

400000



PENENTUAN KUALITI AIR LARIAN DAN AIR BAWAH
TANAH DI TAPAK PELUPUSAN SAMPAH KAYU MADANG

SUBASHINI JANE ANTONY

DISERTASI INI DIKEMUKAKAN UNTUK MEMENUHI
SEBAHAGIAN SYARAT MEMPEROLEHI IJAZAH SARJANA
MUDA SAINS DENGAN KEPUJIAN

PERPUSTAKAAN
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

PROGRAM SAINS SEKITARAN
SEKOLAH SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

2005

PERPUSTAKAAN UMS



1400006585

UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

BORANG PENGESAHAN STATUS TESIS@

JUDUL: PENENTUAN KUALITI AIR LARIAN DAN AIR BAWAH DITAPAK PELUPUSAN SAMPAH KAYU MADANGIjazah: SARJANA MUDA SAINSSESI PENGAJIAN: 2003 / 2005Saya SUBASHINI JANE ANTHONY

(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 bahan milik 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 Temp.: JLN KRI 3, TMN PERINDUSTRIAN KRI IDAMAN,CIK. KAMSIA BUDIN48000 RAWANG, SELANGOR

Nama Penyelia

Tarikh: 26/3/05

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.

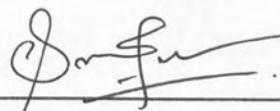
@ Tesis dimaksudkan sebagai tesis bagi Ijazah Doktor Falsafah dan Sarjana secara penyelidikan, atau disertasi bagi pengajian secara kerja kursus dan penyelidikan, atau Laporan Projek Sarjana Muda (LPSM).



PENGAKUAN

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

Februari 2005



SUBASHINI JANE ANTONY

HS 2002-3926

DIPERAKUKAN OLEH

Tandatangan

1. PENYELIA

(CIK KAMSIA BUDIN)

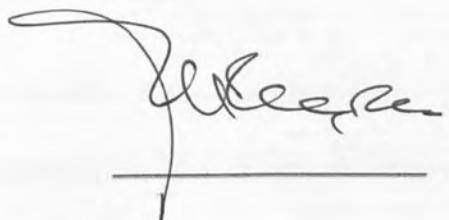
2. PEMERIKSA 1

(DR. KAWI BIDIN)



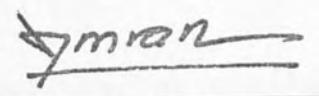
3. PEMERIKSA 2

(PROF. MADYA DR HARUN ABDULLAH)



4. DEKAN

(PROF. MADYA DR. AMRAN AHMED)





PENGHARGAAN

Pertama sekali saya ingin mengucap syukur kepada Tuhan Mahakuasa kerana memberi saya kekuatan untuk menjayakan projek penyelidikan ini.

Setinggi-tinggi penghargaan dan ucapan terima kasih kepada Cik Kamsia Budin selaku penyelia projek ini bagi segala bimbingan dan bantuan yang diberi, serta para pensyarah yang banyak memberi tunjuk ajar.

Tidak dilupakan juga pihak pengurusan tapak pelupusan Kayu Madang dan pihak DBKK serta Jabatan Alam Sekitar (JAS) kerana membenarkan saya melakukan kerja lapangan di kawasan kajian.

Saya juga ingin menyampaikan salam persahabatan kepada rakan-rakan yang banyak membantu saya terutamanya *partner* saya Kaliswaran. Tidak dilupakan Kanages, Punitha, Vimala, Bhavani, Vix, Ganesan, Ing Kok, Abang Mohan and The Magudianz.
Come on I say, what are friends for?!

Juga menyampaikan salam cinta kepada kedua ibu bapa tersayang serta Dot dan Bro. Kon. *Thank you for lending your ears and patiently listening to all my sad stories. Love you guys so much!*

BORNEO BEAUTY

LAND BELOW THE WIND



UMS
UNIVERSITI MALAYSIA SABAH

ABSTRAK

Satu kajian untuk menentukan kualiti air larian dan air bawah tanah di tapak pelupusan Kayu Madang telah dijalankan di tiga stesen persampelan air larian dan dua stesen air bawah tanah. Analisis parameter pH, DO, suhu dan konduktiviti dijalankan secara *in-situ*, manakala analisis makmal telah dijalankan bagi BOD, COD, TSS dan TDS mengikut kaedah APHA. Keputusan analisis bagi parameter fizikal seperti suhu, konduktiviti, DO dan pH berada dalam julat purata 22.7- 30.9°C, 314.4-710.0 µS/cm, 0.95-2.77 mg/l dan 6.02-7.50 masing-masing. Semua parameter fizikal berada pada nilai piawai yang dibenarkan. Bagi parameter kimia pula, julat purata adalah seperti berikut: TDS; 59.7-409 mg/l, TSS; 39.1-71.2 mg/l, BOD; 7.8-19.5 mg/l dan COD pula 8.6-21.5 mg/l. Semua parameter kimia menepati piawaian kecuali TSS bagi air larian yang telah melebihi piawaian yang ditetapkan sebagai 50 mg/l. Secara keseluruhannya, kualiti air larian dan air bawah tanah di Tapak Pelupusan Sampah Kayu Madang adalah setanding dengan Tahap Maksima Parameter Efluen Piawai A dan B, Pendaftaran (Kumbahan & Effluen Industri) Persekutuan, 1979 dan Piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan (INWQS), Jabatan Alam Sekitar 1997.

ABSTRACT

A study was carried out to determine the water quality of runoff and groundwater at Kayu Madang Landfill, at three runoff and two groundwater sampling stations. The pH, DO, temperature and conductivity parameters were analyzed in-situ, and laboratory analysis was done for parameters such as BOD, COD, TSS and TDS, according to the APHA methods. Results for physical parameter analysis such as temperature, conductivity, DO and pH are in the range of 22.7-30.9 °C, 314.4-710 µS/cm, 0.95-2.77 mg/l and 6.02-7.50 respectively. All physical parameters are comparable to the recommended standard. The chemical parameters ranges are as follows: TDS; 59.7-409 mg/l, TSS; 39.1-71.2 mg/l, BOD; 7.5-19.5 mg/l and COD 8.6-21.5 mg/l. All chemical parameters are within the recommended value except for TSS in runoff water which has exceeded the recommended 50 mg/l value. Overall, the runoff and groundwater quality at Kayu Madang Landfill is comparable to the recommended Environmental Quality (Sewage and Industrial Effluent) Registration, 1979 and the Interim Water Quality Standard (INWQS), Department of Environment, 1997 standards.



KANDUNGAN

MUKASURAT

HALAMAN JUDUL	i
PENGAKUAN	ii
DIPERAKUKAN OLEH	iii
PENGHARGAAN	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KANDUNGAN	vii
SENARAI JADUAL	xii
SENARAI RAJAH	xiii
SENARAI FOTO	xiv
SENARAI LAMPIRAN	xv
SENARAI SINGKATAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 PENGENALAN	1
1.2 SKOP KAJIAN	4
1.3 OBJEKTIF KAJIAN	5
BAB 2 ULASAN PERPUSTAKAAN	6
2.1 SISA PEPEJAL	6
2.1.1 Definisi Sisa Pepejal	6
2.1.2 Sumber dan Ciri-ciri Sisa Pepejal	7
2.1.3 Pengurusan Sisa Pepejal	8
2.2 KAEDAH-KAEDAH PELUPUSAN SISA PEPEJAL	10
2.2.1 Pembuangan Sampah Terbuka	10
2.2.2 Insinerator	11
2.2.3 Kitar Semula	12
2.3 TAPAK PELUPUSAN SANITARI	13

2.3.1	Definisi Tapak Pelupusan Sampah	13
2.3.2	Ciri-ciri dan Rekabentuk Tapak Pelupusan Sanitari	14
2.3.3	Masalah Persekutuan Berkaitan Dengan Tapak Pelupusan Sampah	16
2.4	AIR LARIAN PERMUKAAN	17
2.4.1	Faktor Mempengaruhi Air Larian Permukaan	18
a.	Hujan	18
b.	Keadaan Topografi dan Geologi	19
c.	Penyejatan	19
d.	Bahan Pencemar dalam Air Larian Permukaan	20
2.4.2	Pencemaran Air Larian Permukaan	21
2.5	AIR RESAPAN	24
2.5.1	Proses Penghasilan Air Resapan	24
2.5.2	Ciri-ciri Fiziko-kimia Air Resapan	25
2.6	AIR BAWAH TANAH	26
2.6.1	Definisi Air Bawah Tanah	26
2.6.2	Pencemaran Air Bawah Tanah	27
2.7	KUALITI AIR	29
2.7.1	Sifat-sifat Fizikal	30
a.	Suhu	30
b.	Kekonduksian	31
c	Pepejal Terampai (TSS) dan Pepejal Terlarut (TDS)	32
2.7.2	Sifat-sifat Kimia	33
a.	pH	33
b	Oksigen Terlarut (DO)	34
c.	Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)	34
d.	Permintaan Oksigen Kimia (COD)	36
e.	Logam Berat	36
2.7.3	Sifat Biologi	37
a.	Parameter Mikrobiologi	37
2.8	PIAWAIAN KUALITI AIR	38

BAB 3	BAHAN DAN KADEAH	39
3.1	KAWASAN KAJIAN	39
3.1.1	Tapak Pelupusan Kayu Madang	39
3.2	PERSAMPELAN	40
3.3	STESEN PERSAMPELAN	42
3.4	ANALISIS FIZIKO-KIMIA	43
3.4.1	pH	44
3.4.2	Suhu	44
3.4.3	Konduktiviti	45
3.4.4	Oksigen Terlarut	45
3.4.5	Jumlah Pepejal Terlarut (TSS) dan Jumlah Pepejal Terlarut (TDS)	46
3.4.6	Permintaan Oksigen Biokimia (BOD)	47
3.4.7	Permintaan Oksigen Kimia (COD)	49
BAB 4	HASIL DAN PERBINCANGAN	51
4.1	ANALISIS KEPUTUSAN DAN PERBINCANGAN	51
4.2	PARAMETER FIZIKAL	52
4.2.1	Suhu	52
a.	Air Larian	52
b.	Air Bawah Tanah	53
c.	Perbandingan Nilai Suhu antara Air Larian dan Air Bawah Tanah	53
4.2.2	Konduktiviti	54
a.	Air Larian	54
b.	Air Bawah Tanah	55
c.	Perbandingan Konduktiviti antara Air Larian dan Air Bawah Tanah	56
4.2.3	Jumlah Pepejal Terlarut (TDS)	57
a.	Air Larian	57
b.	Air Bawah Tanah	58

c.	Perbandingan Kandungan TDS Air Larian dengan Air Larian	58
4.2.4	Jumlah Pepejal Terampai (TSS)	59
a.	Air Larian	59
b.	Air Bawah Tanah	60
c.	Perbandingan Kandungan TSS Air Larian dan Air Bawah Tanah	60
4.3	PARAMETER KIMIA	61
4.3.1	pH	61
a.	Air Larian	61
b.	Air Bawah Tanah	62
c.	Perbandingan Nilai pH Air Larian dengan Air Bawah Tanah	62
4.3.2	Oksigen Terlarut (DO)	63
a.	Air Larian	63
b.	Air Bawah Tanah	64
c.	Perbandingan DO Air Larian dengan Air Bawah Tanah	64
4.3.3	Permintaan Oksigen Terlarut (BOD)	65
a.	Air Larian	65
b.	Air Bawah Tanah	66
c.	Perbandingan BOD Air Larian dengan Air Bawah Tanah	66
4.3.4	Permintaan Oksigen Kimia (COD)	67
a.	Air Larian	67
b.	Air Bawah Tanah	68
c.	Perbandingan COD Air Larian dengan Air Bawah Tanah	68
4.4	PERBANDINGAN KUALITI AIR DENGAN NILAI PIAWAIAN	69
4.5	POTENSI AIR LARIAN DAN AIR BAWAH TANAH TAPAK PELUPUSAN KAYU MADANG MENCEMARI BADAN AIR YANG LAIN	70

BAB 5	KESIMPULAN	71
RUJUKAN		73
LAMPIRAN		80

SENARAI JADUAL

- Jadual 2.1: Sumber sisa pepejal dalam suatu komuniti
- Jadual 3.1: Deskripsi setiap stesen persampelan
- Jadual 3.2: Parameter yang dikaji beserta unit, kaedah kajian dan alat-alat yang digunakan
- Jadual 4.1: Perbandingan kualiti air larian dan air bawah tanah dengan piawaian yang ditetapkan

SENARAI RAJAH

- Rajah 2.1: Elemen yang berfungsi dalam pengurusan sisa pepejal
- Rajah 2.2: Insinerator sisa pepejal
- Rajah 2.3: Struktur tapak pelupusan sanitari
- Rajah 2.4: Hubungan tapak pelupusan dengan persekitaran
- Rajah 2.5: Komponen air larian
- Rajah 2.6: Proses peresapan di tapak pelupusan
- Rajah 4.1: Nilai suhu purata bagi setiap stesen persampelan air larian
- Rajah 4.2: Nilai suhu purata bagi setiap stesen persampelan air bawah tanah
- Rajah 4.3: Nilai konduktiviti purata bagi setiap stesen persampelan air larian
- Rajah 4.4: Nilai konduktiviti purata bagi setiap stesen persampelan air bawah tanah
- Rajah 4.5: Nilai kandungan TDS purata bagi setiap stesen persampelan air larian
- Rajah 4.6: Nilai kandungan TDS purata bagi setiap stesen persampelan air bawah tanah
- Rajah 4.7: Nilai kandungan TSS purata bagi setiap stesen persampelan air larian
- Rajah 4.8: Nilai kandungan TSS purata bagi setiap stesen persampelan air bawah tanah
- Rajah 4.9: Nilai pH purata bagi setiap stesen air larian
- Rajah 4.10: Nilai pH purata bagi setiap stesen persampelan air bawah tanah
- Rajah 4.11: Nilai DO purata bagi setiap stesen persampelan air larian
- Rajah 4.12: Nilai DO purata bagi setiap stesen persampelan air bawah tanah
- Rajah 4.13: Nilai BOD purata bagi setiap stesen persampelan air larian
- Rajah 4.14: Nilai BOD purata bagi setiap stesen persampelan air bawah tanah
- Rajah 4.15: Nilai COD purata bagi setiap stesen persampelan air larian
- Rajah 4.16: Nilai COD purata bagi setiap stesen persampelan air bawah tanah



SENARAI FOTO

- Foto 3.1: Plot Air Larian
- Foto 3.2: Alat Auger
- Foto 3.3: Meter YSI 30, YSI 60 dan YSI 55
- Foto 3.4: Alat radas untuk analisis TSS dan TDS
- Foto 3.5: Alat radas dan reagen untuk analisis BOD
- Foto 3.6: Set Refluks bagi analisis COD

SENARAI LAMPIRAN

Lampiran A : Nilai-nilai purata bagi stesen air larian dan air bawah tanah

Lampiran B : Tahap Maksima Parameter Efluen Piawai A dan B, Pendaftaran (Kumbahan dan Efluen Industri) Persekutuan, 1979 dan Piawaian Interim Air Kebangsaan (INWQS), Jabatan Alam Sekitar 1997

Lampiran C : Kaedah-kaedah analisis

Lampiran D : Peta kawasan kajian

Lampiran E : Foto bagi setiap stesen persampelan



SENARAI SINGKATAN

EPA	: Environmental Protection Act
RCRA	: Resource Conservation and Recovery Act
DO	: Dissolved Oxygen (Oksigen Terlarut)
BOD	: Biochemical Oxygen Demand (Permintaan Oksigen Biokimia)
COD	: Chemical Oxygen Demand (Permintaan Oksigen Kimia)
TSS	: Total Suspended Solids (Jumlah Pepejal Terampai)
TDS	: Total Dissolved Solids (Jumlah Pepejal Terlarut)
MSW	: Municipal Solid Waste (Sisa Pepejal Perbandaran)

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 PENGENALAN

Sisa pepejal adalah bahan buangan selain daripada cecair atau gas yang dibuang kerana iaanya tidak bernilai atau berguna lagi (Niessan, 1977). Masalah pembuangan sisa pepejal yang tidak terkawal telah bermula pada masa manusia mula berkumpul atau hidup bermasyarakat dalam satu komuniti. Pembuangan sampah yang tidak terurus ini telah mengakibatkan pelbagai wabak penyakit yang membahayakan dan juga pencemaran alam sekitar dan penurunan kualiti dan nilai estetika setempat. Lantaran itu, akhirnya manusia mula mempraktikkan sistem pengurusan sisa pepejal yang teratur.

Pengurusan sisa pepejal boleh didefinisikan sebagai suatu tertib yang berkaitan dengan kawalan penjanaan, penyimpanan, pengumpulan, pemindahan, pemprosesan dan pelupusan sisa pepejal dalam cara yang selaras dengan prinsip kesihatan awam, ekonomi, kejuruteraan, pemuliharaan, estetik dan juga pertimbangan sekitaran yang lain. Pengurusan sisa pepejal merangkumi kesemua jenis pentadbiran, kewangan,

perundangan, perancangan dan fungsi kejuruteraan yang terlibat dalam penyelesaian masalah yang berkenaan dengan sisa pepejal (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

Tapak pelupusan sampah boleh digambarkan sebagai kawasan dimana sisa pepejal dibuang secara terkawal. Ia merupakan tempat akhir pengumpulan bahan buangan yang tidak berguna. Seperti yang telah diterangkan, sisa pepejal adalah terdiri daripada bahan buangan dari aktiviti manusia dan haiwan yang biasanya dalam bentuk pepejal dan dikategorikan sebagai bahan yang tidak lagi digunakan atau diperlukan. Sisa pepejal mempunyai sifat-sifat yang merbahaya yang jika tidak dilupuskan dengan sistematik boleh mengakibatkan bahan pencemar bergerak melalui air larian dari tapak pelupusan ke biota (Niessan, 1977).

Tapak pelupusan sanitari merujuk kepada kemudahan yang dijurutera untuk pembuangan sisa pepejal perbandaran (*municipal solid waste- MSW*) yang direkabentuk dan dioperasi untuk meminimakan impak terhadap persekitaran dan kesihatan awam (Freeze dan Cherry, 1979). Idea utama sistem pelupusan sampah sanitari adalah untuk meletakkan bahan buangan di suatu kawasan yang tertutup untuk mengurangkan isipadu sisa tersebut dan akhirnya menimbus sisa tersebut dengan lapisan tanah yang padat pada setiap masa (Pillay, 1986). Proses penimbusan tanah keatas sisa-sisa buangan ini yang menjadikannya sanitari. Lapisan tanah yang padat menghalang gangguan serangga, tikus dan haiwan lain. Ia juga mengasingkan sampah-sarap yakni mengurangkan jumlah air permukaan dari memasuki sistem bawah tanah (Turk, 2001).

Masalah persekitaran utama di kawasan pelupusan sampah sanitari adalah potensi pencemaran air larian dan juga air bawah tanah. Impak persekitaran adalah berkait rapat dengan kuantiti dan kualiti air yang mengalir melaui tanah dan akhirnya sampai ke sistem air bawah tanah. Isu utama yang perlu diberi perhatian adalah sifat kimia dan fizikal sisa dan interaksinya dengan persekitaran (Priffner, 1989).

Jika proses pelupusan sampah tidak dikawal dengan dengan rapi, pelbagai masalah persekitaran seperti pembebasan bau, kebakaran disebabkan oleh migrasi gas, pembiakan vektor penyakit seperti tikus dan lalat serta masalah yang lebih serius seperti pmbebasan air larian (*runoff*) dan larut resapan (*leachate*) ke sistem air bawah tanah.

Air larian adalah sebahagian daripada jumlah presipitasi (air hujan) di suatu kawasan yang tidak meresap ke dalam tanah tetapi mengalir di bahagian permukaan. Presipitasi yang mengalir dari kawasan tersebut ke anak sungai terdiri daripada air larian permukaan dan subpermukaan (Turk, 2001). Air larian yang meresap masuk ke dalam tanah akan menyebabkan pencemaran sistem air bawah tanah. Pergerakan air masuk ini disebut resapan.

Resapan (*leachate*) adalah pengaliran air melalui sisa buangan. Komposisi resapan adalah bergantung kepada beberapa faktor seperti jenis sisa buangan, keadaan cuaca setempat, usia tapak pelupusan dan sifat air resapan itu sendiri (Chan *et al.*, 1978). Bahan yang meresap merupakan cecair yang tercemar dengan bahan terlarut dan termendak.

Kualiti air permukaan dan air bawah tanah akan berkurang apabila air bahan yang meresap mengalir melalui tanah, menyebabkan pencemaran air.

Peresapan air permukaan melalui tanah akan akhirnya sampai ke sistem air bawah tanah. Cecair ini mengalir ke dalam bahagian tanah dan membawa bersamanya bahan-bahan terlarut dan terampai. Ini bukan sahaja boleh mengancam kehidupan organisma-organisma yang hidup dalam tanah, tumbuh-tumbuhan malahan juga manusia sendiri apabila cecair resapan ini mengalir ke bahagian sungai dan tasik yang berdekatan apabila air bawah tanah dicemari. Pergerakan cecair ini sekiranya tidak dikawal akan memasuki bahagian bawah tanah dan mencemari air bawah tanah serta boleh menjaskannya kualiti air sungai yang berhampiran (Tchobanoglous *et al.*, 1993).

1.2 SKOP KAJIAN

Skop kajian ini adalah untuk membandingkan kualiti air larian dan air bawah tanah di tapak pelupusan sampah Kayu Madang dengan mengkaji parameter-parameter fizikal dan kimia seperti suhu, pH, konduktiviti, TSS, TDS, BOD, COD dan DO.

1.3 **OBJEKTIF KAJIAN**

Objektif kajian ini adalah untuk:

1. Menentukan kualiti air berdasarkan parameter-parameter BOD, COD, DO, TDS, TSS, pH, suhu dan konduktiviti air larian dan air bawah tanah bagi tapak pelupusan sampah Kayu Madang.
2. Membandingkan data kualiti air yang diperolehi daripada tapak pelupusan sampah Kayu Madang dengan piawaian Tahap Maksima Parameter Efluen Piawai A dan B,Pendaftaran (Kumbahan & Effluent Industri) Persekutuan, 1979 bagi parameter suhu, pH, BOD, COD dan TSS dan Piawaian Interim Kualiti Air Kebangsaan (INWQS), Jabatan Alam Sekitar, 1997 bagi konduktiviti, TDS dan DO.

BAB 2

ULASAN PERPUSTAKAAN

2.1 SISA PEPEJAL

2.1.1 Definisi Sisa Pepejal

Berdasarkan pertuturan harian, sisa adalah produk atau bahan yang tidak dikehendaki lagi (Ferguson, *et al.*, 1995). Sisa pepejal adalah semua sisa yang terhasil daripada aktiviti manusia dan haiwan yang biasanya dalam bentuk pepejal dan dikategorikan sebagai tidak berguna atau tidak diperlukan lagi (Feachem *et al.*, 1982).

Menurut Akta Konservasi dan Pemulihan Sumber 1976- *Resource Conservation and Recovery Act (RCRA)* di Amerika Syarikat, sisa pepejal adalah didefinisikan sebagai sampah sarap, selut atau endapan dari loji rawatan sisa, loji rawatan air bekalan dan juga bahan-bahan lain yang dibuang. Ini termasuk bahan pepejal, cecair, separa-pepejal atau bahan gas dari aktiviti komuniti yang lain (Moeller, 1997).

2.1.2 Sumber dan Ciri-ciri Sisa Pepejal

Sumber sisa pepejal dalam suatu komuniti adalah secara amnya berkaitan dengan penggunaan tanah (*land use*) dan penzonan (*zoning*). Sumber sisa pepejal diklasifikasi mengikut lapan kategori utama seperti berikut: (1) kawasan perumahan, (2) komersil, (3) institusi, (4) kawasan pembinaan dan pemusnahan (*demolition*), (5) perkhidmatan perbandaran, (6) tapak perawatan, (7) perindustrian dan (8) pertanian (Tchobanoglous, *et al.*, 1993). Setiap kategori ini diuraikan dalam Jadual 2.1.

Jadual 2.1 Sumber sisa pepejal dalam suatu komuniti (Tchobanoglous, *et al.*, 1993)

Sumber	Jenis Aktiviti atau Tempat Sisa Dihasilkan	Jenis Sisa yang Dihasilkan
Kawasan Perumahan	Keluarga induk, keluarga campuran, pangaspuri	Sisa makanan, kertas, kad bod, plastik, tekstil, kulit, kayu-kayan, barang besi, abu, sisa khas (barang elektrik & elektronik, bateri, minyak dan tayar).
Komersil	Restoran, pasar, bangunan pejabat, hotel, kedai pembaik pulihan auto dsb.	Kertas, kad bod, plastik, kayu-kayan, sisa makanan, kaca, barang besi, sisa khas (seperti diatas), sisa merbahaya.
Institusi	Sekolah, hospital, penjara, jabatan kerajaan	Sama seperti di atas
Pembinaan dan pemusnahan	Kawasan pembinaan, pembaik pulihan jalan raya, perrobohan bangunan dsb.	Kayu-kayan, besi, konkrit, abu dsb.
Perkhidmatan perbandaran	Pembersihan jalan raya, <i>landscaping</i> , pembersihan taman dan pantai serta kawasan rekreasi	Sisa khas, sampah sarap, pencantasan pokok, dsb.
Tapak perawatan	Air, air kumbahan, sisa dari proses perawatan industri	Sisa dari tapak pemprosesan sisa, air kumbahan.

RUJUKAN

- American Public Health Association (APHA), 1985. *Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater*. Ed. Ke-6. Washington.
- Bagchi, A., 1994. *Design, Construction and Monitoring of Landfill*. John Wiley, New York.
- Bartram, J. dan Balance, R., 1996. *Water Quality Monitoring*. E & FN SPON. London.
- Baumgartner, D. J., 1998. Surface Water Pollution. Dlm: Pepper, I. L., (pnyt.). *Pollution Science*. Academic Press, San Diego.
- Bosch, A., Bleda, M. J., Kogevinas, M. dan Huici, A., 2000. *Biomonitoring Study of People Living Near or Working at a Municipal Solid-Waste Incinerator Before and After 2 Years of Operation*.
- Botkin, K., 2001. *Environmental Science*. Earth As A Living Planet. Ed. Ke-3. John Wiley, New York.
- Bouwer, H., 1978. *Groundwater Hydrology*. McGraw-Hill, Japan.
- Brooks, K. N., Ffollioll, D. F., Gregersen, H. M. dan Debano, L. F., 1997. *Hydrology and The Management of Watersheds*. Ed. Ke-2. Iowa State University Press. Iowa.
- Brown, K. W. dan Donnelly, K. C., 1998. *An Estimation of Risk Associated With The Organic Constituents of Hazardous and Municipal Waste Landfill Leachate*. Hazardous Waste and Hazardous Material.
- Canter, L., Knox, R., and Fairchild, D., 1987. *Groundwater Quality Protection*. Lewis Publishing, New York.

- Chan, K.Y., Davey, B. G., dan Geering, H. R., 1978. Interaction of treated sanitary landfill leachate with soil. *Journal of Environmental Quality* 7, 306-310.
- Chapman, D., 1992. *Water Quality Assessment*. Chapman & Hall, London.
- Conservation and Environmental Studies Center. Burlington Country, New Jersey.
- David, F. T., 1981. *Dictionary of Dangerous Pollutants, Ecology and Environment*. Industrial Press, New York.
- David, H. F., Bela, G. L. dan Paul, A. B., 1997. *Environmental Engineer's Handbook*. Ed. Ke-2. Lewis Publishers, New York.
- David, S. N., dan De Wiest, R. J. M., 1996. *Hydrology*. John Wiley and Sons.
- Davis, M. L., dan Cornwell, D. A., 1998. *Introduction to Environmental Engineering*. Ed. Ke-3. McGraw- Hill, Boston.
- Dodson, R. D., 1999. *Storm Water pollution Control*. Municipal, Industrial and Construction NPDES Compliance. McGraw-Hill, New York.
- Droste, R. L., 1997. *Theory and Practice of Water and Wastewater Treatment*. John Wiley, New York.
- Fadil Othman, 1996. *Permasalahan Alam Sekitar*. Dewan Bahasa dan Pustaka, Selangor.
- Feachem, R., McGarry, M. dan Mara, D., 1982. *Water, Waste and Health in Hot Climate*. John Wiley, Chichester.
- Ferguson, J., Kermode., C. L., Nash, W. A. J., and Huxford, R. P., 1995. *Managing and Minimizing Construction Waste*. A Practical Guide. Thomas Telford, London.

- Frankenberger, J., 1998. *Land Use and Water Quality*.
- Freeze, R. A. dan Cherry, J. A., 1979. *Groundwater*. Prentice Hall, New Jersey.
- Gibson, H., dan Singer, R. D., 1971. *Water Well Manual*. Prentice Hall, New Jersey.
- Gilbertson, W. E., 1969. Present and Future Trends in Municipal Disposal of Solid Waste Management. Dlm: Ellis, H. M. *Problems In Community Waste Management*. World Health Organization (WHO), Geneva.
- Hammer, M. J., and Viessman, W. Jr., 1993. *Water Supply and Pollution Control*. Ed. Ke-5. Harper Collins, New York.
- Heinke, G. W., dan Henry, J. G., 1989. *Environmental Science and Engineering*. Prentice Hall, London.
- Hughes, G., 1971. Pollution of Groundwater Due To Municipal Dumps. *Technology Bulletin 42*. Canada Department of Energy, Mines and Resources, Inland Waters Branch.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS), 1987. *Water Quality Criteria and Standard for Malaysia*. Vol.1. Executive Summary.
- Jabatan Alam Sekitar (JAS), 1997. *Environmental Quality Report 1991*. Kementerian Sains, Teknologi dan Alam Sekitar, Kuala Lumpur.
- Kemmer, F. N., 1998. NALCO Water Handbook. Ed. Ke-2. McGraw-Hill, London.
- Lamb, J. C., 1985. *Water Quality and Its Control*. John Wiley and Sons.

- Law, F. M., Twort, A. C., dan Crowley, F. W., 1985. *Bekalan Air*. Terjemahan Gurmeet Singh dan Kamaruzaman Idris. Dewan Bahasa dan Pustaka, Kuala Lumpur.
- Lee, G. F., and Jones, A., L., 1993. Groundwater pollution by municipal landfills: leachate composition, detection and water quality significance. *Proceeding Sardinia '93 IV International Landfill Symposium, Sardinia, Italy*.
- Manahan, S., 1994. *Environmental Chemistry*. Ed. Ke-6. Boca Raton. Lewis Publishers.
- Mays, L. W., 1996. *Water Resources Handbook*. McGraw-Hill, USA.
- McCarthy, P. L., Parkin, G. F., dan Sawyer, C. N., 1994. *Chemistry for Environmental Engineering*. Ed. ke-4. McGraw-Hill, London.
- Marriot, B. B., 1997. *Practical Guide to Environmental Impact Assessment*. Mc Graw Hill, New York.
- McGhee, T. J., 1991. *Water Supply and Sewage*. Ed. Ke-6. McGraw-Hill, Singapore.
- McKenzie, F. T., dan Kay, D., 1991. *Water Resources. Issues and Strategies*. Longman, New York.
- Moeller, P. W., 1997. *Environmental Health*. Harvard University, London.
- Niessan, W. R., 1977. Properties of waste management. Dlm: *Handbook of Solid Waste Management*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Pillay, M. S., 1986. An Overview of Municipal Solid Waste Management In Malaysia. Dlm: Fan, Y. E., dan Kheng, T. K. *National Seminar On The Management and Utilization of Solid Waste*. Universiti Pertanian Malaysia, Serdang.

- Preffer, J. T., 1992. *Solid Waste Management Engineering*. Prentice Hall, New Jersey.
- Priffner, A. O., 1989. Scientific and Technical Criteria for The Final Storage Quality. Dlm: Baccini, P. *The Landfill Reactor and Final Storage Quality*. Springer-Verlag, New York.
- Reinhart, R. dan Townsend, G.T., 1998. *Landfill Bioreactor Design and Operation*. CRC Press, Boca Raton.
- Robert, A. C., 1999. *Standard Handbook of Environmental Engineering*. Ed. Ke-2. McGraw-Hill, London.
- Robert, K. H. 1997. *The Landfill As A Reactor*. University of Wisconsin, Madison.
- Ronald, J. S. dan James, J. P. *Landfill Leachate and Groundwater Contamination*. State University of New York, Oswego.
- Salvato, J. A., dan Dee, P.E., 1992. *Environmental Engineering and Sanitation*. Ed. ke-4. John Wiley, New York.
- Schmitz, R.J., 1996. *Introduction To Water Pollution Biology*. Gulf Publishing, Texas.
- Tebbutt, T. H. Y., 1998. *Prinsip Pengawalan Kualiti Air*. Ed. Ke-3. Penterjemahan Ruslan, H. Biroteks ITM, Selangor.
- Tchobanoglous, G., Theisen, H., and Vigil, S., 1993. *Integrated solid Waste Management: Engineering Principles and Management Issues*. Mc Graw Hill, New York.
- Tchobanoglous, G., dan Schroeder, E. D., 1985. *Water Quality*. Addison-Wesley Publishing.

- Thomas, D. B., 1979. *Biology of Microorganism*. Ed. ke-3. Prentice Hall, New Jersey.
- Trivedi, P. R., 2000. *Encyclopedia of Environmental Pollution, Planning and Conservation*. Vol. 6. Environmental Pollution and Control. APH Publishing, New Delhi.
- Turk, L. J., 2001. Disposal of Solid Waste. Acceptable Practice or Geological Nightmare? Dlm: Botkin, D. B. dan Keller, E. A. *Environmental Science*. Earth As A Living Planet. John Wiley, New York.
- Twort, A. C., Law, F.W., 1985. *Water Supply*. Ed ke-3. Edward Arnold, England. Terjemahan Gurmeet Singh dan Kamaruzaman Idris, 1994. Bekalan Air. Dewan Bahasa Pustaka, Kuala Lumpur.
- Tyler, L.D., dan McBride, M. B., 1982. Mobility and Extractibility of Cadmium, Copper, and Zinc in Organic and mineral Soil Column. *Soil Science*, 134: 198-205.
- Vesilind, P. A., Jeffrey, J. P., dan Weiner, R., 1994. *Kejuruteraan Alam Sekitar*. Terjemahan Noraini Jaafar. Unit Penerbitan Akademi UTM, Skudai.
- Vladimir, N., 1994. *Water Quality*. Van Nostrend, New York.
- Wehrmann, M. A., Keely, J. F. dan Pettyjohn, W. A., 1990. *Contamination of Groundwater*. Noyes Data Corporation, New Jersey.
- Wentz, C. A., 1995. *Hazardous Waste Management*. Ed. ke-2. McGraw-Hill, New York.
- William, A. dan Charles, E. L., 2001. *Encyclopedia of Environmental Studies*. Facts on File.

Wilson, C.D., 1981. *Waste Management. Planning, Evaluation, Technologies.* Clarendon Press, New York.

Zaini, U., 1995. Air Punca Konflik Masa Hadapan. *Dewan Masyarakat* 19(3): 26-28.

Zanoni, A. E., 1972. *Groundwater Pollution and Sanitary Landfill. A Critical Review.* *Groundwater* 10 (1): 3-16.