan Scott, P. (2000). Children's Thinking, Learning, Teaching and Constructivism. In: Monk, M. dan Osborne, J. *Good Practice in Science Teaching: What Research Has to Say*. Philadelphia: Open University Press. 41-56.
- Leahy, W. dan Sweller, J. (2005). Interactions Among the Imagination, Expertise Reversal, and Element Interactivity Effects. *Journal of Experimental Psychology: Applied*. 11(4): 266-276.
- Lee, O., Eichinger, D. C., Anderson, C. W., Berkheimer, G. D. dan Blakeslee, T. D. (1993). Changing Middle School Students' Conceptions of Matter and Molecules. *Journal of Research in Science Teaching*. 30: 249-270.
- Lemke, J. L. (2005). Mathematics in the Middle: Measure, Picture, Gesture, Sign, and Word. Retrieved May 2012, from <http://www-personal.umich.edu/~jaylemke/papers/myrdene.htm>.

- Leutner, D., Leopold, C. dan Sumfleth, E. (2009). Cognitive Load and Science Text Comprehension: Effects of Drawing and Mentally Imagining Text Content. *Computers in Human Behavior*. 25: 284-289.
- Liang, C., Chang, C-C. dan Hsu, Y. (2013). Personality and Psychological Factors Predict Imagination: Evidence from Taiwan. *Learning and Individual Differences*. 27: 67-74.
- Lin, T., Deng, F., Chai, C. dan Tsai, C. (2013). High School Students' Scientific Epistemological Beliefs, Motivation in Learning Science, and Their Relationships: A Comparative Study within the Chinese Culture. *International Journal of Educational Development*. 33(1): 37-47.
- Liu, X. dan Lesniak, K. (2006). Progression in Children's Understanding of the Matter Concept From Elementary to High School. *Science Education*. 89: 433-450.
- LoPresti, V. C. dan Garafalo, A. R. (1992). Visualizing Dynamic Molecular Geometry: Computer Animations for An Integrated Curriculum. *Journal of College Science Teaching*. 21: 366-369.
- Lord, T. R. (1990). Enhancing Learning in the Life Sciences through Spatial Perception. *Innovative Higher Education*. 15(1): 5-16.
- Lubart, T. I. dan Sternberg, R. J. (1994). Creativity across Time and Place: Life Span and Cross-Cultural Perspectives. *High Abilities Studies*. 9(1): 59-74.
- Lumpe, A. T. dan Scharmann, L. C. (1991). Meeting Contemporary Goals for Lab Instruction: A Content Analysis of Two Secondary Biology Textbooks. *School Science and Mathematics*. 91: 231-235.
- Mahathir Mohammad (1991). *Malaysia Melangkah ke Hadapan (Wawasan 2020)*. Kuala Lumpur: Jabatan Percetakan Negara.
- Manning, M. (2002). Visualizing When Reading. *Teaching PreK-8*. 32: 89-90.
- Mathewson, J. H. (1999). Visual-Spatial Thinking: An Aspect of Science Overlooked by Educators. *Science Education*. 83(1): 33-54.
- Mayer, K. (2011). Addressing Students' Misconception about Gases, Mass, and Composition. *Journal of Chemical Education*. 88(1): 111-115.
- Mazur, B. (2003). *Imagining Numbers (particularly the square root of minus fifteen)*. New York: Farrar, Straus and Giroux.
- McCormack, A. (2010). Imagine and Invent: Create A Great Future. *The Science Teacher*. September 2010. 8-9.

- Meijer, M. J. (2011). Macro-Meso-Micro Thinking with Structure-Property Relations for Chemistry Education: An Explorative Design Based Study. Utrecht University: Ph.D. Thesis.
- Merriam, S. B. (2002). *Qualitative Research and Case Study Application in Education. Revised and Expanded From Case Study Research in Education*. San Francisco: Jossey-Bass Publishers.
- Meyer, K. (2013). Improving Imagination Skills in Order to Assist Abstractive Learning. <http://hdl.voced.edu.au/10707/252114>. Laman web diakses pada 26 April 2015.
- Mohd Izham Mohd Hamzah. (2006). *Pengurusan Proses Perubahan Terancang di Beberapa Buah Sekolah Bestari di Malaysia*. Ph.D. Thesis. Universiti Malaya;
- Moore, J. (2005). Is Higher Education Ready for Transformative Learning? A Question Explored in the Study of Sustainability. *Journal of Transformative Education*. 3(1): 76-91.
- Morosini, P. (2010). *Seven Keys to Imagination: Creating the Future by Imagining the Unthinkable and Delivering It*. London: Marshall Cavendish.
- Moschkovich, J. (2003). What Counts As Mathematical Discourse? In: Pateman, N. A., Dougherty, B. J. dan Zilliox, J. Proceedings of the Joint Meeting of PME and PMENA (vol. 3, pp. 325–331). Honolulu, Hawai'i, USA: University of Hawai'i.
- Murdoch, J. (2000). Words or Pictures?. *School Science Review*. 81(296): 47-51.
- Nakhleh, M. B. (1992). Why Some Students Don't Learn Chemistry. Chemical Misconceptions. *Journal of Chemical Education*. 69(3): 191-196.
- Nakhleh, M. B. (1993). Are Our Students Conceptual Thinkers or Algorithmic Problem Solvers? Identifying Conceptual Students in General Chemistry. *Journal of Chemistry Education*. 70: 52.
- Nakhleh, M. B. dan Krajcik, J. S. (1994). Influence on Levels of Information as Presented by Different Technologies on Students' Understanding of Acid, Base, and pH Concepts. *Journal of Research in Science Teaching*. 31(10): 1077- 1096.
- Nakhleh, M. B. dan Mitchell, R. C. (1993). Concept Learning versus Problem Solving: There is a Difference. *Journal of Chemistry Education*. 70: 190.

- Nakhleh, M. B. dan Samarapungavan, A. (1999). Elementary School Children's Beliefs about Matter. *Journal of Research in Science Teaching*. 36(7): 777-805.
- Nakhleh, M. B., Samarapungavan, A. dan Saglam, Y. (2005). Middle School Students' Beliefs about Matter. *Journal of Research in Science Teaching*. 42(5): 581-612.
- Nelson, P. G. (2002). Teaching Chemistry Progressively: From Substances to Atoms and Molecules, to Electrons and Nuclei. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*. 3(2): 215-228.
- Niaz, M., Robinson, W. R. (1991). Teaching Algorithmic Problem Solving or Conceptual Understanding: Role of Developmental Level, Mental Capacity and Cognitive Style. *Presented at the Annual Meeting of the National Association for Research in Science Teaching*. Lake Geneva, WI.
- Nicoll, G. (2003). A Qualitative Investigation of Undergraduate Chemistry Students' Macroscopic Interpretations of the Submicroscopic Structure of Molecules. *Journal of Chemical Education*. 80(2): 205-213.
- Noh, T. dan Scharmann, L. C. (1997). Instructional Influence of a Molecular-Level Pictorial Presentation of Matter on Students' Conceptions and Problem-Solving Ability. *Journal of Research in Science Teaching*. 34(2): 199-217.
- Novick, S. dan Nussbaum, J. (1978). Junior High School Pupils' Understanding of the Particulate Nature of Matter: An Interview Study. *Science Education*. 62: 273-281.
- Novick, S. dan Nussbaum, J. (1981). Pupil's Understanding of the Particulate Nature of Matter: A Cross-Age Study. *Science Education*. 65(2): 187-196.
- Nurrenberg, S. C. dan Pickering, M. (1987). Concept Learning versus Problem Solving: Is There A Difference?. *Journal of Chemical Education*. 64: 508-511.
- Nussbaum, J. dan Novick, S. (1982). Alternative Frameworks, Conceptual Conflict and Accommodation: Towards A Principled Teaching Strategy. *Instructional Science*. 11: 183-200.
- Nussbaum, M. C. (1998). *Cultivating Humanity*. USA: Harvard University Press.
- Nyachwaya, J. M. dan Wood' N. B. (2014). Evaluation of Chemical Representations in Physical Chemistry Textbooks. *Chemistry Education Research and Practice*. 4(15): 720-728.

- Nyachwaya, J. M., Mohamed, A., Roehrig, G. H., Wood, N. B., Kern, A. L. dan Schneider, J. L. (2011). The Development of An Open-Ended Drawing Tool: An Alternative Diagnostic Tool for Assessing Students' Understanding of the Particulate Nature of Matter. *Chemistry Education Research and Practice*. 2(12): 121-132.
- Oloruntegbe, K. O., Ikpe, A. dan Kukur, J. D. (2010). Factors in Students' Ability to Connect School Science with Community and Real-World Life. *Educational Research and Reviews*. 5 (7): 372-379.
- Onwu, G. dan Randall, E. (2006). Some Aspects of Students' Understanding of A Representational Model of the Particulate Nature of Chemistry in Three Different Countries. *Chemistry Education : Research and Practice*. 7(4): 226-239.
- Osborne, R. dan Freyberg, P. (1985). *Learning in Science. The Implications of Children's Science*. Auckland, New Zealand: Heinemann.
- Osborne, R. J. dan Cosgrove, M. M. (1983). Childrens' Conceptions of the Changes of State of Water. *Journal of Research in Science Teaching*. 20(9): 825-838.
- Özden, M. (2009). Primary Student Teachers' Ideas of Atoms and Molecules: Using Drawings as a Research Method. *Education*. 129(4): 635-642.
- Ozmen, H. (2011). Turkish Primary Students' Conceptions about the Particulate Nature of Matter. *International Journal of Environmental & Science*. 6(1): 99-121.
- Özmen, H. dan Kenan, O. (2007). Determination of the Turkish Primary Students' Views about the Particulate Nature of Matter. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*. 8(1).
- Pabuçcu, A. dan Geban, Ö. (2006). Remediating Misconceptions Concerning Chemical Bonding through Conceptual Change Text. *Hacettepe University Journal of Education*. 30: 184-192.
- Paivio, A. (1980). Imagery As Private Audiovisual Aid. *Instructional Science*. 9: 295-309.
- Passmore, J. (1985). *Recent Philosophers: A Supplement to a Hundred Years of Philosophy*. New York, NY: Duckworth.
- Patton, M. Q. (2002). *Qualitative Research and Evaluation Methods*. 3rd ed. Thousand Oaks, Ca: SAGE.

- Pereira, M. P. dan Pestana, M. E. M. (1991). Pupils' Representations of Models of Water. *International Journal of Science Education*. 13(3): 313-319.
- Piaget, J. (1970). *Genetic Epistemology*. New York, NY: The Norton Library.
- Pianta, R. C. (1999). *Enhancing Relationships between Children and Teachers*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Pickering, M. (1990). Further Studies on Concept Learning versus Problem Solving. *Journal of Chemistry Education*. 67: 254.
- Poser, H. (1998). On Structural differences Between Science and Engineering. *Philosophy and Technology*. 4(2): 81-92.
- Pressley, G. M. (1976). Mental Imagery Helps Eight-Year-Olds Remember What They Read. *Journal of Educational Psychology*. 68: 355-359.
- Pressley, G. M. (2002). *Reading Instruction That Works: The Case of Balanced Teaching* (2nd ed.). New York: The Guilford Press.
- Pribram, K. H. (1971). *Languages of the Brain: Experimental Paradoxes and Principles in Neuropsychology*. New York: Brandon House, Inc.
- Pribram, K. H. (1991). *Brain and Perception: Holonomy and Structure in Figural Processing*. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, Inc.
- Programme for International Student Assessment (PISA) (2009). <http://www.oecd.org/pisa/pisaproducts/pisa2009/pisa2009resultswhatstudentsknowandcandostudentperformanceinreadingmathematicsandsciencevolumei.htm>. Laman web yang diakses pada 15 Mac 2012.
- Rachelson, S. E. (1977). *An Identification of the Characteristics of Hypothesis Generation in Scientific Inquiry with Applications to Guided Imagery and to the Science Curriculum Improvement Study and Essence Curricula*. Atlanta, GA: Georgia State University.
- Ravialo, A., (2001). Assessing Students' Conceptual Understanding of Solubility
- Reiner, M. dan Gilbert, J. (2000). Epistemological Resources for Thought Experimentation in Science Teaching. *International Journal of Science Education*. 22(5): 489-506.
- Ren, F., Li, F. R., Zhang, H. dan Wang, L. (2012). Progression of Chinese Students' Creative Imagination from Elementary through High School. *International Journal of Science Education*. 34(13): 2043-2059.

- Roehrig, G. H., Kruse, R. A. dan Kern, A. (2007). Teacher and School Characteristics and Their Influence on Curriculum Implementation. *Journal of Research in Science Teaching*. 44(7): 883-907.
- Rose, M. dan Sweda, J. R. (1997). *The Effects of Guided Imagery on Low-Achieving Children's Motivation in Journal Writing Activities*. University of Virginia: Master's Field Project.
- Rugg, H. (1963). *Imagination*. London: Faber and Faber.
- Russ, S. W. (2009). Pretend Play, Emotional Processes, and Developing Narratives. In: Kaufman, S. B. dan Kaufman, J. C. (Eds.). *The Psychology of Creative Writing*. New York: Cambridge University Press. 247-263.
- Sampson, V. dan Clark, D. (2008). Assessment of the Ways Students Generate Arguments in Science Education: Current Perspectives and Recommendations for Future Directions. *Science Education*. 92(3): 447-472.
- Sanger, M. J. (2000). Using Particulate Drawings to Determine and Improve Students' Conceptions of Pure Substances and Mixtures. *Journal of Chemical Education*. 77: 762-766.
- Sanger, M. J. (2005). Evaluating Students' Conceptual Understanding of Balanced Equations and Stoichiometric Ratios Using a Particulate Drawing. *Journal of Chemical Education*. 82(1): 131.
- Sanger, M. J. dan Greenbowe, T. J. (2000). Addressing Student Misconceptions Concerning Electron Flow in Aqueous Solutions with Instruction Including Computer Animations and Conceptual Change Strategies. *International Journal of Science Education*. 22(5): 521-537.
- Sawrey, B. A. (1990). Concept Learning versus Problem Solving: Revisited. *Journal of Chemistry Education*. 67(3): 253-254.
- Scott, P. H. (1992). Pathways in Learning Science: A Case Study of the Development of One Student's Ideas Relating to the Structure of Matter. In: Duit, R., Goldberg, F. dan Niedderer, H. *Research in Physics Learning: Theoretical Issues and Empirical Studies*. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel. 203-224.
- Seddon, G. M., Tariq, R. H. dan Dos Santos Viegas, A. (1982). The Visualisation of Spatial Transformations in Diagrams Molecular Structures. *European Journal of Science Education*. 4: 409-420.

- Sequeira, M. dan Leite, L. (1990). On Relating Macroscopic Phenomena to Microscopic Particles at the Junior High School Level. In: Lijnse, P. L., Licht, P. dan de Vos, W. *Relating Macroscopic Phenomena to Microscopic Particles*. Utrecht, The Netherlands: Centre for Science and Mathematics Education. 220-231.
- Sfard, A. (2000). Steering (Dis)Course between Metaphor and Rigor: Using Focal Analysis to Investigate the Emergence of Mathematical Objects. *Journal for Research in Mathematics Education*. 31(3): 296–327.
- Shalley, C. E., Zhou, J. dan Oldham, G. R. (2004). The effects of Personal and Contextual Characteristics on Creativity: Where Should We Go From Here?. *Journal of Management*. 30(6): 933-958.
- Shepard, R. (1988). The Imagination of the Scientist. In: Egan, K. dan Nadaner, D. *Imagination and Education*. New York, NY: Teachers College Press.
- Singer, J. L. (2006). *Imagery in Psychotherapy*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Singer, J. L. dan Barrios, M. V. (2009). Writer's Block and Blocked Writers: Using Natural Imagery to Enhance Creativity. In: Kaufman, S. B. dan Kaufman, J. C. *The Psychology of Creative Writing*. New York: Cambridge University Press. 223-246.
- Sirhan, G. (2007). Learning Difficulties in Chemistry: An Overview. *Journal of Turkish Science Education*. 4(2): 1-20.
- Skamp, K. (2009). Atoms and Molecules in Primary Science: What Are Teachers To Do?. *Australian Journal of Education in Chemistry*. 69: 5- 10.
- Smith, M dan Mathur, R. (2009). Children's Imagination and Fantasy: Implications for Development, Education, and Classroom Activities. *Research in the Schools*. 16(1): 52-63.
- Smolucha, L. dan Smolucha, F. C. (1986). L. S. Vygotsky's Theory of Creative Imagination. *Annual Convention of the American Psychological Association*. August 22-26. Washington, DC: ERIC.
- Snir, J., Smith, C. L. dan Raz, G. (2003). Linking Phenomena with Competing Underlying Models: A Software Tool for Introducing Students to the Particulate Model of Matter. *Science Education*. 86: 694-830.

- Solsona, N., Izquierdo, M. dan De Jong, O. (2003). Exploring the Development of Students' Conceptual Profiles of Chemical Change. *International Journal of Science Education*. 25(1): 3-12.
- Speidel, G. E. dan Troy, M. E. (1985). The Ebb and Flow of Mental Imagery in Education. In: Sheikh, A. A. dan. Sheikh, K. S. *Imagery in Education: Imagery in the Educational Process*. New York: Baywood Publishing Company. 11-38.
- Stavridou, H. dan Solomonidou, C. (1998). Conceptual Reorganization and the Construction of the Chemical Reaction Concept during Secondary Education. *International Journal of Science Education*. 20: 205–221.
- Sternberg, R. S. dan Grigorenko, E. L. (2007). *Teaching for Successful Intelligence*. Arlington Heights, IL: Skylight Training & Publishing.
- Stieff, M. (2011). Improving Representational Competence using Molecular Simulations Embedded in Inquiry Activities. *Journal of Research in Science Teaching*.
- Stojanovska, M. I., Šoptrajanov, B. T. dan Petruševski, V. M. (2012). Addressing Misconceptions about the Particulate Nature of Matter among Secondary-School and High-School Students in the Republic of Macedonia. *Creative Education*. 3(5): 619-631.
- Strauss, A. dan Corbin, J. (1998). *Basic of Qualitative Research: Techniques and Procedures for Developing Grounded Theory*. Thousand Oaks: Sage Publications.
- Suits, J. P. dan Hypolite, K. L. (2004). Use of Spectroscopic Representations in Student Generated Atomic Models. *Spectroscopy Letters*. 37: 245-262.
- Sutton-Smith, B. (1988). In Search of the Imagination. In: Egan, K. and Nadaner, D. *Imagination and Education*. New York, Teachers College Press.
- Sweller, J., Ayres, P. dan Kalyuga S. (2011). *Cognitive Load Theory*. New York: Springer.
- Swirski, T. (2010). Unleashing the Imagination in Learning, Teaching and Assessment: Design Perspectives, Innovative Practices and Meaning Making. *ATN Assessment Conference*. Australia: Australian Technology Network.
- Taba, H. (1962). *Curriculum Development: Theory and Practice*. New York: Harcourt Brace and World.

- Taber, K. S. (2001) Shifting Sands: A Case Study of Conceptual Development as Competition between Alternative Conceptions. *International Journal of Science Education*. 23 (7): 731-753.
- Talley, L. H. (1973). The Use of Three-Dimensional Visualization as A Moderator in the Higher Cognitive Learning of Concepts in College Level Chemistry. *Journal of Research in Science Teaching*. 10(3): 263-269.
- TIMSS (2007). *International Science Report: Findings from IEA's Trends in International Mathematics and Science Study at the Fourth and Eighth Grades*. Boston: International Study Centre.
- Torrance, E. P. (1968). A Longitudinal Examination of the Fourth Grade Slump in Creativity. *Gifted Child Q.* 12: 195-199.
- Treagust, D. F. dan Chandrasegaran, A. L. (2009). The Efficacy of an Alternative Instructional Programme Designed to Enhance Secondary Students' Competence in the Triplet Relationship. In: Gilbert, J. K. dan Treagust, D. *Multiple Representations in Chemical Education*. Australia: Curtin University of Technology. 169-191.
- Treagust, D. F., Chandrasegaran, A. L., Ahmad, N. M. Z., Eng, T. H., Karpudewan, M. dan Lilia, H. (2011). Evaluation of An Intervention Instructional Program to Facilitate Understanding of Basic Particle Concepts among Students Enrolled in Several Levels of Study. *Chemistry Education Research and Practice*. 12: 251-261.
- Treagust, D. F., Chittleborough, G. dan Mamiala, T. L. (2003). The Role of Submicroscopic and Symbolic Representations in Chemical Explanation. *International Journal of Science Education*. 25(11): 1353-1368.
- Tsaparlis, G. (1997). Atomic Orbitals, Molecular Orbitals and Related Concepts: Conceptual Difficulties among Chemistry Students. *Research in Science Education*. 27(2): 271-287.
- Tsaparlis, G. (2009). Learning at the Macro Level: The Role of Practical Work. In: Gilbert, J. K. dan Treagust, D. F. *Multiple Representations in Chemical Education*. Springer. 109-136.
- Tuckey, H., Selvaratnam, M. dan Bradley, J. (1991). Identification and Rectification of Student Difficulties Concerning Three-Dimensional Structures, Rotation and Reflection. *Journal of Chemical Education*. 68: 460-464.

- Tytler, R. (2000). A Comparison of Year 1 and Year 6 Students' Conceptions of Evaporation and Condensation: Dimensions of Conceptual Progression. *International Journal of Science Education*. 22(5): 447-467.
- Van Eijck, M. dan Roth, W. (2013). *Imagination of Science in Education. From Epics to Novelization*. New York, NY: Springer.
- Vos, W. dan Verdonk, A. H. (1996). The Particulate Nature of Matter in Science Education and in Science. *Journal of Research in Science Teaching*. 33(6): 657-664.
- Vygotsky, L. S. (1930/2004). Imagination and Creativity in Childhood. *Journal of Russian and East European Psychology*. 42(1): 7-97.
- Vygotsky, L. S. (1934). The Prehistory of Written Language First publication in The Mental Development of Children During Education Moscow-Leningrad: Uchpedgiz 1935. Trans. In: *Mind and Society*. Cambridge, Mass: Harvard University Press. 108-112.
- Vygotsky, L. S. (1987). *The Collected Works of L. S. Vygotsky: Vol. 1. Problems of General Psychology*. New York, NY: Plenum.
- Vygotsky, L. S. (1990). Imagination and Creativity in Childhood. *Soviet Psychology*. 28(1): 84-96.
- Vygotsky, L. S. (1994). *The Vygotsky Reader*. Van Der Veer, R. dan Valsiner, J. Cambridge, MA: Blackwell Publishers.
- Wang, W. L., Lee, H. dan Fetzer, S. J. (2008). Challenges and Strategies of Instrument Translation. *Western Journal Nursing Research*. 3: 310-321.
- Ward, T. B. dan Scott, J. (1987). Analytic and Modes of Learning Family Resemblance Concepts. *Memory and Cognition*. 15: 42-54.
- White, R. dan Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. NY, USA: Routledge.
- White, R. T. (1988). *Learning Science*. New York, NY: Basil Blackwell Inc.
- Wiersma, W. (1991). *Research Methods in Education: An Introduction*. 5th. ed. Boston: Allyn & Bacon.
- Williams, O. (1970). *A Little Treasury of Modern Poetry*. 3rd ed. New York: Charles
- Williamson, V. M. dan Abraham, M. R. (1995). The Effects of Computer Animation on the Particulate Mental Methods of College Chemistry Students. *Journal of Research in Science Teaching*. 32(5): 521-534.
- Wright, T. (2003). Images of Atoms. *Australian Science Teachers Journal*. 49(1): 18-24.

- Wu, H., Krajcik, J. S. dan Soloway, E. (2001). Promoting Conceptual Understanding of Chemical Representations: Students' Use of A Visualization Tool in the Classroom. *Journal of Research in Science Teaching*. 38(7): 821-842.
- Yarroch, W. L. (1985). Student Understanding of Chemical Equation Balancing. *Journal of Research in Science Teaching*. 22: 449.
- Yeap Tok Kheng (2011). *Longman Essential Chemistry Form 4 Bilingual Text*. Petaling Jaya: Pearson Malaysia Sdn Bhd.
- Yener, M. (2012). Is Teaching an Art or a Craft, or Both?. *Journal of Education and Future*. 2: 113-122.
- Yeziarski, E. J. dan Birk, J. P. (2006). Misconceptions About the Particulate Nature of Matter. Using Animations to Close the Gender Gap. *Journal of Chemical Education*. 83(6): 954-960.
- Yueh, H., Chang, C. dan Liang, C. (2013). Are There Differences Between Science and Engineering Majors Regarding the Imagination-Mediated Model?. *Thinking Skills and Creativity*. 10: 79-90.
- Yusof, M. (2012). Kreativiti & Inovasi dalam Pendidikan Sains & Matematik. *Seminar Kreativiti & Inovasi dalam Kurikulum (SKIK) 2012*. 1-4 Oktober, 2012. Port Dickson: Bahagian Pembangunan Kurikulum, Kementerian Pelajaran Malaysia.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining Self-Regulation. A Social Cognitive Perspective. In: Boekaerts, M., Pintrich, P. dan Zeidner, M. *Handbook of Self-Regulation*. New York: Academic Press.