

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: KANDUNGAN KEPEKATAN PERUM, ZINK & KUPRUM .DI DALAM AIR LARIANPERMUKAAN & AIR BAWAH TANAH DI TPK PELUPUSAN SAMPAH KAYU MADANG
DAN BEKAS TAPAK PELUPUSAN SAMPAH KG . KETIAH -Ijazah: SARJANA MUDA SAINSSESI PENGAJIAN: 2002 / 2005Saya KALISWARAN PALANISAMY

(HURUF BESAR)

mengaku membenarkan tesis (LPS/Sarjana/Doktor Falsafah)* ini disimpan di Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dengan syarat-syarat kegunaan seperti berikut:

1. Tesis adalah hakmilik Universiti Malaysia Sabah.
2. Perpustakaan Universiti Malaysia Sabah dibenarkan membuat salinan untuk tujuan pengajian sahaja.
3. Perpustakaan dibenarkan membuat salinan tesis ini sebagai bahan pertukaran antara institusi pengajian tinggi.
4. **Sila tandakan (/)

SULIT

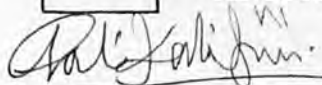
(Mengandungi maklumat yang berdarjah keselamatan atau kepentingan Malaysia seperti yang termaktub di dalam AKTA RAHSIA RASMI 1972)

TERHAD

(Mengandungi maklumat TERHAD yang telah ditentukan oleh organisasi/badan di mana penyelidikan dijalankan)

TIDAK TERHAD

Disahkan oleh



(TANDATANGAN PENULIS)

(TANDATANGAN PUSTAKAWAN)

Alamat Tetap: NO 254-C, DEPAN
PUSAT KESIHATAN, 22500 CHANGKATCIK KAMSIA BU DIN
Nama PenyeliaKRUING, PERAK.Tarikh: 26 MAC 2005

Tarikh: _____

CATATAN: * Potong yang tidak berkenaan.

- ** Jika tesis ini SULIT atau TERHAD, sila lampirkan surat daripada pihak berkuasa/organisasi berkenaan dengan menyatakan sekali sebab dan tempoh tesis ini perlu dikelaskan sebagai SULIT dan TERHAD.

@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).





**KANDUNGAN KEPEKATAN FERUM, ZINK DAN KUPRUM DI DALAM AIR
LARIAN PERMUKAAN DAN AIR BAWAH TANAH DI TAPAK PELUPUSAN
SAMPAH KAYU MADANG DAN BEKAS TAPAK PELUPUSAN SAMPAH
KG.KETIAU**

KALISWARAN PALANISAMY

**DISERTASI YANG DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI SEBAHAGIAN
DARIPADA SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA MUDA SAINS
DENGAN KEPUJIAN**

**PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH**

2005

PERPUSTAKAAN UMS



1400006392



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PENAKUAN

Saya akui karya ini adalah hasil kerja saya sendiri kecuali nukilan dan ringkasan yang setiap satunya telah dijelaskan sumbernya.

21 Februari 2005

(KALISWARAN PALANISAMY)

(HS 2002 – 3886)



DIPERAKUKAN OLEH

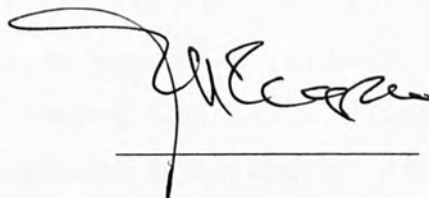
1. PENYELIA

Tandatangan

(CIK KAMSIA BUDIN)

2. PEMERIKSA 1

(PROF MADYA DR. HARUN ABDULLAH)



3. PEMERIKSA 2

(DR. KAWI BIDIN)



4. DEKAN

(PROF MADYA DR. AMRAN AHMED)



PENGHARGAAN

Setinggi-tinggi penghargaan dan terima kasih ditujukan kepada Cik. Kamsia Budin selaku penyelia, yang telah banyak memberi tunjuk ajar, bimbingan serta teguran membina dalam usaha menyelesaikan tesis ini. Penghargaan juga ditujukan kepada semua pensyarah Sains Sekitaran yang terlibat dalam penghasilan tesis ini dan setinggi-tinggi ucapan terima kasih diatas segala ilmu yang telah dicurahkan oleh mereka selama pengajian saya di UMS.

Terima kasih juga diucapkan kepada rakan-rakan seperjuangan saya yang telah banyak memberi bantuan dan kerjasama sepanjang pengajian dan dalam penulisan tesis ini terutamanya saudara Ganesan, Mohan Kumar, Araajagam Magudi Guyz, Chelvam, Sara, Sattian, saudari Vickneswary, Punitha, Kanageswari, Subashini, Magudi Galz, IP Galz dan 7G Magudi Angelz. Ucapan jutaan terima kasih juga ditujukan kepada ayah dan ibu saya Encik Palanisamy Nallappan dan Sivagamy Ramasamy, kakak serta abang yang sentiasa mendoakan kejayaan saya dalam segala perkara dan sentiasa memberi sokongan moral dan material yang diperlukan pengorbanan kalian akan saya kenang sehingga ke akhir akhirat.

Disamping itu, saya juga ingin berterima kasih kepada pembantu-pembantu makmal di SST yang banyak memberikan tunjuk ajar dalam menggunakan peralatan makmal. Ribuan terima kasih juga diucapkan kepada Jabatan Alam Sekitar Negeri Sabah dan pegawainya Encik Albert Maily Peter yang banyak membantu. Saya juga ingin merakamkan setinggi-tinggi terima kasih kepada Encik Christopher yang banyak membantu dalam pengambilan sampel di Kayu Madang. Akhir sekali kepada semua pihak yang terlibat secara langsung atau tidak langsung dalam penulisan tesis ini diucapkan setinggi-tinggi terima kasih.

Semoga Tuhan merahmati anda semua!

KALISWARAN PALANISAMY

ABSTRAK

Kajian yang telah dijalankan adalah untuk menentukan kepekatan kandungan logam Fe, Zn dan Cu dalam Air Larian Permukaan dan Air Bawah Tanah di Tapak Pelupusan Sampah Kayu Madang dan Bekas Tapak Pelupusan Sampah Kg.Ketiau. Hasil kajian dibandingkan dengan Tahap Maksima Parameter Efluen Piawai A dan B. *Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Registration*, 1979. Kepekatan kandungan ketiga-tiga jenis logam (Fe, Zn dan Cu) ditentukan dengan menggunakan mesin AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometer*). Kepekatan ferum dalam air bawah tanah di Kayu Madang adalah 1.015 mg/l. Bagi zink dan kuprum, masing-masing adalah 0.03 mg/l dan 0.023 mg/l. Bagi air larian permukaan, kepekatan ferum adalah 0.795 mg/l. Kepekatan zink dan kuprum masing-masing adalah 0.073 mg/l dan 0.017 mg/l . Manakala bagi air bawah tanah Kg.Ketiau pula, kepekatan ferum adalah 0.238 mg/l. Zink mencatatkan nilai 0.01 mg/l dan kuprum adalah 0.021 mg/l. Secara keseluruhannya, kepekatan logam di Kg.Ketiau adalah dibawah Standard A *Quality (Sewage and Industrial Effluents) Registration*, 1979. Di Kayu Madang, kepekatan semua logam adalah rendah, kecuali logam ferum dalam air bawah tanah, yang berada di bawah Standard B *Quality (Sewage and Industrial Effluents) Registration*, 1979.

ABSTRACT

A study on the concentration of heavy metals such as ferum(Fe), Zinc(Zn) and Cuprum(Cu) in surface flow and groundwater was conducted at Kayu Madang landfill and former Kg.Ketiau landfill. The results were compared with the *Environmental Quality (Sewage and Effluents) Registration, 1979* the Maximum Effluent Parameter Limits Standards A and B. the concentration of all three metals (Fe, Zn and Cu) was detected by using the Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The concentration of Fe in groundwater at Kayu Madang is 1.015 mg/l. Where as, for Zn and Cu is 0.027 mg/l and 0.023 mg/l respectively. The concentration of Fe in surface flow is 0.795 mg/l, Zn 0.073 mg/l and Cu 0.017 mg/l. Where as, for groundwater at Kg.Ketiau, the concentration of Ferum is 0.238, Zinc is 0.01 mg/l and Cuprum is 0.021 mg/l. generally, the concentration of heavy metals at Kg.Ketiau is below the Stendard A, *Environmental Quality (Sewage and Effluents) Registration, 1979*. While, at Kayu Madang all heavy metals concentration is low except for Fe in groundwater, which is categorized under the Standard B (*Sewage and Effluents) Registration, 1979*.



KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGAKUAN	ii
PENGESAHAN	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
SENARAI KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xi
SENARAI RAJAH	xii
SENARAI LAMPIRAN	xiii
SENARAI FOTO	xiv
SENARAI SIMBOL	xv
BAB 1 : PENDAHULUAN	1
1.1 Pengenalan	1
1.2 Tapak Pelupusan Sampah	2
1.3 Tapak Pelupusan Sanitari	2
1.4 Air Larian Permukaan	3
1.5 Larut Resapan	3
1.6 Pengenalan Kepada Logam Berat	3
1.7 Skop Kajian	5
1.8 Objektif Kajian	5



BAB 2 : ULASAN PERPUSTAKAAN	6
2.1 Sisa Pepejal	6
2.2 Pengurusan dan Kaedah-kaedah Pelupusan Sisa Pepejal	7
2.2.1 Kitar Semula	8
2.2.2 Insinerator	8
2.2.3 Pembuangan Sampah Terbuka	9
2.3 Tapak Pelupusan Sanitari	9
2.3.1 Rekabentuk dan ciri-ciri asas tapak pelupusan sanitari	10
2.3.2 Masalah Alam Sekitar Berkaitan dengan Tapak Pelupusan Sampah	12
2.4 Logam Berat	13
2.4.1 Penggunaan Logam Berat	14
2.4.2 Ketoksikan dan Keperluan Logam Berat	15
2.4.3 Zink	17
2.4.4 Kuprum	18
2.4.5 Ferum	19
2.5 Air Larian Permukaan	20
2.5.1 Pencemaran Air Larian Permukaan	20
2.6 Proses Larut Resap	21
2.6.1 Faktor-faktor yang mempengaruhi larut resap	21
2.7 Air Bawah Tanah	23
2.7.1 Pencemaran Air Bawah Tanah	24
2.8 Piawaian Kualiti Air	25



BAB 3 : BAHAN DAN KAEDAH	26
3.1 Kawasan Kajian	26
3.1.1 Tapak Pelupusan Kayu Madang	26
3.1.2 Bekas Tapak Pulupusan Kg.Ketiau Penampang	27
3.2 Kerja Lapangan dan Teknik Persampelan	30
3.3 Pengawalan Kualiti	32
3.4 Larutan Piawai	33
3.4.1 Logam Zink (Zn)	33
3.4.2 Logam Kuprum (Cu)	34
3.4.3 Logam Ferum (Fe)	34
3.5 Analisa Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)	35
BAB 4 : HASIL DAN PERBINCANGAN	37
4.1 Kandungan Logam Berat di dalam Air Bawah Tanah dan Air Larian Permukaan	37
4.2 Air Bawah Tanah di Tapak Pelupusan Sampah Kayu Madang	38
4.3 Air Larian Permukaan di Tapak Pelupusan Sampah Kayu Madang	41
4.4 Air Bawah Tanah di Bekas Tapak Pelupusan Sampah Kg.Ketiau, Penampang	44
4.5 Perbandingan Kandungan Kepekatan Logam Berat di Kawasan-kawasan Kajian	47



4.6	Perbandingan Kandungan Kepekatan Logam Berat di antara Kawasan-kawasan Kajian dan Tahap Maksima Parameter Efluen Piawai A dan B. Environmental Quality (<i>Sewage and Industrial Effluents</i>), Registration 1979.	49
-----	--	----

BAB 5 : KESIMPULAN DAN CADANGAN	50
RUJUKAN	52
LAMPIRAN	56



SENARAI JADUAL

No. Jadual		Halaman
2.1	Sifat fizikal beberapa logam berat	13
2.2	Contoh-contoh kegunaan logam berat dalam sektor perindustrian	14
2.3	Pengkelasan unsur-unsur mengikut ketoksikan dan pengambilan	16
2.4	Tahap Maksima Parameter Efluen Piawai A dan B. <i>Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Registration, 1979</i>	25
3.1	Parameter-parameter AAS	36
4.1	Tahap Maksima Parameter Efluen Piawai A dan B. <i>Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluents) Registration, 1979</i> Bagi Logam-logam Berat yang dikaji	49

SENARAI RAJAH

No. Rajah	Halaman
2.1 Pengurusan sisa pepejal	7
2.2 Contoh struktur tapak pelupusan sampah yang berlapis dua untuk penimbusan sisa berbahaya	11
2.4 Kadar air resapan pada tapak pelupusan sampah mengikut perkembangan tahun	22
3.1 Teknik pengambilan sampel air larian permukaan	32
3.2 Keperluan-keperluan spektrofotometer serapan atom	36
4.1 Kandungan Kepekatan Logam Berat dalam Air bawah Tanah Di Tapak Pelupusan Sampah Kayu Madang.	38
4.2 Kandungan Kepekatan Logam Berat dalam Air Larian Permukaan Di Tapak Pelupusan Sampah Kayu Madang	42
4.3 Kandungan Kepekatan Logam Berat dalam Air bawah Tanah Di Bekas Tapak Pelupusan Sampah Kg.Ketiau, Penampang	45
4.4 Perbandingan Kandungan Kepekatan Logam-logam berat dalam Air Bawah Tanah yang telah dikesan di Tapak Pelupusan Sampah Kayu Madang dan Bekas Tapak Pelupusan Kg.Ketiau.	48



SENARAI LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Teknik persampelan untuk mengambil sampel dari air bawah tanah	56
Alat radas dan bahan kimia	57
Kepekatan Logam-logam Kajian yang Dikesan di Kayu Madang Dan Kg.Ketiau dengan menggunakan AAS	58
Keluk Kalibrasi Logam	59
Bekas Tapak Pelupusan Kg Ketiau	62
Peta Bekas Tapak Pelupusan Kg Ketiau	63
Maklumat Air Bawah Tanah Bekas Tapak Pelupusan Sampah Kg.Ketiau	64
Peta Kayu Madang	65

SENARAI FOTOGRAF

		Halaman
Nombor Foto:		
3.1	Stesen S1 Persampelan Air Larian Permukaan	28
3.2	Stesen S2 Persampelan Air Larian Permukaan	28
3.3	Stesen G1 Persampelan Air Larian Permukaan	29
3.4	Stesen G2 Persampelan Air Larian Permukaan	29
3.5	Plot bagi Mengumpul Sampel Air Larian Permukaan	31
3.6	Auger	31
3.7	Spektrofotometer Serapan Atom	35



SENARAI SINGKATAN DAN SIMBOL

Fe	-	ferum
Pb	-	plumbum
Zn	-	zink
Cu	-	kuprum
Cd	-	kadmium
Cr	-	kromium
As	-	arsenik
Fe	-	ferum
Mn	-	mangan
Ni	-	nikel
mm	-	millimeter
m	-	meter
cm/s	-	sentimeter per saat
g/cm ³	-	gram per sentimeter padu
°C	-	darjah celsius
mg/kg	-	miligram per kilogram
ml	-	mililiter
mg/l	-	milligram per liter
BOD	-	permintaan oksigen biokimia
COD	-	permintaan oksigen kimia
km	-	kilometer
%	-	peratus



sg	-	sungai
μm	-	mikrometer
AAS	-	Spektrofotometer Serapan Atom
Nm	-	nanometer

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Pengenalan

Sisa pepejal didefinisikan sebagai sebarang bahan pepejal yang ditakrifkan sebagai bahan yang tidak berguna dalam ekonomi. Ia juga adalah bahan buangan selain daripada cecair atau gas yang dibuang kerana ianya tidak bernilai atau berguna lagi kepada manusia. Sisa pepejal dihasilkan oleh hampir semua aktiviti yang dijalankan pada pelbagai tahap. Contohnya sisa-sisa dari bahan buangan domestik dan industri.

Sisa-sisa pepejal meliputi bahan organik dan bahan bukan organik dalam pelbagai bentuk. Sifat-sifat ini menjadi sumber kepada masalah pembuangan sisa pepejal. Masalah ini yang tidak terkawal dan telah mula menjadi serius, sejak beberapa dekad yang lalu (Eldon *et.al.*, 2000). Sebanyak 10% hingga 15% daripada pembuangan bahan pepejal adalah sangat bahaya kepada kesihatan awam dan sekitaran (Stanley, 1993). Pengurusan sisa pepejal secara moden telah menjadi cara utama pada masa kini yang boleh mengurangkan masalah pencemaran sisa pepejal. Dalam pengurusan sisa pepejal tapak pelupusan sampah memainkan peranan yang penting. Tapak pelupusan sampah dibahagikan kepada dua jenis, iaitu tapak pelupusan sampah dan tapak pelupusan sanitari.

1.2 Tapak Pelupusan Sampah

Tapak pelupusan sampah merupakan tempat pembuangan bahan pepejal secara tertutup untuk mengelakkan pencemaran sekitaran. Ia dibina khas untuk pelupusan sisa pepejal daripada aktiviti manusia dan binatang secara berkesan bagi mengatasi masalah pembuangan sampah merata-rata. Kawasan ini juga merupakan kawasan akhir pengumpulan bahan pepejal yang tidak berguna untuk aktiviti manusia. Sisa-sisa pepejal mesti dihapus atau diurus secara betul bagi menghalang kandungan kimianya yang membahayakan benda hidup dan juga persekitaran.

1.3 Tapak Pelupusan Sanitari

Tapak pelupusan sanitari adalah suatu cara yang mudah untuk menghapuskan sampah yang tidak diterima oleh komuniti. Tapak pelupusan sanitari selalunya dibina di kawasan yang jauh dari habitat manusia (Stanley H. Anderson, 1993). Di tapak pelupusan sanitari sampah-sarap menimbus dalam lapisan tanah. Ini adalah kerana isipadu sisa-sisa pepejal dimampat pada setiap masa di kawasan tertutup (Meyer, 1999). Sifat-sifat kimia dan fizikal sampah-sarap serta hubungannya dengan persekitaran diambil perhatian oleh pihak tapak pelupusan sanitari. Lama-kelamaan bahan-bahan pepejal di tapak pelupusan sanitari akan melalui proses biodegradasi dan kandungan kimianya akan bercampur dengan air hujan. Proses presipitasi ini mengakibatkan bahan-bahan kimia seperti logam berat melari bersama air larian dan juga ke air bawah tanah.

1.4 Air Larian Permukaan

Air larian adalah air yang mengalir di bahagian atas permukaan tanah apabila air hujan tidak lagi diresap ke dalam tanah. Air larian menjadi punca wujudnya anak sungai. Selain itu, air larian merupakan komponen penting dalam sistem hidrologi sekitaran, contohnya ia adalah agen pembawa mineral dan juga bahan-bahan kimia ke sumber-sumber air berdekatan. Kesan alam sekitar sisa pepejal bermula dari kawasan pelupusan dimana bahan pencemar seperti logam-logam berat diangkut bersama air larian.

1.5 Larut Resapan

Air resapan tapak pelupusan sampah ditakrifkan sebagai cecair yang menembusi melalui sisa pepejal dan yang diekstraksikan dari bahan terlarut (Davis & Cornwell, 1998). Selain melalui profil tanah cecair memasuki tapak pelupusan sampah dengan melalui sumber luaran seperti hujan, air penyaliran permukaan dan punca mata air dari air bawah tanah. Banyak proses fizikal, kimikal dan mikroorganisma yang terdapat di dalam tapak pelupusan sampah serta tahun beroperasi tapak pelupusan sampah akan menentukan komposisi air resapan yang dihasilkan.

1.6 Pengenalan Kepada Logam Berat

Logam berat wujud di persekitaran atmosfera, air dan tanah. Kepekatan logam berat adalah berpunca dari punca antropogenik. Di mana kawasan perindustrian dan kawasan udara yang

tercemar di kawasan bandar menunjukkan kehadiran logam berat dalam persekitaran adalah tinggi.

Kepekatan dan taburan logam berat adalah berbeza mengikut persekitaran termasuk dalam akuatik. Kehadiran logam berat dalam air memberi kesan kepada ekosistem di persekitaran akuatik. Contoh-contoh logam berat ialah Ferum (Fe), Kadmium (Cd), Plumbum (Pb), Nikel (Ni), Kromium (Cr), Arsenik (As), Zink (Zn), Kuprum (Cu) dan lain-lain lagi.

Logam berat mempunyai ciri-ciri seperti tenaga pengionan yang rendah. Sifat ini dapat menggambarkan bahawa logam berat dapat mengeluarkan elektron dengan mudah. Tenaga pengionan berkurang dari kiri ke kanan dan dalam kumpulan yang sama adalah rendah. Ini bermakna elemen logam berkeupayaan untuk menerima kation dari cas yang berlawanan.

Selain itu, logam berat juga mempunyai ciri-ciri yang boleh bertindakbalas dengan sebatian lain dalam persekitaran. Pertambahan kemasukan logam meningkat dengan bertambahnya aktiviti-aktiviti yang dijalankan manusia termasuk aktiviti perlombongan, pertanian dan perindustrian. Oleh yang demikian, logam berat memberi kesan toksik kepada persekitaran terutamanya kepada hidupan akuatik dan manusia. Kajian mengenai kandungan unsur-unsur logam berat di air telah banyak dijalankan sebelum ini, samaada di dalam negara mahupun di luar negara. Di Malaysia, kajian mengenai unsur-unsur logam berat banyak dikhususkan kepada persekitaran akuatik. Kajian ini pula ditumpukan di dua buah tapak pelupusan sampah bertempat di Kayu Madang dan Kg. Ketiau, Sabah.

1.7 Skop Kajian

Skop kajian adalah untuk membandingkan kandungan logam berat kuprum (Cu), zink (Zn) dan ferum (Fe) dalam air larian permukaan dan air bawah tanah di antara tapak pelupusan sampah Kayu Madang dan bekas tapak pelupusan Kg.Ketiau, Penampang.

1.8 Objektif Kajian

Kajian ini dijalankan adalah bertujuan untuk menentukan kandungan logam berat dalam air larian dan air bawah tanah di kawasan tapak pelupusan sampah di Kayu Madang dan Kg.Ketiau, Sabah. Logam berat yang hendak dikaji adalah ferum, kuprum dan zink.

Beberapa objektif telah dipraktikkan dalam kajian ini. Antaranya ialah :

- 1) Menentukan kandungan kepekatan logam berat (Zn, Cu dan Zn) dalam air larian dan air telaga di kawasan tapak pelupusan Kayu Madang.
- 2) Menentukan kandungan kepekatan logam berat (Fe, Cu dan Zn) dalam air larian dan air telaga di kawasan bekas tapak pelupusan Kg.Ketiau.
- 3) Membuat perbandingan kepekatan logam berat (Fe, Cu dan Zn) daripada air larian dan bawah tanah pelupusan Kayu Madang dan Kg.Ketiau
- 4) Membandingkan data kualiti air dari kawasan kajian dengan *Environmental Quality (Sewage & Industrial Effluent) Registration, 1979*.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 Sisa Pepejal

Istilah sisa pepejal ialah bahan-bahan yang dibuang atau ditinggalkan kerana tidak berguna. ‘U.S. Congress, Resource Conservation & Recovery Act’ mendefinisikan sisa pepejal adalah sebarang sampah, sisa atau bahan-bahan yang dibuang termasuk bahan-bahan industri, komersil, perlombongan dan pertanian yang wujud dalam bentuk pepejal, cecair, semi pepejal dan juga bergas (Krag, 1985). Contohnya, sisa khas dari aktiviti perlombongan dan perkilangan serta sisa klinikal dari hospital dan makmal kajian.

Kebolehan suatu sisa pepejal untuk biodegradasi atau terbakar adalah bergantung kepada cara sisa tersebut dikawal. Contohnya, sisa makanan adalah mudah terbiodegrasi, tetapi bahan organik yang lain seperti kertas dan kayu akan mengambil masa yang lebih lama. Plastik pula mengambil masa yang agak panjang untuk terbiodegrasi (Stanley *et.al.*, 1993). Sisa-sisa pepejal yang dihasil dari pelbagai punca harus diuruskan dengan cara yang efektif untuk menjamin kebersihan sekitar. Langkah-langkah pengurusan sisa pepejal ditunjukkan dalam rajah 2.1.

RUJUKAN

- Ahmad Badri Mohamad, 1992. *Sumber Air tawar dan Marin dalam Ahmad Badri Mohamad*. (pynt) Sumber Alam Potensi dan Penerokaannya. Kuala Lumpur: Dewan Bahasa dan Pustaka.
- Alloyway, B.J. (pnyt.), 1995. *Heavy metal in Soils*. Ed ke-2. : Alloyway, B.J. *Soil process and the behavior of Heavy Metal in Soils*. Chapman and Hall, London.
- American Public Health Association (APHA), 1985. *Standard Method for the Examination of Water and Wastewater*. Sixth Edition, Washington.
- Breitenbach, A.J. 1992. “*Geomembrane Liner Evaluation for Heap Leach Pads*,” *Geotechnical Fabrics Report*.
- Code of Federal Regulations*, 40 Cfr 257 and 258, and “*Solid Waste Disposal Facility Criteria:Final Rule*, Federal Register, 9 Oct 1991.
- Davis, M. L. & Cornwell, D.A. 1998. *Introduction Environmental Engineering Third Edition*. Boston: McGraw – Hill, Inc.
- Dewan Bandaraya Kota Kinabalu (DBKK), 2000. *Sustainable Urban Project-Sabah*. Solid Waste Management. Kota Kinabalu City Hall.



Eldon, D.E dan Bradley, F.S. 2000. *Environmental Science. A Study of Inter relationship*.
7th Ed. McGraw-Hill.

Farquhar, G.J. 1988. *Leachate: Production and Characterization*. Canada: Department of
Civil Engineering. University of Waterloo.

Faust, S.D & Aly, O.M. 1983. *Chemistry of Water Treatment*. United States of
America: Butterworth Publishers.

Hughes, G. 1971. *Pollution of Groundwater due to Municipal Dumps*. Tech Bull. No.4.
Ottawa, Canada.

Jabatan Alam Sekitar Negeri Sabah, 2003. JAS, Sabah.

Krag, B.L. 1985. *Hazardous Waste and Their Management*. Hazardous Waste and
Hazardous Material.

Lal,R dan Stewart, B.A, 1994. *Soil Proseses and water quality*. Lewis Publishers. USA.

Lu, J. C. S., Eichenberger, B.& Stearns, R. J. 1985. *Leachete from municipal landfills,
production and management*. Pollution Technology review No. 119, Noyes
Publications, Park Ridge, NJ.

Manahan, S.E. 1994. *Environmental Chemistry*. Ed. Ke-6. Boca Raton: Lewis Publishers.

- McDonald, A.T. and Kay, D., 1994. *Water Resources Issues and Strategies*. Longman Group UK Limited, England.
- Meyer, A & Dittriek Diane Kender. 1999. *Encyclopedia of Environmental Pollution and Cleanup* Volume 1. New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Mohd. Rozali Othman, Khadijah Khalid, Kimsoi, W., Fong, C.M. & Ridzwan Hashim. 1990. *Kandungan Logam-logam Berat Dalam Zarahhan Terampai Di Udara. Jurnal Sumber 6:45-56.*
- Parbey, D.G. 1981. *Pollutants and Plant Health*. Dalam Bragg, G.M. & Strauss, W. (eds). *Air Pollution Control Part IV*. New York: A wiley Interscience Publication.
- Reinhart, D.R. & Townshed, T.G. 1998. *Landfill Bioreactor Design & Operation*. New York: Lewis Publisher.
- Richard, D.B. dan Jack, D.K. 1993. *Concepts, Instrumentation and Techniques in Atomic Absorption Spectrophotometry*. USA: The Perkin – Elmer Corporation.
- Russel, O. 1978. *Metals and Nutrition*. United State: Lewis Publishers.
- Salvato, J.A. & Dee,P.E. 1992. *Environmental Engineering and Sanitation* Fourth Edition. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Stanley, H.A., Ronald, E.B., Walton, P.P, Environmental Science. 4th Ed. Macmillan Publishing.

Stokinger, F.C. *Analytical Chemistry of Metal Compounds*. Dlm Merian, E. (penyt). 1991. Metals and their Compounds in the Environment. New York: VCH Verlagsgesellschaft.

Tchobanoglous, G., Theisen, H. dan Vigil, S. A., 1993. *Intergrated Solid Waste Management. Engineering Principles and Management Issues*. McGraw-Hill, New York.

Wentz, C. A. 1995. *Hazardous Waste Management secong edition*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Wood, P.E. 1974, *Toxicity of Metals Compound in Atmosphere*. United State: Lewis Publisher.

Zanoni, A.E. 1972. *Groundwater Pollution and Sanitary Landfill-A Critical Review*. Groundwater 10, no 1:3-16.

Zoller, 1994. *Groundwater Contamination and Control*. Marcel Dekker, Inc. New York