



**PENEROKAAN PENGURUSAN SISA PEPEJAL
LESTARI MELALUI PROJEK PENGOMPOSAN
DALAM KALANGAN PELAJAR TINGKATAN 4
MATA PELAJARAN ASAS KELESTARIAN**



ZURAINY BINTI RAHMAN

**UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS
2021**





**PENEROKAAN PENGURUSAN SISA PEPEJAL LESTARI MELALUI PROJEK
PENGOMPOSAN DALAM KALANGAN PELAJAR TINGKATAN 4 MATA
PELAJARAN ASAS KELESTARIAN**

ZURAINY BINTI RAHMAN



**DISERTASI DIKEMUKAKAN BAGI MEMENUHI SYARAT UNTUK
MEMPEROLEH IJAZAH SARJANA SAINS
(MOD PENYELIDIKAN)**

**FAKULTI TEKNIKAL DAN VOKASIONAL
UNIVERSITI PENDIDIKAN SULTAN IDRIS**

2021





Sila tanda (✓)
Kertas Projek
Sarjana Penyelidikan
Sarjana Penyelidikan dan Kerja Kursus
PhD

/

INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN

Perakuan ini telah dibuat pada...13...(Hari bulan)...8....(bulan) 2021

i. Perakuan Pelajar:

Saya Zurainy binti Rahman (M20181001211) Fakulti Teknikal dan Vokasional dengan ini mengaku bahawa disertasi/ tesis yang bertajuk Penerokaan Pengurusan Sisa Pepejal Lestari melalui Projek Pengomposan dalam Kalangan Pelajar Tingkatan 4 Mata Pelajaran Asas Kelestarian 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 sejelasnya dan secukupnya.


Tandatangan Pelajar

ii. Perakuan Penyelia:

Saya Prof. Madya Dr. Mohamed Nor Azhari bin Azman dengan ini mengesahkan bahawa hasil kerja pelajar yang bertajuk Penerokaan Pengurusan Sisa Pepejal Lestari melalui Projek Pengomposan dalam Kalangan Pelajar Tingkatan 4 Mata Pelajaran Asas Kelestarian dihasilkan pelajar seperti nama di atas, dan telah diserahkan kepada Institut Pengajian Siswazah bagi memenuhi sebahagian/sepenuhnya syarat untuk memperoleh Ijazah Sarjana Teknologi Kajuruteraan.

13 OGOS 2021
Tarikh


Tandatangan Penyelia



**INSTITUT PENGAJIAN SISWAZAH /
INSTITUTE OF GRADUATE STUDIES****BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS/DISERTASI/LAPORAN KERTAS PROJEK
DECLARATION OF THESIS/DISSERTATION/PROJECT PAPER FORM**

Tajuk / Title: PENEROKAAN PENGURUSAN SISA PEPEJAL LESTARI MELALUI PROJEK
PENGOMPOSAN DALAM KALANGAN PELAJAR TINGKATAN 4 MATA PELAJARAN
ASAS KELESTARIAN

No. Matrik /Matric's No.: M20181001211

Saya / I : ZURAINY BINTI RAHMAN
(Nama pelajar / Student's Name)

mengaku membenarkan Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek (Kedoktoran/Sarjana)* ini disimpan di Universiti Pendidikan Sultan Idris (Perpustakaan Tuanku Bainun) dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:-
acknowledged that Universiti Pendidikan Sultan Idris (Tuanku Bainun Library) reserves the right as follows:-

1. Tesis/Disertasi/Laporan Kertas Projek ini adalah hak milik UPSI.
The thesis is the property of Universiti Pendidikan Sultan Idris
2. Perpustakaan Tuanku Bainun dibenarkan membuat salinan untuk tujuan rujukan dan penyelidikan.
Tuanku Bainun Library has the right to make copies for the purpose of reference and research.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan Tesis/Disertasi ini sebagai bahan pertukaran antara Institusi Pengajian Tinggi.
The Library has the right to make copies of the thesis for academic exchange.
4. 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)

Prof. Madya Dr. Syaharudin Nor Azmat bin Azman
(Tandatangan Pengerah Kanan
& (Nama & Cap Rasmi/Official Stamp)

Tarikh: 13 OGOS 2021

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

Alhamdulillah segala puji bagi Allah tuhan sekalian alam, selawat serta salam ke atas nabi junjungan, Nabi Muhammad SAW. Bersyukur ke hadrat Illahi atas limpah kurnia serta sifat ArRahman ArRahimNya dapat penulis menyiapkan tesis ini dengan jayanya. Setinggi-tinggi ucapan penghargaan buat penyelia utama dan penyelia bersama iaitu Prof. Madya Dr. Mohamed Nor Azhari Bin Azman serta Prof. Madya Dr. Arasinah Binti Kamis yang sentiasa memberikan nasihat, motivasi dan tunjuk ajar sepanjang perjalanan menyiapkan tesis ini. Sekalung ucapan terima kasih dan penghargaan buat semua yang terlibat dalam menjayakan tesis ini terutamanya kepada Encik Halim, Puan Siti Maszleza, Encik Khairul, Puan Salina, Puan Hazita, Puan Rusmaini, Puan Zakiah, Prof. Ir. Dr. Fatihah Suja', Prof Dr. Noor Ezlin, Encik Zawawi, Dr. Asilah, Dr. Fazhana, Encik Shahril, Encik Raymond dan Puan Rozaini. Ucapan terima kasih juga buat sahabat-sahabat yang banyak membantu. Ucapan terima kasih yang amat bermakna buat mak dan abah, Encik Rahman Nadi dan Puan Indon Ali yang sangat istimewa. Setinggi-tinggi ucapan terima kasih buat lelaki kiriman tuhan, Muhammad Saiful Bahrin. Sokongan, dorongan, persefahaman, kasih dan ihsan atas tugas-tugas untuk menyelesaikan perjuangan ini sangatlah isterimu ini hargai.. dan juga kalungan bunga-bunga kasih buat tiga permata di hati bonda, Suffi, Solihin, dan Syifa'. Tesis ini sangat bermakna dan besarlah harapan penulis agar ia dapat menjadi karya serta sebagai wadah rujukan. Meskipun sangat kecil sumbangannya dalam bidang penyelidikan sisa pepejal lestari dan juga pendidikan kejuruteraan alam sekitar.





ABSTRAK

Tujuan kajian ini adalah untuk meneroka pengurusan sisa pepejal lestari (PSPL) melalui projek pengomposan dalam kalangan pelajar tingkatan 4 subjek Asas Kelestarian. Objektif kajian ini adalah untuk (a) meneroka pengetahuan pelajar terhadap kelestarian, PSPL dan pengomposan, (b) menganalisis teknik yang digunakan dalam proses pengomposan berdasarkan pengalaman yang dilalui pelajar semasa melaksanakan projek pengomposan, dan (c) mencadangkan kerangka panduan projek pengomposan di sekolah. Kajian ini menggunakan kaedah kualitatif dengan reka bentuk kajian kes. Teori konstruktivisma digunakan dalam kajian ini untuk menerangkan elemen pembelajaran melalui projek. Model Pendidikan Alam Sekitar oleh Palmer dan Neal serta model “Cradle to Cradle Design” juga digunakan untuk menerangkan elemen pengurusan sisa pepejal lestari. Informan kajian terdiri daripada lapan belas orang iaitu empat orang pelajar, enam orang guru, tiga orang pensyarah, dua orang profesor universiti dan tiga orang pakar industri sektor pengurusan sisa pepejal yang telah dipilih menggunakan teknik “snow ball”. Instrumen kajian terdiri daripada protokol temu bual, senarai semak pemerhatian dan dokumen analisis. Analisis tematik digunakan untuk menganalisis data kualitatif. Data kajian untuk objektif pertama menunjukkan pengetahuan pelajar tentang alam sekitar, teknologi hijau, proses pengomposan dan isu pembangunan lestari meningkat setelah pelajar menjalankan projek pengomposan. Tema yang muncul berkaitan objektif kedua pula menunjukkan pelajar berjaya menghasilkan kompos yang optimal menggunakan EM Takakura. Untuk objektif ketiga, satu kerangka panduan pengomposan dapat dibina berdasarkan temu bual bersama pakar yang terdiri daripada guru, pensyarah dan pakar industri. Aspek utama dalam kerangka panduan tersebut berkisar kepada tempat, waktu, kemudahan, dan sistem sokongan. Triangulasi daripada data pemerhatian dan dokumen analisis menyokong data temu bual. Kesimpulannya, kajian ini mendapati pengetahuan pelajar berkaitan kelestarian, PSPL dan pengomposan bertambah selepas mereka melaksanakan projek pengomposan di sekolah. Implikasinya, satu kerangka panduan projek pengomposan untuk mengurus sisa pepejal secara lestari di sekolah dapat dihasilkan.





EXPLORATION OF SUSTAINABLE SOLID WASTE MANAGEMENT THROUGH COMPOST PROJECT AMONG FORM 4 STUDENTS OF THE BASIC SUSTAINABILITY SUBJECT

ABSTRACT

This study aims to explore sustainable solid waste management (PSPL) through composting projects among form 4 students of the Sustainability Basics subject. The objectives of this study are to (a) explore students' knowledge on sustainability, PSPL and composting, (b) analyse the techniques used in composting process based on students' experiences while implementing composting projects, and (c) propose a framework of composting project guidelines in schools. This study uses qualitative methods with a case study design. Constructivism theory is used in this study to describe the elements of learning through projects. The Environmental Education model by Palmer and Neal as well as the "Cradle to Cradle Design" model are also used to describe the elements of sustainable solid waste management. The study informants consisted of eighteen people: four students, six teachers, three lecturers, two university professors and three industry experts in the solid waste management sector who were selected using the "snow ball" technique. Research instruments consisted of interview protocols, observation checklists and documents analysis. Thematic analysis is used to analyse qualitative data. Research data for the first objective show students' knowledge of the environment, green technology, composting process and sustainable development issues increased after students carried out composting projects. The theme that appears related to the second objective shows that students successfully produced optimal compost by using EM Takakura composting method. For the third objective, a compilation of guideline framework can be built based on interviews with experts involving teachers, lecturers and industry experts. The key aspects in the framework of the guideline are place, time, facilities, and support system. Triangulation of observation data and documents analysis is supported with data from the interview. In conclusion, this study found that students' knowledge on sustainability, PSPL and composting increased after they implemented composting projects in schools. The implication is that a framework for composting project guidance to manage solid waste sustainably in schools can be produced.





KANDUNGAN

Muka Surat

PERAKUAN KEASLIAN PENULISAN	ii
BORANG PENGESAHAN PENYERAHAN TESIS	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xviii
SENARAI RAJAH	xx
SENARAI SINGKATAN	xxv
BAB 1 PENGENALAN	
1.1 Pendahuluan	1
1.2 Latar Belakang Kajian	7
1.2.1 Isu Pengurusan Sisa Pepejal	7
1.2.2 Kekurangan Tapak Pelupusan Sampah	13
1.2.3 Masalah Pencemaran ke atas Alam Sekitar	15
1.2.4 Isu Pengurusan Sisa Organik dan Sisa Makanan	16
1.2.5 Konsep pendidikan pengurusan sisa pepejal lestari	20
1.3 Pernyataan Masalah	21
1.4 Tujuan Kajian	26



1.5	Objektif Kajian	26
1.6	Persoalan Kajian	27
1.7	Kepentingan Kajian	27
1.7.1	Pelajar	28
1.7.2	Guru	28
1.7.3	Sekolah	28
1.7.4	Kementerian Pendidikan Malaysia	29
1.8	Skop Kajian	29
1.9	Limitasi Kajian	30
1.10	Kerangka Teori Kajian	31
1.11	Definisi Istilah	32
1.11.1	Sisa Pepejal	32
1.11.2	Pengomposan	32
1.11.3	Kelestarian	33
1.11.4	Sisa Pepejal Perbandaran (MSW)	33
1.11.5	Asas Kelestarian	34
1.12	Rumusan	34

BAB 2 TINJAUAN LITERATUR

2.1	Pengenalan	35
2.2	Sejarah dan Organisasi Antarabangsa dalam Pengurusan Sisa Pepejal	36
2.3	Definisi Sisa Pepejal	38
2.4	Jenis-jenis Sisa Pepejal	39
2.4.1	Sisa Pepejal Isi Rumah	39
2.4.2	Sisa Pepejal Institusi	40
2.5	Pengurusan Sisa Pepejal Berdasarkan Konsep Kelestarian	41
2.5.1	Pembangunan Lestari	41
2.5.2	Model <i>Triple Bottom Line</i>	44
2.5.3	Konsep Pengurusan Sisa Pepejal Lestari	46
2.6	Hierarki Pengurusan Sisa Pepejal	47
2.6.1	Pengurangan (<i>Reduce</i>)	51
2.6.2	Guna Semula (<i>Reuse</i>)	52
2.6.3	Kitar Semula (<i>Recycle</i>)	52
2.6.4	Pengomposan	53
2.6.5	Pembakaran Sisa untuk Tenaga	53
2.6.6	Pelupusan	54
2.7	Kaedah Perawatan Sisa Menggunakan Kaedah Pengomposan	56
2.7.1	Kebaikan Pengomposan	57
2.7.1.1	Pengurangan Gas Rumah Hijau	58

2.7.1.2	Penjimatan Ruang Tapak Pelupusan	59
2.7.2	Mekanisme dan Bahan Keperluan Proses Pengomposan	59
2.7.2.1	Mikroorganisma Pengomposan	61
2.7.2.2	Suhu	62
2.7.2.3	Kandungan Kelembapan	63
2.7.2.4	Nisbah C:N	63
2.7.2.5	Pengudaraan	64
2.8	Kaedah-kaedah pengomposan	65
2.8.1	Pengomposan Menggunakan Larva Lalat Tentera Hitam (BSFL)	65
2.8.2	Vermikompos	67
2.8.3	Kaedah pengomposan timbunan berbalik	69
2.8.4	Kaedah pengomposan timbunan statik Berudara	70
2.8.5	Kaedah pengomposan drum berputar	71
2.8.6	Kaedah pengomposan menggunakan tong Kompos	71
2.8.7	Perbezaan kaedah-kaedah pengomposan dan kesesuaiannya di sekolah	73
2.9	Kesesuaian pengomposan menggunakan tong kompos Dan EM di sekolah	75
2.9.1	Kaedah Pengomposan Menggunakan EM <i>Home Method</i> -Takakura	79
2.9.2	Kaedah Pengomposan menggunakan EM Larutan Penapaian Buah dan Sayur	83
2.9.3	Kaedah pengomposan menggunakan EM larutan penapaian air beras	87

2.9.4	Kaedah Pengomposan Skala Rumah Menggunakan Sisa Taman	88
2.9.5	Kaedah Pengomposan Menggunakan Pasu	88
2.10	Kajian-kajian lepas berkaitan Pengurusan Sisa Dan Pengomposan di Sekolah-Sekolah luar negara	89
2.11	Pengetahuan terhadap PSPL dalam DSKP mata Pelajaran Asas Kelestarian	92
2.12	Kerangka Teori Kajian	95
2.12.1	Teori Konstruktivisme	95
2.12.2	Model Pendekatan Pendidikan Alam Sekitar	100
2.12.3	Model <i>Cradle to Cradle Design</i>	102
2.12.4	Kerangka pengomposan di Sekolah	104
2.13	Rumusan	106

BAB 3

METODOLOGI

3.1	Pengenalan	107
3.2	Reka Bentuk Penyelidikan Kualitatif	107
3.2.1	Rasional Pemilihan Kaedah Kajian Kes Secara Kualitatif	112
3.3	Metodologi projek pengomposan di sekolah	114
3.4	Aktiviti Sebelum di Lapangan	120
3.4.1	Pemilihan Tempat Kajian	121
3.4.2	Sampel Kajian	122
3.5	Pengkaji Sebagai Instrumen Kajian	127
3.6	Kaedah Mendapatkan Data	128
3.6.1	Pemerhatian	128

3.6.2	Rakaman Gambar dan Video	134
3.6.3	Catatan Lapangan	135
3.6.4	Temu Bual	136
3.6.5	Analisis Dokumen	139
3.7	Kajian Rintis	140
3.7.1	Dapatan kajian rintis	141
3.8	Tatacara Pemerolehan Data	143
3.9	Analisis Data	146
3.9.1	Pengurusan Data dan Pembentukan Fail Informan	146
3.9.2	Penulisan Transkrip Temu Bual Informan	148
3.9.3	Penganalisan Temu Bual Informan Membentuk Kod dan Kategori	149
3.10	Etika Kajian	152
3.11	Kesahan dan Kebolehpercayaan Data	154
3.11.1	Jejak Audit	155
3.11.2	<i>Member Checks</i>	155
3.11.3	Pemeriksaan Rakan Sekerja	156
3.11.4	Pemerhatian Jangka Panjang di Kajian Lapangan	156
3.11.5	Diari Penyelidikan	157
3.11.6	Triangulasi	157
3.12	Rumusan	161

BAB 4 DAPATAN KAJIAN

4.1	Pengenalan	162
4.2	Latar Belakang Informan	163
4.3	Persoalan Kajian 1: Apakah Pengetahuan Pelajar tentang Kelestarian, Pengurusan Sisa Pepejal Lestari dan Pengomposan?	167
4.3.1	Pengetahuan Pelajar tentang Kelestarian dan PSPL Sebelum Membuat Projek Kompos	167
4.3.1.1	Alam Sekitar	168
a.	Pemeliharaan Bumi	168
b.	Mengurangkan Pencemaran	171
c.	3R	173
d.	Pengasingan Sampah	175
4.3.1.2	Ekonomi	176
a.	Teknologi Lestari	177
b.	Teknologi Boleh Diperbaharui	178
c.	Penjimatan Kos	180
4.3.1.3	Sosial	181
a.	Pendidikan dan Kesedaran Alam Sekitar	182
b.	Kesihatan, Kebersihan dan Keselamatan Masyarakat	183
4.3.1.4	Pengomposan	185
a.	Sisa Organik	185
b.	Kelebihan Kompos	188

4.3.2	Pengetahuan Pelajar tentang Kelestarian, Pengurusan Sisa Lestari dan Pengomposan Selepas Membuat Projek Kompos	191
4.3.2.1	Konsep Kelestarian	191
4.3.2.2	Elemen Kelestarian	192
4.3.2.3	Isu Pembangunan Lestari	194
4.3.2.4	Teknologi Hijau	195
4.3.2.5	Pengurusan dan Perawatan Sisa Pepejal Lestari	196
4.3.2.6	Proses Pengomposan	198
4.3.3	Analisis Kandungan Terhadap Pengetahuan Pelajar Berdasarkan Standard Prestasi Dokumen Standard Pentaksiran Kurikulum (DSKP) dan Folio Pelajar	201
4.3.4	Interpretasi Data Pengetahuan Pelajar Tentang Kelestarian, PSPL dan Pengomposan	204
4.4	Persoalan Kajian 2: Bagaimanakah Pelajar Membuat Projek Kompos	209
4.4.1	Pra Kompos	211
4.4.1.1	Pemilihan Lokasi	211
4.4.1.2	Penyediaan Bahan	212
4.4.1.3	Pengasingan Sampah	214
4.4.1.4	Membuat Tong Kompos	215
4.4.2	Teknik Membuat Kompos Menggunakan Larutan Penapaian 1 (Sisa Buah dan Sayur)	217
4.4.3	Teknik Membuat Kompos Sisa Taman	229
4.4.4	Teknik Membuat Kompos Menggunakan EM Takakura	234

4.4.5	Teknik Membuat Kompos Menggunakan Larutan Penapaian 2 (Air Beras, Sisa Sayur dan Buah)	248
4.4.6	Teknik Membuat Kompos Menggunakan Kaedah Pasu	259
4.4.7	Penyelenggaraan dan Keberhasilan Kompos	262
4.4.8	Interpretasi Data Hasil Pembuatan Kompos	270
4.5	Persoalan Kajian 3: Apakah Kerangka Pengomposan di Sekolah?	271
4.5.1	Aktiviti Pra Kompos	271
	4.5.1.1 Pengasingan Bahan Sisa	272
	4.5.1.2 Pengurangan Saiz Permukaan	273
4.5.2	Mekanisma Pengomposan	274
	4.5.2.1 Bahan Sisa	274
	4.5.2.2 Mikroorganisma dan Suhu	278
	4.5.2.3 Oksigen	280
	4.5.2.4 Kelembapan	282
4.5.3	Teknik Kompos yang Sesuai dengan Pelajar Sekolah	285
	4.5.3.1 Kompos Skala Rumah	286
	4.5.3.2 Larva Lalat Askar Hitam (<i>Black Soldier Fly Larvae</i> , BSFL)	293
	4.5.3.3 Vermi Kompos	296
4.6	Kesesuaian Projek Kompos di Sekolah	298
4.6.1	Kemudahan dan Galakan yang Ada di Sekolah	298
4.6.2	Waktu yang Sesuai Dilakukan di Sekolah	299
4.6.3	Tempat yang Sesuai untuk Melaksanakan Kompos	300

di Sekolah

4.7	Rumusan	301
-----	---------	-----

BAB 5 RUMUSAN, PERBINCANGAN KAJIAN DAN CADANGAN

5.1	Pengenalan	305
5.2	Ringkasan Kajian	306
5.3	Perbincangan Berdasarkan Dapatan Kajian	308
5.3.1	Pengetahuan Pelajar tentang Kelestarian, Pengurusan Sisa Pepejal Lestari dan Pengomposan	309
5.3.1.1	Pengetahuan Pelajar tentang Kelestarian	309
5.3.1.2	Pengetahuan Pelajar tentang PSPL dan Pengomposan	316
5.3.2	Teknik dan Kaedah Kompos di Sekolah	322
5.4	Kesimpulan	327
5.4.1	Objektif 1: Meneroka Pengetahuan Pelajar Terhadap Kelestarian, Pengurusan Sisa Pepejal Lestari dan Pengomposan	328
5.4.2	Objektif 2: Menganalisis Teknik yang Digunakan dalam Proses Pengomposan Berdasarkan Pengalaman yang Dilalui Pelajar Semasa Melaksanakan Projek Pengomposan	329
5.4.3	Objektif 3: Mencadangkan Kerangka Panduan Projek Pengomposan di Sekolah	331
5.5	Implikasi Kajian	333
5.5.1	Implikasi Pengetahuan	333
5.5.2	Implikasi Praktikal	335
5.5.3	Implikasi Empirikal	336
5.6	Cadangan Kajian Lanjutan	338



5.6.1	Cadangan Kajian Tindakan	339
5.6.2	Cadangan Kajian Lanjutan	339
RUJUKAN		341
LAMPIRAN		358





SENARAI JADUAL

No. Jadual	Muka Surat
1.1 Guru-guru Pakar Asas Kelestarian	26
2.1 Organisasi dan Persidangan Antarabangsa Melibatkan Sisa	36
2.2 Definisi Sisa Pepejal	38
2.3 Pengurusan Sisa Pepejal Lestari	49
2.4 Perbezaan kaedah-kaedah kompos dan kesesuaiannya di sekolah	73
2.5 Kesesuaian kaedah tong kompos dan EM di sekolah	79
3.1 Jadual Metodologi Kajian	110
3.2 Prosedur pengomposan larutan penapaian buah-buahan dan sayur-sayuran	116
3.3 Prosedur pembuatan kompos menggunakan teknik larutan penapaian air beras	117
3.4 Prosedur pembuatan kompos menggunakan kaedah EM Takakura	118
3.5 Kaedah Pembuatan kompos sisa taman	119
3.6 Kaedah pembuatan kompos menggunakan pasu	120
3.7 Justifikasi pemilihan informan pensyarah kanan dan professor	126
3.8 Borang Senarai Semak Pemerhatian Kaedah Membuat Kompos Menggunakan EM Takakura	133
3.9 Catatan Pemerhatian Rakaman Bahan Audio Visual – Gambar dan Video	135
3.10 Dapatan kajian rintis	142
3.11 Triangulasi Matriks	160





4.1	Latar Belakang Informan Kajian	163
4.2	Biodata Pakar Berdasarkan Kaedah Pengomposan	164
4.3	Analisis Pengetahuan Pelajar tentang Kelestarian, Pengurusan Sisa Pepejal Lestari dan Pengomposan Berdasarkan DSKP	203
4.4	Rumusan tahap prestasi pengetahuan informan pelajar	204
4.5	Interpretasi pengetahuan pelajar sebelum dan selepas membuat kompos	206
4.6	Jenis Pemerhatian Mengikut Tarikh yang Dilaksanakan oleh Pengkaji	210
4.7	Senarai Semak Pemerhatian Spesifikasi Pembuatan Kompos Menggunakan Larutan Penapaian Sisa Buah dan Sayur	228
4.8	Senarai semak Kaedah Membuat Kompos Menggunakan Sisa Taman	234
4.9	Borang Senarai Semak Kaedah Membuat Kompos Menggunakan EM Takakura	247
4.10	Senarai Semak Kaedah Membuat Kompos Menggunakan Larutan Penapaian 2 Air Beras, Sisa Sayur dan Sisa Buah	258
4.11	Senarai Semak Teknik Kompos Menggunakan Pasu	261
4.12	Senarai semak Penghasilan Kompos	268
4.13	Spesifikasi prosedur pembuatan kompos yang boleh dipraktikkan di sekolah	270
4.14	Teknik-Teknik Kompos yang Sesuai Dibuat di Sekolah Mengikut Pandangan Pakar	286



SENARAI RAJAH

No. Rajah	Muka Surat
1.1 Komitmen terhadap PSP melalui Pembangunan Negara RMK 7 – RMK 11	3
1.2 Kerangka Konsep Mata Pelajaran Asas Kelestarian	5
1.3(a) Perbezaan Jumlah Populasi Pada Tahun 2010 dan 2025	9
1.3(b) Penjanaan Sisa Penduduk Dunia bagi Tahun 2010 dan 2025 mengikut Jenis Pendapatan Negara	9
1.4 Kadar Penjanaan Sisa Perbandaran di Beberapa Buah Negara di Dunia	10
1.5 Jumlah Penjanaan Sisa di Malaysia	11
1.6 Komposisi sisa pepejal	12
1.7 Kaedah Perawatan Sisa Pepejal	19
2.1 Model <i>Triple Bottom Line</i>	46
2.2 Pengurusan Sisa Pepejal Lestari	47
2.3 Hierarki Pengurusan Sisa Pepejal Mampan	55
2.4 Kadar Peratus Kitar Semula Setiap Negara OECD	55
2.5 Penyediaan EM Takakura	72
2.6 Bahan-Bahan Membuat Larutan Penapaian	84
2.7(a) Sayur dan Buah Dipotong Kecil dan Dikisar	84
2.7(b) Larutan Penapaian yang telah Siap	84
2.8 Terhasilnya Kulat Putih Selepas 5 Hari Pemeraman Larutan Penapaian	85
2.9(a) Tong Kompos di Bahagian Luar	85



2.9(b)	Tong Kompos di Bahagian Dalam	85
2.10	Semua Bahan Sisa Dapur Digaul untuk Membuat Baja	86
2.11	Larutan Penapaian Disiram ke atas Sisa Dapur	86
2.12	Bahan-Bahan Sisa Dapur yang Disiram dengan Larutan Penapaian Disimpan Selama 4 Minggu sehingga Terhasilnya Baja Kompos	87
2.13	Elemen Pendekatan Pendidikan Alam Sekitar	101
2.14	Kerangka Teori Kajian	104
3.1	Carta Alir Kajian	111
3.2	Carta alir metodologi projek pengomposan di sekolah	114
3.3	Tatacara Pemerolehan Data	145
3.4	Carta Alir Penganalisan Data	152
4.1	Pengetahuan Pelajar tentang Kelestarian, Pengurusan Sisa Lestari dan Pengomposan (Sebelum Membuat Projek Kompos)	190
4.2	Pengetahuan Pelajar Selepas Projek Kompos	201
4.3(a)	Bahan-Bahan Kompos iaitu Rumput, Daun-Daun Kering dan Ranting-Ranting Kayu	213
4.3(b)	Aktiviti Mengutip Rumput-Rumput Kering untuk Menyediakan Kompos	213
4.4	Pengasingan Sampah seperti Plastik, Tin dan Sebagainya	215
4.5	Proses Menebuk Lubang Udara Kompos	216
4.6	Penapis Diikat dengan Dawai Halus di dalam Tong Kompos	217
4.7	Tiub Plastik Digam di Bahagian Bawah bagi Membuang Air Sisa Sampah	217
4.8	Bahan-Bahan Sayur dan Buah untuk Membuat Larutan Penapaian	221
4.9	Proses Memotong Buah dan Sayur untuk Membuat Larutan Penapaian	221





4.10	Bahan Sayur dan Buah Dikisar untuk Membuat Larutan Penapaian	221
4.11	Larutan Penapaian yang Tidak Menghasilkan EM	222
4.12	Yakult Ditambah bagi Memudahkan Pertumbuhan EM	222
4.13	Kulat Putih Terbentuk pada Permukaan Larutan Penapaian	223
4.14	Bahan Sisa Dapur seperti Bawang Dipotong Kecil	224
4.15	Bahan Sisa Sayur Dipotong dan Dimasukkan ke dalam Tong Kompos	225
4.16	Bahan Campuran Daun Kering dan Sayur	225
4.17	Bahan Sisa Kulit Telur Ditambah	226
4.18	Daun Kering yang Dicampur dengan Bahan Sisa Makanan	226
4.19	Kertas Ditambah ke dalam Tong Kompos sebagai Bahan Karbon	226
4.20	Air Larutan Penapaian Dituang ke dalam Bahan Sisa	227
4.21	Proses Kompos Menggunakan Larutan Penapaian Sisa Buah dan Sisa Sayur	227
4.22	Tong Kompos Dilubangkan untuk Ditanam	231
4.23	Tong Kompos Ditanam	231
4.24	Tong Kompos yang telah Ditanam	231
4.25	Ranting Pokok Dipatah Diletakkan di Bahagian Paling Bawah	232
4.26	Sisa Daun Kering Diletakkan pada Lapisan Kedua	232
4.27	Sisa Rumput Hijau Dimasukkan pada Lapisan Ketiga	233
4.28	Kaedah Membuat Kompos Sisa Taman	233
4.29	Memotong Tempe untuk Membuat Larutan Penapaian	238
4.30	Larutan Penapaian Dibuat Menggunakan Campuran Yis Bersama Gula Perang	238



4.31	Membuat Air Larutan Penapaian Kedua dengan Menggunakan Sisa Air Buah-Buahan	239
4.32	Kedua-Dua Balang Air Larutan iaitu Balang Tempe dan Buah-Buahan	239
4.33	Larutan Buah-Buahan yang Mengandungi Kulat Putih	240
4.34	Bahan Air Larutan yang Diperam untuk Dicampur Dedak dan Tanah	240
4.35	Membancuh Air Larutan Tapaian dengan Tanah dan Dedak	241
4.36	Pelajar A Mencampurkan Tanah dengan Dedak	241
4.37	Pelajar A Membentuk Biji Kompos	241
4.38	Biji Kompos yang Dibentuk Disimpan	242
4.39	Kulat Putih Terbentuk pada Biji Kompos	242
4.40	Menggunting Bahan Sisa untuk Membuat Kompos	245
4.41	Sisa Daun Kering yang Dicampur dengan Sisa Sayur	245
4.42	Proses Membuat Baja Kompos Menggunakan EM Takakura	246
4.43	Memotong Buah-Buahan untuk Dikisar	250
4.44	Mengisar Buah-Buahan	250
4.45	Mengacau Air Larutan Penapaian dan Ditambah dengan Yakult	251
4.46	Air Larutan Penapaian yang Siap Disimpan	251
4.47	Air Larutan Penapaian yang Mengandungi Kulat Putih	251
4.48	Menyediakan Biji Kompos	255
4.49	Biji Kompos yang telah Siap	255
4.50	Memotong Sisa Sayur	256
4.51	Mencampur Air Larutan Penapaian ke dalam Bahan Sisa	256



4.52	Menggunting Sisa Sayur Basah	257
4.53	Lapisan Tanah Dicampur Selepas Lapisan Sisa Sayur dan Sisa Daun Kering	260
4.54	Menggunting Sisa Daun Kering dan Dimasukkan ke dalam Pasu	260
4.55	Memasukkan Sisa Sayur dan Buah	260
4.56	Memasukkan EM Takakura ke dalam Pasu	260
4.57	Kaedah Membuat Baja Kompos Menggunakan Pasu	261
4.58	Penghasilan Wap Air pada Tong Kompos	264
4.59	Membolak Balikkan Sisa dan Tanah	266
4.60	Membuang Air <i>Leachate</i>	266
4.61	Menambahkan Air pada Lapisan Kompos yang Kering	267
4.62	Hasil Kompos Matang Menjadi Warna Hitam	267
4.63	Keseluruhan Projek Kompos	269
4.64	Dapatan Kajian Pengurusan Sisa Pepejal Lestari melalui Kaedah Projek Pengomposan di Sekolah	303
4.65	Rumusan Kerangka Konseptual Pengomposan di sekolah	304
5.1	Kerangka Konseptual Projek Pengomposan di Sekolah	332



SENARAI SINGKATAN

BSFL	<i>Black Soldier Fly Larvae</i>
DSKP	Dokumen Standard Kurikulum Pentaksiran
EM	<i>Effective Microorganisms</i>
JPSN	Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal Negara
PSP	Pengurusan Sisa Pepejal
PSPL	Pengurusan Sisa Pepejal Lestari
SSWM	<i>Sustainable Solid Waste Management</i>
Votek	Vokasional dan Teknikal



BAB 1

PENGENALAN

1.1 Pendahuluan



Sisa pepejal adalah sampah sarap atau bahan buangan yang terhasil akibat daripada pertambahan populasi dan aktiviti sosioekonomi manusia (Haliza, 2019). Sisa pepejal menjadi satu isu yang kritikal dan turut menyumbang kepada permasalahan utama yang dihadapi oleh kebanyakan masyarakat di negara membangun jika ia tidak diuruskan dengan betul dan cekap. (Azilah, Foziah, & Ho, 2015).

Sistem pemungutan sisa pepejal terdiri daripada enam kitaran bermula dengan proses (i) penjanaan sisa, (ii) penyimpanan dan pemprosesan di peringkat sumber, (iii) proses pengumpulan, (iv) pemindahan dan pengangkutan, (v) transformasi dan rawatan sisa dan akhirnya adalah (vi) pelupusan (Agamuthu, Khidzir, & Hamid, (2009) ; Pitchel, (2014)). Enam elemen ini memerlukan pengurusan sisa pepejal lestari yang

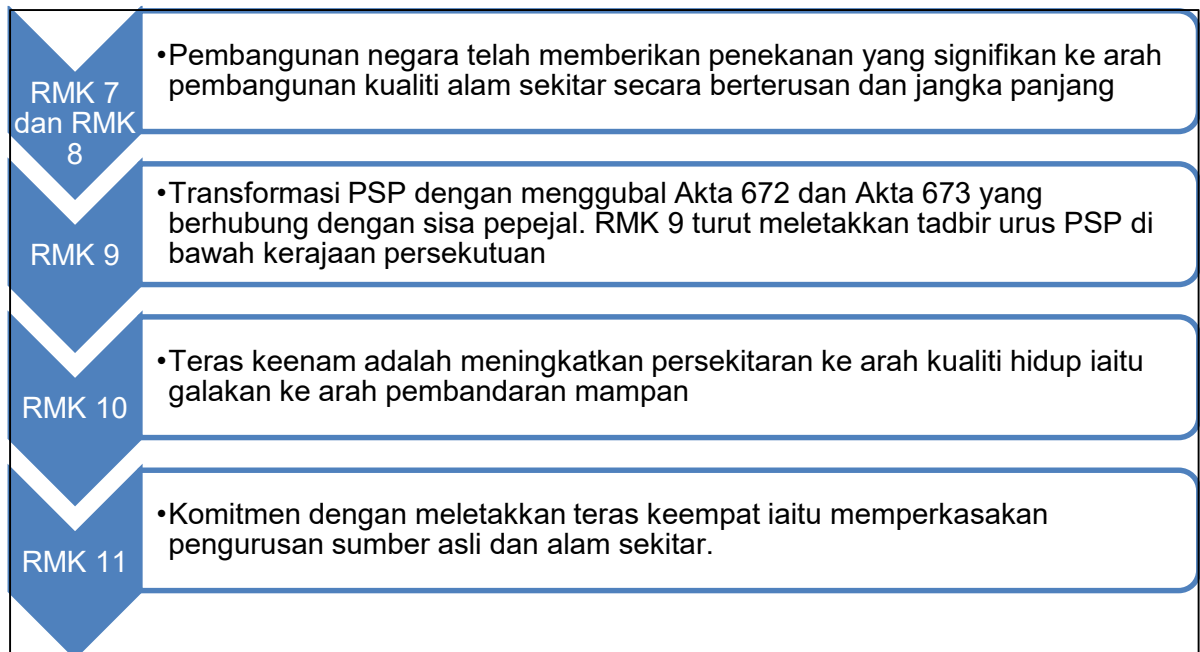




dapat membantu untuk melupuskan sisa dengan kaedah yang tidak memberikan impak yang besar kepada alam sekitar. Bagi menjayakan pengurusan sisa yang lestari, ia haruslah menepati hierarki pengurusan sisa pepejal yang disusun oleh US EPA pada tahun 1976. (Tchobanoglous & Kreith, 2002)

Usaha kerajaan Malaysia yang serius dalam menangani isu alam sekitar khususnya permasalahan melibatkan pengurusan sisa pepejal dapat dilihat melalui pembentukan Pelan Fizikal Negara, Rancangan Malaysia dan Pelan Induk Teknologi Hijau. Pelan Fizikal Negara Ketiga yang dilancarkan pada tahun 2016. Pelan Fizikal Negara Ketiga dibentuk untuk mewujudkan perbandaran yang mampan dan cekap dari segi pengurusan alam sekitar serta pembangunan ekonomi (KPKT, 2016). Rajah 1.1 menunjukkan beberapa siri Rancangan Malaysia iaitu RMK 7 hingga RMK 11 yang dibentuk bagi menyokong pertumbuhan pengurusan sisa pepejal negara. Melalui dasar dan polisi pembangunan negara melalui beberapa siri Rancangan Malaysia ini, maka jelaslah menunjukkan kerajaan Malaysia sangat komited dalam menjaga alam sekitar terhadap isu dan permasalahan sisa pepejal supaya ekosistem dan kelestarian alam dapat terus terpelihara untuk keperluan generasi akan datang.





Rajah 1.1. Komitmen terhadap PSP melalui Pembangunan Negara RMK 7 - RMK 11
Sumber: Olahan Pengkaji

Gagasan teknologi hijau telah tercetus bagi membangunkan aplikasi teknologi, produk, peralatan dan sistem yang dapat meminimumkan degradasi terhadap alam sekitar dan seterusnya dapat memacu pertumbuhan pembangunan mampan di peringkat global (Bokhari, Abdullah, Syed, Jano, & Saadan, 2014). Melalui Kementerian Tenaga dan Teknologi Hijau (KeTTHa), Pelan Induk Teknologi Hijau telah dibentuk pada tahun 2009 dengan tujuan untuk meletakkan sektor - sektor utama yang dibangunkan sebagai sektor-sektor di bawah kawalan teknologi hijau (KeTTHA, 2009). Aplikasi teknologi hijau dalam kehidupan membolehkan kemajuan pada masa hadapan dikecapi dan dalam masa yang sama turut mengurangkan kesan negatif kepada alam sekitar (Jabatan Pengurusan Sisa Pepejal, 2016). Contohnya penggunaan IBS dalam sektor pembinaan berjaya mengawal pengeluaran sisa-sisa di tapak pembinaan dan seterusnya membantu dalam mengawal masalah pencemaran alam sekitar di tapak pembinaan (Mohamed Nor Azhari, Kamarul Anuar, & Mohd Nasrun, 2013). Sektor PSP tidak



terkecuali daripada sektor-sektor tersebut yang antara lainnya terdiri daripada sektor tenaga, pembuatan, pengangkutan dan kuasa, bangunan, air yang turut perlu diberi perhatian (Lee, Muhtar, & Lai, 2018). Jelaslah, meletakkan sektor PSP di bawah sektor utama teknologi hijau membuktikan bahawa Malaysia sedang mengorak langkah ke arah PSP yang lebih mampan dan bersifat lestari. Hal ini menuntut kefahaman kepada seluruh rakyat Malaysia khususnya golongan muda untuk lebih memahami dan mengaplikasikan kelestarian, pembangunan lestari, teknologi hijau dan pengurusan sisa pepejal lestari dalam kehidupan seharian.

Bab 36 dalam Agenda 21 menyatakan bahawa pembangunan lestari amat perlu diperkenalkan melalui pendidikan untuk meningkatkan keupayaan manusia menangani isu alam sekitar dan pembangunan. Menurut Siwar et al., (2014) melalui pendidikan lestari, pelajar akan memperoleh pengetahuan berkaitan kefahaman dan kemahiran mengenai isu alam sekitar, sosial dan ekonomi. Sebagai contoh, pengetahuan yang perlu dikuasai ialah masalah alam sekitar, sumber bumi terhad, teknologi budaya, had dan keupayaan infrastruktur serta dasar menjurus kepada pembangunan lestari.

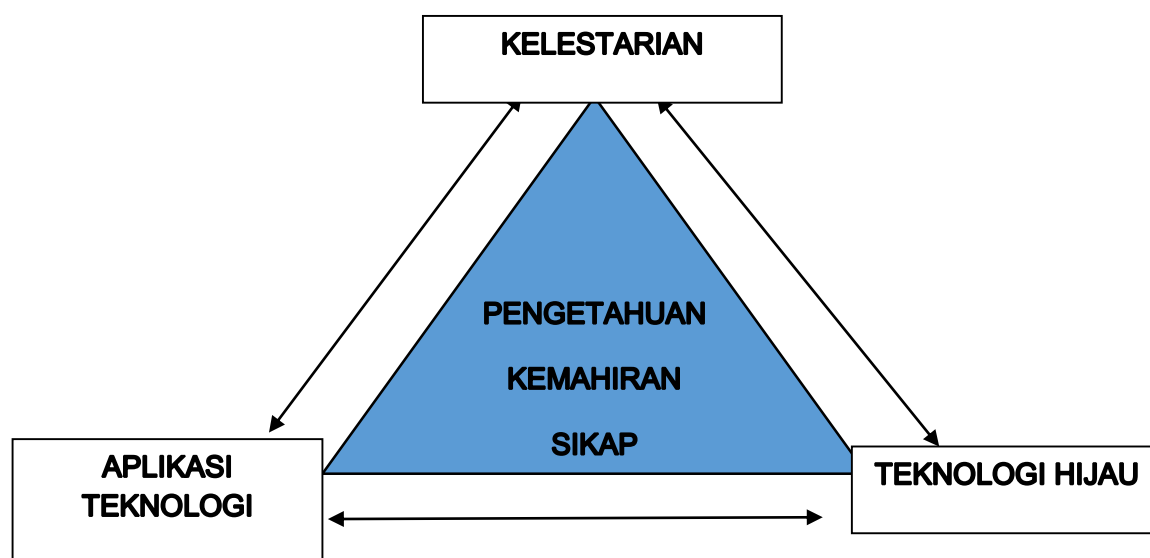
Sejajar dengan itu, pihak Kementerian Pelajaran Malaysia telah mengangkat subjek Asas Kelestarian dengan menggubal kurikulum standard Asas Kelestarian berfokus kepada tiga elemen iaitu kelestarian, aplikasi teknologi dan penjurusan kefahaman berkaitan teknologi hijau bagi mewujudkan keseimbangan dalam memberi pengetahuan, kemahiran dan nilai ke atas pelajar sekolah (Bahagian Pembangunan Kurikulum, 2016). Elemen kelestarian menjadi fokus untuk membudayakan amalan Teknologi Hijau. Pendedahan dalam aplikasi Teknologi Hijau ini digunakan dalam setiap modul subjek Asas Kelestarian. Modul Pengurusan Sisa Pepejal adalah



merupakan salah satu bab yang penting di dalam subjek Asas Kelestarian bertepatan dengan Sektor Pengurusan Sisa Pepejal yang menjadi salah satu sektor di bawah fokus pembangunan Teknologi Hijau di Malaysia. Rajah 1.2 menunjukkan kerangka konsep mata pelajaran Asas Kelestarian.

Jessica Dato, Hanifah Mahat, Mohmadisa Hashim, dan Yazid Saleh, (2020) dan Hamidi, (2009) menyarankan pendidikan adalah salah satu faktor penting yang mempengaruhi kejayaan pengurusan sisa pepejal lestari. Mata pelajaran Asas Kelestarian merupakan subjek yang berpotensi untuk menyampaikan konsep PSPL. Pembelajaran berasaskan projek seperti aktiviti projek pengomposan dapat memberikan kesedaran seterusnya dapat dijadikan amalan hijau di dalam kehidupan setiap pelajar. Implikasinya, pengaplikasian teknologi hijau dan kelestarian dapat

dibawa ke dalam bilik darjah.



Rajah 1.2. Kerangka Konsep Mata Pelajaran Asas Kelestarian. Sumber: Kementerian Pendidikan Malaysia, 2016



Aktiviti projek pengomposan di kalangan pelajar-pelajar memberikan beberapa kelebihan terutamanya dalam usaha mendidik pelajar ke arah pemahaman konsep kelestarian dan pengaplikasian elemen Teknologi Hijau dalam kehidupan seharian. Pemahaman konsep kelestarian seperti sistem *closing the loop* dapat mendidik pelajar agar memastikan hasil sisa digunakan semula supaya tiada sisa terbuang. Hal ini juga dapat membantu mengubah persepsi dan kepercayaan pelajar terhadap usaha mengolah sampah terutamanya daripada sisa makanan. Maka dengan itu, ia akan menambahkan pengetahuan pelajar terhadap usaha dalam mengurangkan lambakan sampah di tapak pelupusan sampah (Omar, Wan, & Payus, 2019). Daripada pengalaman yang dilalui oleh pelajar ketika membuat projek kompos berkenaan, pelajar akan merasai inisiatif dan pendekatan berbeza sebagai usaha alternatif dalam memberikan pendidikan tentang pengurusan sisa lestari. Hal ini sudah tentu dapat memupuk kesedaran dalam mengamalkan amalan hijau untuk memulihara alam sekitar.



Kejayaan di negara India yang telah menjadikan amalan pengomposan elok diamalkan di kalangan komuniti setempat sebagai salah satu amalan hijau dalam kehidupan seharian bagi membantu untuk merawat sisa pepejal. Pengomposan ini bukan setakat elok untuk dijadikan amalan hijau bahkan pelajar-pelajar sekolah adalah digalakkan untuk melaksanakan projek kompos ini seperti yang telah dijalankan oleh pelajar-pelajar sekolah dari Seneca Falls Middle School, New York. Sebagaimana yang dilaporkan oleh Schwarz, (2017) mendapati bahawa amalan ini telah memberikan kesedaran dan kefahaman kepada pelajar-pelajar sekolah berhubung pengurusan sisa pepejal lestari. Dengan aktiviti projek pengomposan di sekolah, ia dapat memberikan pengetahuan kepada pelajar sekolah bukan sekadar teknik membuat kompos yang boleh diamalkan bahkan memberi kesedaran betapa pentingnya aspek pemeliharaan dan





pemuliharaan alam sekitar yang telah telah tercemar akibat daripada perlambakkan sisa dan juga pengurusan sektor sisa pepejal yang tidak diurus dengan baik.

1.2 Latar Belakang Kajian

1.2.1 Isu Peningkatan Penghasilan Sisa Pepejal

Di peringkat global, melalui Agenda 21 yang dibentuk semasa Persidangan PBB mengenai Alam Sekitar dan pembangunan di Rio De Je Neiro pada tahun 1992 telah mendapati bahawa sisa dan kumbahan dianggarkan 90% tidak dirawat sebelum dilupuskan (United Nations Sustainable Development, 1992). Hal ini telah membawa satu petunjuk berkenaan pembangunan lestari sesebuah negara dapat diukur melalui tahap pengurusan sisa pepejal perbandarannya. Pengurusan sisa pepejal yang tidak sempurna telah mendatangkan masalah seperti kesihatan awam yang serius dan menyebabkan kemusnahan kepada sekitaran perbandaran. Keadaan ini telah menggerakkan usaha untuk mengurangkan kuantiti sisa pepejal yang terjana, menggalakkan aktiviti kitar semula dan pengomposan, menguatkuasakan akta perundangan serta memperbaiki kaedah pelupusan sisa (Manaf, Samah, & Zukki, 2009).

Pertambahan populasi penduduk dunia dan pertumbuhan ekonomi serta pembandaran yang semakin berkembang menyebabkan isu penjanaan sisa tahunan penduduk dunia semakin meningkat (The World Bank, 2012); (Lihat Rajah 1.3). Penjanaan sisa penduduk dunia dijangka mencecah kepada 3.40 bilion tan pada tahun 2050 iaitu peningkatan sebanyak 70% berbanding jumlah sisa pada tahun 2016 (Silpa,

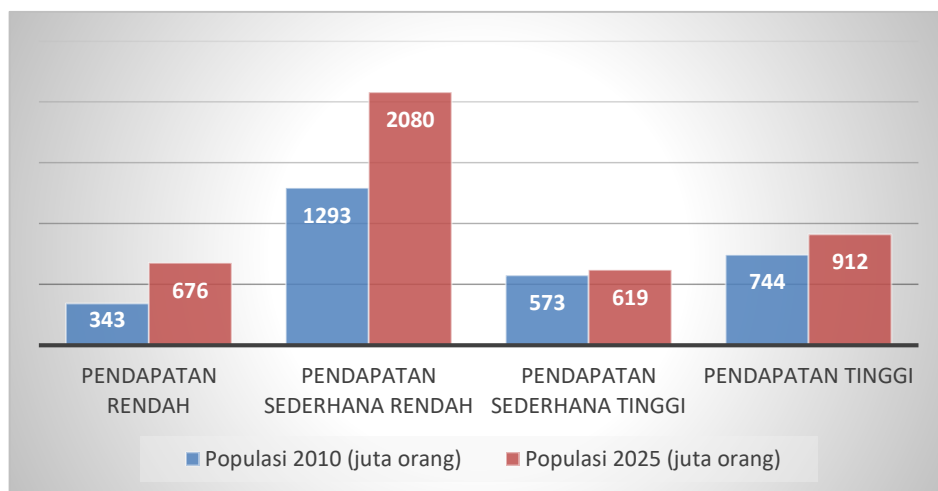




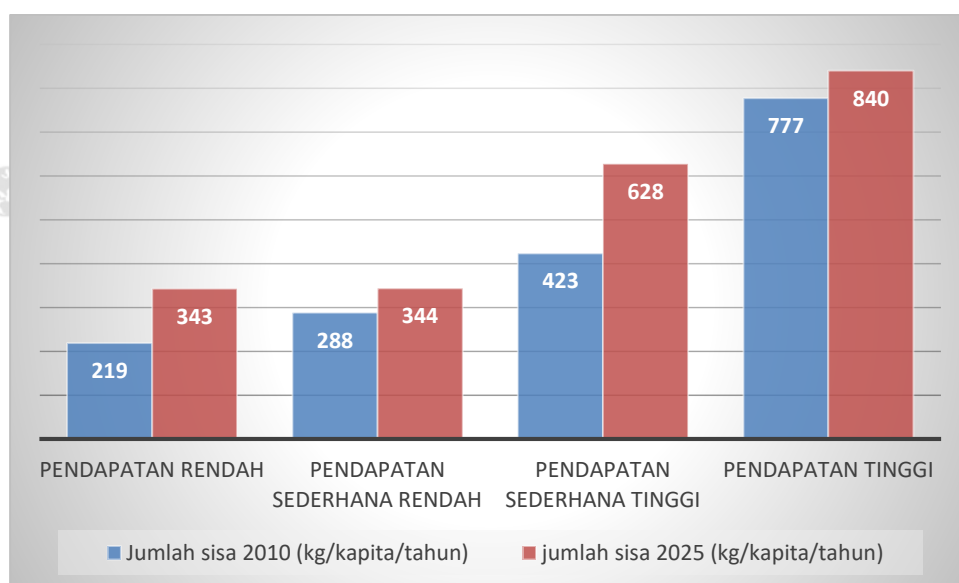
Yao, Tata, & Woarden, 2018). Peningkatan penjanaan sisa menjadi isu yang sangat membimbangkan jika tidak ada langkah penjagaan dan pengurusan yang sistematik. Dapatan kajian menunjukkan bandar-bandar di dunia menjana 2.01 bilion tan sisa pepejal, dengan jumlah sisa sebanyak 0.74 kilogram setiap orang sehari (Silpa et al., 2018). Rajah 1.4 menunjukkan kadar penjanaan sisa pepejal perbandaran sehari bagi setiap individu bagi beberapa buah negara di dunia.

Kajian daripada Kawai & Tasaki (2015) ini telah membahagikan dunia kepada beberapa rantau seperti Rantau Asia Timur jumlah penjanaan sisa yang tertinggi oleh Pulau Solomon sebanyak 4.30 kg/orang/hari, Kepulauan Pasifik sebanyak 3.71 kg/orang/hari, Negara-negara Kesatuan Kerjasama Ekonomi memperlihatkan Canada menjana sebanyak 2.31 kg/orang/hari. Jumlah penjanaan sisa bagi rantau Asia Selatan ialah Maldives sebanyak 2.80 kg/orang/hari. Negara Malta menjana sebanyak 1.78 kg/orang/hari bagi rantau Asia Timur Tengah, manakala Antigua dan Barbuda menjana sisa yang paling banyak bagi rantau Amerika Latin sebanyak 5.50 kg/orang/hari

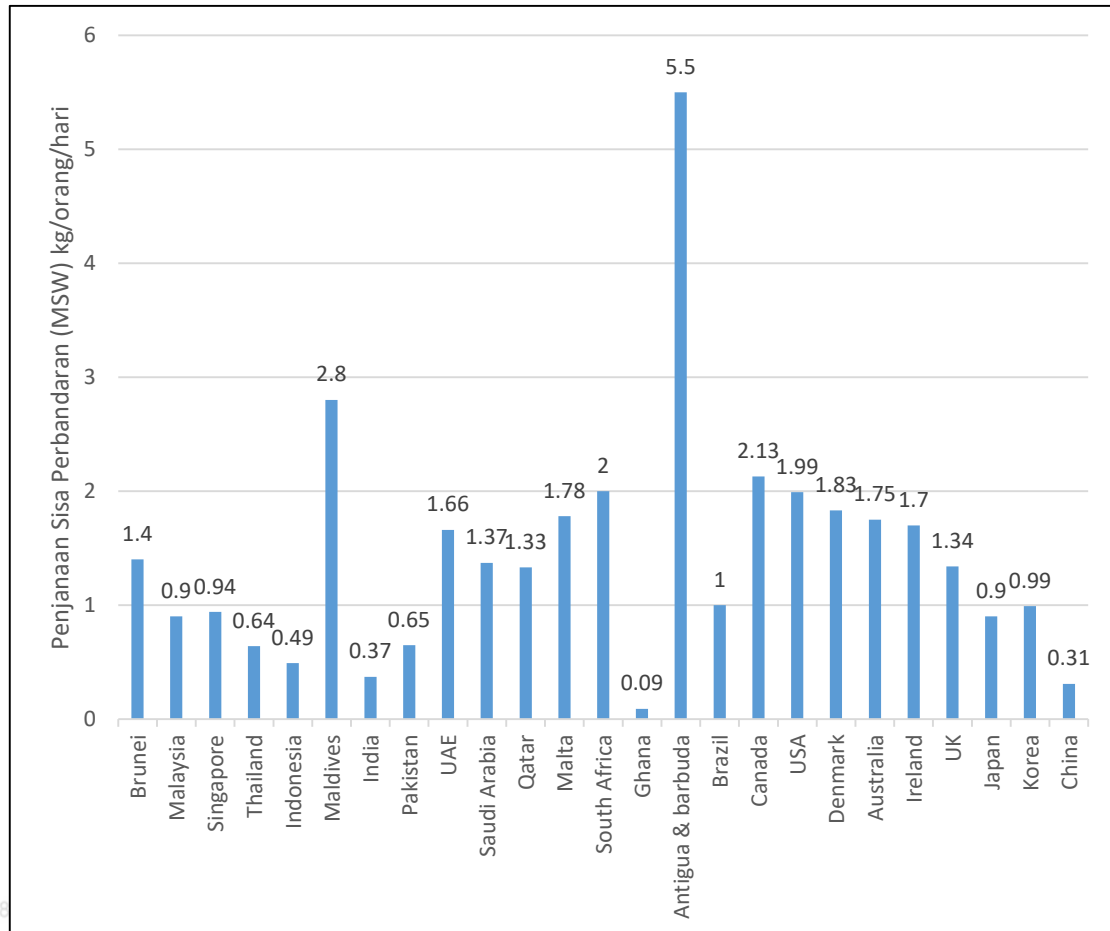




Rajah 1.3(a) Perbezaan jumlah populasi pada tahun 2010 dan 2025. Sumber: World Bank, 2012

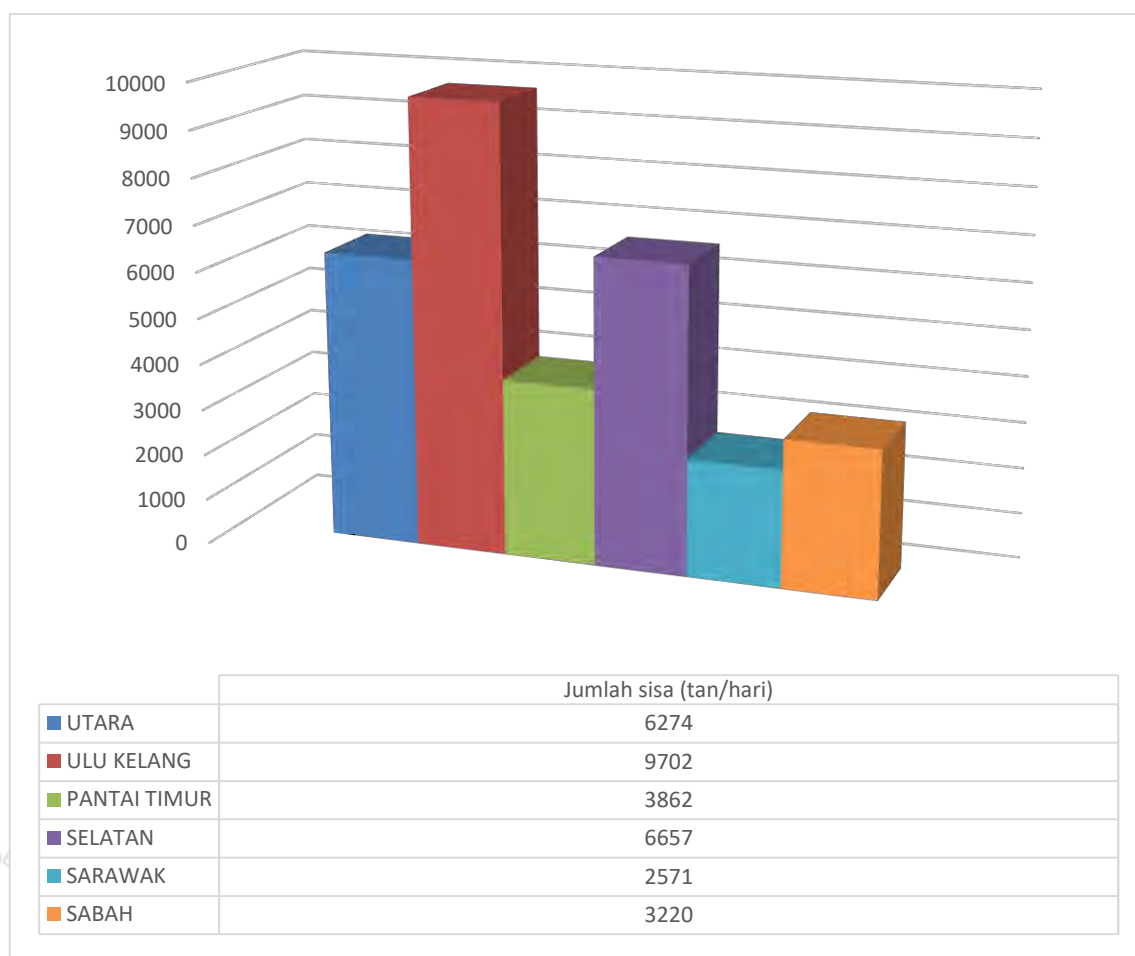


Rajah 1.3(b). Perbezaan Jumlah Penjanaan Sisa Penduduk Dunia bagi Tahun 2010 dan 2025 mengikut Jenis Pendapatan Negara. Sumber: World Bank, 2012



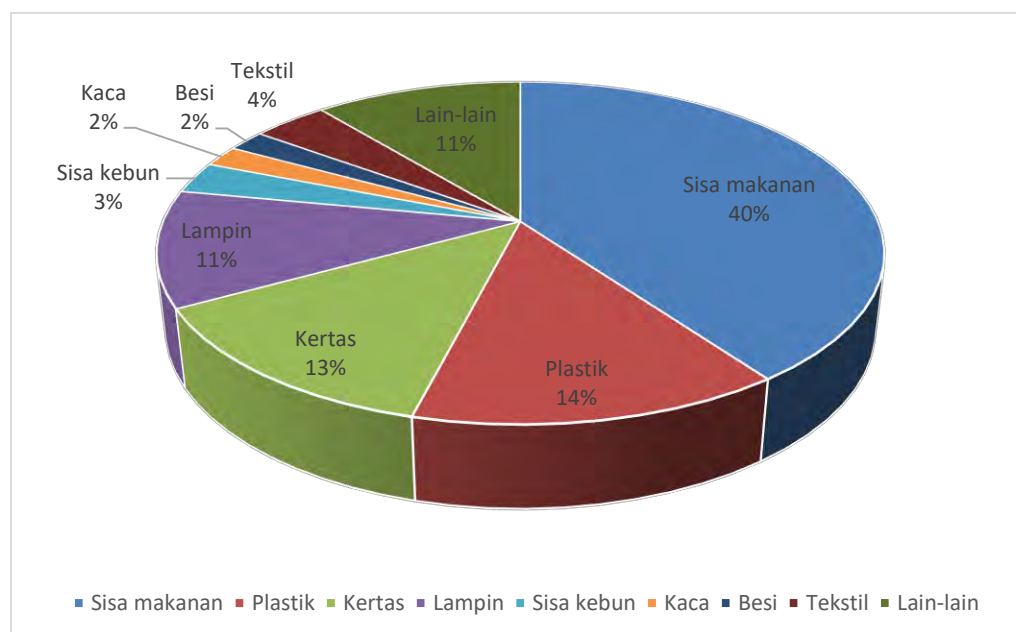
Rajah 1.4. Kadar Penjanaan Sisa Perbandaran di Beberapa Buah Negara di Dunia.
Sumber: Kosuke dan Tomohiro (2015)

Rajah 1.5 menunjukkan jumlah penjanaan sisa pepejal di Malaysia mengikut zon manakala Rajah 1.6 menunjukkan komposisi sisa pepejal isi rumah mengikut jenis sisa di Malaysia.



Rajah 1.5. Jumlah Penjanaan Sisa di Malaysia. Sumber: JPSPN, 2015





Rajah 1.6. Komposisi Sisa Pepejal Isi Rumah. Sumber: Bahagian Teknologi dan Penyelidikan SW Corp, 2016

Berdasarkan statistik yang ditunjukkan oleh Rajah 1.5 dan Rajah 1.6, penjanaian sisa pepejal yang semakin bertambah dari hari ke hari dan mendatangkan masalah yang semakin serius di Malaysia. Dapat dilihat bahawa situasi yang berada di Malaysia di kawasan penduduk padat seperti kawasan Lembah Kelang jelas mencatat bilangan penghasilan sampah yang tertinggi akibat daripada sosio ekonomi dan taraf kehidupan penduduk yang tinggi. Namun begitu, pendidikan ke arah konsep pengurusan sisa lestari tidak ditekankan kepada generasi muda seperti pelajar. Permasalahan ini mengundang kesedaran sivik masyarakat yang rendah terutamanya berkaitan dengan kaedah perawatan sisa pepejal. Oleh kerana itu, pengetahuan berkaitan perawatan sisa pepejal di punca seperti melaksanakan projek kompos di sekolah harus dititikberatkan supaya isu penghasilan sampah yang semakin meningkat dapat dikurangkan

1.2.2 Kekurangan Tapak Pelupusan Sampah

Menurut Sharifah Norkhadijah, (2014) salah satu cabaran terbesar dalam pengurusan sisa pepejal ialah peningkatan penjanaaan sisa dari manusia, yang mewujudkan tekanan kepada kemudahan pelupusan. Kadar penjanaaan sisa pepejal isi rumah atau domestik kian hari semakin meningkat dari semasa ke semasa selaras dengan peningkatan taraf ekonomi dan sosial masyarakat masa kini. Das et al., (2019), Seow, (2004) menyatakan di antara faktor penyebab masalah dan kengkangan yang dikenalpasti dalam menguruskan sisa pepejal yang berkesan ialah kekurangan maklumat, perancangan yang kurang cekap, sumber kewangan yang tidak mencukupi, kemudahan penstoran yang masih kurang, tahap kesedaran orang awam yang masih rendah, kesukaran mendapat tenaga kerja, dan masalah kenderaan pungutan sampah yang tidak diselenggarakan dengan sempurna. Abas & Wee (2016) dan (Haliza, (2017) juga menyatakan di antara permasalahan sisa pepejal semakin meruncing apabila sistem pengurusan yang diamalkan oleh kerajaan tempatan dan pihak konsesi swasta dari segi pungutan, penyimpanan dan pengangkutan sehingga ke tapak pelupusan kurang berkesan.

Pendapat ini adalah signifikan dengan kajian Sakawi et al., (2017), yang menyatakan antara isu kritikal dalam pengurusan sisa pepejal adalah keperluan yang mendesak untuk menyelesaikan masalah pelupusan sisa pepejal dalam persekitaran yang kian mencabar akibat kekurangan tapak pelupusan dan kadar pertumbuhan penduduk bandar yang pesat. Penyediaan kemudahan pelupusan sisa juga adalah satu beban kewangan yang besar kepada kerajaan tempatan dan syarikat yang terbabit kerana kos operasi pengurusan sisa pepejal adalah sangat tinggi. Kutipan dan



pengangkutan sisa pepejal merangkumi kira-kira 60% jumlah peruntukan kewangan yang dibelanjakan bagi menguruskan sisa pepejal (JPSPN, 2016).

Isu penjanaan sampah yang semakin meningkat ini diburukkan lagi apabila tapak pelupusan sisa pepejal yang tidak mencukupi. Sehingga pada tahun 2015, sebanyak 166 tapak pelupusan yang beroperasi di negara kita tetapi hanya 10 daripadanya adalah tapak pelupusan sanitari tahap 4 (JPSPN, 2015). Permasalahan terhadap tapak pelupusan sampah yang tidak diselenggara dengan baik boleh menyebabkan pelbagai masalah alam sekitar seperti pencemaran tanah, air dan air bawah tanah berlaku. Hal ini seterusnya boleh mengancam kesihatan manusia serta ekosistem yang terdedah (Haliza, 2019). Secara ringkasnya, tapak pelupusan yang dibuka secara meluas menyebabkan risiko pencemaran alam sekitar dan memberi kesan buruk kepada kesihatan manusia amnya (Ibrahim, Yusof, & Samsudin, 2008). Lebih memburukkan keadaan, ada tapak pelupusan telah ditutup tetapi terpaksa dibuka bagi menampung penjanaan sisa sampah yang semakin tidak terkawal ini. Masalah dan isu yang sering dibangkitkan akibat daripada pengurusan sisa pepejal yang tidak terkawal ini adalah masalah yang diakibatkan oleh tapak pelupusan sisa yang tidak mempunyai sistem sanitari yang baik (Pitchel, 2014). Pencemaran di tapak pelupusan sisa pepejal umumnya dikaitkan dengan air sampah atau leachate.

Isu kekurangan tapak pelupusan sampah adalah kesan buruk akibat daripada penghasilan sampah yang semakin meningkat oleh penduduk. Hal ini tidak seharusnya berlaku jika setiap komuniti masyarakat mempunyai sikap dan kesedaran untuk merawat sisa pepejal ini dari peringkat punca iaitu datang dari rumah atau kediaman masing-masing (Rodzi, Nopiah, & Basri, 2019). Namun begitu, ia tidak dapat dilakukan





berikutan nilai integriti masyarakat yang tidak dipupuk sejak peringkat sekolah. Kurikulum yang dipelajari oleh pelajar masih gagal dalam merangka Pendidikan Alam Sekitar secara formal di sekolah. Sejak tahun 2017 subjek Asas Kelestarian diperkenalkan bagi memberi pendedahan tentang kepentingan kelestarian dan sistem Teknologi Hijau. Oleh kerana itu, adalah wajar DSKP subjek ini dibina dengan memberi pendedahan dari aspek amali atau projek secara langsung supaya pelajar didedahkan dengan konsep perawatan sisa pepejal dari peringkat punca secara skala rumah. Dengan itu, kesedaran masyarakat untuk merawat sampah dari rumah boleh dibina sejak dari peringkat sekolah yang akhirnya akan memberi kesan secara total untuk mengurangkan isu sampah di tapak pelupusan.

1.2.3 Masalah Pencemaran ke atas Alam Sekitar



Air sampah yang tersimpan di sekitar tapak pelupusan dan apabila ia sampai ke permukaan, air sampah tersebut membentuk air larian permukaan (*surface runoff*). Air sampah akan mengalir keluar dari sampah melalui proses pemampatan dan pemadatan di tapak pelupusan. Proses-proses ini menyebabkan air sampah mendap ke dalam tanah dan mencemari sumber air bawah tanah. Lebih banyak sampah dipadatkan lebih besar jumlah air sampah yang meresap ke dalam tanah. Tambahan pula iklim mempengaruhi jumlah air sampah yang dihasilkan. Dalam iklim panas seperti Malaysia, penghasilan air sampah adalah biasanya lebih tinggi berbanding negara beriklim sejuk.

Proses pencemaran air dan tanah yang berpunca daripada pencemaran di tapak pelupusan adalah disebabkan oleh air sampah yang terhasil apabila sisa yang mengalami degradasi dan mengurai bercampur dengan air hujan dan meresap ke dalam





tanah. Pengeluaran air sampah bermula sejurus selepas proses pelupusan bermula dan boleh terus berlaku untuk tempoh beratus-ratus atau mungkin beribu-ribu tahun. Tanah mempunyai keupayaan semula jadi untuk terus menguraikan bahan organik dan menyerap sisa organik yang banyak. Walau bagaimanapun dengan peningkatan saiz tapak pelupusan dari masa ke semasa dan juga bertambahnya sisa pepejal yang dilupus saban hari, proses penyerapan semulajadi ini tidak lagi berkesan (McDougall, White, Franke, & Hindle, 2001). Air sampah mengandungi banyak unsur-unsur toksik seperti logam berat seperti plumbum, cadmium, merkuri, dan lain-lain bahan kimia. Komposisi toksik dalam air sampah bergantung kepada sifat tapak pelupusan, komposisi sisa dan usia tapak pelupusan (Kulikowska & Klimuk, 2008). Air sampah boleh terkumpul di bawah sampah dan akhirnya boleh meresap ke permukaan seterusnya mencemarkan tanah (Lisk, D, 1991).



1.2.4 Isu Pengurusan Sisa Organik dan Sisa Makanan

Pertumbuhan ekonomi yang pesat membangun dan pertambahan populasi penduduk menyebabkan krisis pengurusan sisa pepejal di Malaysia semakin meruncing (Mohd Dinie Muhaimin & Don, 2013). Pelbagai isu melibatkan penglibatan komuniti dalam aktiviti kitar semula yang sangat membimbangkan disebabkan oleh masyarakat Malaysia yang memandang remeh isu dan amalan kitar semula ini (Seow, Syahrul, & Radzuan, 2010). Masyarakat Malaysia juga tidak terdedah untuk melakukan amalan kitar semula sisa makanan yang boleh dijadikan baja kompos (Malakahmad, Natasha, & Motasem, 2017).





Dapatan kajian daripada SW Corp pada tahun 2016, menunjukkan sisa makanan di Malaysia terbuang sebanyak 215 kilogram setiap tahun bagi setiap isi rumah . Kajian oleh JPSPN, (2015) mendapati peratusan sisa makanan adalah yang tertinggi dalam komposisi sisa pepejal perbandaran iaitu sebanyak 45% hingga 50%. Hal ini jelas menunjukkan rakyat Malaysia tidak peka terhadap amalan kitar semula sisa makanan sebaliknya hanya terus membuang sisa makanan ke dalam tong sampah semata-mata tanpa mengetahui manfaat daripada amalan kitar semula sisa makanan ini (Hazilah, 2016). SW Corp turut melaporkan bahawa pada tahun 2016 kerugian yang dialami oleh rakyat Malaysia adalah sebanyak RM225 setiap bulan bagi jumlah perbelanjaan makanan yang terbuang ke dalam tong sampah, manakala kerugian bagi jumlah perbelanjaan makanan setahun yang terbuang adalah sebanyak RM2,700 (Abd Hamid, 2017). Dengan peratusan dan jumlah kos yang besar ini, maka isu penjanaan sisa makanan di Malaysia patut ditangani secara PSP lestari agar sisa ini tidak terbuang dan secara tidak langsung telah menyebabkan pembaziran berlaku.

Komposisi sisa makanan yang merupakan jumlah tertinggi dari sisa perbandaran ini banyak dipengaruhi oleh status ekonomi dan tahap pembandaran suatu tempat (Muhamad Azhar & Wee, 2014). Sisa organik yang terhasil kebiasaannya adalah daripada pemprosesan makanan mentah. Menurut Budhiarta, Siwar, & Basri (2016), penduduk yang tinggal di bandar menghasilkan lebih banyak kertas dan plastik berbanding dengan mereka yang tinggal di kawasan luar bandar. Ini berikutan hasil kepenggunaan yang lebih besar dan urbanisasi di bandar-bandar, yang menjana lebih banyak bahan pembungkusan yang tinggi dalam kertas dan plastik terutamanya di bandar-bandar besar (Latifah, Mohd. Armi, & Nur Ilyana, 2009).



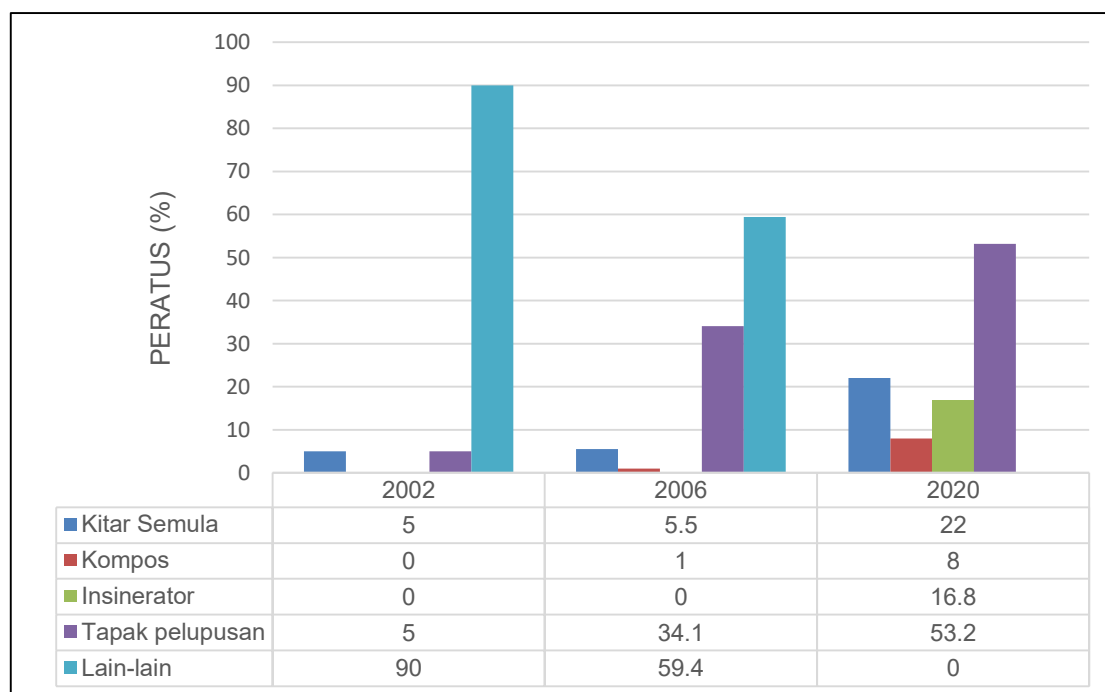


Sisa makanan merupakan penyumbang utama dalam penjaan sisa pepejal di Malaysia telah menyebabkan permasalahan pencemaran alam dan bau, bahkan kandungan lembapannya yang tinggi jika tidak diuruskan dengan betul akan menyukarkan perawatan sisa untuk dilakukan. Gas metana yang dilepaskan semasa penguraian sisa pepejal makanan yang bersifat organik ini mampu menyebabkan permasalahan gas rumah hijau (GHG) dan pemanasan global (Sharifah Norkhadiah, 2014). Hal ini menjadi satu permasalahan yang serius apabila laporan daripada *United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC)* bersama dengan Kementerian Sumber Asli dan Alam Sekitar melaporkan sektor pengurusan sisa menyumbang sebanyak 12% daripada pelepasan GHG di Malaysia akibat daripada pelupusan sisa makanan di tapak pelupusan sisa (JPSPN, 2016). Di samping itu, pereputan sisa makanan yang dilupuskan di tapak pelupusan sisa adalah merupakan punca utama penghasilan Gas Rumah Hijau (GHG) dari sektor pengurusan sisa di Malaysia (Zainura, Abu Hassan, Abba, Mohd Din, & Yusuf, 2013);. Menurut laporan JPSPN pada tahun 2016 tapak pelupusan sisa merupakan punca terbesar pelepasan gas metana (47%) yang merupakan gas perosak lapisan ozon yang utama, iaitu 21 kali ganda lebih daripada kerosakan yang diakibatkan oleh gas karbon dioksida.

Hal ini menunjukkan alam sekitar Malaysia menghadapi krisis yang teruk berhubung pengurusan sisa pepejal khasnya sisa pepejal makanan. Pelbagai implikasi yang diakibatkan oleh pengurusan sisa pepejal yang tidak lestari telah menyebabkan pencemaran alam berlaku. Namun begitu, amalan kitar semula sisa makanan atau pengomposan di kalangan rakyat Malaysia adalah masih ketinggalan berbanding negara-negara lain yang lebih maju (Bashir, Tao, Abu, & Tan, 2018). Berdasarkan



Rajah 1.7 menunjukkan teknologi perawatan sisa di Malaysia yang mana peratusan pelupusan sampah menggunakan kaedah pengomposan sangat sedikit iaitu menjelang tahun 2020, hanya 8% sahaja kaedah perawatan pengomposan dilakukan berbanding kaedah pelupusan sampah menggunakan tapak pelupusan sisa (*landfill*) dan lain-lain kaedah (Periathamby & Shahul, 2010); (Mohd Dinie Muhaimin & Don, 2013); (Fazeli et al., 2016). Oleh hal yang demikian, wujudnya konflik melibatkan perawatan sisa di Malaysia kerana sebanyak 53% lambakkan sisa dilupuskan di tapak pelupusan sampah (rujuk **Rajah 1.7**) sedangkan sisa organik dan sisa makanan adalah komposisi sisa yang paling banyak di dalam komposisi sisa perbandaran dan sewajarnya sisa organik dan sisa makanan ini ditangani menggunakan kaedah perawatan secara biologi dan pengomposan (Rahman, Azman, Kamis, Kiong, & Paiman, 2019).



Rajah 1.7. Kaedah Perawatan Sisa Pepejal.



1.2.5 Konsep pendidikan pengurusan sisa pepejal lestari

Isu-isu yang disebabkan oleh pengurusan sisa pepejal yang tidak lestari membawa kepada pelbagai masalah seperti isu lambakkan sisa, isu kekurangan tapak pelupusan sampah, isu masalah pencemaran alam sekitar serta isu pengurusan sisa makanan dan sisa organik (Rupani et al., 2019). Permasalahan ini menuntut kepada penyelesaian pengurusan sisa bermula dari punca contohnya seperti proses pengasingan sampah, proses kitar semula, 3R dan juga aktiviti pengomposan di rumah. Penerapan terhadap pendidikan kelestarian ini contohnya dalam kaedah membuat kompos untuk merawat sisa organik haruslah dimulakan dari peringkat awal iaitu peringkat skala rumah (Phan Hoang & Kato, 2020). Oleh hal yang demikian, pendidikan terhadap konsep pengurusan sisa lestari dan kaedah pengomposan amatlah penting untuk dipelajari dan difahami oleh golongan komuniti muda terutamanya dalam kalangan pelajar sekolah (Abd Wahab & Mapa, 2020). Hal ini kerana ia akan dapat meningkatkan kesedaran dan memperbaiki amalan hijau pelajar-pelajar terutamanya dalam aspek pengurusan sisa yang bersifat lebih lestari. Sebagaimana yang diterangkan oleh Haliza, (2019) pengetahuan tentang penjagaan alam sekitar akan membawa kepada penglibatan masyarakat yang boleh mengimbangi pembangunan dan alam sekitar. Jelaslah, masyarakat yang mempunyai kesedaran dan pengetahuan yang tinggi terhadap kaedah perawatan sisa di punca seperti pembuatan kompos di rumah, maka ia akhirnya akan dapat membantu mengurangkan lambakan sisa pepejal di tapak pelupusan seterusnya boleh membantu mengatasi masalah seperti pencemaran alam sekitar dan masalah gas rumah hijau (Rahman et al., 2019).





Pengetahuan terhadap pengurusan sisa yang lestari ini harus dibina dengan meneguhkan lagi amali praktikal yang boleh dilakukan di sekolah (Akliyah, Odah, Burhanudin, & Kurniasari, 2019). Pelajar perlu dididik sejak dari awal kaedah perawatan sisa dan penjagaan alam sekitar. Pengetahuan terhadap perawatan sisa ini bukan sekadar memiliki pengetahuan semata-mata bahkan boleh ditunjukkan melalui perubahan tingkah laku terhadap alam sekitar (Chang & Lee, 2019). Kurikulum dan DSKP mata pelajaran Asas Kelestarian menunjukkan standard pembelajaran yang lebih menjurus kepada teori terutamanya bab Pengurusan Sisa Pepejal. Namun begitu konsep amali yang seharusnya diaplikasikan supaya pelajar dapat memahami perawatan sisa di dunia sebenar sangat sedikit. Hal ini perlu diperhalusi dengan lebih mendalam lagi supaya DSKP yang dibina dapat digunakan sebagai satu dasar kurikulum Asas



Kelestarian yang boleh berfungsi sebagai kaedah pengaplikasian pengurusan sisa pepejal lestari dalam realiti kehidupan pelajar sekolah.

1.3 Pernyataan Masalah

Sekolah merupakan salah satu daripada institusi yang turut menyumbang kepada penajaan sisa makanan. Pelajar-pelajar sekolah juga turut diklasifikasikan sebagai komuniti isi rumah dan komuniti institusi yang mana mereka adalah dalam kalangan penyumbang utama kepada penajaan sisa makanan ini. (Galarpe & Heyasa, 2017; Schwarz, 2017). Sekiranya golongan pelajar-pelajar sekolah ini tidak diberi pendedahan dan pendidikan terhadap pengurusan sisa terutamanya berkaitan kemahiran membuat kompos dan kitar semula, isu perawatan sisa organik ini akan terus terpinggir





dan sentiasa mendatangkan masalah terhadap lambakkan sisa serta masalah alam sekitar (Alwi, Kamis, Mohd Affandi, Amin Nur Yunus, & Che Rus, 2017; Kamis et al., 2018).

Di Malaysia kajian-kajian lepas yang berkaitan tentang pengurusan sisa pepejal lebih memfokuskan kepada pengurusan sisa pepejal perbandaran terutamanya melibatkan bahan bukan organik dengan kaedah perawatan kitar semula atau 3R semata-mata. (Manaf et al., 2009); (Muhamad Azhar & Wee, 2014); (Kamaruddin et al., 2016) (Mapa, Gulasan, Sakke, Asis, & Imang, 2017; Seow et al., 2010). Kajian-kajian yang lepas juga merujuk kepada pengurusan sisa pepejal lestari yang melibatkan orang awam, masyarakat serta pelajar-pelajar universiti tetapi masih kurang kajian yang berkaitan pengurusan sisa pepejal lestari yang melibatkan pelajar - pelajar sekolah (Seow, 2004); (Sakawi, Rahman, et al., 2017); (Haliza, 2017) (Adilah & Faisal, 2016; Mohamad, 2014; Ratamun, 2019; Samsudin & H.Ikhsan, 2015).

Kajian yang berkaitan kitar semula sisa organik dan sisa makanan menggunakan kaedah perawatan sisa secara pengomposan masih kurang dilaksanakan terutamanya melibatkan institusi persekolahan. Walaupun kajian pengomposan dalam kalangan pelajar sekolah telah dilaksanakan di negara-negara luar terutamanya dalam kalangan negara berpendapatan tinggi seperti Jepun, China, UK dan Amerika Syarikat tetapi masih kurang dilaksanakan di Malaysia. Kajian-kajian lepas berkaitan pengomposan juga dilakukan terhadap orang awam atau kajian pengomposan di sekolah yang hanya berfokus kepada kajian persepsi semata-mata (Akliyah et al., 2019; Cheku, Mamat, & Ibrahim, 2017; Kolbe, 2015; Madrigal & Oracion, 2018; Tönük & Kayihan, 2013; Yakob, Esa, & Yunus, 2012; Yakob, Mohd. Yunus, & Esa, 2012). Oleh hal yang





demikian, penyelidik berpendapat pentingnya sebuah kajian berkaitan penerokaan kaedah perawatan sisa pengomposan dalam kalangan pelajar sekolah yang menjurus kepada kemahiran dan teknik kerja kompos di lapangan supaya pelajar sekolah mendapat pengetahuan berkaitan aplikasi pengurusan sisa pepejal lestari.

Di sekolah, pelajar tidak diberi pendedahan terhadap aktiviti kitar semula sisa organik dan sisa makanan dengan menggunakan kaedah pengomposan yang betul. Aktiviti yang lazim diamalkan di sekolah adalah aktiviti kitar semula melibatkan bahan bukan organik seperti kertas, botol, plastik tetapi pelajar-pelajar sekolah masih kurang pendedahan kepada kaedah kitar semula bahan organik terutamanya kaedah pengomposan. Akibatnya, pelajar mempunyai masalah dalam memahami isu pengurusan sisa pepejal yang lestari dan tidak tahu tentang kaedah atau teknik untuk membuat kompos. Hal ini menyebabkan pelajar turut tidak menyedari bahawa kaedah pengomposan boleh dijadikan sebagai satu amalan hijau yang boleh dipraktikkan (Azura, 2018). Ini dibuktikan juga berdasarkan beberapa kajian lepas di kalangan pelajar Tingkatan 4 berhubung amalan kitar semula sisa pepejal dan amalan hijau lestari pelajar yang dilaporkan berada tahap yang rendah (Noor Diyana, 2016); (Mahat, Hashim, Saleh, Nayan, & Norkhaidi, 2017); (Haliza Abdul Rahman, 2017). Masalah ini dikaitkan juga dengan pelajar Tingkatan 4 yang tidak faham untuk mengaplikasikan elemen kelestarian terhadap pengurusan sisa pepejal (Hidayah Liew Abdullah, Hamid, Shafii, Ta Wee, & Ahmad, 2018). Kajian lepas juga turut mendapati bahawa tahap kesedaran, sikap, tingkah laku dan pengetahuan alam sekitar khususnya amalan pengomposan terhadap pelajar dari sekolah rendah ke sekolah menengah adalah rendah (Maravić, Cvjetićanin, & Ivković, 2014). Hal ini berlaku kerana kurangnya





pengetahuan yang tepat mengenai alam sekitar dan pengomposan di kalangan pelajar khususnya pelajar Tingkatan 4.

Begitu juga kajian berhubung sensitiviti pelajar Tingkatan 4 terhadap alam sekitar memberikan keputusan yang tinggi terhadap pengetahuan alam sekitar namun tahap kesediaan pelajar untuk melibatkan diri dalam menyelesaikan masalah alam sekitar masih berada di tahap yang rendah (Samsudin & H.Ikhsan, 2015). Penyelidikan pendidikan alam sekitar di kalangan pelajar Tingkatan 4 juga menunjukkan pelajar-pelajar pada umumnya mempunyai pengetahuan tentang alam sekitar dan menyedari bahawa alam sekitar perlu dijaga, namun begitu dapatan kajian telah menunjukkan pengetahuan tersebut tidak dapat diterjemahkan kepada bentuk tingkah laku terhadap penjagaan alam sekitar (Mahmud & Osman, 2010). Hal ini menimbulkan persoalan, adakah sistem persekolahan di Malaysia masih belum cukup untuk menjana pelajar-pelajar ke arah “celik alam sekitar” dan pembentukkan sivik yang kukuh terhadap alam sekitar? Oleh hal yang demikian, pengkaji berpendapat perlunya kajian kes projek pembuatan kompos bagi tujuan memperbaiki serta menambahkan pengetahuan pelajar terhadap kelestarian, pengurusan sisa pepejal dan juga teknik pembuatan baja kompos yang akhirnya ia boleh dijadikan amalan oleh pelajar di sekolah.

Hasil temu bual awal di antara pengkaji dengan guru pakar seperti dalam Jadual 1.1 mendapati bahawa terdapat kelemahan di dalam buku teks Asas kelestarian bagi subtopik Pengurusan Sisa Pepejal. Sebahagian besar guru pakar berpendapat bahawa aktiviti amali pengomposan di dalam buku teks tidak diterangkan dengan lebih terperinci menyebabkan guru dan pelajar Tingkatan 4 tidak memahami kaedah dan teknik yang betul bagi membuat aktiviti pengomposan. Hal ini menyebabkan sesi





pengajaran dan pembelajaran hanya tertumpu kepada pengetahuan terhadap industri pengurusan sisa pepejal tanpa mengetengahkan amalan pengkomposan yang boleh dijadikan satu aktiviti amalan hijau di kalangan pelajar Tingkatan 4 subjek Asas Kelestarian. Penerangan yang khusus melibatkan amalan kitar semula sisa makanan juga tidak diterangkan walaupun peratusan sisa makanan merupakan sisa yang terbesar dalam senarai peratusan sisa perbandaran. Terdapat juga guru pakar yang menyentuh tentang isi kandungan DSKP (Dokumen Standard Kurikulum dan Prestasi) Asas Kelestarian Tingkatan 5 yang tidak memfokuskan secara terperinci tentang prosedur pengomposan menyebabkan kekeliruan dalam kalangan pelajar dan guru-guru untuk memahami kaedah membuat kompos yang mudah untuk diaplikasikan di rumah. Hasil temubual awal ini juga menyimpulkan bahawa, isi kandungan DSKP dan buku teks Asas Kelestarian masih gagal dalam membina amalan hijau pelajar akibat daripada peliputan kandungan teori kelestarian semata-mata tanpa mengetengahkan aktiviti projek yang boleh dibuat oleh pelajar. Oleh hal yang demikian, pengkaji berpendapat perlunya penambahbaikan terhadap isi kandungan buku teks dan juga DSKP Asas Kelestarian Tingkatan 5 dalam topik Pengurusan Sisa Pepejal. Hal ini penting supaya pelajar-pelajar dapat menjadikan pengetahuan terhadap aplikasi pengurusan sisa pepejal adalah merupakan asas kepada perlaksanaan perawatan sisa pepejal di punca seperti di rumah yang seterusnya dapat membantu mengurangkan lambakkan sisa pepejal negara.

.

Berdasarkan pernyataan masalah yang dinyatakan di atas maka jelaslah, penyelidikan berhubung Penerokaan Pengurusan Sisa Pepejal Lestari dalam kalangan pelajar Tingkatan 4 subjek Asas Kelestarian adalah perlu dijalankan.



Jadual 1.1

Guru-guru Pakar Asas Kelestarian

Jawatan	Pengalaman mengajar subjek Asas kelestarian
Jawatankuasa penggubal soalan SPM Lembaga Peperiksaan dan Panel penulis buku teks	22 tahun
Guru Kanan VOTEK	22 tahun
Guru Kanan VOTEK	15 tahun
Panel Penggubal DSKP Asas Kelestarian	15 tahun

1.4 Tujuan Kajian

Kajian ini dijalankan bertujuan untuk meneroka pengurusan sisa pepejal lestari (PSPL) melalui projek pengomposan dalam kalangan pelajar tingkatan empat bagi subjek Asas Kelestarian.

1.5 Objektif Kajian

Objektif kajian yang dijalankan adalah untuk:

- Meneroka pengetahuan pelajar terhadap kelestarian, pengurusan sisa pepejal lestari dan pengomposan.
- Menganalisis teknik yang digunakan dalam proses pengomposan berdasarkan pengalaman yang dilalui pelajar semasa melaksanakan projek pengomposan.
- Mencadangkan kerangka panduan projek pengomposan di sekolah.



1.6 Persoalan Kajian

Persoalan-persoalan kajian adalah seperti berikut:

- i. Apakah pengetahuan pelajar tentang kelestarian, pengurusan sisa pepejal lestari dan pengomposan?
- ii. Bagaimanakah pelajar membuat projek kompos?
- iii. Apakah kerangka panduan pengomposan di sekolah?

1.7 Kepentingan Kajian

Kajian PSPLL melalui projek pengomposan dalam kalangan pelajar tingkatan 4 ini berpotensi untuk mengembang dan membuka lingkungan penyelidikan PSPL yang baru. Penyelidikan ini membincangkan secara empirikal berhubung aktiviti projek pengomposan dalam kalangan pelajar yang boleh dijadikan panduan untuk membentuk amalan hijau pelajar-pelajar terhadap PSPL. Potensi pembentuk amalan hijau ini diakhirnya dapat menghasilkan PSPL yang sudah tentu mesra alam dan memberikan idea untuk mengaplikasikan PSPL di sekolah. Kepentingan kajian ini juga dilihat dapat memberikan manfaat kepada pihak-pihak berikut:



1.7.1 Pelajar

Kajian ini dapat membantu pelajar untuk memahami kaedah PSP lestari di dalam topik PSP dalam mata pelajaran Asas Kelestarian. Ia juga membantu pelajar untuk memberi kesedaran tentang PSP lestari dengan mengaplikasikan kaedah pengomposan. Pelajar–pelajar akan dibantu untuk melaksanakan teknik pengomposan yang berkesan yang mana ia boleh dijadikan asas praktikal dan amalan dalam kehidupan seharian

1.7.2 Guru

Kajian ini boleh dijadikan sumber rujukan kepada guru-guru untuk menerangkan konsep pengurusan sisa pepejal yang lestari kepada pelajar-pelajar. Guru-guru dapat menjadikan kajian ini sebagai panduan untuk melaksanakan projek pengkomposan di sekolah bersama pelajar seterusnya dapat menerapkan amalan hijau kepada pelajar-pelajar.

1.7.3 Sekolah

Kajian ini dapat membantu pihak sekolah dalam memupuk budaya “sekolah lestari” dan cintakan alam sekitar. Projek pengomposan ini boleh dijadikan satu aktiviti bagi memupuk sikap amalan hijau dan tingkah laku yang cenderung kepada penjagaan alam sekitar dalam kalangan warga sekolah.



1.7.4 Kementerian Pendidikan Malaysia

Kajian ini diharap dapat membantu Bahagian Pembangunan Kurikulum untuk dijadikan sebagai panduan dan rujukan bagi menambahbaik kurikulum mata pelajaran Asas Kelestarian. Dengan itu, ia dapat membantu Jawatankuasa Penggubal Buku Teks Asas Kelestarian untuk melakukan penambahbaikan terhadap topik PSP. Ia turut membantu Bahagian teknologi Pendidikan agar dapat dikembangkan sebagai satu ilmu dalam mengaplikasikan pembelajaran berasaskan projek kepada pelajar-pelajar sekolah. Kajian ini turut memberikan panduan kepada pihak Jabatan Pendidikan Negeri dan Jabatan Pendidikan Daerah untuk memberikan kursus kepada guru-guru Asas Kelestarian untuk membuat projek pengkomposan yang baik agar dapat dilaksanakan di peringkat sekolah.



1.8 Skop Kajian

Skop kajian ini adalah menjurus kepada aktiviti projek pengkomposan pelajar tingkatan 4 subjek asas kelestarian iaitu merangkumi aspek-aspek pengetahuan pelajar terhadap pengurusan sisa pepejal lestari, teknik dan kaedah pengkomposan berdasarkan pengalaman pelajar dan pendapat pakar pengkomposan, serta penambahbaikan untuk subtopik Pengurusan Sisa Pepejal dalam buku teks Asas Kelestarian. Kajian ini dilaksanakan di sebuah Sekolah Menengah Kebangsaan dalam daerah Kinta Utara yang menawarkan subjek Asas Kelestarian. Projek pengkomposan yang dilakukan oleh



pelajar adalah jenis pengomposan sisa dapur menggunakan sisa –sisa bahan makanan yang belum dimasak dan sisa taman sahaja.

1.9 Limitasi Kajian

Tujuan kajian ini bukan untuk mengukur pencapaian pelajar sebaliknya adalah memfokuskan kepada kajian kes terhadap teknik sekumpulan pelajar yang melakukan projek pengomposan. Pengkaji memberi penekanan kepada aspek kefahaman dan pengetahuan terhadap pengurusan sisa lestari, kelestarian dan pengomposan. Pengkaji juga memfokuskan kepada analisis kaedah pengomposan berdasarkan pengalaman yang pelajar tempuhi semasa aktiviti projek pengomposan sedang dilakukan. Maka dengan itu, tiada markah atau ujian yang akan dilakukan kepada pelajar sepanjang kajian ini dilaksanakan.

Kajian ini dilaksanakan ke atas sekumpulan kecil pelajar yang mempelajari subjek Asas Kelestarian di sebuah sekolah di Daerah Kinta Utara. Oleh itu, permasalahan dan dapatan kajian ini tidak dapat digeneralisasikan kepada semua pelajar.



1.10 Kerangka Teori Kajian

Pengkaji menggunakan Teori Konstruktivisme yang diasaskan oleh Vygotsky, Piaget dan Bruner diadaptasi bersama dengan Model Pembelajaran Pendidikan Alam Sekitar oleh Palmer dan Neil. Kedua-dua teori dan model ini akhirnya membentuk kepada kaedah pembelajaran pelajar iaitu melalui penghasilan projek kompos. Kajian ini juga turut mengadaptasikan Model *Cradle to Cradle Design* oleh Barungart et al (2007) yang menggabungkan dua metabolisme iaitu biologi dan teknikal untuk pengekalan sesuatu bahan. Model ini turut menerangkan konsep *closing the loop system* dalam penghasilan teknik kompos yang dilakukan oleh pelajar dalam kajian ini. Hasil kajian yang dijangkakan ialah pertambahan pengetahuan pelajar ke atas kelestarian, pengurusan sisa pepejal lestari, dan pengomposan. Hasil kajian juga adalah bertujuan untuk mendapatkan teknik membuat kompos yang sesuai diaplikasikan oleh pelajar bagi tujuan pembentukan kerangka pengomposan yang boleh dilaksanakan di sekolah.





1.11 Definisi Istilah

Dalam konteks kajian ini, maksud istilah-istilah yang digunakan adalah seperti berikut:

1.11.1 Sisa Pepejal

Sisa pepejal bermaksud sampah ditakrifkan sebagai sisa dari rumah yang dikutip dan dihantar oleh pihak Majlis Perbandaran, sisa komersial dari kedai-kedai, restoran, pejabat dan sisa institusi dari sekolah, kemudahan riadah, hospital tetapi tidak termasuk sisa klinikal yang terhasil daripada aktiviti harian (McDougall et al., 2001). Sisa pepejal di dalam kajian ini merujuk kepada sisa makanan dan sisa taman yang terdiri daripada bahan organik yang boleh dikitar semula untuk dijadikan bahan kompos.

1.11.2 Pengomposan

Pengomposan ialah proses penguraian di mana sisa pepejal organik seperti makanan, sisa taman atau kebun, sisa kayu dan lain-lain diuraikan oleh mikroorganisma dan menjadi bahan mirip tanah yang dikenali sebagai humus (Azura, 2018). Proses ini dipengaruhi oleh kelembapan, kehadiran oksigen suhu persekitaran dan kehadiran nutrisi. Pengomposan di dalam kajian ini adalah sebuah projek menghasilkan kompos bagi menerapkan elemen pengetahuan pengurusan sisa lestari dan kesedaran kepada penjagaan alam sekitar di kalangan pelajar sekolah.





1.11.3 Kelestarian

Kelestarian bermaksud aktiviti pembangunan yang memenuhi keperluan generasi semasa tanpa menjejaskan keperluan generasi akan datang (International Bureau of Education UNESCO, 2012). Kelestarian boleh juga didefinisikan sebagai satu usaha menghindari pelupusan sumber serta memastikan kadar kerosakkan terhadap alam sekitar adalah pada kadar minimum. Lestari pula bermaksud tetap seperti sedia kala tentang keadaan sesuatu dan tidak berubah. Melestarikan bermaksud memelihara sesuatu supaya kekal seperti sediakala. Kelestarian adalah keadaan lestari iaitu perbuatan atau hal memelihara sesuatu supaya kekal (DBP, 2015).



1.11.4 Sisa Pepejal Perbandaran, MSW

Sisa Pepejal Perbandaran (Municipal Solid Waste, MSW) juga dikenali sebagai sisa yang dihasilkan di kawasan sekeliling bandar, perumahan, pusat komersial, institusi dan industri (Pitchel, 2017). Oleh itu, sisa perbandaran, MSW boleh diklasifikasikan kepada dua kategori utama iaitu sisa organik dan sisa bukan organik. Di dalam kajian ini, sisa pepejal perbandaran MSW yang terdiri daripada sisa organik adalah digunakan bagi tujuan membuat baja kompos.





1.11.5 Asas Kelestarian

Asas Kelestarian adalah salah satu mata pelajaran elektif ikhtisas (MPEI) dalam bidang teknologi yang bermatlamat untuk memberi kesedaran kepada murid-murid untuk melengkapkan diri dengan pengetahuan, kemahiran, dan nilai serta berfikir kreatif, kritis inovatif dan inventif serta berpotensi membudayakan diri dengan amalan lestari seiring dengan transformasi perkembangan Teknologi Hijau ke arah memenuhi kehendak pembangunan industri. Dalam kajian ini, pengkaji merujuk Asas Kelestarian adalah mata pelajaran MPEI yang diambil oleh informan yang terdiri daripada pelajar Tingkatan 4. Mata pelajaran Asas Kelestarian ini turut memuatkan topik Pengurusan Sisa Pepejal.



1.12 Rumusan

Secara kesimpulannya, kaedah pengurusan sisa pepejal adalah sangat meruncing dan membimbangkan berikutan tiadanya kesedaran dan masalah-masalah melibatkan amalan masyarakat yang selama ini tidak menguruskan sisa pepejal secara lestari. Kajian untuk pengurusan sisa pepejal adalah sangat perlu dilaksanakan untuk memberi pendidikan dan kesedaran kepada masyarakat khususnya pelajar-pelajar sekolah supaya dapat mengubah minda dan sikap ke arah persekitaran alam sekitar yang terjaga dan harmoni. Pengkaji percaya penyelidikan ini amat penting supaya dapat membantu pelajar untuk menguruskan sisa pepejal secara lestari dengan lebih berkesan terutamanya di sekolah.

