

PEMBINAAN DAN KEBERKESANAN AMALI
KIMIA HIJAU TERHADAP PENCAPAIAN,
KESEDARAN DAN AMALAN
KELESTARIAN ALAM PELAJAR
SEKOLAH MENENGAH

SUHAILI BINTI MOHD SARJIDI

UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

2022



**PEMBINAAN DAN KEBERKESANAN AMALI KIMIA HIJAU TERHADAP
PENCAPAIAN, KESEDARAN DAN AMALAN KELESTARIAN ALAM
PELAJAR SEKOLAH MENENGAH**

SUHAILI BINTI MOHD SARJIDI



**TESIS DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK MEMPEROLEH
IJAZAH SARJANA PENDIDIKAN
(MOD PENYELIDIKAN)**

**FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS**

2022



INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Perakuan ini telah dibuat pada 23/5/2022

Student' Declaration:

Saya, SUHAILI BINTI MOHD SARJIDI, M2019100767 FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK dengan ini mengaku bahawa tesis yang bertajuk PEMBINAAN DAN KEBERKESANAN AMALI KIMIA HIJAU TERHADAP PENCAPAIAN, KESEDARAN DAN AMALAN KELESTARIAN ALAM PELAJAR SEKOLAH MENENGAH adalah hasil kerja saya sendiri. Saya tidak memplagiat dan apa-apa penggunaan mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dilakukan secara urusan yang wajar dan bagi maksud yang dibenarkan dan apa-apa petikan, ekstrak, rujukan atau pengeluaran semula daripada atau kepada mana-mana hasil kerja yang mengandungi hak cipta telah dinyatakan dengan sejasasnya dan secukupnya..


(Tandatangan Pelajar / Signature)

Supervisor's Declaration:

Saya DR. HAFSAH BINTI TAHA dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk PEMBINAAN DAN KEBERKESANAN AMALI KIMIA HIJAU TERHADAP PENCAPAIAN, KESEDARAN DAN AMALAN KELESTARIAN ALAM PELAJAR SEKOLAH MENENGAH dihasilkan oleh pelajar seperti nama di atas, dan telah diserahkan kepada Institut Pengajian Siswazah bagi memenuhi sebahagian syarat untuk memperoleh IJAZAH SARJANA PENDIDIKAN.

Tarikh
23/5/2022


Tandatangan Penyelia
DR. HAFSAH TAHA
PENYARAH KANAN
JABATAN KIMIA
FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS



UNIVERSITI
PENDIDIKAN
SULTAN IDRIS
اونيورسيٲى فٲديديقن سلطان ادريس

SULTAN IDRIS EDUCATION UNIVERSITY

INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES

**BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: PEMBINAAN DAN KEBERKESANAN AMALI KIMIA HIJAU
TERHADAP PENCAPAIAN, KESEDARAN DAN AMALAN
KELESTARIAN ALAM PELAJAR SEKOLAH MENENGAH

No. Matrik / Matric's No.: M2019100767

Saya / I: SUHALI BINTI MOHD SARJIDI

Mengaku membenarkan Tesis/Desertasi/Laporan Kertas Projek (Doktor Falsafah/Sarjana)* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-

Acknowledge that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-

1. Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek adalah hak milik UPSI.
- i. *The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris.*
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan sahaja.
- ii. *Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of research only.*
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan Tesis/Disertasi ini sebagai bahan pertukaran antara Institusi Pengajian Tinggi.
- iii. *The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.*
4. Perpustakaan tidak dibenarkan membuat penjualan salinan Tesis/Disertasi ini bagi kategori **TIDAK TERHAD**.
- iv. *The library are not allowed to make any profit for 'Open Access' Thesis/Dissestation.*
5. Sila tandakan (✓) bagi pilihan kategori di bawah / Please tick (✓) for category below:-

☐ **SULIT/CONFIDENTIAL**

Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub dalam Akta Rahsia Rasmi 1972. / *Contains confidential information under the Official Secret Act 1972*

☐ **TERHAD/RESTRICTED**

Mengandungi maklumat terhad yang telah ditentukan oleh organisasi/ badan di mana penyelidikan ini dijalankan. / *Contains restricted information as specified by the organization where research was done.*

☒ **TIDAK TERHAD / OPEN ACCESS**

(Tandatangan Pelajar / Signature)

(Tandatangan Penyelia / Signature of Supervisor)
& (Nama & Cop Rasmi / Name & Official Stamp)

Tarikh: 23/5/2022

DR. HAFSAH TAHA
PENYARAH KANAN
JABATAN KIMIA
FAKULTI SAINS DAN MATEMATIK
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS

Catatan: Jika Tesis/Disertasi ini **SULIT @ TERHAD**, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh laporan ini perlu dikelaskan sebagai **SULIT** dan **TERHAD**.

Notes: If the thesis is CONFIDENTIAL or RESTRICTED, please attach with the letter from the organization with period and reasons for confidentiality or restriction.



PENGHARGAAN

Syukur ke hadrat Ilahi, saya dapat menyempurnakan tesis ini. Syukur kepada Ilahi saya diberi kekuatan sehingga hari ini untuk menyiapkan tesis ini. Saya amat berterima kasih kepada penyelia saya iaitu Dr Hafsah Taha yang banyak membantu saya sepanjang proses menulis tesis ini, tidak putus memberi semangat kepada saya dan memberi idea-idea bernas dalam menyiapkan tesis ini. Saya juga ingin berterima kasih kepada ibu saya iaitu Rosiah Binti Abdul Raof yang sentiasa memberi semangat kepada saya untuk menyiapkan tesis ini. Tidak dilupakan juga kepada semua ahli keluarga saya, rakan-rakan dan pihak sekolah yang membantu saya dari segi masa dan tugas sehingga tesis ini disiapkan. Pengalaman saya menyiapkan tesis ini akan sentiasa diingati kerana sepanjang proses ini banyak cabaran dilalui dan perasaan putus asa sentiasa berlegar-legar di otak saya. Tetapi akhirnya saya telah berjaya menyiapkan tesis ini. Syukur Alhamdulillah.





ABSTRAK

Amali kimia hijau merupakan pendekatan yang mengurangkan kesan ke atas alam sekitar melalui penggunaan bahan yang kurang mencemarkan alam serta kesan kepada kesihatan manusia melalui penggunaan bahan yang lebih selamat. Kajian ini melibatkan pembinaan amali kimia hijau bagi sub tajuk asid dan alkali dan kesan amali hijau terhadap pencapaian, kesedaran dan amalan kelestarian alam pelajar sekolah menengah dengan membandingkannya dengan amali kimia tradisional. Kajian dilaksanakan menggunakan reka bentuk kuasi eksperimen melibatkan 34 orang pelajar tingkatan empat yang mengambil mata pelajaran Kimia KSSM. Pelajar dibahagikan kepada dua kumpulan rawatan dan kawalan. Pelajar kumpulan rawatan mengikuti pembelajaran amali kimia asid dan alkali menggunakan amali kimia hijau manakala kumpulan kawalan menggunakan amali kimia yang dibekalkan oleh Kementerian Pelajaran Malaysia (KPM). Data ujian pra dan pasca dianalisis menggunakan ujian-t bagi melihat kesan amali kimia hijau ke atas pencapaian, kesedaran dan amalan kelestarian alam sekitar pelajar. Hasil analisis data mendapati terdapat perbezaan signifikan antara kumpulan rawatan dan kawalan dalam pencapaian, kesedaran dan amalan kelestarian alam. Dalam analisis regresi mendapati kesedaran merupakan faktor peramal yang mempengaruhi pencapaian. Justeru, kajian menunjukkan amali kimia hijau dapat meningkatkan pencapaian, kesedaran dan amalan kelestarian alam pelajar. Natijahnya, amali kimia hijau boleh diaplikasikan dalam pengajaran dan pembelajaran amali kimia disekolah.



DEVELOPMENT AND EFFECT OF GREEN CHEMISTRY ON THE ACHIEVEMENT, AWARENESS AND PRACTICE OF ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY

ABSTRACT

Green chemistry is an approach to reduces the negative impact on the environment through the use of less polluting materials and the impact on human health through the use of safer materials. This study involved the development of green chemistry practicals for acid and alkali sub topic and investigate the effects of green chemistry practicals on the achievement, awareness and environmental sustainability practices of secondary school students by comparing them with traditional chemistry practicals. The study was conducted using a quasi-experimental design involving 34 form four students who took KSSM Chemistry. Students were divided into treatment and control groups. Students in the treatment group used green chemistry practical while the control group used chemistry practical provided by the Ministry of Education Malaysia (MOE). Pre- and post-test data were analyzed using t-test to see the impact of green chemistry on student's achievement, awareness and environmental sustainability practices. The results of the data analysis found that there were significant differences between the treatment and control groups in the achievement, awareness and practice of environmental sustainability. In the regression analysis found that awareness is a predictor factor influencing achievement. Thus, studies show that green chemistry practices can improve students' achievement, awareness and environmental sustainability practices. As a result, green chemistry practice can be applied in the teaching and learning of chemistry practice in schools.

**KANDUNGAN****Muka Surat**

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN	ii
------------------------------------	-----------

BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS	iii
---	------------

PENGHARGAAN	iv
--------------------	-----------

ABSTRAK	v
----------------	----------

ABSTRACT	vi
-----------------	-----------

KANDUNGAN	vii
------------------	------------

SENARAI JADUAL	xiii
-----------------------	-------------

SENARAI RAJAH	xvi
----------------------	------------

SENARAI SINGKATAN	xvii
--------------------------	-------------

SENARAI LAMPIRAN	xviii
-------------------------	--------------

BAB 1	Pengenalan	19
--------------	-------------------	-----------

1.1	Pendahuluan	19
-----	-------------	----

1.2	Latar Belakang Kajian	23
-----	-----------------------	----

1.3	Pernyataan Masalah	27
-----	--------------------	----

1.4	Objektif Kajian	31
-----	-----------------	----

1.5	Persoalan Kajian	32
-----	------------------	----

1.6	Hipotesis Kajian	33
-----	------------------	----



1.7	Kerangka Teori Kajian	35
1.8	Kepentingan Kajian	38
1.8.1	Guru	38
1.8.2	Pelajar	38
1.8.3	Sekolah	39
1.8.4	Penggubal Kurikulum	40
1.9	Batasan Kajian	41
1.10	Definisi Operasional	43
1.10.1	Amali Kimia Hijau	43
1.10.2	Pencapaian	45
1.10.3	Kesedaran	46
1.10.4	Amalan Kelestarian Alam	46
1.11	Rumusan	47
BAB 2	TINJAUAN LITERATUR	48
2.1	Pendahuluan	48
2.2	Teori- Teori Pembelajaran	49
2.2.1	Pengajaran Konstruktivisme	Error! Bookmark not defined.
2.2.2	Pendekatan Inkuiri Penemuan	69
2.2.3	Kitaran Pembelajaran 5E	70
2.2.4	Teori Kognitif	73
2.3	Model ADDIE	74

2.4	Kimia Hijau	62
2.5	Kurikulum Sains di Malaysia	49
2.6	Kepelbagaian dalam Teknik Pengajaran Amali	75
2.7	Amali Sains	57
2.8	Miskonsepsi Asid dan Alkali	76
2.9	Pembangunan Lestari	77
2.10	Pendidikan Alam Sekitar	81
2.11	Pendidikan Alam Sekitar di Sekolah	86
2.12	Amali Kimia Hijau dalam Pendidikan	90
2.13	Kesedaran terhadap Amalan Kelestarian Alam	93
2.14	Rumusan	98

BAB 3

METODOLOGI

3.1	Pendahuluan	99
3.2	Reka Bentuk Kajian	99
3.2.1	Fasa Analisis Keperluan	100
3.2.2	Fasa Reka Bentuk dan Pembangunan	101
3.2.3	Fasa Penilaian	102
3.3	Pemboleh Ubah Kajian	103
3.3.1	Pemboleh Ubah bebas	104
3.3.2	Pemboleh Ubah Bersandar	104
3.4	Sampel dan Populasi	105
3.4.1	Populasi Kajian	105

3.4.2	Sampel Kajian	105
3.5	Instrumen Kajian	107
3.5.1	Borang Penilaian Kesahan Amali Kimia Hijau	107
3.5.2	Soal Selidik Kesedaran Amalan Kelestarian Alam Pelajar	107
3.5.3	Ujian Pencapaian Asid dan Alkali Pra dan Pasca	108
3.6	Kesahan dan Kebolehpercayaan	109
3.6.1	Kesahan	109
3.6.1.1	Instrumen Soal Selidik Kesedaran dan Amalan Kelstarian Alam Pra Pasca	109
3.6.1.2	Instrumen Ujian Pencapaian Asid dan Alkali	111
3.6.1.3	Kesahan Amali Kimia Hijau	112
3.6.2	Kebolehpercayaan	114
3.6.2.1	Soal Selidik Kesedaran dan Amalan Kelestarian Alam Pra Pasca	115
3.6.3	Ujian Pencapaian Asid dan Alkali	116
3.7	Kajian Rintis	118
3.8	Prosedur Kajian	121
3.9	Analisis Data	128
3.9.1	Kaedah Analisis Data	128
3.9.1.1	Statistik Deskriptif	128
3.9.1.2	Analisis Ujian-t	128
3.9.1.3	Analisis Ujian Regresi Pelbagai	129

3.10 Rumusan	129
--------------	-----

BAB 4 PEMBINAAN AMALI KIMIA HIJAU DAN DAPATAN KAJIAN 130

4.1 Pendahuluan	130
-----------------	-----

4.2 Pembinaan Amali Kimia Hijau	130
---------------------------------	-----

4.2.1 Fasa Analisis	131
---------------------	-----

4.2.2 Reka Bentuk Amali	138
-------------------------	-----

4.2.3 Pembangunan Amali Kimia Hijau	139
-------------------------------------	-----

4.2.3.1 Perbandingan amali Kimia Hijau dan amali Kimia Konvensional	140
---	-----

4.2.4 Penilaian	147
-----------------	-----

4.2.5 Perlaksanaan	148
--------------------	-----

4.3 Dapatan Kajian	149
--------------------	-----

4.3.1 Normaliti dan Kehomogenan	149
---------------------------------	-----

4.3.1.1 Kesedaran Kelestarian Alam	150
------------------------------------	-----

4.3.1.2 Amalan Kelestarian Alam	151
---------------------------------	-----

4.3.1.3 Pencapaian	152
--------------------	-----

4.4 Keputusan Ujian-t	153
-----------------------	-----

4.4.1 Aspek Pencapaian Sub Topik Asid dan Alkali	153
--	-----

4.4.2 Aspek Kesedaran Kimia Hijau	157
-----------------------------------	-----

4.4.3 Aspek Amalan Kelestarian Alam	160
-------------------------------------	-----

4.5 Analisis Regresi	164
----------------------	-----

4.6 Rumusan Dapatan Kajian	168
----------------------------	-----

4.7	Rumusan	169
BAB 5	PERBINCANGAN DAN KESIMPULAN KAJIAN	170
5.1	Pendahuluan	170
5.2	Perbincangan dapatan kajian	171
5.2.1	Ciri-ciri Amali Kimia Hijau	171
5.2.1.1	Kesahan Amali Kimia Hijau	173
5.2.2	Keberkesanan Amali Kimia Hijau Terhadap Pencapaian	174
5.2.3	Keberkesanan amali kimia hijau terhadap kesedaran kelestarian alam	176
5.2.4	Keberkesanan amali kimia hijau terhadap amalan kelestarian alam	177
5.2.5	Kesedaran dan Amalan Kelestarian Alam Peramal kepada Pencapaian Pelajar	179
5.3	Ringkasan kajian	180
5.4	Implikasi Kajian	181
5.4.1	Pelajar	181
5.4.2	Guru	182
5.4.3	Sekolah	183
5.4.4	Penggubal Kurikulum	183
5.5	Cadangan	184
5.6	Kesimpulan	184
	RUJUKAN	186
	LAMPIRAN	200

**SENARAI JADUAL**

No. Jadual		Muka Surat
1.1	Ringkasan objektif kajian, persoalan kajian dan hipotesis kajian	35
1.2	Ringkasan standard kandungan dan standard pembelajaran	42
1.3	Bahan Kimia Yang Digunakan Untuk Amali Kimia Hijau	44
1.4	Prinsip Kimia Hijau Dalam Amali Kimia Hijau	45
3.1	Ringkasan pembolehubah kajian	105
3.2	Ringkasan bilangan responden kajian	106
3.3	Ringkasan konstruk dan dimensi item soal selidik	108
3.4	Jadual persetujuan kappa (Landis & Kosh, 1977)	110
3.5	Jadual persetujuan kappa SPSS: Soal selidik kesedaran dan amalan kelestarian alam	111
3.6	Jadual persetujuan kappa SPSS: Ujian pencapaian	111
3.7	Analisis persetujuan pakar bagi kesahan kandungan amali kimia hijau	113
3.8	Persetujuan pakar bagi kesahan kimia hijau	114
3.9	Jadual nilai kebolehpercayaan alpha (Bond & Fox, 2015)	115
3.10	Kebolehpercayaan soal selidik	116
3.11	Pengelasan Soalan Berdasarkan Indeks Kesukaran Item	117
3.12	Ringkasan analisis dapatan rintis	120
3.13	Reka Bentuk Kuasi Eksperimen Siri-Masa	125



4.1	Dapatan Analisis Keperluan	135
4.2	Analisis standard kandungan, standard pembelajaran dan pengubahsuaian.	137
4.3	Komen dan cadangan	147
4.4	Pengubahsuaian instrumen ujian pencapaian dan soal selidik kajian	148
4.5	Ujian Levene Data Skor Kesedaran	150
4.6	Ujian Kenormalan Data Skor Kesedaran Kelestarian Alam	150
4.7	Ujian Levene Untuk Kehomogenan Data Skor Amalan	151
4.8	Ujian Kenormalan Data Skor Kesedaran Kelestarian Alam	151
4.9	Ujian Levene Untuk Kehomogenan Data Skor Pencapaian	152
4.10	Ujian Kenormalan Data Skor Pencapaian	152
4.11	Analisis ujian pra bagi ujian pencapaian	153
4.12	Analisis ujian pasca bagi ujian pencapaian	154
4.13	Ujian pencapaian pra dan pasca kumpulan rawatan	155
4.14	Ujian pencapaian pra dan pasca kumpulan kawalan	156
4.15	Skor kesedaran pra kumpulan rawatan dan kawalan	157
4.16	Skor kesedaran pasca kumpulan rawatan dan kawalan	158
4.17	Skor kesedaran pra dan pasca kumpulan rawatan	159
4.18	Analisis perbezaan skor kesedaran pra dan pasca kumpulan kawalan	160

4.19	Amalan kelestarian alam pra	161
4.20	Amalan kelestarian alam pasca	162
4.21	Skor amalan pra dan pasca kumpulan rawatan	163
4.22	Analisis perbezaan skor amalan pra dan pasca kumpulan kawalan	164
4.23	Model Regerasi	165
4.24	Ringkasan Model	166
4.25	ANOVA	166
4.26	Nilai <i>Tolerance</i> dan <i>Variance Inflation Factor</i> (VIF)	166
4.27	Residuals Statistics	167
4.28	Pengaruh Pemboleh Ubah Tak Bersandar Terhadap Model Regresi	167
4.29	Pemboleh Ubah Yang Dikecualikan	168
4.30	Ringkasan kesimpulan dapatan kajian	168

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
<i>Rajah 1.1.</i> Kerangka teori kajian	37
<i>Rajah 2.1.</i> Model ADDIE (Gagne, Wager & Keller, 2005).	74
<i>Rajah 2.2.</i> The role of practical work in the teaching and learning of science (Millar, 2004).	59
<i>Rajah 3.1.</i> Fasa dalam pelaksanaan pendekatan PRP (Saedah, Muhammad Ridhuan dan Rozaini, 2020)	103
<i>Rajah 3.2.</i> Ringkasan keseluruhan prosedur kajian	126
<i>Rajah 3.3.</i> Sambungan ringkasan keseluruhan prosedur kajian	127
<i>Rajah 4.1.</i> Keratan amali kimia hijau-Bahagian A	145
<i>Rajah 4.2.</i> Keratan amali kimia hijau-Bahagian B	146
<i>Rajah 4.3.</i> Keratan amali kimia hijau-Bahagian C	146

SENARAI SINGKATAN

DDT	<i>Dichlorodiphenyltrichloroethane</i>
DSKP	Dokumen Standard Kurikulum dan Pentaksiran
EPA	<i>Enviromental Protection Agency</i>
KSSM	Kurikulum Stadard Sekolah Menengah
NEPA	<i>National Enviromental Policy Act</i>
PAS	Pendidikan Alam Sekitar
PL	Pembangunan Lestari
PPPM	Pelan Pembangunan Pendidikan Malaysia
UNCED	Pertubuhan Bangsa-Bangsa Bersatu
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>
WCED	<i>World Commission on Enviroment and Development</i>

SENARAI LAMPIRAN

- A Soal Selidik
- B Soalan Pencapaian Pelajar
- C Keputusan Analisis *SPSS* Normality Pencapaian
- D Keputusan Analisis *SPSS* Normality Kesedaran
- E Keputusan Analisis *SPSS* Normality Amalan
- F1 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Pencapaian Pra
- F2 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Pencapaian Pasca
- F3 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Pencapaian Kawalan
- F4 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Pencapaian Rawatan
- G1 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Kesedaran Pra
- G2 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Kesedaran Pasca
- G3 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Kesedaran Kawalan
- G4 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Kesedaran Rawatan
- H1 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Amalan Pra
- H2 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Amalan Pasca
- H3 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Amalan Kawalan
- H4 Keputusan Analisis *SPSS* Ujian t Amalan Rawatan
- I Keputusan Analisis *SPSS* Regerasi
- J Kesahan Intrumen
- K Kesahan Amali Kimia Hijau
- L Surat Kebenaran



BAB 1

PENGENALAN



1.1 Pendahuluan

Kemerosotan kualiti alam sekitar dan sumber alam pada masa kini di Malaysia mencetuskan kebimbangan dalam kalangan masyarakat. Demi kesejahteraan manusia, kepentingan keseimbangan alam perlu dijaga. Justeru, menjadi tanggungjawab manusia mengurus dan menjaga bumi ini dengan sebaiknya bagi membolehkan generasi akan datang hidup dalam persekitaran yang berkualiti. Namun, kerancakan aktiviti perindustrian dan pembangunan pada masa ini yang tidak terkawal mampu menjejaskan



keseimbangan alam. Manusia dengan mudah dikategorikan sebagai penyumbang kepada krisis alam sekitar yang berlaku (Zul Azmi & Zailan, 2012).

Selepas Rancangan Malaysia ke-7 (1996), Pendidikan Alam Sekitar diubah suai agar lebih mantap dan diberi wajah baharu dengan penerapan elemen merentas kurikulum dengan melibatkan pendidikan formal dan tidak formal (Kementerian Pelajaran Malaysia, 1998). Elemen Pendidikan Alam Sekitar ini disepadukan dalam mata pelajaran seperti Pendidikan Moral, Geografi, bahasa, Pendidikan Agama Islam, Sains dan pada tahun 2005 mata pelajaran Pendidikan Sivik dan Kewarganegaraan yang diperkenalkan turut mengandungi elemen Pendidikan Alam Sekitar. Penerapan Pendidikan Alam Sekitar dalam pendidikan tidak formal dapat dilihat melalui aktiviti kelab dan persatuan dengan mewujudkan Kelab Pencinta Alam, Kelab Kitar Semula, Kelab 5S, Projek 3K, pertandingan, kuiz dan lawatan berkaitan alam sekitar.

Pada tahun 2005, Kementerian Pendidikan Malaysia dengan kerjasama Jabatan Alam Sekitar serta Institut Alam Sekitar dan Pembangunan (LESTARI), Universiti Kebangsaan Malaysia telah melancarkan Program Sekolah Lestari hasil dari Simposium Pendidikan Alam Sekitar untuk Pengetua-Pengetua Sekolah Peringkat Kebangsaan yang telah diadakan pada Ogos, 2001 di negeri Melaka. Objektif utama program ini adalah memupuk nilai murni terhadap alam sekitar dalam kalangan warga sekolah, meningkatkan kesedaran warga sekolah terhadap kepentingan pemeliharaan dan pemuliharaan alam sekitar, meningkatkan pelaksanaan program mesra alam yang lebih berkesan, meningkatkan kerjasama antara sekolah dan masyarakat dalam menjayakan pendidikan alam sekitar dan mewujudkan suasana sekolah kondusif hasil dari warga sekolah yang mempraktikkan amalan hidup lestari.

Subjek kimia di sekolah turut tidak terkecuali mengaplikasikan Pendidikan Alam Sekitar. Subjek yang memberi pemahaman berkait sifat fizik suatu bahan dan jirim turut menerangkan pengetahuan dalam sistem kehidupan dan asas kepada perubatan dan biologi moden. Pembangunan sintesis kimia telah membuka dimensi baharu bagi suatu bahan dan sebatian dalam penghasilan produk yang spesifik. Namun begitu, terdapat pandangan negatif terhadap kimia apabila sering dikaitkan dengan masalah pengeluaran asap kilang, letupan, pencemaran, peperangan nuklear dan pelbagai lagi isu yang seumpamanya (Jumbam, 2015). Justeru, kimia pada abad ke-21 ini memerlukan satu imej baharu yang mampu menonjolkan kepentingan kimia dalam kelestarian alam.

Melalui prinsip kimia hijau atau *green chemistry* yang boleh diterapkan dalam pengajaran amali kimia di sekolah dapat membantu guru mengintegrasikan konsep kelestarian alam dalam pengajaran dan pembelajaran. Definisi dan konsep kimia hijau atau lebih dikenali dengan *green chemistry* mula diperkenalkan pada awal tahun 1990-an oleh Paul Anastas dan John Warner (Anastas & Eghbali, 2010). Kimia hijau adalah satu kaedah mengelakkan penggunaan dan penghasilan bahan kimia yang memberi kesan berbahaya kepada alam sekitar serta kesihatan manusia, yang juga merupakan satu pendekatan dalam merancang kaedah bagi menghalang penghasilan bahan-bahan ini (Tugce, Nalan & Senol, 2017).

Sejarah awal kimia hijau bermula pada tahun 1960-an apabila Rachel Carson, seorang penulis buku menggariskan kesan sesetengah bahan kimia terhadap ekosistem dalam bukunya *Silent Spring* (Linthorst, 2010). Isi kandungan buku tersebut menjadi satu panggilan kepada ahli sains dan masyarakat terhadap pentingnya alam sekitar.



Memandang penting isu tersebut *US Environmental Protection Agency (US EPA)* diluluskan pada tahun 1970 oleh Presiden Nixon (Linthorst, 2010). Tujuan utama undang-undang ini diperkenalkan adalah untuk mewujudkan dan mengekalkan keadaan di mana manusia dan alam wujud secara harmoni.

Sehingga pada tahun 1980-an, industri kimia dan EPA memberi fokus kepada pembersihan pencemaran sisa toksik, namun dalam kalangan ahli kimia berlaku perubahan paradigma. Para saintis mula bertindak dalam mencari penyelesaian bagi mencegah pencemaran sejak peringkat awal. Perbincangan di peringkat antarabangsa dalam kalangan pemimpin dan penggiat industri kerap dilaksanakan. *Organization for Economic for Cooperation and Development (OECD)* sebuah badan antarabangsa yang terdiri daripada 30 buah negara perindustrian mencadangkan kerjasama yang memfokuskan perubahan dalam proses kimia sedia ada dan pencegahan pencemaran.



Perkembangan terhadap penerimaan isu pencegahan pencemaran yang sangat baik berlaku dalam tahun 1990-an di mana kimia hijau mula diperkenalkan sebagai suatu bidang saintifik yang sah. Pada awal 1990-an *European Community's Chemistry Council* menerbitkan satu artikel yang berpengaruh, iaitu *Chemistry for a Clean World* yang membawa kepada lahirnya simposium pertama "*Benign by Design: Alternative Synthetic Design for Pollution Prevention*," pada tahun 1994 di Chicago (EPA, 2002). Pelbagai aktiviti dan usaha terhadap kimia hijau berlaku sehingga lewat 1990-an. Penerbitan buku *Green Chemistry: Theory and Practice* pada tahun 1998, hasil gabungan idea Paul Anastas dan John C. Warner menjadi bukti usaha yang berterusan dalam memperkenalkan kimia hijau (Anita, Ana, Anita & Stanislava, 2017). Buku ini mengandungi 12 prinsip kimia hijau yang digariskan selain memberi motivasi kepada ahli akademik dan industri dalam merealisasikan kimia hijau.



1.2 Latar Belakang Kajian

Walaupun pelbagai kajian dan kemajuan penyelidikan dalam kimia hijau telah dilakukan, industri kimia pada masa ini masih belum menggunakan dan mengaplikasikan kimia hijau sepenuhnya. Petroleum masih menjadi sumber utama kepada bahan kimia. Pelbagai usaha dilaksanakan oleh pakar-pakar kimia hijau dalam mengetengahkan idea mereka kepada industri seperti penubuhan *ACS Green Chemistry Institute* di peringkat antarabangsa sebagai pusat menyalurkan maklumat, hubungan dan hasil penyelidikan berkait kimia hijau.

Pendidikan kimia sedia ada mempunyai pengaruh yang terbatas terhadap alam sekitar. Pendidikan tidak seharusnya hanya memberi tumpuan kepada pengetahuan dan sikap tetapi ia sepatutnya mampu mempengaruhi pelajar dalam membuat keputusan berkaitan alam sekitar (Taylor, Nathan & Coll, 2010). Justeru, perubahan dalam pendekatan bagi menerapkan pendidikan alam sekitar perlu dilaksanakan bagi menghasilkan individu yang mempunyai sikap lebih bertanggungjawab terhadap alam sekitar.

Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM) mula dilaksanakan pada tahun 2020, bagi menggantikan Kurikulum Bersepadu Sekolah Menengah (KBSM) dilihat masih mengekalkan penggunaan bahan-bahan kimia yang memberi kesan kepada alam sekitar dan juga kesihatan murid dan guru. Amali yang digunakan dalam mata pelajaran kimia sekolah menengah masih mengekalkan penggunaan bahan-bahan seperti asid hidroklorik, asid sulfurik pekat, naftalena, air bromin, natrium tiosulfat, dan gas-gas berbahaya seperti sulfur dioksida, gas klorin dan nitrogen dioksida (Mageswary, Zurida & Norita, 2011a). Bahan-bahan ini memberi kesan bukan hanya kepada alam sekitar

malah kepada pelajar ketika melaksanakan amali (Mageswary, Zurida & Norita, 2011a). Pelajar terdedah kepada kesan bahaya penggunaan bahan ini. Tambahan pula, pengurusan sisa yang sepatutnya dilaksanakan mengikut manual peraturan keselamatan makmal tidak dipatuhi sepenuhnya, menyebabkan sisa-sisa ini adakalanya dibuang terus ke dalam singki dan longkang sekolah (Mageswary, Zurida & Norita, 2011a).

Kemalangan kecil ataupun besar yang berlaku melibatkan bahan kimia secara tidak langsung mengubah persepsi masyarakat terhadap kimia (Hartings & Fahy, 2011). Kemunculan istilah '*Chemfobia*' mengugat pencapaian pelajar. Kenyataan ini disokong oleh kajian Leong dan Lay (2014) yang mendapati kebimbangan terhadap penggunaan bahan kimia merupakan salah satu faktor kebimbangan. Dapatan kajian juga menunjukkan semakin tinggi kebimbangan, semakin rendah sikap pelajar terhadap kimia.

Kajian yang hampir sama dilakukan oleh Zainuddin dan Osman (2017) yang mendapati kebimbangan menggunakan bahan kimia merupakan faktor yang paling rendah antara tiga faktor kebimbangan terhadap kimia, namun item yang menjurus kepada keselamatan diri menunjukkan nilai min antara yang tertinggi iaitu 3.37. Ini memerlukan guru merancang suasana pembelajaran amali yang lebih selamat bagi menarik perhatian dan minat murid terhadap kimia (Zainuddin & Osman, 2017).

Penggunaan asid dan alkali pekat seperti asid hidroklorik, asid sulfurik dan natrium hidroksida masih dikekalkan dalam amali asid dan bes kimia tingkatan 4. Bahan-bahan ini dikelaskan sebagai bahan yang menghakis (Universiti Sains Islam Malaysia, 2019). Bahan kimia ini boleh menyebabkan keadaan melecur pada bahagian kulit yang tersentuh (Universiti Sains Islam Malaysia, 2019). Pengendalian sisa tindak balas bahan-bahan ini juga perlu mengikut langkah yang betul, iaitu asid dan alkali perlu dineutralkan dahulu oleh kakitangan terlatih sebelum dibuang ke dalam bekas yang disediakan (Universiti Sains Islam Malaysia, 2019). Jika prosedur ini tidak dipatuhi, bahan ini boleh menyebabkan pencemaran alam sekitar yang berpunca daripada faktor manusia (Universiti Sains Islam Malaysia, 2019).

Kesedaran menjaga dan memulihara alam sekitar bukanlah sesuatu yang baharu di peringkat global. Kerancangan pembangunan ekonomi dan perhubungan menimbulkan krisis alam sekitar yang meruncing. Kajian Aini, Yahaya dan Ahmadun (2007) mendapati pelajar menyedari kepentingan menjaga alam sekitar tetapi pendekatan pendidikan alam sekitar tidak menunjukkan berlakunya perubahan sikap dan tingkah laku.

Pendekatan kimia hijau yang diperkenalkan oleh Anastas dan Warner (1998) adalah suatu kaedah baharu pembelajaran yang menggunakan bahan serta sintesis kimia yang lebih selamat berhemah dan mesra alam. Kimia hijau memberi penekanan kepada proses mengelak berlakunya pencemaran dan bukan pembersihan alam sekitar (Anastas & Eghbali, 2010). Kimia hijau mampu menjadi salah satu kaedah penting dan sesuai dalam memastikan kelestarian alam sekitar (Mageswary, Zurida & Norita, 2011b).

Ini kerana pelaksanaan kimia hijau di sekolah terutamanya melalui aktiviti amali di makmal dapat meningkatkan kesedaran dan amalan warga sekolah dalam meningkatkan kelestarian alam sekitar (Kartini, Mohammad Yusof, Mohd Shafie dan Nurbiha, 2015). Tidak hanya membawa manfaat yang baik kepada pelajar dan guru, pendekatan ini juga dapat menarik minat seterusnya meningkatkan kefahaman pelajar dalam konsep kimia (Mariam & Rohaida, 2010).

Selain itu, Haack dan Hutchison (2016) berpendapat penggunaan bahan alternatif yang lebih selamat dalam sintesis kimia hijau secara tidak langsung dapat mengurangkan risiko bahaya kepada kesihatan pelajar dan guru. Tambahan pula, melalui kimia hijau sisa-sisa pepejal di sekolah mampu diuruskan dengan lebih baik hasil kesedaran terhadap kelestarian alam sekitar (Mageswary, Zurida & Norita, 2011a).

Kesimpulannya, menyedari hakikat kepentingan pendidikan kimia sebagai suatu aspek penting dalam pembangunan lestari, maka perlunya pendekatan yang mampu menghubungkan kefahaman konsep dan kemahiran sains bersama nilai kesedaran menjaga kelestarian alam sekitar. Ini seterusnya dapat mengekalkan ekosistem sedia ada bagi generasi akan datang.

1.3 Pernyataan Masalah

Kesedaran menjaga dan memelihara alam sekitar bukanlah sesuatu yang baru dilaungkan di peringkat dunia. Saban hari kita diperlihatkan betapa kerancakan pembangunan ekonomi dan sosial menimbulkan krisis alam sekitar yang semakin tenat. Kajian oleh Aini, Yahaya dan Ahmadun (2007) terhadap sekumpulan pelajar sekolah menengah mendapati bahawa pelajar menyedari kepentingan menjaga alam sekitar tetapi pendekatan pendidikan alam sekitar tidak menunjukkan berlakunya perubahan sikap dan tingkah laku. Kajian oleh Holbrook (2005) turut mendapati para guru juga mengalami masalah dalam menerapkan elemen kelestarian (*sustainability*) merentasi kurikulum. Ini adalah kerana kurangnya latihan atau modul berimpak tinggi yang diberikan kepada para guru atau bakal guru sebagai pendedahan untuk digunapakai ketika proses pembelajaran bersama pelajar.

Pendidikan sains bertujuan untuk mengukuhkan pemahaman konsep sains, kemahiran manipulatif dan juga kebolehan membuat keputusan untuk menyelesaikan masalah dalam kehidupan seharian (Abu Hassan, 2003). Tan dan Norzaini (2011) menyatakan bahawa pendidikan juga seharusnya setara dalam melengkapkan nilai murni dalam diri pelajar terhadap alam sekitar. Dasar Alam Sekitar menggariskan pendidikan sebagai salah satu strategi dalam mengintegrasikan kesedaran terhadap alam sekitar melalui mata pelajaran yang diajar, khususnya mata pelajaran sains yang berkait rapat dengan pembangunan sosioekonomi negara (Jabatan Alam Sekitar, 2014).

Pendekatan kimia hijau (*green chemistry*) yang dicetuskan oleh Anastas dan Warner (1998) adalah pendekatan baharu yang menggunakan bahan serta kaedah pembelajaran dan aplikasi kimia secara lebih selamat, berhemah serta mesra alam. Pelajar diberi peluang untuk menerapkan serta mengukuhkan kebolehan menyelesaikan masalah, pemikiran kritikal dan analitik serta memupuk nilai terhadap alam sekitar untuk kesinambungan kehidupan melalui pendekatan kimia hijau dalam pembelajaran (Yücel, 2008).

Tambahan pula amali kimia hijau dapat mengukuhkan perhubungan konsep asas sains pelajar dengan dunia nyata (Mageswary & Chin, 2013). Penggunaan bahan alternatif bagi menggantikan bahan kimia sedia ada membantu pelajar menghubungkan konsep yang dipelajari dalam kelas dengan kehidupan yang sebenar (Karpudewan & Chin, 2013). Kaedah pembelajaran yang mempelbagaikan penggunaan bahan merangsang pemikiran pelajar ke arah lebih kreatif dan kritis. Ini selari dengan kehendak KPM yang menggalakkan penekanan kemahiran berfikir aras tinggi (KBAT) dalam pengajaran sains (Kementerian Pendidikan Malaysia, 2013). Menurut Lee et. al. (2014) pembelajaran sains di sekolah harus memberi tumpuan kepada literasi sains dan bukan berfokus kepada peperiksaan sahaja.

Selain itu, amali kimia hijau mampu mendedahkan guru berkaitan aktiviti kelestarian yang dapat membantu pelajar meningkatkan sikap serta tingkah laku kelestarian di sekolah (Hanifah Mahat, 2015). Penggunaan bahan yang mesra alam dan boleh dikitar menggalakkan pemikiran pelajar kearah amalan hijau dalam kehidupan seharian. Penggunaan bahan atau pengurangan sisa merupakan antara kaedah aman yang lestari (Noor Liyana & Hafsa, 2021). Vignesvaran (2018) berpendapat amali kimia hijau merupakan amali yang lebih selamat kepada pelajar serta kurang



menghasilkan sisa yang memberi kesan kepada alam sekitar. Walaupun PAS telah mula dilaksanakan pada tahun 1983, namun kesan atau nilai-nilai murni berkait alam sekitar yang ingin dilihat dalam diri pelajar masih kurang (Haliza, 2017). Ini memberi gambaran perlunya satu kaedah yang lebih jelas dalam menerapkan kesedaran kelestarian alam bagi membantu pelajar memahami dengan sebenarnya kelestarian alam. Tambahan pula kajian berkait amali kimia hijau dalam bidang pendidikan masih kurang dilaksanakan (Vignesvaran, 2018).

Melalui amali kimia hijau juga, pelajar dilibatkan secara terus dalam pembelajaran konsep kelestarian alam yang boleh membantu pelajar memahami dengan lebih baik konsep tersebut (Mohd Yasim, 2011). Pelajar perlu didedahkan dengan jelas konsep kelestarian alam sekitar selain daripada pengetahuan dalam buku teks. Ini disokong oleh Nurul Hidayah, Haryati dan Seow (2012) yang merumuskan pengetahuan alam sekitar yang terdapat dalam buku teks pelajar tahun enam belum mencukupi, ini menyebabkan perlunya sumber-sumber lain untuk mengukuhkan pengetahuan berkait alam sekitar.

Kajian berkenaan kimia hijau di negara ini masih kurang dilakukan terhadap pelajar sekolah. Kurikulum kimia yang dilaksanakan di sekolah pada masa kini mempunyai aspek kesedaran dan amalan dalam penjagaan alam sekitar. Namun yang demikian, aspek-aspek ini jarang ditekankan dalam proses pembelajaran dan pengajaran kerana proses-proses yang melibatkan penggunaan bahan kimia semasa amali kurang melibatkan prinsip kimia hijau. Setakat ini, amali kimia hijau yang pernah dibina bagi pelajar sekolah menengah melibatkan tajuk elektrokimia yang dibina oleh Vignesvaran (2018) dan Noor Liyana dan Hafsah (2021). Manakala bagi tajuk asid dan alkali pula amali kimia hijau diguna oleh Mageswary, Wolf dan Devananthini (2016),





bagi meningkatkan pemahaman pelajar dalam asid bes serta kemahiran berhujah. Namun begitu, masih belum ada amali kimia hijau bagi tajuk asid dan alkali yang dibina berdasarkan kurikulum baharu KSSM yang mula dilaksanakan di sekolah pada tahun 2020.

Kajian-kajian lepas turut memberikan tumpuan perkaitan antara kimia hijau dengan pencapaian, kesedaran kelestarian alam, sikap, amalan kelestarian alam, motivasi seperti keberkesanan amali hijau ke atas pencapaian dalam tajuk elektrokimia oleh Noor Liyana dan Hafsa (2021), motivasi alam sekitar dalam kalangan bakal guru oleh Mageswary, Zurida dan Roth (2012a), kesan amali kimia hijau dalam nilai alam sekitar bakal guru oleh Mageswary, Zurida dan Roth (2012b) serta kesan amali kimia hijau ke atas pencapaian dan motivasi oleh Mageswary, Roth dan Zurida (2015)

Kajian terdahulu juga, menunjukkan bahawa konsep kimia yang diajar melalui kimia hijau membolehkan pelajar membuat perkaitan dengan konteks ekonomi, alam sekitar dan masyarakat tempatan mereka serta dapat mendasari pemahaman konsep berbanding dengan rakan sebaya mereka yang mempelajari konsep sama tetapi menggunakan pendekatan tradisional.

Justeru dalam menyeimbangkan pembangunan dan alam sekitar, pengenalan amalan kimia hijau pada semua peringkat amat diperlukan (Dhage & Shisodiya, 2013). Tambahan pula, amali yang dapat menerapkan konsep kelestarian, secara tidak langsung membantu pelajar memahami amalan ke arah kelestarian alam. Ini disokong oleh Noor Azizah dan Zanaton (2015) yang menyatakan sesuatu amalan yang dilaksanakan berdasarkan kesedaran memberi impak positif dalam kehidupan dan masyarakat sekeliling. Memperkenalkan amalan kelestarian alam sekitar melalui pelaksanaan amali merupakan suatu kaedah baharu penyampaian mesej berkait



kesedaran alam sekitar. Kaedah amali merupakan antara kaedah penyampaian yang berkesan bagi memudahkan pelajar menerima mesej yang ingin disampaikan Hafiza, et al, (2013).

1.4 Objektif Kajian

Kajian ini bertujuan membina amali kimia hijau bagi tajuk melibatkan asid dan alkali (KSSM) dan seterusnya menguji keberkesanan penggunaan amali tersebut ke atas pencapaian, kesedaran dan amalan kelestarian alam pelajar tingkatan 4. Secara khususnya objektif kajian ini adalah:

1. Membina enam amali kimia hijau bagi sub tajuk asid dan alkali tingkatan 4 berdasarkan Kurikulum Standard Sekolah Menengah (KSSM).
2. Mengenal pasti kesan amali kimia hijau yang dibina ke atas pencapaian, kesedaran dan amalan kelestarian alam.
3. Menentukan faktor kesedaran dan amalan kelestarian alam sebagai faktor peramal kepada pencapaian pelajar dalam tajuk asid dan alkali.

1.5 Persoalan Kajian

Kajian ini dilakukan adalah untuk menjawab soalan-soalan kajian berikut:

Objektif Kajian 1

Persoalan kajian 1: Apakah nilai kesahan amali kimia hijau yang dibina?

Objektif Kajian 2

Persoalan kajian 2: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam min skor Ujian Pencapaian bagi kumpulan kawalan dan rawatan sebelum rawatan?

Persoalan kajian 3: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam min skor Ujian Pencapaian bagi kumpulan kawalan dan rawatan selepas rawatan?

Persoalan kajian 4: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam min skor kesedaran kelestarian alam pelajar bagi kumpulan kawalan dan rawatan sebelum rawatan?

Persoalan kajian 5: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam min skor kesedaran kelestarian alam pelajar bagi kumpulan kawalan dan rawatan selepas rawatan?

Persoalan kajian 6: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam min skor amalan kelestarian alam pelajar bagi kumpulan kawalan dan rawatan sebelum rawatan?



Persoalan kajian 7: Adakah terdapat perbezaan yang signifikan dalam min skor amalan kelestarian alam pelajar bagi kumpulan kawalan dan rawatan selepas rawatan?

Objektif 3

Persoalan kajian 8: Adakah kesedaran dan amalan kelestarian alam menyumbang kepada pencapaian pelajar dalam sub topik asid dan alkali?

1.6 Hipotesis kajian

H_{01} : Tiada perbezaan yang signifikan min skor pra ujian pencapaian antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan.

H_{02} : Tiada perbezaan yang signifikan min skor pasca ujian pencapaian antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan.

H_{03} : Tiada perbezaan yang signifikan antara min skor pra ujian pencapaian pra dan min skor pasca ujian pencapaian kumpulan rawatan.

H_{04} : Tiada perbezaan yang signifikan antara min skor pra ujian pencapaian dan min skor ujian pasca pencapaian kumpulan kawalan.

H_{05} : Tiada perbezaan yang signifikan min skor kesedaran kelestarian alam pra antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan.





Ho₆ : Tiada perbezaan yang signifikan min skor kesedaran kelestarian alam pasca antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan

Ho₇ : Tiada perbezaan yang signifikan min skor kesedaran kelestarian alam pra dan pasca kumpulan rawatan

Ho₈ : Tiada perbezaan yang signifikan min skor kesedaran kelestarian alam pra dan pasca kumpulan kawalan.

Ho₉ : Tiada perbezaan yang signifikan min skor amalan kelestarian alam pra antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan.

Ho₁₀ : Tiada perbezaan yang signifikan min skor amalan kelestarian alam pasca antara kumpulan rawatan dan kumpulan kawalan.

Ho₁₁ : Tiada perbezaan yang signifikan antara min skor amalan kelestarian alam pra dan pasca kumpulan rawatan.

Ho₁₂ : Tiada perbezaan yang signifikan antara min skor amalan kelestarian alam pra dan pasca kumpulan kawalan.

Ho₁₃ : Kesedaran dan amalan kelestarian alam bukan merupakan faktor peramal yang mempengaruhi pencapaian pelajar dalam sub topik asid dan alkali.



Jadual 1.1

Ringkasan Objektif Kajian, Persoalan Kajian dan Hipotesis Kajian

Objektif Kajian	Soalan Kajian	Hipotesis
Objektif 1	SK 1	
Objektif 2	SK 2, SK 3, SK 4, SK 5, SK 6, SK 7	Ho ₁ , Ho ₂ , Ho ₃ , Ho ₄ , Ho ₅ , Ho ₆ , Ho ₇ , Ho ₈ , Ho ₉ , Ho ₁₀ , Ho ₁₁ , Ho ₁₂
Objektif 3	SK 8	Ho ₁₃

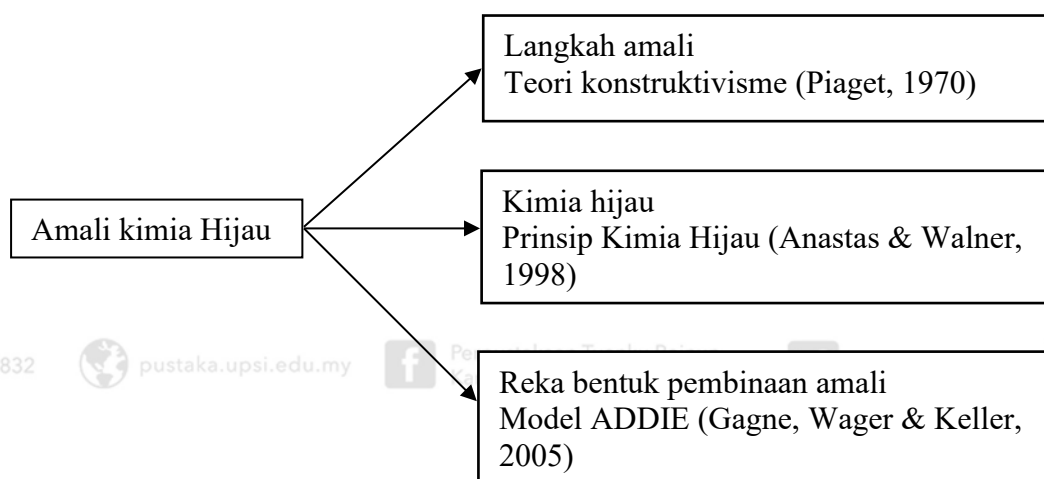
1.7 Kerangka kajian

Kerangka kajian yang digunakan dalam kajian ini bagi tujuan pembinaan amali kimia hijau merupakan adaptasi daripada model reka bentuk bahan pengajaran ADDIE (Gagne, Wager & Keller, 2005) dan berasaskan kepada teori pembelajaran konstruktivisme oleh Piaget (1970) serta prinsip Kimia Hijau (Anastas & Walner, 1998).

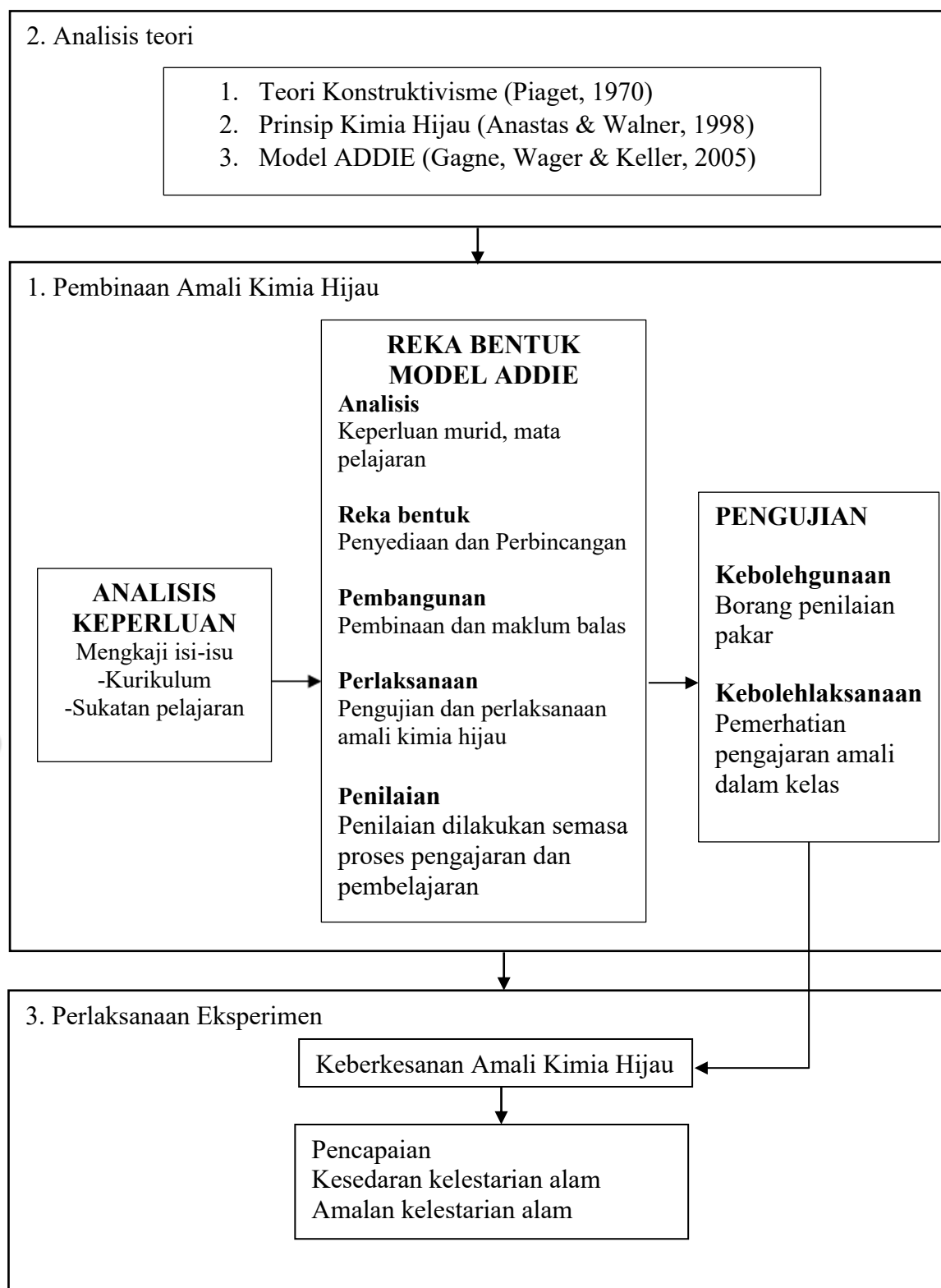
Teori konstruktivisme menekankan pentingnya proses pemikiran dalam pembelajaran. Teori pembelajaran konstruktivisme juga memberi tumpuan kepada guru sebagai fasilitator dan murid membina pengetahuan mereka sendiri. Matlamat dan aktiviti yang dilaksanakan perlu memberi peluang kepada pelajar untuk membina pengetahuan mereka sendiri.

Prinsip kimia hijau yang diperkenalkan oleh Anastas dan Walner (1998), pula menjadi asas utama dalam setiap aktiviti amali. Anastas dan Walner (1998) menggariskan 12 prinsip dalam kimia hijau. Berdasarkan prinsip ini kimia hijau boleh dicapai melalui penggunaan mana-mana prinsip kimia hijau yang telah digariskan. Justeru itu, teori dan prinsip kimia hijau ini diletakkan sebagai panduan bagi membina

amali kimia hijau. Namun begitu, tidak semua prinsip kimia hijau yang dicadangkan digarap dalam amali kimia hijau ini. Prinsip yang dipilih perlu disesuaikan dengan konteks kemudahan dan kebolehlaksanaan di sekolah. Manakala adaptasi model ADDIE yang dilakukan dijadikan panduan bagi menjalankan kajian ini. Model ini dipilih kerana ia bertepatan dengan objektif kajian ini iaitu membina dan menilai keberkesanan amali kimia hijau pelajar sekolah menengah. Rajah di bawah menunjukkan kerangka teori bagi kajian ini.



Rajah 1.1 Kerangka Teori Kajian



Rajah 1.2 Kerangka Konsep Kajian

1.8 Kepentingan Kajian

Kajian ini memberi manfaat kepada beberapa pihak yang terlibat secara langsung mahupun tidak langsung.

1.8.1 Guru

Amali kimia hijau dapat membantu guru dalam menerapkan pendidikan alam sekitar malahan boleh menjadi bahan bantu pengajaran yang memudahkan guru ketika proses pengajaran dan pembelajaran. Walaupun amali ini tidak dimasukkan dalam sukatan pelajaran, guru boleh menggunakannya sebagai amali alternatif dalam pengajaran di kelas. Selain itu, guru dapat mengaplikasikan pembelajaran secara inkuiri dan meningkatkan kemahiran berfikir dalam kalangan pelajar. Secara tidak langsung, guru juga berpeluang membentuk generasi yang dapat mempraktikkan kimia hijau dengan jelas dan bukan sebagai ideologi abstrak dalam amali kimia.

1.8.2 Pelajar

Penglibatan pelajar dalam amali kimia hijau memberi pengalaman baharu penggunaan bahan yang lebih selamat dan di samping aktiviti yang lebih menyeronokkan. Amali kimia hijau dapat menghubungkan pembelajaran konsep sains dengan kehidupan seharian (Karpudewan, Roth & Sinniah, 2016). Elemen pengetahuan, kesedaran dan amalan kelestarian alam dalam amali kimia hijau dapat memberi pengalaman

pembelajaran yang berbeza kepada pelajar (Nurzatulshima, Lilia, Kamisah & Subahan, 2009). Tambahan pula, amali kimia hijau secara langsung melibatkan pelajar dalam pembelajaran berkaitan alam sekitar. Menurut Hafsah, Vinesvaran, Khoo, Asmahwati dan Muhammad Ibrahim (2019), penglibatan pelajar dalam amali kimia hijau dapat mencetuskan sikap bertanggungjawab terhadap alam sekitar sekaligus meningkatkan amalan kelestarian alam. Penggunaan semula tin minuman kosong dalam amali ini, menjadi salah satu amalan kelestarian melalui pendekatan 3R yang perlu diterapkan melalui aktiviti dan bukannya secara teori semata(Hanifah, 2015).

1.8.3 Sekolah

Kebanyakan sisa kimia hasil daripada amali sains yang dilaksanakan dikategorikan sebagai berbahaya, justeru proses penyimpanan dan pelupusan sisa perlu diutamakan dalam setiap amali (EPA, 2006). Pengurusan bahan sisa atau kimia di sekolah perlu mematuhi peraturan yang ditetapkan oleh Jabatan Alam Sekitar dan diurus oleh pihak bertauliah (KPM, 2019). Contohnya, sisa kimia daripada makmal sekolah yang mengandungi bahan organik tidak larut air, bahan halogen dan logam berbahaya tidak boleh dibuang terus ke singki atau longkang.

Pengurusan sisa yang terperinci ini dapat dikurangkan melalui amali kimia hijau. Ini adalah disebabkan penggunaan bahan dalam amali kimia hijau yang tidak berbahaya dan lebih selamat. Tambahan pula, jumlah sisa yang terhasil dalam amali kimia hijau ini adalah sedikit. Ini memudahkan pihak pengurusan sekolah terutamanya

pembantu makmal yang bertanggungjawab menguruskan sisa selepas amali dilaksanakan.

Amali ini juga boleh menjadi salah satu titik permulaan jaringan hubungan antara pihak luar dan sekolah. Perkongsian idea antara pihak luar dan sekolah boleh diwujudkan menerusi penggunaan manual ini. Sekolah berpeluang mendapat pendedahan yang lebih terhadap aktiviti berkaitan kelestarian alam melalui hubungan yang dibina dengan pihak luar. Menerusi hubungan ini, sekolah menjadi lebih proaktif dalam mendedahkan murid mereka terhadap pengaplikasian kelestarian alam dalam industri dan seterusnya kehidupan seharian.

1.8.4 Penggubal Kurikulum

Kajian ini diharapkan menjadi titik permulaan kepada Bahagian Pembangunan Kurikulum (BPK) Kementerian Pendidikan Malaysia dalam melakar dan membentuk strategi baharu dalam perlaksanaan amali yang lebih menerapkan kesedaran terhadap alam sekitar di kalangan pelajar dan guru. Kajian ini juga diharapkan dapat membantu penyelidik dan mana-mana pihak yang mencari solusi atau idea penerapan kelestarian alam dalam amali sains di sekolah. Penerapan amalan hijau dalam amali yang lebih efektif secara tidak langsung dapat meningkatkan kepentingan amali kimia dalam proses pengajarannya (Vignesvaran, 2018).



1.9 Batasan Kajian

Terdapat beberapa batasan dalam kajian ini. Batasan kajian ini wujud atas beberapa faktor yang diambil kira berdasarkan rasional tertentu. Kajian ini hanya melibatkan pelajar yang mengambil mata pelajaran kimia (KSSM) tingkatan empat di sekolah menengah kerajaan. Dapatan kajian hanya sah untuk sekolah yang dikaji dan tidak boleh menjadi penanda aras pelaksanaan secara menyeluruh di semua sekolah di seluruh negara.

Pembinaan amali hanya melibatkan standard kandungan dan standard pembelajaran tertentu sahaja dalam tajuk asid, bes dan garam. Kesemua standard kandungan dan standard pembelajaran yang dipilih adalah menjurus kepada sub tajuk asid dan alkali. Standard kandungan dan standard pembelajaran yang dipilih ditunjukkan dalam Jadual 1.2. Penggunaan bahan dalam amali kimia hijau yang dibina juga tidak diganti secara seratus peratus. Ini disebabkan kesukaran dalam menentukan nilai mol, kepekatan dan formula kimia yang tepat. Justeru itu, beberapa amali yang dibina mengambil pendekatan mengurangkan jumlah bahan yang tidak dapat digantikan.

Amali yang dibina hanya melibatkan beberapa prinsip kimia hijau iaitu prinsip ketiga (sintesis kimia yang selamat), keempat (bahan kimia yang selamat), kelapan (mengurangkan sisa terbitan), kesepuluh (hasil yang mudah terurai), kesebelas (analisis untuk mencegah pencemaran) dan yang kedua belas (proses kimia yang mencegah kemalangan). Prinsip-prinsip ini dipilih kerana ianya dapat disesuaikan dalam konteks amali sains yang boleh dijalankan di sekolah. Tambahan pula, amali kimia hijau merupakan suatu amali kimia alternatif yang tidak dilaksanakan di sekolah sebelum ini.



Justeru, penglibatan sebahagian prinsip yang bersesuaian turut diterima dalam amali kimia hijau.

Tempoh masa yang dijangka untuk menjalankan amali kimia hijau yang dibina adalah selama tujuh minggu. Tempoh masa yang lebih lama akan menyukarkan pihak sekolah memberi kebenaran untuk melaksanakan kajian. Ini adalah kerana responden perlu menghabiskan sukatan pelajaran sedia ada serta membuat persediaan untuk ujian. Oleh yang demikian, hanya enam amali kimia hijau dibina dan diuji dalam kajian ini. Jadual 1.2 menunjukkan amali yang terlibat dalam kajian ini.

Jadual 1.2

Ringkasan Standard Kandungan dan Standard Pembelajaran yang Terlibat dalam Amali Kimia Hijau

Standard kandungan	Standard pembelajaran	Amali
6.1 Peranan air dalam menunjukkan keasidan dan kealkalian	6.1.3 Mengeksperimen untuk mengkaji peranan air dalam menunjukkan sifat asid dan alkali.	1. Mengkaji peranan air dalam menunjukkan sifat asid 2. Mengkaji peranan air dalam menunjukkan sifat alkali
6.2 Nilai pH	6.2.3 Mengeksperimen untuk mengkaji hubungan nilai pH dengan kepekatan ion hidrogen dan kepekatan ion hidroksida.	3. Mengkaji hubungan nilai pH dengan kepekatan ion hidrogen 4. Mengkaji hubungan nilai pH dengan kepekatan ion hidroksida.
6.4 Sifat-sifat Kimia Asid dan Alkali	Merumuskan sifat kimia asid dengan menjalankan eksperimen tindak balas Merumuskan sifat kimia alkali dengan menjalankan eksperimen tindak balas	5. Menjalankan eksperimen tindak balas antara: i. Asid dan bes ii. Asid dan logam reaktif iii. Asid dan karbonat logam 6. Menjalankan eksperimen tindak balas antara: i. Alkali dan asid ii. Alkali dan ion logam iii. Alkali dan garam ammonium



1.10 Definisi Operasional

Marican (2005) menyatakan definisi operasi dapat menghubungkan konsep antara sesuatu yang boleh diperhatikan dan dinyatakan ke dalam bentuk yang boleh diukur atau dimanipulasi.

1.10.1 Amali Kimia Hijau

Amali merupakan suatu aktiviti pembelajaran yang dilaksanakan di peringkat sekolah mahupun universiti bagi melengkapkan pembelajaran teori dalam bilik darjah di samping memberi pengalaman kepada pelajar (Jamaliah, 2014). Vignesvaran (2018) memberikan pandangan amali kimia hijau sebagai satu proses penyiasatan yang melibatkan kemahiran proses sains dan kemahiran manipulatif dengan penggunaan bahan kimia serta kaedah pelaksanaan yang lebih selamat, kurang menjejaskan kesihatan. Amali kimia hijau yang dibina adalah berdasarkan prinsip kimia hijau yang dicadangkan oleh Paul Anastas dan John Warner pada tahun 1998. Prinsip kimia hijau yang dicadangkan oleh Paul Anastas dan John Warner terdiri daripada 12 prinsip.

Dalam konteks kajian ini, enam prinsip kimia hijau diaplikasikan melalui enam set amali kimia hijau dalam sub topik asid dan alkali yang dijalankan. Antaranya adalah prinsip ketiga (sintesis kimia yang selamat), keempat (bahan kimia yang selamat), kelapan (mengurangkan sisa terbitan), kesepuluh (hasil yang mudah terurai), kesebelas (analisis untuk mencegah pencemaran) dan yang kedua belas (proses kimia yang





mencegah kemalangan). Oleh itu, terdapat enam set amali diubah suai mengikut prinsip kimia hijau yang ditekankan dalam kajian ini.

Berdasarkan prinsip Kimia Hijau yang diterapkan dalam kajian ini, terdapat pertukaran dilakukan terhadap jenis dan kuantiti bahan kimia yang digunakan bagi membenarkan prinsip kimia hijau tersebut diterapkan dalam aktiviti amali pelajar. Ringkasan eksperimen dan bahan pilihan yang ditukar ditunjukkan dalam Jadual 1.2 dan 1.3.

Jadual 1.3

Bahan Kimia Yang Digunakan Untuk Amali Kimia Hijau

Standard kandungan	Amali kimia konvensional	Amali kimia hijau
6.1 Peranan air dalam menunjukkan keasidan dan kealkalian	Pepejal asid oksalik Pepejal natrium hidroksida	Krim tartar Sabun
6.2 Nilai pH	Asid hidroklorik Larutan natrium hidroksida	Air bateri kereta Soda bikarbonat
6.4 Sifat-sifat Kimia Asid dan Alkali	Larutan asid hidroklorik 1.0 mol dm ⁻³ , serbuk zink, kalsium karbonat Larutan natrium hidroksida 1.0 mol dm ⁻³ , serbuk asid benzoik, kuprum(II) sulfat	Cuka (asid etanoik 1.0 mol dm ⁻³), kerajang aluminium, kulit telur. Air abu soda, hembusan gas karbon dioksida, garam epsom





Jadual 1.4

Prinsip Kimia Hijau Dalam Amali Kimia Hijau

Standard kandungan	Amali kimia hijau	Prinsip kimia hijau
6.1 Peranan air dalam menunjukkan keasidan dan kealkalian	Krim tartar Sabun	Prinsip 3(sintesis kimia yang selamat, prinsip 4(bahan kimia yang selamat), prinsip 11(analisis untuk pencegahan pencemaran) dan prinsip 12(proses kimia yang mencegah pencemaran)
6.2 Nilai pH	Air bateri kereta Soda bikarbonat	prinsip 12(proses kimia yang mencegah pencemaran)
6.4 Sifat-sifat Kimia Asid dan Alkali	Cuka (asid etanoik 1.0 mol dm ⁻³), kerajang aluminium, kulit telur. Air abu soda, hemusan gas karbon dioksida, garam epsom	prinsip 8(mengurangkan sisa terbitan, prinsip 10(hasil yang mudah terurai, prinsip 11(analisis untuk pencegahan pencemaran) dan prinsip 12(proses kimia yang mencegah pencemaran)

**1.10.2 Pencapaian**

Pencapaian merupakan kejayaan dalam akademik yang dinilai melalui ujian dan peperiksaan. Zulkarnaian, Saim dan Abd Talib (2011) mencadangkan definisi pencapaian secara umum sebagai kejayaan atau kegagalan murid dalam ujian serta peperiksaan mengikut standard piawaian dan semakan pakar dalam bidang tersebut. Dalam kajian ini, pencapaian pelajar dilihat daripada markah skor ujian pra dan pasca yang terdiri daripada 30 soalan objektif yang melibatkan sub tajuk asid dan alkali. Instrumen ujian pencapaian diadaptasi daripada Koleksi Kertas Soalan Peperiksaan Sebenar SPM 2012-2018 (LPM, 2019). Pencapaian pelajar diukur bagi mengkaji keberkesanan pelaksanaan amali kimia hijau dalam meningkatkan pemahaman pelajar dalam pembelajaran sub topik asid dan alkali.



1.10.3 Kesedaran

Kollmuss dan Agyeman (2002) mendefinisikan kesedaran alam sekitar sebagai pengetahuan berkaitan kesan tingkah laku manusia terhadap alam sekitar. Masitah, Azizi, Ahmad Makmom, Bahaman, Ramli dan Noriati (2013), menyatakan bahawa kesedaran merupakan keinsafan, perasaan bertanggungjawab dan kepekaan seseorang terhadap persekitaran daripada sudut estetik, persepsi, perasaan atau tanggapan seseorang terhadap sesuatu perkara atau isu. Dalam kajian ini, kesedaran kelestarian alam diukur melalui sejumlah item dalam instrumen yang merujuk kepada elemen-elemen yang melibatkan penilaian pelajar berkenaan persetujuan dan tanggapan mereka dalam aspek-aspek yang melibatkan sikap terhadap persekitaran dan pengetahuan kimia hijau. Kesedaran dalam kajian ini diukur melalui instrumen yang diadaptasi daripada instrumen kimia hijau, pembinaan dan penilaian instrumen kesedaran kimia hijau pelajar sekolah menengah, Badrulhisham (2016).

1.10.4 Amalan

Amalan kerap dikaitkan dengan tingkah laku. Dalam konteks alam sekitar, amalan sering kali dikaitkan dengan perbuatan dan tingkah laku mesra alam sekitar. Jamilah (2012) mendefinisikan amalan sebagai kekerapan dalam melaksanakan perbuatan berkaitan kitar semula dan penggunaan bahan dalam kehidupan seharian secara efisien.



Dalam kajian ini, amalan Kelestarian Alam menjurus kepada perbuatan berjimat-cermat dalam penggunaan sumber, penggunaan bahan mesra alam, bahan kitar semula, dan bahan yang mengurangkan kesan negatif ke atas alam sekitar. Amalan dalam kajian ini diukur melalui sejumlah instrumen amalan kelestarian alam sekitar dalam kalangan guru sekolah yang diadaptasi daripada kajian Farah Izyan dan Kamariah (2019).

1.11 Rumusan

Kajian ini dilaksanakan untuk membina amali kimia hijau dan mengkaji kesan amali kimia hijau terhadap pencapaian pelajar dalam sub topik asid dan alkali. Kesan penggunaan bahan alternatif menggantikan bahan kimia biasa juga dikaji bagi menentukan perubahan dalam kesedaran dan amalan pelajar terhadap kelestarian alam.

