



UNIVERSITAS INDONESIA

**KARAKTERISTIK LIMBAH PADAT BERDASARKAN SIFAT
FISIK (BERAT JENIS DAN KADAR AIR) SERTA KIMIA
(KADAR VOLATIL, KADAR ABU, KARBON, NITROGEN,
SULFUR, FOSFOR, DAN KALIUM) DI TEMPAT PEMBUANGAN
AKHIR CIPAYUNG DEPOK**

SKRIPSI

**NURUL ANNISA AYU SATYANI
0606078153**

**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
DEPOK
JULI 2010**



UNIVERSITAS INDONESIA

**KARAKTERISTIK LIMBAH PADAT BERDASARKAN SIFAT
FISIK (BERAT JENIS DAN KADAR AIR) SERTA KIMIA
(KADAR VOLATIL, KADAR ABU, KARBON, NITROGEN
SULFUR, FOSFOR, DAN KALIUM) DI TEMPAT
PEMBUANGAN AKHIR CIPAYUNG DEPOK**

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik

**NURUL ANNISA AYU SATYANI
0606078153**

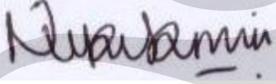
**FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
KEKHUSUSAN TEKNIK SIPIL
DEPOK
JULI 2010**

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

**Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri,
dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk
telah saya nyatakan dengan benar.**

Nama : Nurul Annisa Ayu Satyani

NPM : 0606078153

Tanda Tangan : 

Tanggal : 13 Juli 2010

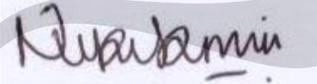
STATEMENT OF ORIGINALITY

**This final report is the result of my own work,
and all sources which is quoted or referred
I have stated correctly**

Name : Nurul Annisa Ayu Satyani

NPM : 0606078153

Signature :



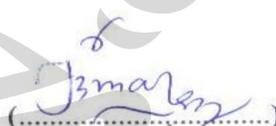
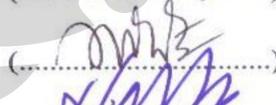
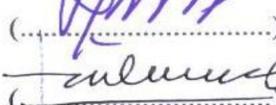
Date : 13th July 2010

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :
Nama : Nurul Annisa Ayu Satyani
NPM : 060608153
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul Skripsi : Karakteristik Limbah Padat Berdasarkan Sifat Fisik (Berat Jenis dan Kadar Air) serta Kimia (Kadar Volatil, Kadar Abu, Karbon, Nitrogen, Sulfur, Fosfor, dan Kalium) di Tempat Pembuangan Akhir Cipayang Depok

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Lingkungan Departemen Teknik Sipil Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DEWAN PENGUJI

Pembimbing : Ir. Irma Gusniani, M.Sc. 
Pembimbing : Evy Novita, ST, M.Si 
Penguji : Dr. Djoko M. Hartono, SE, M.Eng 
Penguji : Dr. Ir. Gabriel S. B. Andari K. M.Eng 

Ditetapkan di : Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok

Tanggal : 13 Juli 2010

STATEMENT OF LEGITIMATION

This final report is submitted by :

Name : Nurul Annisa Ayu Satyani

NPM : 060608153

Study Program : Teknik Lingkungan

Title of Final Report : Characteristics of Solid Waste Based on Physical Properties (Specific Weight and Moisture Content) and Chemical Properties (Volatil, Ash, Carbon, Nitrogen, Sulphur, Phosphorus, and Potassium Content) in Cipayung Landfill Depok

Has been successfully defended in front of the Examiners and was accepted as part of the necessary requirements to obtain Engineer Bachelor Degree in Environmental Engineering Program, Faculty of Engineering, University of Indonesia.

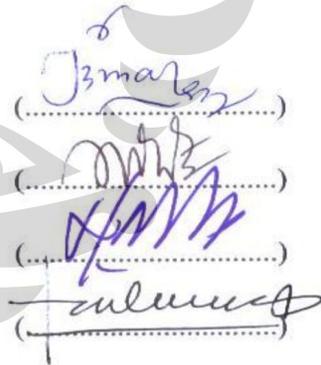
COUNCIL EXAMINERS

Counselor : Ir. Irma Gusniani, M.Sc

Counselor : Evy Novita, ST, M.Si

Examiner : Dr. Djoko M. Hartono, SE, M.Eng

Examiner : Dr. Ir. Gabriel S. B. Andari K. M.Eng



(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Approved at : Department of Civil Engineering, Faculty of Engineering,
University of Indonesia, Depok

Date : 13th July 2010

KATA PENGANTAR

Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT, karena atas berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan skripsi ini. Penulisan skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Universitas Indonesia. Saya menyadari bahwa tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan skripsi ini. Oleh karena itu saya mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ir. Irma Gusniani, M.Sc, atas segala waktu dan tenaga dalam memberikan bimbingan;
2. Evy Novita, ST, M.Si, atas segala waktu, tenaga dan kesabaran dalam membimbing dan mengarahkan;
3. Pihak TPA Cipayung Depok yang telah banyak membantu dalam usaha memperoleh data yang saya perlukan;
4. Mbak Lika dan Diah yang telah banyak membantu di laboratorium dalam memperoleh data yang saya perlukan;
5. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan doa dan dukungannya;
6. Nia Nur Kurniawati sebagai teman satu tim yang telah banyak membantu saya;
7. Rekan-rekan dan sahabat yang telah membantu dan mendukung saya dalam penyelesaian skripsi ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan untuk membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga skripsi ini dapat membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Depok, 9 Juli 2010

Penulis

vii

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
TUGAS AKHIR UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Universitas Indonesia, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Annisa Ayu Satyani
NPM : 0606078153
Program Studi : Teknik Lingkungan
Departemen : Teknik Sipil
Fakultas : Teknik
Jenis karya : Skripsi

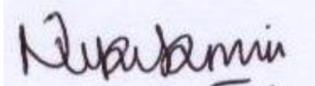
demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Indonesia **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul :

**KARAKTERISTIK LIMBAH PADAT BERDASARKAN SIFAT FISIK
(BERAT JENIS DAN KADAR AIR) SERTA KIMIA (KADAR VOLATIL,
KADAR ABU, KARBON, NITROGEN, SULFUR, FOSFOR, DAN KALIUM)
DI TEMPAT PEMBUANGAN AKHIR CIPAYUNG DEPOK**

berserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Indonesia berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Depok
Pada tanggal : 13 Juli 2010
Yang menyatakan



(Nurul Annisa Ayu Satyani)

ABSTRAK

Nama : Nurul Annisa Ayu Satyani
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Karakteristik Limbah Padat Berdasarkan Sifat Fisik (Berat Jenis dan Kadar Air) serta Kimia (Kadar Volatil, Kadar Abu, Karbon, Nitrogen, Sulfur, Fosfor, dan Kalium) di Tempat Pembuangan Akhir Cipayung Depok

Sistem pengolahan sampah yang tidak optimal mengakibatkan dampak negatif pada sekitar lingkungan, seperti yang terjadi pada TPA Cipayung, Depok dimana terjadi timbunan sampah yang semakin tinggi yang mengakibatkan banyaknya keluhan dampak kesehatan dari warga sekitar. Untuk mengatasi hal tersebut, diperlukan pemeriksaan karakteristik sampah yang ada di TPA Cipayung tersebut. Pemeriksaan tersebut melalui karakteristik fisik dan karakteristik kimia. Pemeriksaan karakteristik fisik terdiri dari berat jenis dan kadar air, sedangkan pemeriksaan karakteristik kimia meliputi dua analisis yaitu *proximate analysis* dan *ultimate analysis*. *Proximate analysis* terdiri dari kadar volatil dan kadar abu, sedangkan *ultimate analysis* terdiri dari pemeriksaan konsentrasi karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, dan kalium.

Hasil penelitian yang dilakukan selama 10 hari di TPA Cipayung tersebut menunjukkan adanya perbedaan nilai pada tiap parameter setiap harinya. Hal ini dipengaruhi oleh besarnya komposisi sampah yang selalu berbeda setiap harinya. Hasil rata-rata dari karakteristik fisik selama 10 hari penelitian adalah 114,24 kg/m³ untuk berat jenis dan 73,34% untuk kadar air, sedangkan hasil rata-rata dari *proximate analysis* adalah 23,68% pada kadar volatil dan 2,98% pada kadar abu. Untuk *ultimate analysis*, hasil rata-rata pemeriksaan adalah karbon 50,7 mg/l, nitrogen 4,54 mg/l, sulfur, 1,10 mg/l, fosfor 1,89 mg/l, dan kalium 37,2 mg/l.

Kata kunci: Karakteristik fisik, *proximate analysis*, *ultimate analysis*

ABSTRACT

Name : Nurul Annisa Ayu Satyani
Study Program: Environmental Engineering
Title : Characteristics of Solid Waste Based on Physical Properties (Specific Weight and Moisture Content) and Chemical Properties (Volatile Content, Ash Content, Carbon, Nitrogen, Sulphur, Phosphorus, and Potassium) in Cipayung Landfill Depok

Wastes treatment system that is not optimal will cause negative impacts for environments. This is happen in Cipayung landfill, Depok, where wastes generate in high number and many complaints from citizen about their health. Wastes characteristics examinations are needed to solve these problems involve physical and chemical characteristics. Physical characteristics that examined consist of specific gravity and moisture content. Chemical characteristics that examined are proximate analysis and ultimate analysis. Proximate analysis consist of volatile content and ash content, while the ultimate analysis consists of checking the concentration of carbon, nitrogen, sulphur, phosphorus, and potassium.

Result from research during 10 days shows that there is a different between each parameter for each day. This is affected by the amount of its compositions which is always different every day. Average for specific gravity is 114,24 kg/m³, and 73,34% for moisture content. Average from proximate analysis is 23,68% for volatile content and 2,98% for ash content. And average from ultimate analysis is 50,7 mg/L for carbon, 4,54 mg/L for nitrogen, 1,1 mg/L for sulphur, 1,89 mg/ L for phosphorus, and 37,2 mg/L for potassium.

Key words : Physical characteristics, proximate analysis, ultimate analysis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PAGE OF TITLE	ii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iii
STATEMENT OF ORIGINALITY	iv
HALAMAN PENGESAHAN (S1).....	v
STATEMENT OF LEGITIMATION	vi
KATA PENGANTAR	vii
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	viii
ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah.....	4
1.6 Model Operasional Penelitian	4
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Limbah Padat	6
2.1.1 Definisi Limbah Padat.....	6
2.1.2 Timbulan Limbah Padat.....	8
2.1.3 Komposisi Limbah Padat.....	9
2.1.4 Karakteristik Limbah Padat	10
2.2 Transformasi Limbah Padat.....	14
2.2.1 Transformasi Fisik	14
2.2.2 Transformasi Kimia	15
2.2.3 Transformasi Biologi	16
2.3 Standarisasi Pengelolaan Sampah.....	17
3. METODE PENELITIAN.....	19
3.1 Kerangka Pemikiran.....	19
3.2 Pendekatan Penelitian	21
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.4 Teknik Pengumpulan Data.....	21
3.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian	22

3.6 Analisis Data	27
4. GAMBARAN UMUM WILAYAH.....	30
4.1 Kota Depok	30
4.2 TPA Cipayang Depok	31
4.3 Struktur Organisasi TPA Cipayang Depok.....	35
5. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	38
5.1 Lokasi dan Proses Pengambilan Sampel.....	38
5.2 Karakteristik Fisik.....	40
5.2.1 Berat jenis.....	40
5.2.2 Kadar Air.....	38
5.2.3 Analisis Karakteristik Fisik.....	41
5.3 Karakteristik Kimia.....	44
5.3.1 <i>Proximate Analysis</i>	44
5.3.1.1 Kadar Volatil.....	44
5.3.1.2 Kadar Abu.....	47
5.3.2 <i>Ultimate Analysis</i>	49
5.3.2.1 Konsentrasi Karbon (C).....	49
5.3.2.2 Konsentrasi Nitrogen (N).....	51
5.3.2.3 Konsentrasi Sulfur (S), Fosfor (P), dan Kalium (K).....	54
5.3.3 Analisis Karakteristik Kimia.....	52
5.4 Rekomendasi Penanganan dan Pemanfaatan Sampah TPA Cipayang Depok	56
6. KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
6.1 Kesimpulan	59
6.2 Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	61

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1	Kerangka Konsep.....	20
Gambar 3.2	<i>Quarterly Method</i> dalam Pengambilan Sampel.....	23
Gambar 3.3	Oven.....	24
Gambar 3.4	Furnace.....	25
Gambar 3.5	DR 2000.....	24
Gambar 4.1	TPA Cipayung Depok Tampak Atas.....	32
Gambar 4.2	Pembagian Zona pada Kolam Lama di TPA Cipayung.....	33
Gambar 4.3	Lokasi Sarana dan Prasarana TPA Cipayung Depok.....	34
Gambar 4.4	Kantor TPA Cipayung Depok.....	34
Gambar 4.5	UPS TPA Cipayung Depok.....	35
Gambar 4.6	Kolam Pengolahan Air Lindi.....	35
Gambar 4.7	Struktur DKP Kota Depok.....	36
Gambar 4.8	Struktur DKP TPA Cipayung Depok.....	36
Gambar 5.1	Lokasi Pengambilan Sampel di TPA Cipayung Depok.....	38
Gambar 5.2	Salah Satu Lokasi Pengambilan Sampel.....	39
Gambar 5.3	Proses Pengambilan Sampel.....	39
Gambar 5.4	Penimbangan Sampel untuk Pemeriksaan Berat Jenis.....	40
Gambar 5.5	Penimbangan Sampel untuk Pemeriksaan Kadar Air.....	41
Gambar 5.6	Kadar Air Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010).....	42
Gambar 5.7	Kadar Volatil Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010).....	46
Gambar 5.8	Kadar Abu Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010).....	48
Gambar 5.9	Proses Pemeriksaan Konsentrasi Karbon.....	49
Gambar 5.10	Konsentrasi Karbon pada Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010).....	50
Gambar 5.11	Proses Pemeriksaan Konsentrasi Nitrogen.....	52
Gambar 5.12	Konsentrasi Nitrogen pada Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010).....	53
Gambar 5.13	Blanko Pemeriksaan Fosfor, Sulfur, dan Kalium (dari kiri ke kanan).....	54
Gambar 5.14	Konsentrasi Sulfur (S), Fosfor (P), dan Kalium (K) pada Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010).....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Kandungan Air dan Berat Jenis Komponen Sampah Perkotaan.....	12
Tabel 2.2	Karakteristik <i>Proximate Analysis</i> dan <i>Ultimate Analysis</i> Sampah Perkotaan.....	13
Tabel 2.3	Karakteristik Fisik dari Komponen <i>Combustible</i> Sampah Perkotaan.....	14
Tabel 4.1	Jumlah Penduduk, Luas Wilayah dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Depok	31
Tabel 5.1	Pengolahan Data Kadar Air Sampah	41
Tabel 5.2	Komposisi Sampah di TPA Cipayung Depok pada Tanggal 30 April 2010-13 Mei 2010	43
Tabel 5.3	Pengolahan Data Kadar Volatil.....	45
Tabel 5.4	Pengolahan Data Kadar Abu.....	47
Tabel 5.5	Pengolahan Data Konsentrasi Karbon	50
Tabel 5.6	Pengolahan Data Konsentrasi Nitrogen	52
Tabel 5.7	Hasil Pemeriksaan Sulfur (S), Fosfor (P) dan Kalium (K)	54
Tabel 5.10	Karakteristik Kimia pada Tiap Komponen Sampah Perkotaan.....	53
Tabel 5.11	Standar Kualitas Kompos.....	55
Tabel 5.12	Konsentrasi Karbon, Nitrogen, Fosfor, dan Kalium dalam Satuan Persen	56

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Persampahan merupakan masalah yang tidak dapat diabaikan, karena di dalam semua aspek kehidupan sampah selalu dihasilkan sebagai hasil samping dari suatu produk utama yang diperlukan. Sampah akan terus bertambah seiring dengan banyaknya aktifitas manusia, untuk itu penambahan jumlah penduduk dengan sendirinya juga akan menambah jumlah sampah yang juga berarti menambah masalah persampahan. Selain faktor populasi penduduk, faktor-faktor lain yang juga mempengaruhi jumlah peningkatan sampah adalah antara lain aktivitas dan kebiasaan masyarakat, sistem pengelolaan sampah, keadaan geografis, musim dan waktu, teknologi serta tingkat sosial ekonomi.

Dinegara-negara yang sudah maju penanganan sampah tetap menjadi masalah sekalipun kesadaran masyarakat untuk menanggulangi sampah serta penggunaan teknologi tepat guna telah dilakukan. Di Indonesia sendiri, walaupun penanganan kebersihan dan kesadaran membuang sampah secara benar dan teratur sudah dilakukan akan tetapi kesadaran akan hal itu masih sangat kecil terutama pada masyarakat miskin dan yang bertempat tinggal di pinggiran kota. Himbauan dan budaya malu membuang sampah secara sembarangan masih belum dapat menyentuh seluruh kalangan masyarakat.

Penerapan penanganan sampah dengan sistem dan teknologi tinggi juga masih belum dapat dilakukan sepenuhnya, bahkan mendapat tentangan oleh sebagian masyarakat. Penanganan sampah yang dilakukan pada umumnya masih dengan cara yang sederhana yaitu dengan cara membakar dan atau mengangkutnya sampah dari permukiman kota yang kemudian membuangnya ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA).

Penanganan sampah yang dilakukan belum sampai pada tahap memikirkan proses daur ulang atau menggunakan ulang sampah tersebut, padahal apabila TPA itu sendiri tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan masalah baru, antara lain

dengan adanya timbunan limbah cair yang disebut dengan lindi (*leachate*). Cairan yang memiliki kandungan zat organik dan zat anorganik yang tinggi ini apabila tidak dikelola dengan baik akan dapat mencemari air tanah dan badan air permukaan di sekitarnya. Pencemaran tersebut merupakan salah satu masalah yang cukup serius dan mempengaruhi kesehatan dan hidup masyarakat disekitarnya.

Kota Depok merupakan kota yang berkembang pesat, hal ini terlihat dari banyaknya pusat-pusat perbelanjaan, perkantoran hingga pemukiman yang muncul. Pertumbuhan kota Depok yang sangat dinamis juga memiliki dampak negatif, salah satunya jumlah timbunan sampah yang terus meningkat setiap tahunnya. Hal ini menyebabkan keperluan lahan untuk TPA juga terus bertambah, padahal di lain pihak perkembangan kota dan jumlah penduduk juga memerlukan lahan yang lebih besar lagi. Populasi penduduk kota Depok pada saat ini sekitar 1,4 juta jiwa dengan menghasilkan sampah sekitar 3.445 m³/hari (www.margonda.com), dan 52 % sampah itu dibuang ke TPA Cipayung. TPA Cipayung yang merupakan pusat TPA kota Depok ini menggunakan sistem *controlled landfill* yaitu suatu sistem dengan cara menimbun sampah dengan lapisan tanah setinggi 10-20 cm. Sistem *controlled landfill* ini masih rentan dan berisiko menimbulkan pencemaran tanah akibat air lindi yang keluar dari timbunan sampah tersebut.

Saat ini TPA Cipayung memiliki luas 11,6 hektar namun sampah yang dapat ditampung hanya sekitar 1.200 m³/hari. Penimbunan sampah yang semakin tinggi di TPA itu menimbulkan bau tak sedap dan banyaknya lalat yang beterbangan. Polusi bau tidak sedap ini tidak hanya di lokasi TPA itu sendiri akan tetapi juga daerah sekitarnya bahkan juga daerah lain yang dilalui truk pengangkut sampah. Selain polusi bau, TPA ini juga sudah menyebabkan pencemaran pada air tanah di daerah sekitar, hal ini terbukti dengan adanya keluhan para warga yang tinggal di dekat lokasi yang mengatakan bahwa sumber air bersih mereka berwarna agak pekat dan berbau tidak sedap.

Kemungkinan besar pencemaran ini terjadi akibat kurang optimalnya sistem pengolahan sampah di TPA tersebut. Untuk mencegah meluasnya pencemaran ini diperlukan data mengenai karakteristik fisik dan kimia dari TPA Cipayung ini,

dimana data tersebut dapat digunakan untuk mengetahui sistem pengolahan sampah yang tepat sehingga tidak menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar.

1.2 Perumusan Masalah

Sistem pengolahan sampah yang tidak tepat dapat menimbulkan dampak negatif pada lingkungan sekitar. Hal ini terjadi di TPA Cipayung Depok dimana TPA ini telah menyebabkan bau tidak sedap dan banyaknya lalat yang dapat menjadi sumber penyebaran penyakit di daerah sekitar TPA. Untuk mengoptimalkan sistem pengolahan sampah di TPA Cipayung, maka muncullah beberapa pertanyaan sebagai berikut:

- a. Bagaimanakah karakteristik sampah di TPA Cipayung berdasarkan sifat fisik dengan parameter berat jenis dan kadar air?
- b. Bagaimanakah karakteristik sampah di TPA Cipayung berdasarkan sifat kimia dengan parameter kadar volatil, kadar abu, karbon (C), nitrogen (N), sulfur (S), fosfor (P), dan kalium (K)?

1.3 Tujuan Penelitian

Penulisan skripsi ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui karakteristik sampah di TPA Cipayung berdasarkan sifat fisik dengan parameter berat jenis dan kadar air.
2. Mengetahui karakteristik sampah di TPA Cipayung berdasarkan sifat kimia dengan parameter kadar volatil, kadar abu, kadar karbon (C), Nitrogen (N), Sulfur (S), Fosfor (P), dan Kalium (K).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat pada penulisan ini yaitu:

1. Data yang didapat bisa dijadikan sebagai data dasar untuk memperbaiki atau mengoptimalkan pengolahan sampah di TPA Cipayung Depok.
2. Data yang didapat dapat dimanfaatkan untuk perencanaan dan pengembangan TPA Cipayung Depok.

1.5 Batasan Masalah

Batasan-batasan dalam penelitian ini adalah:

1. Penelitian akan dilakukan pada TPA Cipayung, Depok.
2. Karakteristik fisik sampah yang akan dinalisis adalah berat jenis dan kadar air.
3. Karakteristik kimia sampah yang akan dinalisis terdiri dari dua bagian, yaitu:
 - a. *Proximate Analysis* dengan parameter kadar volatil dan kadar abu.
 - b. *Ultimate Analysis* dengan parameter kadar Karbon (C), Nitrogen (N), Sulfur (S), Fosfor (P), Kalium (K).

1.6 Model Operasional Penelitian

Model operasional dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Literatur
Studi literatur merupakan proses pengumpulan informasi yang berkaitan dengan materi bahasan yang berasal dari buku-buku, jurnal yang berasal dari dosen maupun perpustakaan.
2. Survey Lapangan
Survey lapangan meliputi penentuan tempat dan waktu pengambilan sampel.
3. Pengambilan Sampel
Pengambilan sampel sesuai dengan metode standard.
4. Pemeriksaan Sampel di Laboratorium
Pemeriksaan sampel berdasarkan parameter yang sudah ditentukan yaitu karakteristik fisik yang meliputi berat jenis dan kadar air, serta karakteristik kimia yang terdiri dari kadar volatil, kadar abu, karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, dan kalium.

5. Analisa dan Kesimpulan Hasil Penelitian

Data yang telah diolah, dianalisa terhadap tabel dan grafik yang diperoleh. Dari analisa tersebut akan diperoleh kesimpulan terhadap proses pengujian, dan mengetahui karakteristik fisik dan kimia sampah pada TPA Cipayung Depok.



BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Padat

2.1.1 Definisi Limbah Padat

Limbah padat merupakan limbah yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan (SNI 19-2454-1991).

Sampah adalah istilah umum yang sering digunakan untuk menyatakan limbah padat. Sampah juga didefinisikan sebagai sisa-sisa bahan yang mengalami perlakuan-perlakuan, baik karena sudah diambil bagian utamanya, atau karena pengolahan, atau karena sudah tidak ada manfaatnya yang ditinjau dari segi sosial ekonomis tidak ada harganya dan dari segi lingkungan dapat menyebabkan pencemaran atau gangguan terhadap lingkungan hidup (Hadiwiyoto, 1983).

Sedangkan menurut Tchobanoglous (1993), sampah padat adalah semua barang sisa yang ditimbulkan dari aktivitas manusia dan binatang yang secara normal padat dan dibuang ketika tak dikehendaki atau sisa-sisa.

Selain itu berdasarkan Undang-undang No. 18 Tahun 2008, sampah juga dapat diartikan sebagai sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padatan. Sampah spesifik adalah sampah yang karena sifat, konsentrasi, dan/atau volumenya memerlukan pengelolaan khusus.

Berdasarkan sumbernya limbah padat dapat dibagi sebagai berikut:

a. Sampah pasar, tempat-tempat komersil

Terdiri dari berbagai macam dan jenis sampah, seperti sisa sayuran, daun bekas bungkus, sisa makanan dan sebagainya ciri-ciri sampahnya biasanya mempunyai berbagai macam dan jenis sampah yang masing-masing volumenya hampir sama.

b. Sampah pabrik atau industri

Benda-benda sisa atau bekas dari proses industri, atau merupakan ampas-ampas dari pengolahan bahan baku, misalnya pabrik gula tebu akan membuang ampas tebu. Ciri-cirinya tidak banyak macam dan jenisnya, menonjol jumlahnya pada beberapa jenis saja. Sampah ini berasal dari keseluruhan kegiatan proses produksi (bahan-bahan kimia serpihan/potongan bahan), perlakuan dan pengemasan produk (kertas, kayu, plastik, kain/lap yang jenuh dengan pelarut untuk pembersihan). Sampah industri berupa bahan kimia yang seringkali beracun memerlukan perlakuan khusus sebelum dibuang.

c. Sampah rumah tinggal, kantor, institusi, gedung umum dan lainnya serta pekarangan.

Umumnya sampah rumah tangga berupa sisa pengolahan makanan, perlengkapan rumah tangga bekas, kertas, kardus, gelas, kain, sampah kebun/halaman dan lain-lain. Karakteristiknya hampir sama dengan sampah dari pasar, kecuali ada sampah dari pengurusan *septic tank*.

d. Sampah kandang hewan dan pemotongan hewan.

Terdiri dari sisa-sisa makanan hewan dan kotorannya, sisa-sisa daging dan tulang-tulanganya.

e. Sampah jalan, lapangan dan pertamanan.

Sampah ini terdiri dari pengotoran oleh pelewat jalanan atau pemakai jalan, pemakai lapangan dan pertamanan, pemotong rumput, reruntuhan bunga dan buah,

f. Sampah selokan, riol dan *septic tank*.

Terdiri dari endapan-endapan dan benda-benda yang hanyut sebagai penyebab terseumbatnya selokan riol. Isi *septic tank* merupakan lumpur tinja yang biasanya diambil dan diangkut dengan mobil tangki tinja yang dilengkapi dengan pompa hisap.

Jenis limbah padat:

1. Berdasarkan zat kimia yang terkandung di dalamnya:
 - Limbah padat organik, misal sisa makanan, kertas, plastik
 - Limbah padat anorganik, misal logam, kaca, abu
2. Berdasarkan mudah atau tidaknya terbakar
 - Mudah terbakar , misal kertas, plastik, daun, sisa makanan
 - Tidak dapat terbakar , misal logam, kaca, abu
3. Berdasarkan dapat atau tidak mudahnya membusuk
 - Mudah membusuk, misal sisa makanan, daun-daunan
 - Tidak mudah membusuk, misal plastik, kaleng, kaca, logam

2.1.2 Timbulan Limbah Padat

Data timbulan limbah padat diperlukan untuk menentukan jumlah sampah yang harus dikelola. Hal ini berkaitan erat dengan perencanaan sistem pengumpulan yang antara lain menyangkut penentuan macam dan jumlah kendaraan yang dipilih, jumlah pekerja yang dibutuhkan, serta jumlah dan bentuk transfer depo yang diperlukan, penentuan area yang diperlukan untuk pembuangan akhir.

Penelitian yang dilakukan oleh Pusat Pengembangan Pemukiman yang bekerjasama dengan LPPM ITB pada tahun 1989, didapatkan laju timbulan sampah. Laju timbulan sampah kota diekivalensikan menjadi L/org/hari. Besarnya timbulan limbah padat ini diperoleh dari pengukuran langsung di lapangan terhadap sampah yang dihasilkan dari berbagai jenis sumber limbah padat.

Menurut SNI 19-3964-1994, bila pengamatan lapangan belum tersedia, maka untuk menghitung besaran, sistem, dapat digunakan angka timbulan sampah sebagai berikut:

- a. Satuan timbulan sampah pada kota besar : 2-2,5 L/org/hari atau 0,4-0,5 kg/org/hari.
- b. Satuan timbulan sampah pada kota sedang / kecil : 1,5-2 L/org/hari atau 0,3-0,4 kg/org/hari.

2.1.3 Komposisi Limbah Padat

Komponen pembentuk limbah padat biasanya dinyatakan dalam presentase berat. Informasi komposisi dari limbah padat diperlukan dalam mengevaluasi kebutuhan peralatan, sistem, serta manajemen program dan peralatan.

Distribusi persentase aktual limbah padat pemukiman tergantung dari besarnya aktivitas konstruksi dan penghancuran, besarnya ketersediaan pelayanan pemukiman, tipe pengolahan air dan limbah yang digunakan.

Komposisi limbah padat suatu daerah biasanya dibagi menurut kebijakan daerah tersebut, misalnya komposisi bahan dilihat dari komponen bahan-bahan yang menjadi materi limbah padat dalam presentase berat. Bahan-bahan tersebut meliputi: sisa makanan, kertas, kardus, plastik, tekstil, karet, kulit, sampah, debu, abu. Jika dilihat dari kategori limbah padatnya bisa dari perumahan dan komersial (tanpa limbah berbahaya dan beracun), institusi, konstruksi, dan penghancuran pelayanan pemukiman, pengolahan air.

Komposisi limbah padat dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut:

1. Sumber limbah padat

Komposisi limbah padat suatu sumber sampah akan berbeda dari sumber sampah lainnya

2. Aktivitas penduduk

Profesi dan masing-masing penduduk akan membedakan jenis limbah padat yang dihasilkan dari aktivitas sehari-harinya.

3. Sistem pengumpulan dan pembuangan yang dipakai

Sistem pengumpulan dan pembuangan yang berbeda dari masing-masing tempat akan membedakan komposisi limbah padat yang perlu diketahui.

4. Geografi

Daerah yang satu dengan daerah yang lain berdasarkan letaknya akan membedakan komposisi limbah padat yang dihasilkan, daerah pertanian dan perindustrian akan mempunyai komposisi limbah padat yang berbeda.

5. Sosial ekonomi

Faktor ini sangat mempengaruhi jumlah timbulan limbah padat suatu daerah termasuk di sini adat istiadat, taraf hidup, perilaku serta mental dan masyarakatnya

6. Musim / iklim

Faktor ini mempengaruhi jumlah timbulan limbah padat, contohnya di Indonesia misalnya musim hujan kelihatannya sampah meningkat karena adanya sampah terbawa oleh air.

7. Teknologi

Dengan kemajuan teknologi maka jumlah timbulan limbah padat juga meningkat. Sebagai contoh, dulu tidak dikenal dengan adanya limbah padat jenis plastik tetapi sekarang plastik menjadi masalah dalam pembuangan limbah padat.

8. Waktu

Jumlah timbulan limbah padat dan komposisinya sangat dipengaruhi oleh faktor waktu (harian, mingguan, bulanan, tahunan). Jumlah timbulan limbah padat dalam satu hari bervariasi menurut waktu. Ini erat hubungannya dengan kegiatan manusia sehari-hari.

2.1.4 Karakteristik Limbah Padat

Karakteristik sampah adalah sifat-sifat sampah yang meliputi sifat fisik, kimia, dan biologis. Pengujian karakteristik sampah dapat digunakan untuk menentukan fasilitas pengolahan, untuk memperkirakan kelayakan pemanfaatan kembali sampah untuk energi dan merencanakan fasilitas pembuangan akhir. Kekhasan sampah dari beberapa tempat atau jenisnya berbeda sehingga memungkinkan memiliki sifat yang berbeda juga. Karakteristik sampah dapat diuraikan sebagai berikut:

- a. Karakteristik fisik, meliputi: berat jenis, kadar air, ukuran partikel dan distribusi ukuran partikel, dan permeabilitas buangan terkompaksi.

- Berat Jenis

Berat jenis didefinisikan sebagai berat material per satuan volume. Berat jenis merupakan data yang sangat penting dalam studi mengenai timbulan sampah, terutama jika menggunakan satuan volume. Nilai berat jenis dapat berbeda karena dipengaruhi oleh lokasi geografis, musim tiap tahun, dan lamanya waktu penyimpanan. Menurut pengamatan di lapangan, berat jenis sampah yang terukur akan tergantung pada sarana pengumpul dan pengangkut wadah yang digunakan, dan biasanya untuk kebutuhan desain digunakan angka (Damanhuri, 2004):

- Sampah di wadah sampah rumah : 0,15-0,20 ton/m³
- Sampah di gerobak sampah : 0,25-0,40 ton/m³
- Sampah di truk terbuka : 0,25-0,40 ton/m³
- Sampah di TPA dengan pemadatan konvensional : 0,50-0,60 ton/m³

- Kadar air

Kandungan air limbah padat biasanya dinyatakan dalam salah satu dari dua cara. Dalam metode berat basah pengukuran, kelembaban dalam sampel dinyatakan sebagai persentase berat basah bahan sedangkan dalam metode berat kering, itu dinyatakan sebagai persentase dari berat kering bahan. Metode berat basah yang paling umum digunakan di bidang pengelolaan limbah padat. Dalam bentuk persamaan, berat basah kadar air dinyatakan sebagai berikut:

$$M = \left(\frac{w - d}{w} \right) 100 \quad (2-1)$$

Dimana: M = kadar air, %

w = berat awal, kg

d = berat setelah dikeringkan dalam oven 105°C, kg

Tabel 2.1 Kandungan Air dan Berat Jenis Komponen Sampah Perkotaan

Komponen	Kandungan Air (%)		Berat Jenis (kg/m ³)	
	Kisaran	Umumnya	Kisaran	Umumnya
Sampah makanan	50-80	70	120-480	290
Kertas	4-10	6	30-130	85
Karton	4-8	5	30-80	50
Plastik	1-4	2	30-130	65
Tekstil	6-15	10	30-100	65
Karet	1-4	2	90-200	230
Kulit	08-12	10	90-260	160
Sisa tumbuhan	30-80	60	60-225	105
Kayu	15-40	20	120-320	240
Kaca	1-4	2	160-480	195
Kaleng	2-4	3	45-160	90
Aluminium	2-4	2	60-240	160
Logam lainnya	2-6	3	120-1.200	320
Kotoran, abu, dll	6-12	8	320-960	480

Sumber : Tchobanoglous (1993)

b. Karakteristik kimia, meliputi : *proximate analysis* (kadar air, volatil, *fixed carbon*, dan abu), titik lebur, *ultimate analysis* (kadar karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfur, fosfor), dan kadar energi.

- *Proximate analysis*

Perkiraan analisis untuk komponen-komponen limbah padat meliputi uji:

- *Moisture* (hilangnya uap air ketika dipanaskan sampai 105°C untuk 1 jam).
- *Volatile combustible matter* (tambahan kehilangan berat pada pembakaran di 950°C dalam wadah tertutup).
- Fixed karbon (mudah terbakar sisa setelah bahan mudah menguap dihapus).
- Abu (berat residu setelah pembakaran dalam wadah terbuka).

Tabel 2.2 Karakteristik *Proximate Analysis* dan *Ultimate Analysis* Sampah Perkotaan

	Nilai (%)
Proximate analysis	
Moisture	15-40
Volatile matter	40-60
Fixed carbon	5-12
Noncombustibles	15-30
Ultimate analysis	
(combustible component)	
Carbon	40-60
Hidrogen	4-8
Oksigen	30-50
Nitrogen	0,2-1
Sulfur	0,05-0,3
Abu	1-10
Heating value	
Organic fraction, kJ/kg	12.000-16.000
Total kJ/kg	8.000-12.000

Sumber : Tchobanoglous (1993)

- *Ultimate analysis*

Analisis akhir sebuah komponen limbah biasanya melibatkan penentuan persen C (karbon), H (hidrogen), O (oksigen), N (nitrogen), S (belerang), dan abu. Hasil analisis akhir digunakan untuk menandai komposisi kimia dari materi organik di limbah padat. Selain itu juga digunakan untuk menentukan campuran yang tepat untuk bahan limbah yang sesuai dengan C / N rasio untuk proses konversi biologis. C (karbon) merupakan sumber energi bagi mikroorganisme, sedangkan N (nitrogen) digunakan untuk membangun sel-sel tubuh bagi mikroorganisme. Jika rasio C/N terlalu tinggi dekomposisi berjalan lambat. Jika rasio C/N rendah meskipun pada awalnya terjadi dekomposisi yang sangat cepat, tetapi berikutnya kecepatannya akan

menurun karena kekurangan karbon sebagai sumber energi dan nitrogen akan hilang melalui penguapan ammonia.

Tabel 2.3 Karakteristik Kimia dari Komponen *Combustible* Sampah Perkotaan

Persen Massa (Berdasarkan Berat Kering)							
Komponen	Karbon	Hidrogen	Oksigen	Nitrogen	Sulfur	Volatil	Abu
Sampah makanan	48	6,4	37,6	2,6	0,4	21,4	5
Kertas	43	6	44	0,3	0,2	75,9	6
Karton	44	5,9	44,6	0,3	0,2	77,5	5
Plastik	60	7,2	22,8	-	-	95,8	10
Tekstil	55	6,6	31,2	4,6	0,15	66	2,5
Karet	78	10	-	2	-	83,9	10
Kulit	60	8	11,6	10	0,4	68,5	10
Sisa tumbuhan	47	6	38	3,4	0,3	30	4,5
Kayu	49,5	6	42,7	0,2	0,1	68,1	1,5
Kaca	0,5	0,1	0,4	<0,1	-	-	98,9
Logam	4,5	0,6	4,3	<0,1	-	-	90,5
Kotoran, abu, dll.	26,3	3	2	0,5	0,2	20,5	68

Sumber : Tchobanoglous (1993)

- c. Karakteristik biologi, meliputi : biodegradibilitas, produksi bau dan juga perkembangbiakan lalat.

2.2 Transformasi pada Limbah Padat

Transformasi ini dapat dilakukan baik dengan campur tangan orang atau dengan fenomena alam. Limbah padat dapat ditransformasikan secara fisik, kimia dan biologis. Proses transformasi dan produk yang dihasilkan akan mempengaruhi perkembangan rencana pengelolaan sampah terpadu.

2.2.1 Transformasi Fisik

Transformasi fisik yang bisa dilakukan dalam operasional sistem manajemen limbah padat meliputi:

a. Pemilahan komponen sampah

Pemilahan komponen sampah dapat dilakukan secara manual dan/atau dengan menggunakan alat mekanik. Pemilahan digunakan untuk mengubah sekumpulan sampah yang heterogen menjadi beberapa komponen yang lebih homogen. Proses ini berguna agar sampah yang telah dipisahkan dapat dimanfaatkan dan digunakan kembali, atau dapat didaur ulang.

b. Pengurangan ukuran sampah

Tujuan dari pengurangan ukuran adalah untuk mendapatkan produk akhir yang cukup seragam dan dapat mengurangi ukuran dari bentuk aslinya. Proses ini dapat dilakukan dengan cara mencacah atau menggiling sampah tersebut. Dalam beberapa situasi, total volume material setelah dilakukan pengurangan ukuran mungkin lebih besar daripada volume aslinya. Alat yang umum digunakan adalah *hammermills*, *shear shredders*, dan bak penggiling.

c. Pemadatan sampah

Unit operasi ini berguna untuk meningkatkan densitas sehingga limbah padat dapat lebih efisien saat disimpan dan diangkut. Teknologi yang dapat digunakan untuk pemadatan limbah padat adalah *baling*, *cubing*, dan *pelleting*. Pemadatan sampah ini dilakukan karena beberapa alasan, diantaranya karena sampah tersebut sudah tidak bisa dimanfaatkan kembali, dan residu dari sistem pengolahan sampah.

2.2.2 Transformasi Kimia

Transformasi kimia limbah padat biasanya melibatkan perubahan fasa yaitu mengubah padat menjadi cair, padat menjadi gas, dan lain-lain. Untuk mengurangi volume sampah, proses yang digunakan adalah pembakaran, pirolisis, dan gasifikasi.

2.2.3 Transformasi Biologi

Transformasi biologi dapat berfungsi untuk mengurangi volume dan berat sampah, menghasilkan kompos, dan untuk menghasilkan metana. Organisme utama yang terlibat dalam transformasi biologis ini adalah bakteri, jamur, ragi, dan *actinomycetes*. Transformasi ini bisa dilakukan baik secara aerobik ataupun anaerobik, hal ini bergantung pada ketersediaan oksigen. Proses yang biasa dilakukan adalah proses pemanfaatan sampah organik sebagai pupuk kompos.

Tanpa dibatasi oleh waktu, sampah organik akan mengalami dekomposisi biologis. Tingkat dan jangka waktu dekomposisi yang terjadi akan bergantung pada sifat sampah, kadar air, nutrisi yang tersedia, dan faktor lingkungannya. Sampah organik ini dapat dikonversi menjadi residu organik yang dikenal sebagai kompos dalam waktu yang cukup singkat yaitu 4-6 minggu.

Pertimbangan desain yang terkait dengan dekomposisi biologis aerobik sampah adalah sebagai berikut (Tchobanoglous, 1993):

- a. Ukuran partikel, ukuran partikel yang optimal adalah berada diantara 25-75 mm.
- b. Rasio C/N, besar rasio C/N yang optimal adalah berada di antara 25-50. Pada rasio rendah, ammonia dilepaskan dan dapat mengganggu aktivitas biologi. Pada rasio tinggi, nitrogen mungkin memiliki nutrisi yang terbatas.
- c. *Blending* dan *seeding*, waktu pengomposan dapat dikurangi dengan melakukan penyemaian (*seeding*) dengan sebagian sampah terurai sekitar 1-5% dari berat.
- d. Kadar air, besar kadar air yang bagus adalah antara 50-60% selama proses kompos berlangsung, nilai paling optimal adalah 55%.
- e. Temperatur, untuk mencapai hasil yang baik temperatur sebaiknya berada diantara 50-55°C untuk beberapa hari pertama dan 55-60°C untuk sisa waktu pengomposan aktif.
- f. pH, untuk mendapatkan hasil yang optimal pada dekomposisi aerobik pH sebaiknya berada diantara 7-7,5.

Dapat disimpulkan bahwa persiapan proses kompos ini bukan tugas sederhana, terutama jika hasil yang optimal ingin dicapai. Untuk alasan ini, maka sebagian besar pengoperasian pengomposan ini telah dikembangkan sangat mekanik dan dilaksanakan di fasilitas yang dirancang khusus, dimana faktor-faktor desain tersebut dapat dikontrol secara efektif.

2.3 Standarisasi Pengelolaan Sampah

Standar yang berhubungan dengan pengelolaan persampahan telah diterbitkan oleh Departemen Pekerjaan Umum dan Badan Standarisasi Nasional yaitu:

1. SK-SNI. S-04-1991-03, tentang Spesifikasi Timbulan Sampah untuk kota kecil dan kota sedang di Indonesia, standar ini mengatur tentang jenis sumber sampah, besaran timbulan sampah berdasarkan komponen sumber sampah serta timbulan sampah berdasarkan klasifikasi kota.
2. SNI 19-2454-1991, tentang Tata cara Pengolahan Teknik Sampah Perkotaan.

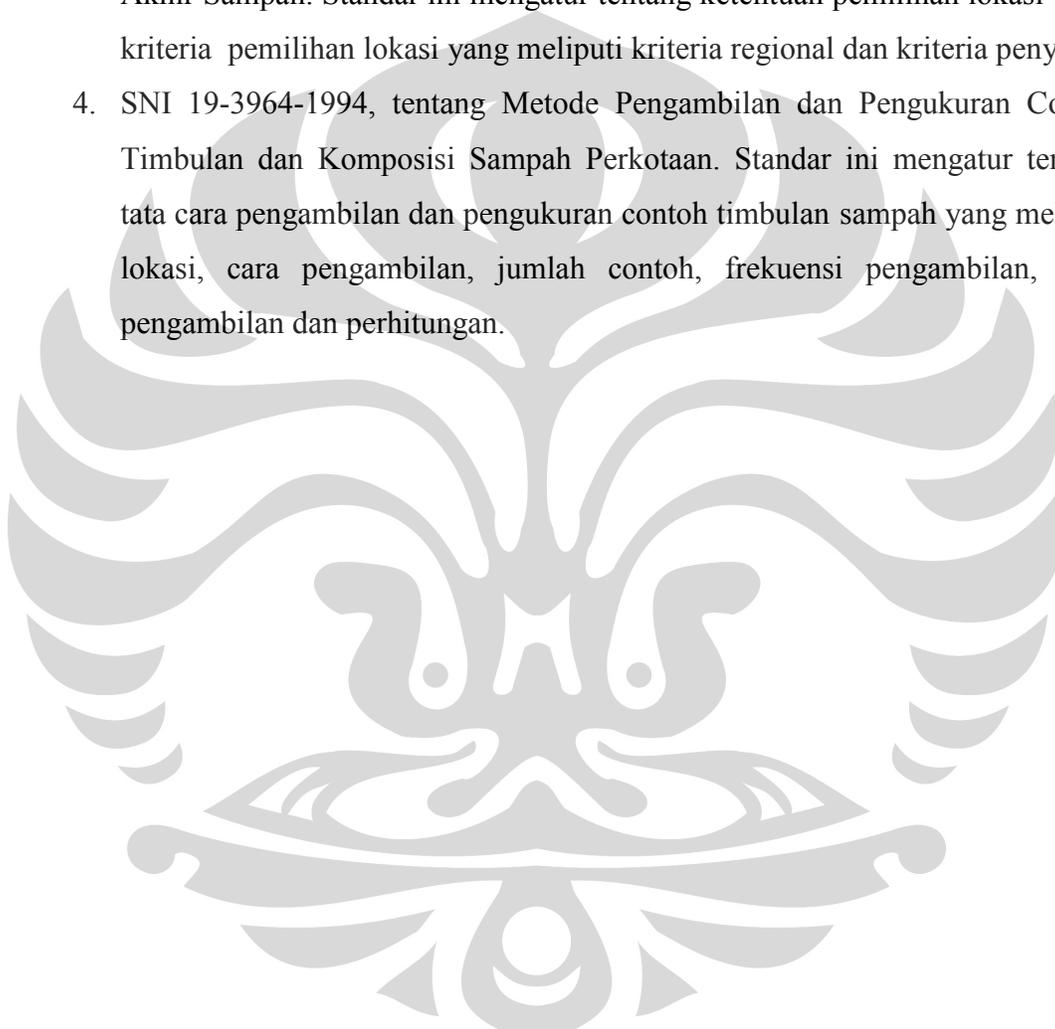
Standar ini mengatur tentang persyaratan teknis yang meliputi:

- a. Teknik operasional
- b. Daerah pelayanan
- c. Tingkat pelayanan
- d. Pewadahan sampah
- e. Pengumpulan sampah
- f. Pemindahan sampah
- g. Pengangkutan sampah
- h. Pengolahan
- i. Pembuangan akhir

Kriteria penentuan kualitas operasional pelayanan adalah:

- a. Penggunaan jenis peralatan
- b. Sampah terisolasi dari lingkungan
- c. Frekuensi pelayanan
- d. Frekuensi penyapuan
- e. Estetika

- f. Tipe kota
 - g. Variasi daerah pelayanan
 - h. Pendapatan dari retribusi
 - i. Timbulan sampah musiman.
3. SNI 03-3241-1994, tentang Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah. Standar ini mengatur tentang ketentuan pemilihan lokasi TPA, kriteria pemilihan lokasi yang meliputi kriteria regional dan kriteria penyisih.
 4. SNI 19-3964-1994, tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Standar ini mengatur tentang tata cara pengambilan dan pengukuran contoh timbulan sampah yang meliputi lokasi, cara pengambilan, jumlah contoh, frekuensi pengambilan, serta pengambilan dan perhitungan.



BAB 3 METODE PENELITIAN

3.1 Kerangka Pemikiran

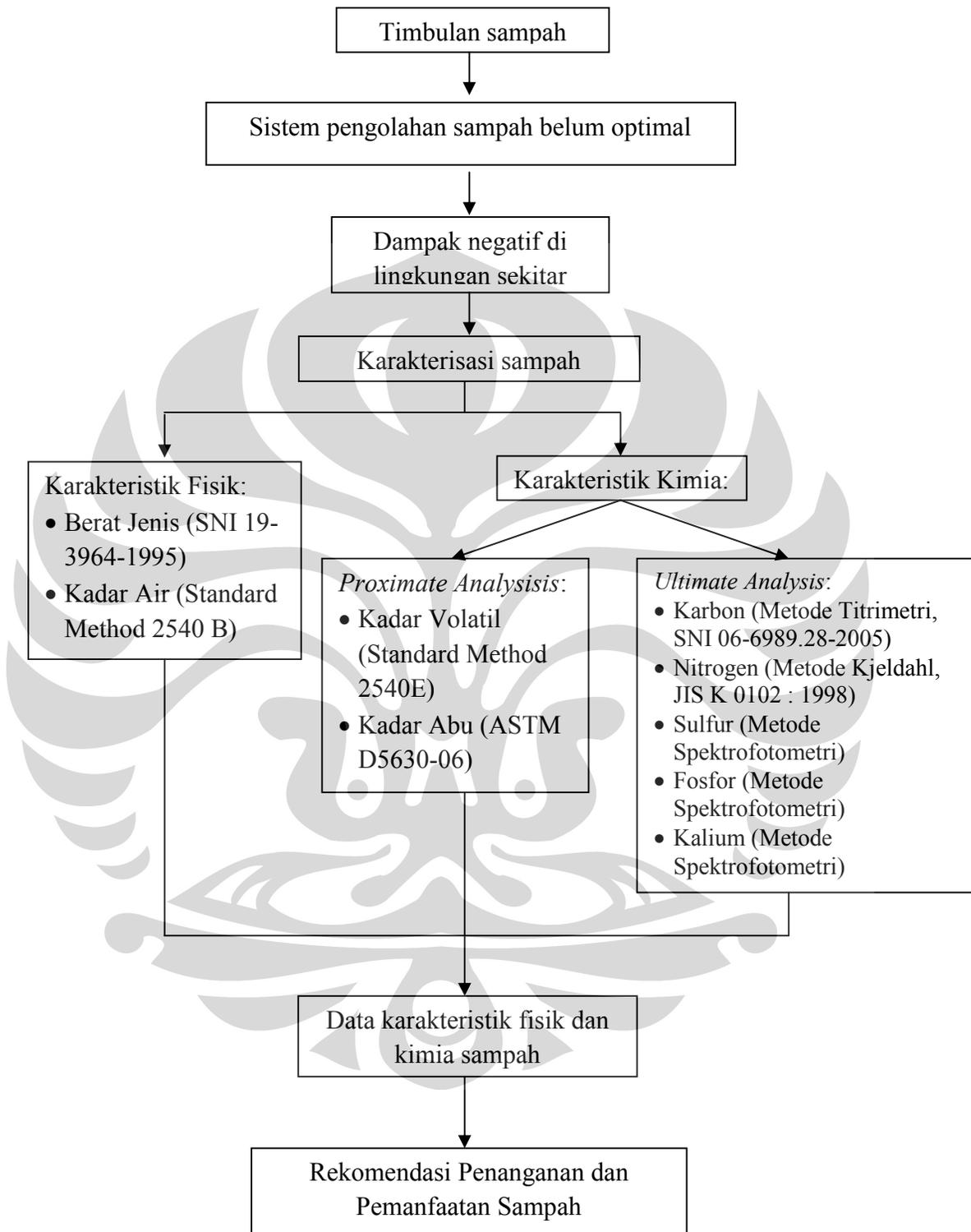
Hari demi hari timbunan sampah di TPA Cipayung Depok semakin lama semakin meninggi, hal ini terjadi karena sistem pengolahan sampah yang ada pada TPA Cipayung ini belum dilaksanakan secara optimal. Hal ini membawa dampak negatif pada lingkungan sekitar area TPA antara lain seperti timbulnya bau yang tidak sedap serta terjadinya pencemaran air tanah pada lingkungan sekitar. Untuk memperbaiki kondisi ini, diperlukan pemeriksaan karakteristik sampah yang terdapat di TPA Cipayung Depok ini.

Pemeriksaan yang akan dilakukan adalah pemeriksaan karakteristik fisik dan pemeriksaan karakteristik kimia. Pemeriksaan karakteristik fisik meliputi berat jenis dan kadar air, sedangkan untuk pemeriksaan kadar kimia dilakukan dalam dua analisis yaitu :

1. *proximate analysis* yang terdiri dari pemeriksaan kadar volatil dan kadar air, dan
2. *ultimate analysis* yang terdiri dari pemeriksaan konsentrasi karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, dan kalium.

Pemeriksaan masing-masing tersebut diatas dilakukan berdasarkan standar-standar yang sudah ada.

Setelah melakukan pemeriksaan, maka akan didapatkan data karakteristik fisik dan kimia sampah di TPA Cipayung. Berdasarkan data ini maka dapat direkomendasikan sistem pengolahan sampah yang tepat untuk TPA Cipayung Depok.



Gambar 3.1 Kerangka Konsep

Sumber: Hasil Olahan, 2010

3.2 Pendekatan Penelitian

Pendekatan yang akan digunakan pada penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif. Pendekatan kuantitatif adalah merupakan pendekatan yang menggunakan angka-angka dan data statistik, seperti eksperimental, studi korelasi dengan survey, dan standarisasi prosedur observasi, simulasi dan materi pendukung untuk studi kasus (Malo,1998).

Metode penelitian yang digunakan adalah metode kuantitatif. Penelitian kuantitatif adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta hubungan-hubungannya dan bertujuan dalam mengembangkan dan menggunakan model-model matematis, teori-teori dan/atau hipotesis yang berkaitan dengan fenomena alam (Creswell, 2003). Metode ini menggunakan metode survey dan melakukan pengujian pada sampel-sampel yang diambil di laboratorium.

3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di TPA Cipayung Depok dan pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Penyehatan dan Lingkungan Universitas Indonesia. Waktu penelitian adalah 10 (sepuluh) hari dimulai dari tanggal 30 April 2010 sampai dengan tanggal 13 Mei 2010.

3.4 Teknik Pengumpulan Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu berupa data primer dan data sekunder. Untuk mendapatkan kedua data tersebut, maka dilakukan beberapa teknik pengumpulan data, antara lain dengan:

1. Studi Literatur

Teknik pengumpulan data dengan cara ini dikenal juga dengan kajian pustaka, dimana data diambil dari sumber tertulis atau dokumen seperti buku, jurnal penelitian, media, peraturan tertulis, dan lain sebagainya. Data ini digunakan sebagai data sekunder.

2. Survey

Survey dilakukan untuk melihat situasi lapangan yang sebenarnya agar dapat menentukan teknik pengambilan sampel yang tepat.

3. Pemeriksaan karakteristik fisik dan kimia

Pemeriksaan ini dilakukan terhadap contoh sampah (sampel) di dalam laboratorium sesuai dengan parameter-parameter yang telah ditentukan.

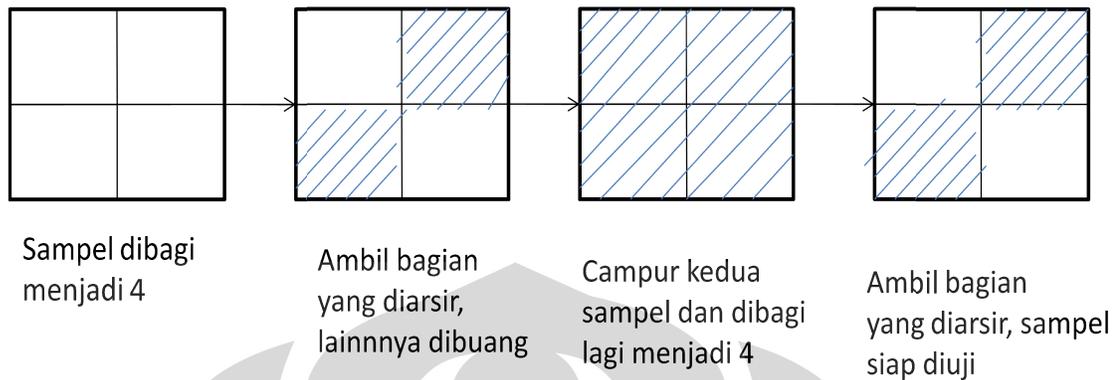
3.5 Tahapan Pelaksanaan Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pertama berupa pengambilan contoh uji sampah (sampel) di TPA Cipayung Depok dan tahap kedua berupa pemeriksaan terhadap sampel.

A. Tahap pertama: pengambilan sampel sampah di TPA Cipayung

Untuk mendapatkan dan mengumpulkan contoh uji (sampel) sampah dilakukan dengan beberapa metode tergantung dengan kondisi lingkungan. Pada penelitian ini, pengambilan sampel sampah dilakukan secara acak (random) pada timbunan sampah yang belum dipadatkan. Sampah yang diambil untuk contoh uji ini kemudian dihomogenkan dengan menggunakan metode seperempat atau *quarterny method* sebagai berikut:

- a. Pertama sampah yang diambil dan dimasukkan serta dipadatkan dalam kotak kayu berukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm.
- b. Setelah padat, sampah tersebut kemudian dibagi menjadi 4 (empat), 2 (dua) bagian ditinggal sedangkan 2 (dua) bagian yang berlawanan dikeluarkan.
- c. Dua bagian yang tertinggal kemudian diaduk dan dipadatkan serta dibagi menjadi 4 (empat) bagian lagi.
- d. Setelah itu kemudian 2 (dua) bagian ditinggal dan 2 (dua) bagian berlawanan dikeluarkan.
- e. Proses ini dilakukan berkali-kali sehingga tersisa sampah sampel yang akan dianalisis. Sampah sampel ini kemudian dimasukkan dalam kantong plastik.



Gambar 3.2 *Quarterny Method* dalam Pengambilan Sampel

Sumber: Hasil Olahan, 2010

B. Tahapan pemeriksaan pada sampel sampah

Pada tahapan ini, akan dilakukan pemeriksaan untuk karakteristik sampah dengan parameter yang berbeda. Karakteristik tersebut dibagi menjadi dua yaitu, karakteristik fisik dan karakteristik kimia.

1. Karakteristik Fisik Sampah

Untuk mengetahui karakteristik fisik sampah dilakukan pemeriksaan sebagai berikut:

a. Berat Jenis

Berat Jenis dihitung dengan menggunakan kotak kayu berukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm yang telah diketahui beratnya melalui penimbangan. Sampel akan dimasukkan dan dipadatkan di dalam kotak tersebut kemudian ditimbang. Berat jenis sampel diketahui dari selisih berat keseluruhan dikurangi berat kotak.

b. Kadar Air

Sampel yang telah ditimbang sebanyak ± 10 gram diletakkan di dalam cawan porselin. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 105°C selama 3 jam. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam desikator selama 30 menit dan kemudian sampel ditimbang sampai

bobot tetap. Pemeriksaan kadar air ini dilakukan berdasarkan *Standard Method 2540 B*.



Gambar 3.3 Oven

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2010

2. Karakteristik Kimia Sampah

a. *Proximate Analysis*

1) Kadar volatil

Sampel yang sudah dikeringkan di dalam oven 105°C dipanaskan lagi di dalam *furnace* dengan suhu 600°C selama 1 jam. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam desikator hingga suhu ruang, kemudian sampel ditimbang. Prosedur ini dilakukan berdasarkan *Standard Method 2540 E*.

2) Kadar Abu

Sisa sampel yang telah dipanaskan dengan suhu 600°C , kemudian dipanaskan kembali di dalam *furnace* dengan suhu 950°C selama 7 menit. Setelah 7 menit, sampel dimasukkan ke dalam *furnace* hingga suhu ruang dan sampel ditimbang. Metode ini sesuai dengan ASTM D5630-06.



Gambar 3.4 *Furnace*

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2010

b. *Ultimate Analysis*

Untuk menguji parameter *Ultimate Analysis*, sampel limbah padat tersebut harus dipersiapkan terlebih dahulu.

1) Persiapan untuk sampel padat

Sampel yang telah dihaluskan dihilangkan kadar airnya dan dilarutkan dengan HCl untuk mempermudah kelarutan. Kemudian larutan tersebut disaring dan larutan yang melewati saringan siap untuk diperiksa kadarnya.

2) Kadar Karbon (C)

Dengan menggunakan metode titrimetri yang berdasarkan SNI 06-6989.28-2005, sampel didekomposisi oleh H_2SO_4 (p) menjadi C bebas. Kemudian dalam suasana asam pekat C akan mereduksikan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ menjadi Cr^{3+} . Kelebihan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ direduksikan dengan FeSO_4 , sehingga kelebihan FeSO_4 dapat dititrasi dengan KMnO_4 dan didapatkan warna titik akhir lembayung.

3) Kadar Nitrogen (N)

Dengan menggunakan metode Kjeldahl pada standar JIS K 0102:1998, pengujian ini dibagi dengan dua tahap:

a) Pretreatment (Distilasi)

Sampel ditambahkan dengan K_2SO_4 , asam sulfat, dan potassium sulfat kemudian dipanaskan untuk mendekomposisi kandungan organik. Setelah itu masukkan NaOH agar menjadi alkalinitas, didistilasikan agar ammonia terabsorpsi di dalam H_2SO_4 .

b) *Neutralization titrimetry*

Membuat amonia dari proses pretreatment (penyulingan) kemudian diserap dalam larutan (25 mmol / l) dengan jumlah tertentu asam sulfat terlarut, titrasi asam sulfat yang tersisa dalam larutan dengan 50 mmol / l larutan sodium hidroksida, dan dengan demikian ion amonium ditentukan.

4) Kadar Sulfur (S)

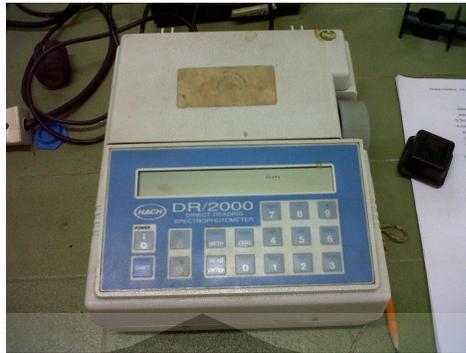
Sampel yang telah dipersiapkan direaksikan dengan Sulfaver 4 Powder Pillow kemudian diperiksa dengan metode spektrofotometri dengan panjang gelombang 450 nm.

5) Kadar Fosfor (P)

Sampel yang telah dipreparasi direaksikan dengan Molybdate reagent dalam suasana asam dengan asam amino yang kemudian diperiksa dengan metode spektrofotometer dengan panjang gelombang 530 nm.

6) Kadar Kalium (K)

Sampel yang telah direaksikan dengan reagent diperiksa dengan metode spektrofotometer dengan panjang gelombang 650 nm.



Gambar 3.5 DR 2000

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2010

3.6 Analisis Data

Data yang telah diperoleh akan dianalisis dan diolah untuk mendapatkan karakteristik sampah berdasarkan sifat fisik dan kimia. Tahapan pengerjaan yang harus dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Menghitung berat jenis sampah

Berat jenis sampah dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Berat Jenis Sampah} = \frac{\text{massa sampah (kg)}}{\text{volume sampah (l)}} \quad (3.1)$$

Dimana berat sampah didapat dari hasil penimbangan dan volume sampah dihitung dengan menggunakan kotak kayu berukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm.

2. Menghitung Kadar Air

Kadar air dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$M = \left(\frac{w - d}{w} \right) 100 \quad (3.2)$$

Dimana: M = kadar air, %

w = berat awal, kg

d = berat setelah dikeringkan dalam oven 105°C, kg

3. Menghitung Kadar Volatil

Rumus besar kadar volatil sama dengan persamaan kadar air, yaitu:

$$V = \left(\frac{d - e}{w} \right) + \left(\frac{e - f}{w} \right) \times 100 \quad (3.3)$$

Dimana: V = kadar volatil, %

w = berat awal, kg

d = berat setelah dikeringkan dalam oven 105°C, kg

e = berat setelah dipanaskan dalam *furnace* 600°C, kg

f = berat setelah dipanaskan dalam *furnace* 950°C, kg

4. Menghitung Kadar Abu

Persentase kadar abu dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Ash = \frac{f}{w} \times 100 \quad (3.4)$$

Dimana: Ash = kadar abu, %

f = berat setelah dipanaskan dalam *furnace* 950°C, kg

w = berat awal, kg

5. Menghitung Kadar Karbon (C)

Untuk menghitung kadar karbon, digunakan rumus sebagai berikut:

$$C = \frac{(Va - Vb) \times N \text{ KMnO}_4 \times f \times bst \text{ C} \times 1000}{Vol. Sampel} \quad (3.5)$$

Dimana :

Va = volume titrasi KMnO₄ yang dibutuhkan oleh sampel (ml)

Vb = volume titrasi KMnO₄ yang dibutuhkan oleh air suling (ml)

N KMnO₄ = 0,1 N

F = faktor pengenceran

Bst Karbon = 3

Vol. Sampel = volume sampel (ml)

6. Menghitung Kadar Nitrogen (N)

Hitung konsentrasi ion amonium dalam sampel menurut rumus berikut:

$$N = (b - a) \times f \times \frac{1000 \times 0.7}{V} - A \times 0.7766 \quad (3.6)$$

Dimana:

- N = nitrogen organik (mg/l)
- b = 50 mmol/l larutan NaOH untuk titrasi blanko (ml)
- a = 50 mmol/l larutan NaOH yang dibutuhkan untuk titrasi larutan (ml)
- f = faktor larutan 50 mmol/l sodium hidroksida (N)
- V = volume sampel (ml)
- A = ion ammonium (mgNH_4^+/l)
- 0.7 = berat ekivalen NaOH (mg)

7. Menghitung Kadar Sulfur (S), Fosfor (P), dan Kalium (K)

Untuk mendapatkan data besar kadar sulfur (S), Fosfor (P) dan Kalium (K), dapat dilihat pada display spektrofotometer.

BAB 4

GAMBARAN UMUM WLAYAH

4.1 Kota Depok

Secara geografis, kota Depok terletak pada koordinat $6^{\circ}19'00''$ - $6^{\circ}28'00''$ Lintang Selatan dan $106^{\circ}43'00''$ - $106^{\circ}55'30''$ Bujur Timur (BAPPEDA Depok, 2008). Kota Depok berbatasan langsung dengan kota Jakarta atau berada dalam lingkungan wilayah Jabotabek. Dari selatan ke utara, Depok merupakan daerah dataran rendah dengan elevasi tanah antara 50-140 meter di atas permukaan laut dengan kemiringan lerengnya kurang dari 15%. Kota Depok mempunyai luas wilayah sekitar $200,29 \text{ km}^2$ dan dibagi menjadi 6 wilayah kecamatan yaitu Sawangan, Pancoran Mas, Sukmajaya, Cimanggis, Beji, dan Limo. Sampai tahun 2008, kota Depok mempunyai 63 kelurahan, 840 Rukun Warga (RW), dan 4.648 Rukun Tetangga (RT).

Kota Depok dialiri oleh dua sungai besar yaitu Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane serta 13 sub Satuan Wilayah Aliran Sungai. Selain itu terdapat pula 25 situ dengan luas situ pada tahun 2005 sebesar 169,68 Ha dan memiliki kualitas air yang buruk akibat tercemar.

Jumlah penduduk kota Depok pada tahun 2008 mencapai 1.503.677 jiwa, yang terdiri dari laki-laki 780.092 jiwa dan perempuan 723.585 jiwa. Laju pertumbuhan penduduk Kota Depok tahun 2008 adalah 3,43 %. Kepadatan penduduk kota Depok mencapai $7.507,50 \text{ jiwa/km}^2$. Kecamatan Sukmajaya merupakan kecamatan terpadat di Kota Depok dengan tingkat kepadatan $10.264,61 \text{ jiwa/km}^2$, kemudian Kecamatan Beji dengan tingkat kepadatan $10.013,29 \text{ jiwa/km}^2$. Sedangkan kecamatan dengan kepadatan penduduk terendah adalah kecamatan Sawangan, yaitu sebesar $3.714,75 \text{ jiwa/km}^2$.

Tabel 4.1. Jumlah Penduduk, Luas Wilayah, dan Kepadatan Penduduk Menurut Kecamatan di Kota Depok

No	Kecamatan	Jumlah Penduduk (jiwa)	Luas Wilayah (Km ²)	Kepadatan Penduduk (jiwa/km ²)
1	Sawangan	169.727	45,69	3.714,75
2	Pancoran Mas	275.103	29,83	9.222,36
3	Sukmajaya	350.331	34,13	10.264,61
4	Cimanggis	412.388	53,54	7.702,43
5	Beji	143.190	14,3	10.013,29
6	Limo	152.938	22,8	6.707,81
Kota Depok		1.503.677	200,29	7.507,50

Sumber : BAPPEDA Depok, 2008

4.2 TPA Cipayung Depok

TPA Cipayung merupakan satu-satunya tempat pembuangan akhir sampah yang ada di kota Depok dan merupakan tempat pembuangan akhir yang melayani dan menampung sampah dari seluruh wilayah kota Depok. Tempat pembuangan akhir yang mulai dioperasikan sejak tahun 1984 ini terletak di Jalan Bukit Kapur RW 07, Kelurahan Cipayung, Kecamatan Pancoran Mas, Depok. TPA Cipayung ini berada sekitar 10 km dari pusat kota Depok dengan jadwal operasional pada hari Senin-Jumat pukul 08.00-16.00 WIB dan hari Sabtu 08.00-12.00 WIB.

Batas-batas area TPA Cipayung adalah :

- Sebelah utara : Saluran drainase dengan perkerasan
- Sebelah selatan : Sungai Pesanggrahan
- Sebelah timur : Saluran drainase dengan perkerasan dan jalan masuk
- Sebelah barat : Sungai Pesanggrahan



Gambar 4.1 TPA Cipayung Depok Tampak Atas

Sumber : www.googleearth.com, 2010

Pemilihan lokasi TPA Cipayung ini pada awalnya hanya untuk memanfaatkan lahan kosong yang tidak produktif, dimana lahan tersebut hanyalah berupa lahan kosong yang berkapur dengan kemiringan kurang dari 20%. Oleh karena kondisi tanah yang sulit dimanfaatkan, maka pada tahun 1984 lahan ini kemudian digunakan sebagai tempat pembuangan sampah kota Depok dengan luas area 6,1 ha.

Sesuai dengan kebutuhan pelayanan dan penampungan sampah, maka areal TPA menjadi semakin berkembang sehingga saat ini, total keseluruhan luas TPA Cipayung telah mencapai sekitar 11,6 ha. Area penampungan sampah TPA Cipayung saat ini memiliki dua kolam penampungan sampah yaitu :

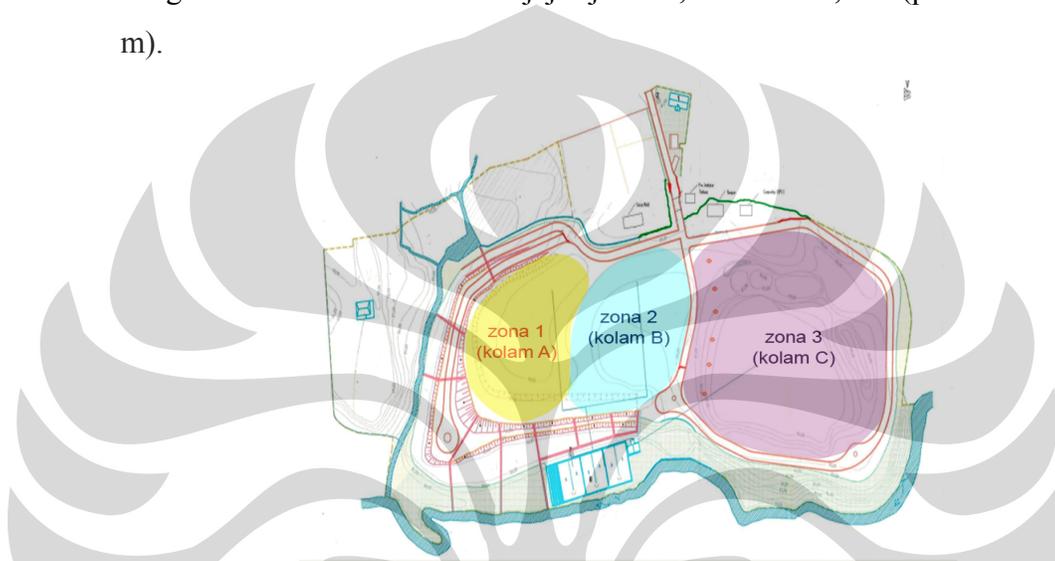
1. Kolam Lama

Luas total kolam lama sekitar 9,1 ha yang terbagi atas tiga zona yaitu Zona I (Kolam A), Zona II (Kolam B), dan Zona III (Kolam C). Ketiga kolam ini dibangun pada tahun 2002 dan dirancang untuk 10 tahun kedepan dengan perkiraan kapasitas tampung sampah sebanyak 1.200.000 m³ pada areal

penimbunan seluas 91.000.000 m² atau 9,1 ha dengan kedalaman penimbunan sedalam 16-23 m atau rata-rata 23,3 m

2. Kolam Baru

Kolam penampungan baru memiliki luas sekitar 6.174 m² atau 0,6174 ha dengan perkiraan kapasitas tampung sampah sebesar 46.305-61.740 m³; dengan kedalaman timbunan sejajar jalan 7,5 m dan 10,0 m (penambahan 2,5 m).



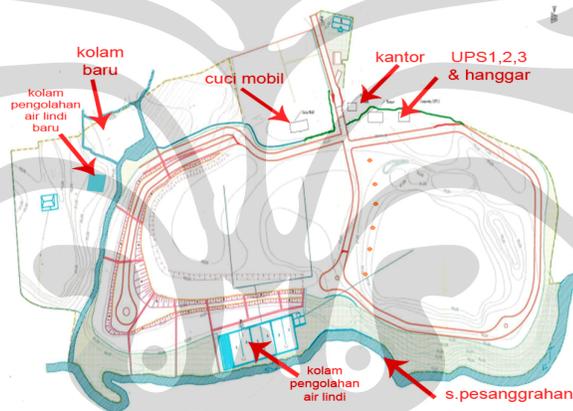
Gambar 4.2 Pembagian Zona pada Kolam Lama di TPA Cipayung

Sumber : Dokumentasi TPA Cipayung Depok (telah diolah kembali)

Pada awalnya sistem pembuangan sampah yang diterapkan adalah sistem *open dumping* yaitu dimana sampah hanya dibuang begitu saja di TPA tanpa dikelola lebih jauh. Kemudian di tahun 2002 TPA Cipayung merencanakan sistem baru yaitu sistem *sanitary landfill*. Namun, pada kenyataannya pengaplikasian sistem ini tidak mudah untuk dilakukan akibat masalah operasional dan biaya sehingga diterapkanlah sistem *controlled landfill*. Sistem *controlled landfill* atau disebut dengan pengurugan berlapis terkendali merupakan sistem yang menerapkan penutupan sampah dengan lapisan tanah setinggi 10-20 cm. Sampah yang telah diurug dan dipadatkan di area pengurugan ditutup dengan tanah, sedikitnya satu kali setiap tujuh hari.

Dalam mengelola sampah, dibutuhkan sarana dan prasarana penunjang operasional di dalam TPA. Fasilitas-fasilitas pendukung pengelolaan sampah yang ada di TPA Cipayung antara lain :

- 54 unit truk pengangkut (*dump truck* dan *arm roll truck*)
- Alat-alat berat : 1 *excavator*, 2 *buldozer*, 1 *track loader*
- 5 unit UPS (3 aktif, 2 masih belum aktif)
- Kolam pengolahan air lindi
- Hanggar
- Tempat cuci mobil
- Pos pencatatan volume sampah
- Kantor



Gambar 4.3 Lokasi Sarana dan Prasarana TPA Cipayung Depok

Sumber: Telah diolah kembali



Gambar 4.4 Kantor TPA Cipayung Depok

Sumber: Dokumentasi TPA Cipayung Depok



Gambar 4.5 UPS TPA Cipayung Depok

Sumber: Hasil Olahan

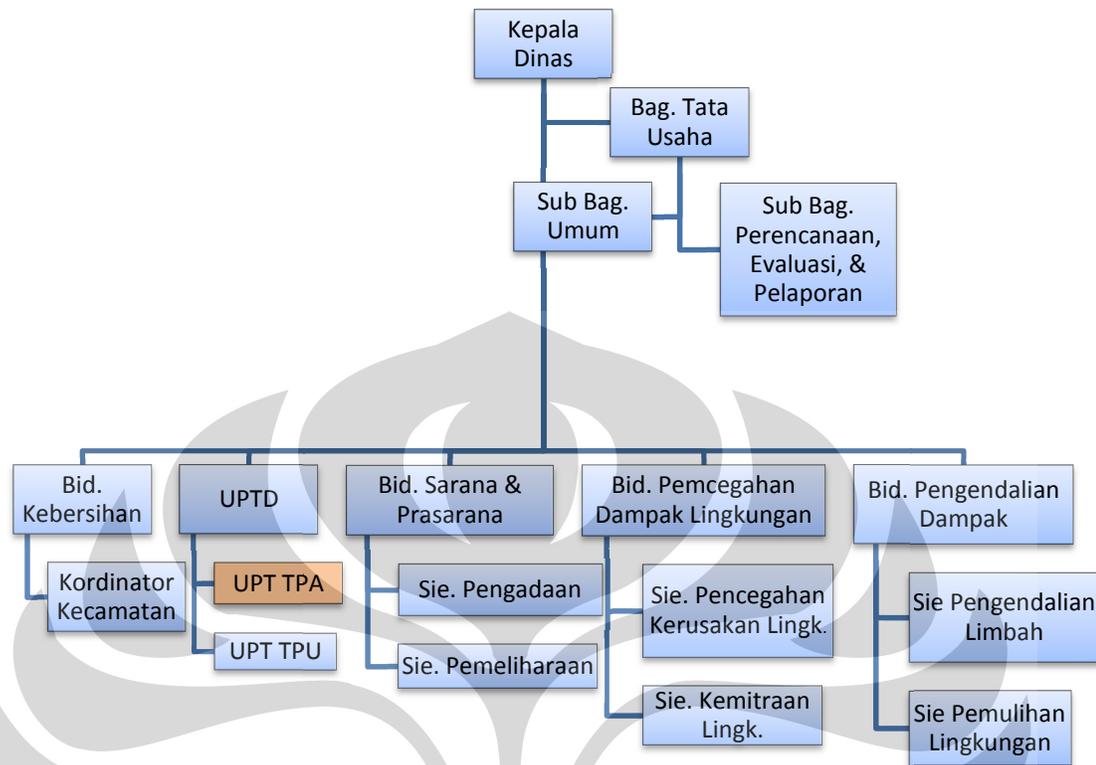


Gambar 4.6 Kolam Pengolahan Air Lindi

Sumber: Hasil Olahan

4.3 Struktur Organisasi TPA Cipayung Depok

Salah satu aspek penting dalam pengelolaan sampah perkotaan adalah aspek institusi atau kelembagaan. Pemerintah daerah Depok pun memiliki struktur organisasi dalam menjalankan pengelolaan sampah perkotaan. Masalah kebersihan dan sampah kota Depok menjadi tanggung jawab Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Depok (DPK kota Depok). Unit Pelaksana Tugas (UPT) TPA Cipayung berada dibawah pengawasan Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Depok.



Gambar 4.7 Struktur DKP Kota Depok

Sumber: DKP, 2008

Dalam UPT TPA Cipayung sendiri terdapat struktur organisasi dalam menjalankan operasional pengelolaan sampah di TPA Cipayung. Saat ini UPT TPA Cipayung dipimpin oleh bapak Dheni Wahyu S. Sos dan dibantu oleh staff. Berikut gambar diagram struktur organisasi UPT TPA Kota Depok :

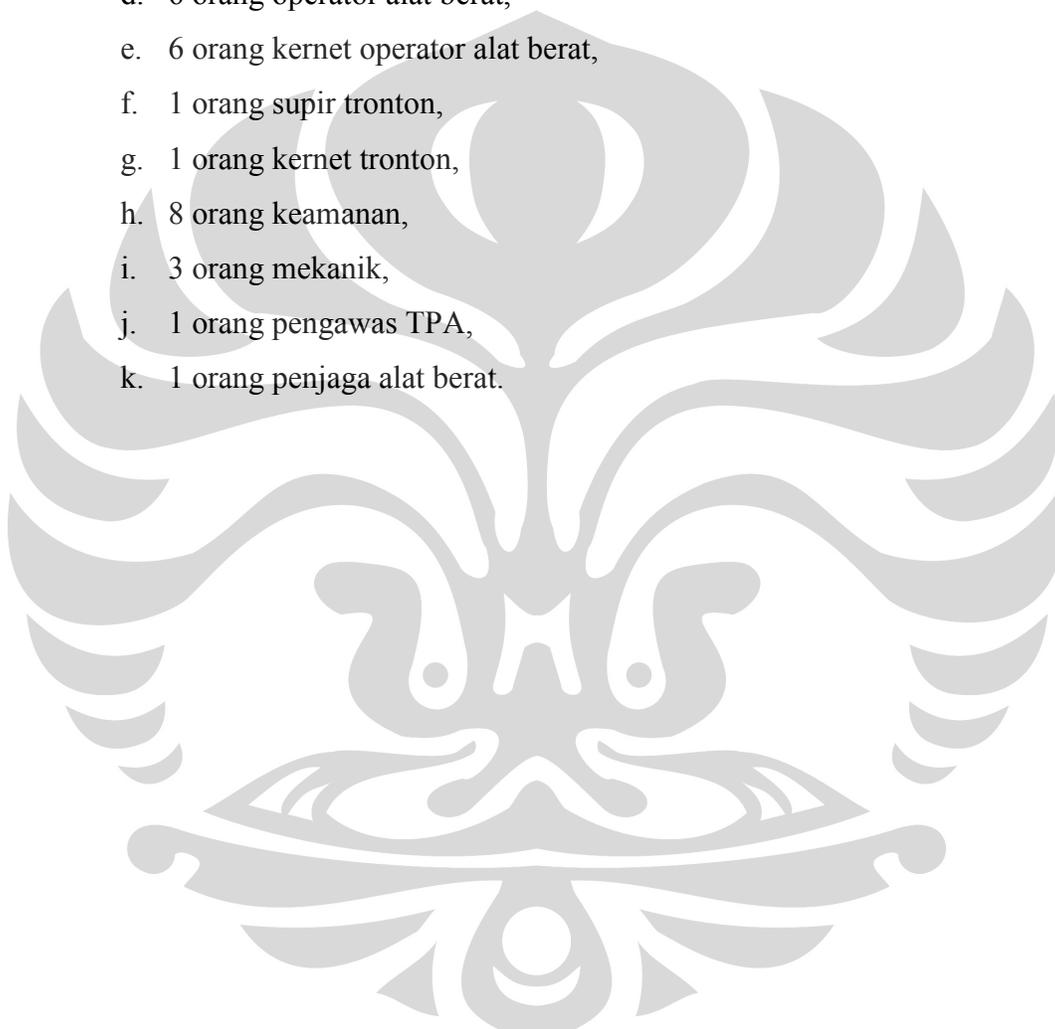


Gambar 4.8 Struktur UPTD TPA Cipayung Depok

Sumber: DKP, 2008

Tenaga kerja yang ada di UPT TPA Cipayung berjumlah sekitar 69 orang, terdiri dari:

- a. 3 orang PNS,
- b. 33 orang Non-PNS,
- c. 6 orang petugas TPA,
- d. 6 orang operator alat berat,
- e. 6 orang kernet operator alat berat,
- f. 1 orang supir tronton,
- g. 1 orang kernet tronton,
- h. 8 orang keamanan,
- i. 3 orang mekanik,
- j. 1 orang pengawas TPA,
- k. 1 orang penjaga alat berat.



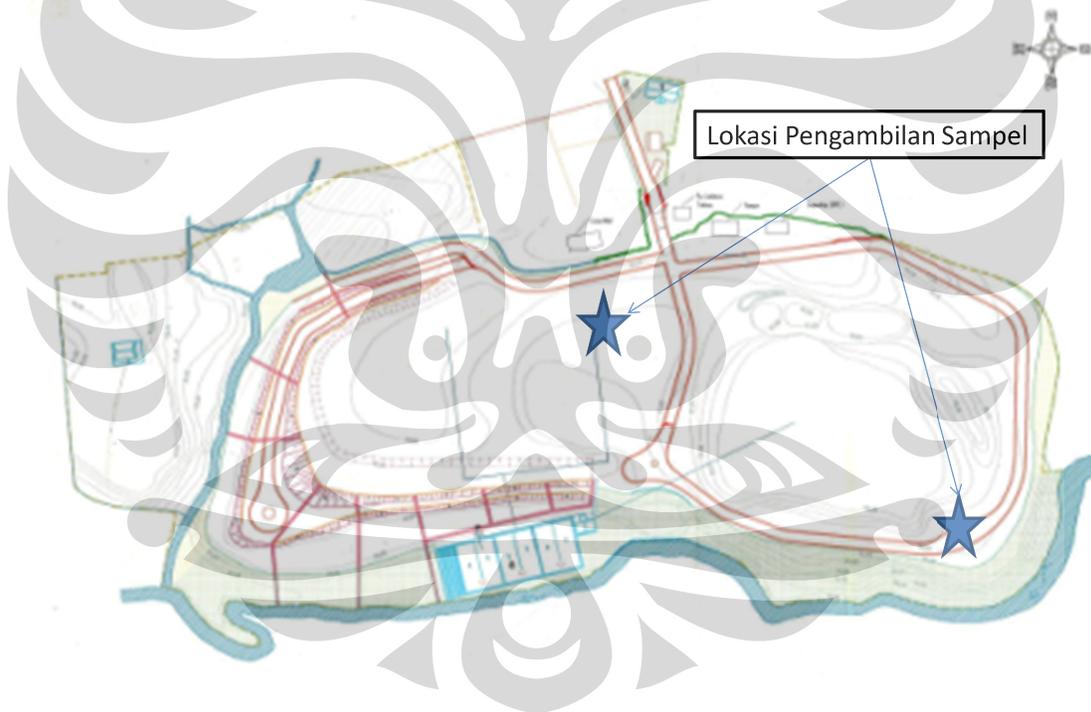
BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Lokasi dan Proses Pengambilan Sampel

Sebelum melakukan pengambilan sampel untuk pemeriksaan di laboratorium, dilakukan survey terlebih dahulu untuk mengetahui kondisi eksisting TPA Cipayung. Survey ini dilakukan untuk mengetahui kondisi lapangan dan sistem pengolahan yang diterapkan di TPA tersebut. Selain itu, dibutuhkan juga data-data awal sebelum penelitian dilakukan.

Pengambilan sampel dilakukan selama 10 hari pada pagi hari. Lokasi pengambilan sampel disesuaikan dengan lokasi *active cell* di TPA Cipayung.



Gambar 5.1 Lokasi Pengambilan Sampel di TPA Cipayung Depok

Sumber: Dokumentasi TPA Cipayung Depok (telah diolah kembali)

Gambar 5.1 menunjukkan lokasi pengambilan sampel selama penelitian berlangsung dimana pada minggu pertama pengambilan sampel dilakukan di sebelah utara dan pada minggu kedua di sebelah selatan. Sampel tersebut diambil sebelum

dilakukan pemadatan sampah dan kemudian sampel dimasukkan ke dalam kotak berukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm. Sebelum melakukan proses homogenisasi sampah, sampel tersebut ditimbang terlebih dahulu yang berguna sebagai data untuk parameter berat jenis. Setelah sampel dihomogenkan, sampel dimasukkan ke dalam kantung plastik dan siap untuk diperiksa di dalam laboratorium.



Gambar 5.2 Salah Satu Lokasi Pengambilan Sampel
Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2010



Gambar 5.3 Proses Pengambilan Sampel
Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2010

Pemeriksaan sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Penyehatan dan Lingkungan Universitas Indonesia. Di laboratorium ini dilakukan pemeriksaan sebanyak 8 parameter setiap harinya yaitu kadar air, kadar volatil, kadar abu, karbon, nitrogen, sulfur, fosfor, dan kalium.

5.2 Karakteristik Fisik

5.2.1 Berat Jenis

Berat jenis merupakan berat material per satuan volume. Berat jenis merupakan data yang sangat penting dalam studi mengenai timbulan sampah, terutama jika menggunakan satuan volume. Data berat jenis umumnya dibutuhkan untuk mengukur besar total massa dan volume sampah yang harus dikelola dengan baik.



Gambar 5.4 Penimbangan Sampel untuk Pemeriksaan Berat Jenis

Sumber: Kurniawati, 2010

Pemeriksaan berat jenis ini telah dilakukan oleh Kurniawati (2010) selama 12 hari. Dari data yang didapat dan kemudian diolah, didapat rata-rata berat jenis sebesar $99,67 \text{ kg/m}^3$. Menurut Tchobanoglous (1993), besar berat jenis bergantung pada komposisi sampah yang masuk ke TPA Cipayung, lama penyimpanan sampah dan kondisi cuaca pada saat pengambilan sampel.

Data berat jenis ini digunakan untuk mengetahui besar timbulan sampah yang terjadi pada TPA Cipayung dalam sehari. Menurut Kurniawati (2010), berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai rata-rata volume timbulan sampah yang masuk ke TPA dalam satu hari adalah $798,97 \text{ m}^3/\text{hari}$ atau $798.966,7 \text{ liter/hari}$. Jika dikalikan dengan berat jenis rata-rata maka timbulan sampah yang masuk ke TPA sebesar $79.634,14 \text{ kg/hari}$ atau $79,634 \text{ ton/hari}$.

5.2.2 Kadar Air

Pemeriksaan kadar air dilakukan dengan mengeringkan sampel pada suhu 105°C. Materi yang hilang setelah proses pemanasan tersebut merupakan besar air yang terkandung dalam sampel.



Gambar 5.5 Penimbangan Sampel untuk Pemeriksaan Kadar Air

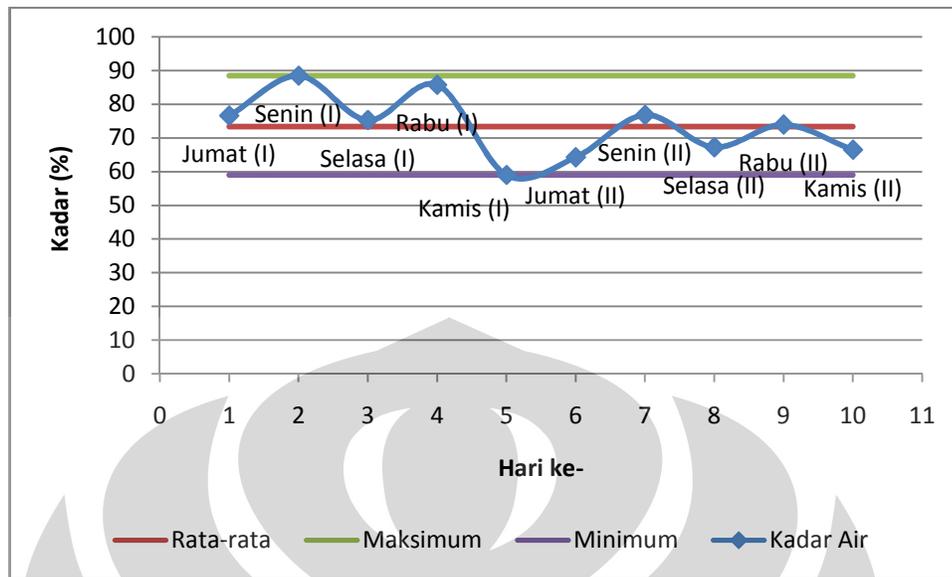
Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2010

Dengan menggunakan persamaan 3.2, data yang didapat kemudian diolah dan dapat dilihat pada Tabel 5.1 berikut ini:

Tabel 5.1 Pengolahan Data Kadar Air Sampah

Minggu I					
Hari	Hari ke-	Berat Sampel (w)	Berat 105°C (d)	Berat Hilang (w-d)	Kadar Air
		(g)	(g)	(g)	(%)
Jumat	1	10,0612	2,3572	7,7040	76,57
Senin	2	10,3788	1,2036	9,1752	88,40
Selasa	3	10,1265	2,5095	7,6170	75,22
Rabu	4	10,4578	1,4948	8,9630	85,71
Kamis	5	10,0016	4,1038	5,8978	58,97
Minggu II					
Hari	Hari ke-	Berat Sampel (w)	Berat 105°C (d)	Berat Hilang (w-d)	Kadar Air
		(g)	(g)	(g)	(%)
Jumat	6	10,1606	3,6364	6,5242	64,21
Senin	7	10,4444	2,4256	8,0188	76,78
Selasa	8	16,6422	5,4590	11,1832	67,20
Rabu	9	10,9862	2,8664	8,1198	73,91
Kamis	10	10,7716	3,6148	7,1568	66,44
Rata-rata					73,34

Sumber: Hasil Olahan, 2010



Gambar 5.6 Kadar Air Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010)

Sumber: Hasil Olahan, 2010

Pada Gambar 5.6, grafik menunjukkan besar persentase kadar air selama 10 hari penelitian. Grafik tersebut menggambarkan variasi besar kadar air tiap harinya yang terlihat tidak terlalu jauh berbeda. Rata-rata persentase kadar air yang terkandung adalah 73,34%. Persentase kadar air tertinggi ada pada hari ke-2 (hari Senin pada minggu pertama) yaitu sebesar 88,40% dan yang paling kecil adalah pada hari ke-5 (hari Kamis pada minggu pertama) yaitu 58,97%. Besar persentase kadar air yang terkandung oleh sampah tergantung pada musim tahunan, kelembaban, kondisi cuaca dan komposisi sampah.

Dalam penelitian ini, kondisi yang memungkinkan terjadinya perbedaan adalah musim tahunan, kelembaban, kondisi cuaca, dan komposisi sampah. Hal ini terjadi akibat curah hujan yang tinggi pada hari sebelum pengukuran dimana hujan terjadi sebanyak dua kali dalam sehari. Besarnya curah hujan pada hari tersebut berdasarkan pencatatan stasiun hujan UI Depok sebesar 15,2 mm. Curah hujan ini diperkirakan dapat menambah kandungan air di dalam sampah tersebut. Sebagai contoh pada hari ke-7 yaitu hari Senin minggu kedua, grafik kadar air mengalami kenaikan yaitu sebesar 76,78%.

Selain itu, komposisi sampah yang masuk juga dapat mempengaruhi besarnya kadar air. Berdasarkan Tabel 2.1, dapat dilihat bahwa jenis sampah yang memiliki kadar air terbesar adalah sampah makanan sebesar 70%, kemudian diikuti dengan sampah sisa tumbuhan 60%, kayu 20%, kulit 10%, dan sampah jenis lainnya. Berikut ini adalah komposisi sampah yang ada di TPA Cipayung Depok yang telah diteliti oleh Kurniawati (2010).

Tabel 5.2 Komposisi Sampah di TPA Cipayung Depok pada Tanggal 30 April 2010-13 Mei 2010

Minggu I							
Hari	Hari ke-	Komposisi Sampah					
		Organik	Kertas	Plastik	Kaca	Logam	Lainnya
Jumat	1	74,17%	6,67%	15,00%	0,42%	0,42%	3,33%
Senin	2	89,52%	4,03%	5,65%	0,00%	0,00%	0,81%
Selasa	3	78,87%	4,93%	14,79%	0,70%	0,00%	0,70%
Rabu	4	73,88%	8,21%	11,94%	0,00%	0,00%	5,97%
Kamis	5	77,78%	5,56%	10,00%	0,00%	0,00%	6,67%
Minggu II							
Hari	Hari ke-	Komposisi Sampah					
		Organik	Kertas	Plastik	Kaca	Logam	Lainnya
Jumat	6	73,33%	11,11%	14,44%	0,00%	0,00%	1,11%
Senin	7	70,05%	3,05%	16,24%	2,54%	0,00%	8,12%
Selasa	8	80,72%	9,64%	6,63%	0,00%	0,00%	3,01%
Rabu	9	57,27%	10,00%	12,73%	1,82%	0,00%	18,18%
Kamis	10	80,74%	4,44%	11,85%	0,00%	0,00%	2,96%

Sumber: Hasil Olahan dari Kurniawati (2010)

Jika dikaitkan antara Gambar 5.6 dengan Tabel 5.2 diatas, maka dapat dilihat bahwa adanya pengaruh besar komposisi sampah dengan nilai kadar air. Hari ke-2 atau hari Senin pada minggu pertama merupakan hari yang memiliki kadar air terbesar dimana diketahui bahwa komposisi sampah yang ada pada hari itu memiliki sampah organik yang banyak dibandingkan dengan hari-hari lainnya yaitu sebesar 89,52%. Sampah organik terbesar kedua ada pada hari terakhir yaitu hari Kamis minggu kedua, namun besar persentase kadar airnya berada di bawah rata-rata.

Begitu juga pada hari ke-8 (hari Selasa minggu kedua) dimana besar persentase komposisi sampah organik adalah 80,72%, namun besar persentase kadar airnya juga berada di bawah rata-rata.

Berbeda dengan hari ke-5 atau hari Kamis pada minggu pertama dimana hari tersebut merupakan nilai kadar air terkecil dimana oleh komposisi sampah pada saat pengambilan sampel yaitu 77,78% sampah organik, 5,56% sampah kertas, 10% sampah plastik, dan 6,67% sampah jenis lainnya. Sebenarnya besar persentase sampah organik tidak terlalu kecil dibandingkan pada hari ke-9 dimana pada hari tersebut hanya memiliki 57,27% sampah organik dan memiliki besar persentase kadar air sebesar 73,91%. Hal ini dapat terjadi dikarenakan jenis sampah organik yang ada tidak spesifik karena adanya perbedaan kandungan air pada jenis sampah makanan, sampah sisa tumbuhan, dan kayu. Selain itu, adanya pengaruh dari banyaknya jumlah sampel yang akan diteliti kadar airnya. Sampel yang diambil dari jumlah total komposisi sampah tersebut hanyalah ± 10 gramnya saja. Oleh karena itu, memungkinkan tidak konsistennya nilai kadar air tersebut terhadap komposisi sampah yang ada.

Dari Tabel 2.2 dapat dilihat, bahwa standar besar kadar air pada sampah perkotaan adalah sebesar 15-40%. Menurut data penelitian besar rata-rata kadar air adalah 73,34%. Hal ini mungkin dapat terjadi karena penelitian ini dilakukan di saat musim hujan, sehingga memungkinkan besar kadar air yang ada cukup tinggi. Untuk itu, diperlukan adanya penelitian lebih lanjut pada musim yang berbeda dan waktu yang lebih lama, sehingga didapatkan hasil yang lebih baik lagi.

5.3 Karakteristik Kimia

5.3.1 Proximate Analysis

5.3.1.1 Kadar Volatil

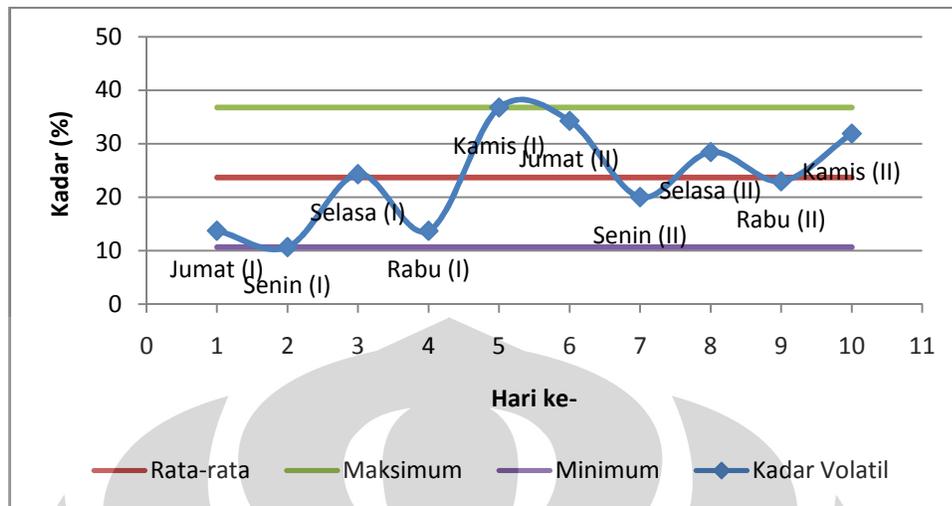
Untuk mengetahui kadar volatil pada sampah dilakukan dengan dua tahap yaitu dengan memanaskan sampel pada suhu 600°C dan suhu 950°C. Hal ini dilakukan karena sampah tersebut terdiri dari sampah yang mudah menguap dan tidak mudah menguap. Sampel yang akan dimasukkan ke dalam *furnace* dengan suhu

600°C adalah sampel yang telah melalui proses pengeringan di dalam oven 105°C selama 3 jam. Sampel tersebut kemudian dimasukkan ke dalam *furnace* selama 1 jam kemudian berat sampel ditimbang. Selanjutnya sampel tersebut dimasukkan ke *furnace* lagi dengan suhu 950°C. Dengan menggunakan persamaan 3.3, maka didapat hasil persentase kadar volatil pada setiap harinya seperti pada tabel berikut ini:

Tabel 5.3 Pengolahan Data Kadar Volatil

Minggu I								
Hari	Hari ke-	Berat Sampel (w)	Berat 105°C (d)	Berat 600°C (e)	(d) - (e)	Berat 950°C (f)	(e) - (f)	Kadar Volatil (%)
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	
Jumat	1	10,0612	2,3572	1,0494	1,3078	0,9738	0,0756	13,75
Senin	2	10,3788	1,2036	0,1314	1,0722	0,0948	0,0366	10,68
Selasa	3	10,1265	2,5095	0,3508	2,1587	0,0486	0,3022	24,30
Rabu	4	10,4578	1,4948	0,1234	1,3714	0,06	0,0634	13,72
Kamis	5	10,0016	4,1038	0,4798	3,624	0,428	0,0518	36,75
Minggu II								
Hari	Hari ke-	Berat Sampel (w)	Berat 105°C (d)	Berat 600°C (e)	(d) - (e)	Berat 950°C (f)	(e) - (f)	Kadar Volatil (%)
		(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	(g)	
Jumat	6	10,1606	3,6364	0,216	3,4204	0,154	0,0620	34,27
Senin	7	10,4444	2,4256	0,3568	2,0688	0,334	0,0228	20,03
Selasa	8	16,6422	5,459	0,7668	4,6922	0,7242	0,0426	28,45
Rabu	9	10,9862	2,8664	0,3692	2,4972	0,3418	0,0274	22,98
Kamis	10	10,7716	3,6148	0,1832	3,4316	0,1786	0,0046	31,90
							Rata-rata	23,68

Sumber: Hasil Olahan, 2010



Gambar 5.7 Kadar Volatil Sampah di TPA Cipayung Depok
(30 April 2010-13 Mei 2010)
Sumber: Hasil Olahan, 2010

Besar kadar volatil ini juga dipengaruhi oleh besarnya komposisi sampah yang masuk ke TPA Cipayung Depok. Berdasarkan Tabel 2.3, jenis sampah yang memiliki kadar volatil tertinggi ada pada jenis sampah plastik yaitu sebesar 95,8%, diikuti dengan sampah karet 83,9%, karton 77,5%, kertas 75,9%, dan lain-lain. Bahkan sampah organik disini tidak begitu berpengaruh, dimana persentase kadar volatilnya hanyalah sebesar 30% untuk sampah sisa tumbuhan dan 21,4% untuk sampah sisa makanan.

Jika dilihat pada Tabel 5.2 mengenai komposisi sampah maka dapat dilihat bahwa sampah plastik terbanyak ada pada hari ke-7 (hari Senin minggu kedua). Namun jika dilihat pada Gambar 5.7, titik tertinggi pada grafik volatil dicapai pada hari ke-5 yaitu hari Kamis pada minggu pertama dengan besar persentase adalah 36,75% dimana pada hari tersebut besar komposisi sampah plastik hanyalah 10%. Sedangkan titik terendah, ada pada hari ke-2 (hari Senin minggu pertama) yaitu 10,68% dan pada hari tersebut sampah plastiknya memiliki jumlah paling sedikit dibandingkan hari lainnya. Hal ini terbukti bahwa besarnya komposisi sampah yang ada berpengaruh pada besar kadar volatil. Namun hal itu tidak terjadi pada sampah hari ke-7 dan ke-5. Sama halnya seperti kadar air bahwa sampah yang diambil untuk

pengujian tidak mencakup semua jenis sampah tersebut, maka dari itu terjadi perbedaan angka pada kadar volatil dimana angka tersebut tidak mengikut besarnya komposisi sampah yang sangat berpengaruh pada persentase kadar volatil.

Rata-rata kadar volatil selama 10 hari penelitian adalah sebesar 23,68%. Sedangkan berdasarkan Tabel 2.2 kadar volatil pada sampah perkotaan ada pada angka 40-60%. Hal ini mungkin terjadi karena komposisi sampah yang ada didominasi oleh sampah organik, sedangkan sampah organik tersebut tidak terlalu berpengaruh dengan besar kadar volatil karena memiliki kadar volatil yang lumayan kecil dibandingkan dengan jenis sampah lainnya.

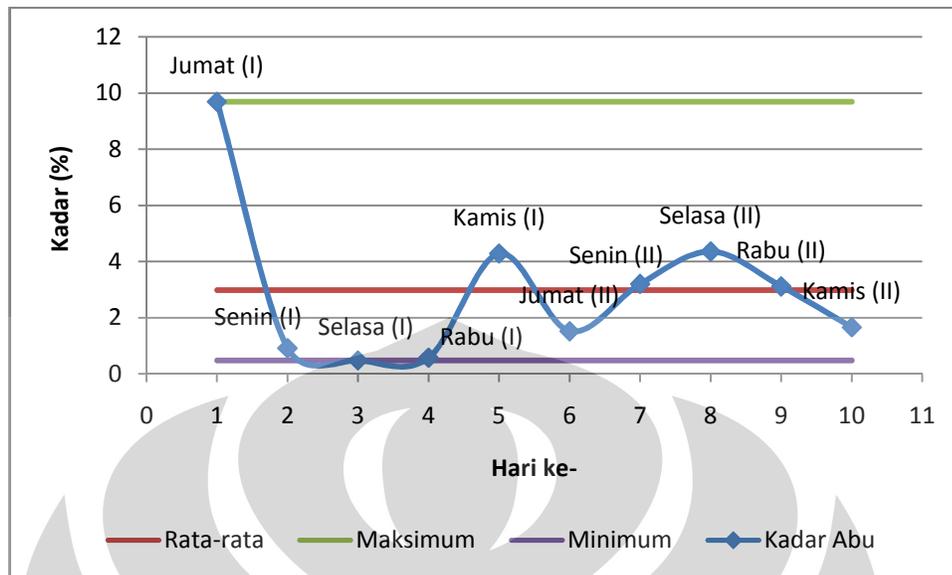
5.3.1.2 Kadar Abu

Berbeda dengan kadar volatil, kadar abu dihitung dengan persamaan 3.4 dimana massa yang dihitung adalah massa yang masih tersisa di dalam cawan yang sudah berbentuk abu.

Tabel 5.4 Pengolahan Data Kadar Abu

Minggu I				
Hari	Hari ke-	Berat Sampel (g)	Berat Akhir (g)	Kadar Abu (%)
Jumat	1	10,0612	0,9738	9,68
Senin	2	10,3788	0,0948	0,91
Selasa	3	10,1265	0,0486	0,48
Rabu	4	10,4578	0,06	0,57
Kamis	5	10,0016	0,428	4,28
Minggu II				
Hari	Hari ke-	Berat Sampel (g)	Berat Akhir (g)	Kadar Abu (%)
Jumat	6	10,1606	0,154	1,52
Senin	7	10,4444	0,334	3,20
Selasa	8	16,6422	0,7242	4,35
Rabu	9	10,9862	0,3418	3,11
Kamis	10	10,7716	0,1786	1,66
			Rata-rata	2,98

Sumber: Hasil Olahan, 2010



Gambar 5.8 Kadar Abu Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010)

Sumber: Hasil Olahan, 2010

Besar persentase kadar abu juga dipengaruhi oleh komposisi sampah yang ada dimana diketahui pada tabel 2.3 bahwa jenis sampah yang sangat berpengaruh pada kadar abu ini adalah sampah jenis kaca dan logam dengan besar kadar abu adalah 98,9% untuk sampah jenis kaca dan 90,5% untuk sampah jenis logam. Kaca dan logam merupakan jenis benda yang tidak mudah terbakar atau menguap, sehingga pada saat melakukan pemanasan, kaca dan logam akan tidak akan menguap melainkan hanya menjadi abu.

Dilihat pada tabel 5.2, hari yang memiliki jenis sampah tersebut adalah pada hari pertama (hari Jumat minggu pertama) sebesar 0,42% kaca dan 0,42% logam, hari ke-3 (hari Selasa minggu pertama) sebesar 0,7% kaca, hari ke-7 (hari Senin minggu kedua) sebesar 2,54% kaca, dan hari ke-9 (hari Rabu minggu kedua) sebesar 1,82% kaca. Namun jika dilihat pada Gambar 5.8, nilai tertinggi hanya pada hari pertama yaitu sebesar 9,68%. Padahal di hari tersebut besar sampah kaca dan logam tidak terlalu besar dibandingkan hari lainnya. Nilai kadar abu terkecil ada pada hari ke-3 (hari Selasa minggu pertama) dengan besar persentasenya adalah 0,48%. Pada hari tersebut terlihat bahwa sampah tidak mengandung jenis sampah kaca ataupun logam.

Sama seperti pada pemeriksaan kadar lainnya, dimana pemeriksaan kadar abu ini merupakan pemeriksaan lanjutan setelah kadar air dan kadar volatil. Maka alasan yang dapat diberikan adalah sama dimana sampah yang diteliti tidak mengandung semua jenis sampah yang ada.

Rata-rata kadar abu dalam 10 kali penelitian adalah sebesar 2,98%. Hal ini berada di antara angka standar kadar abu pada sampah perkotaan yaitu diantara 1-10%.

5.3.2 *Ultimate Analysis*

5.3.2.1 Konsentrasi Karbon (C)

Berdasarkan persamaan 3.5, nilai V_a merupakan besarnya volume titrasi yang dibutuhkan pada saat larutan mengalami perubahan warna. Sedangkan V_b adalah volume titrasi pada blanko. Warna larutan sebelum dilakukan proses titrasi adalah berwarna hijau lumut kemudian dilakukan titrasi sehingga berwarna lembayung. Kemudian hasil dari selisih volume titrasi pada larutan dan blanko diolah dengan persamaan yang sudah ada, sehingga didapatkan besar konsentrasi karbon pada sampah selama 10 hari pemeriksaan.



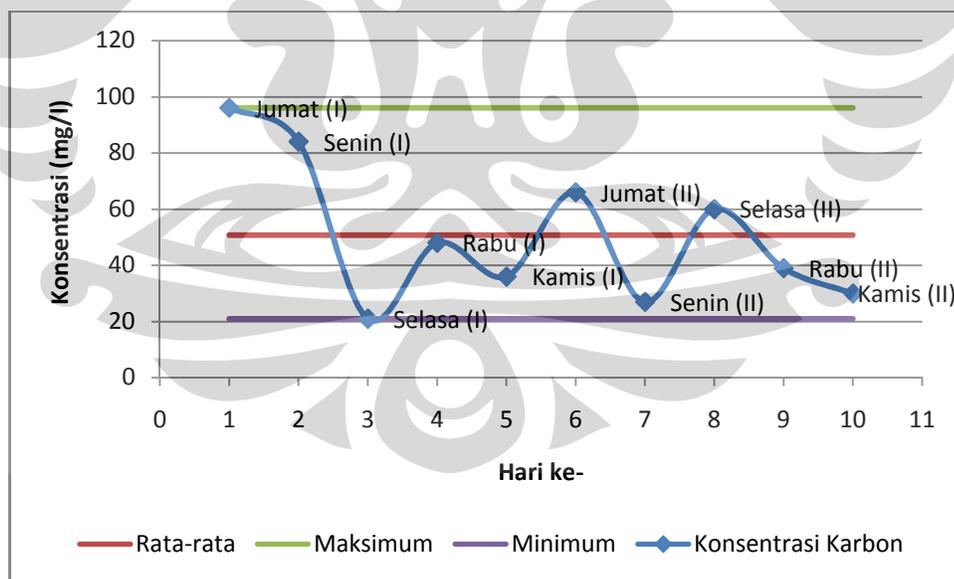
Gambar 5.9 Proses Pemeriksaan Konsentrasi Karbon

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2010

Tabel 5.5 Pengolahan Data Konsentrasi Karbon

Minggu I									
Hari	Hari ke-	vol sampel	Va	Vb	Va - Vb	N KMnO4	f	bst C	Karbon
		(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(N)		(mg)	(mg/l)
Jumat	1	100	5	1,8	3,2	0,1	10	3	96
Senin	2	100	4,6	1,8	2,8	0,1	10	3	84
Selasa	3	100	2,5	1,8	0,7	0,1	10	3	21
Rabu	4	100	3,4	1,8	1,6	0,1	10	3	48
Kamis	5	100	3	1,8	1,2	0,1	10	3	36
Minggu II									
Hari	Hari ke-	vol sampel	Va	Vb	Va - Vb	N KMnO4	f	bst C	Karbon
		(ml)	(ml)	(ml)	(ml)	(N)		(mg)	(mg/l)
Jumat	6	100	4	1,8	2,2	0,1	10	3	66
Senin	7	100	2,7	1,8	0,9	0,1	10	3	27
Selasa	8	100	3,8	1,8	2	0,1	10	3	60
Rabu	9	100	3,1	1,8	1,3	0,1	10	3	39
Kamis	10	100	2,8	1,8	1	0,1	10	3	30
Rata-rata									50,7

Sumber: Hasil Olahan, 2010



Gambar 5.10 Konsentrasi Karbon pada Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010)

Sumber: Hasil Olahan, 2010

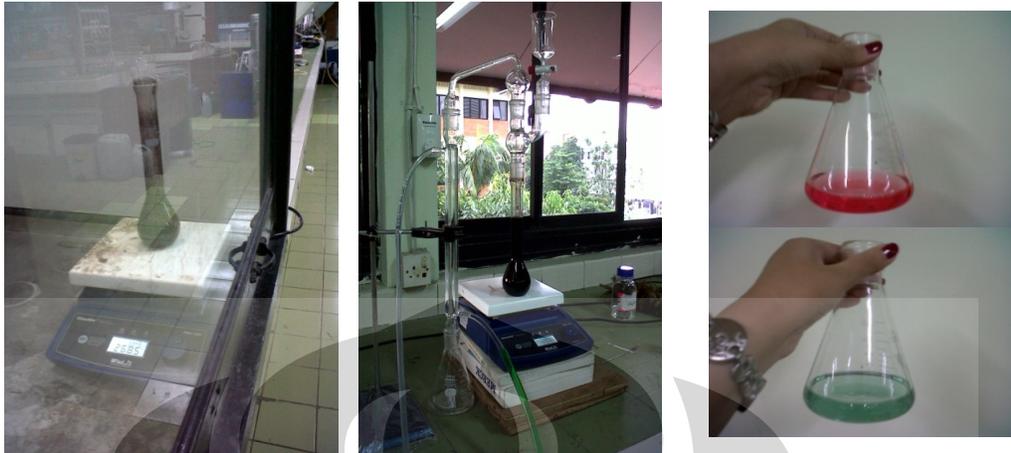
Menurut Tabel 2.3, jenis sampah yang banyak mengandung karbon adalah karet yaitu sebesar 78%, kemudian sampah plastik dan kulit sebesar 60%, sampah tekstil 55%, sampah kayu 49,5%, sampah sisa makanan 48%, sampah sisa tumbuhan 47%, sampah karton 44%, sampah kertas 43%, dan sampah jenis lainnya yang mengandung karbon lebih kecil. Dalam penelitian ini, sampah jenis karet, kulit, dan tekstil termasuk pada sampah jenis lainnya, sedangkan sampah kayu, sisa makanan, dan sisa tumbuhan termasuk dalam kategori sampah organik.

Setelah data diolah didapat rata-rata konsentrasi karbon pada sampel selama 10 hari adalah 50,7 mg/l dengan konsentrasi tertinggi ada pada hari pertama (hari Jumat minggu pertama) dan terendah pada hari ke-3 (hari Selasa minggu pertama). Konsentrasi karbon pada hari pertama adalah 96 mg/l sedangkan pada hari ke-3 sebesar 21 mg/l.

Jika dikaitkan dengan komposisi sampah pada Tabel 5.2, maka sampel sampah pada hari pertama memiliki komposisi sampah yaitu sampah organik 74,17%, sampah kertas 6,67%, plastik 15%, kaca 0,42%, logam 0,42%, dan sampah jenis lainnya 3,33%. Sedangkan pada hari ke-3, komposisi sampahnya terdiri dari sampah organik 78,87%, kertas 4,93%, plastik 14,79%, kaca 0,7%, dan sampah jenis lainnya 0,7%. Dilihat dari perbandingan besar komposisi tiap jenisnya sebenarnya tidak terlalu jauh berbeda. Hal ini mungkin terjadi dikarenakan sampah yang akan diuji sebelumnya dihaluskan terlebih dahulu kemudian sampel yang diambil adalah sampel yang dapat lolos dari saringan dengan ukuran 50 *mesh*. Dari sampel tersebut, kemudian diambil hanya 1 gramnya saja. Oleh karena itu, tidak mungkin semua jenis sampel tersebut diambil untuk diuji.

5.3.2.2 Konsentrasi Nitrogen (N)

Untuk pemeriksaan kadar nitrogen (N) dilakukan dengan metode Kjeldahl dengan menggunakan standar JIS K 0102 : 1998. Metode ini dibagi dengan 2 (dua) tahapan yaitu proses distilasi dan proses titrasi.



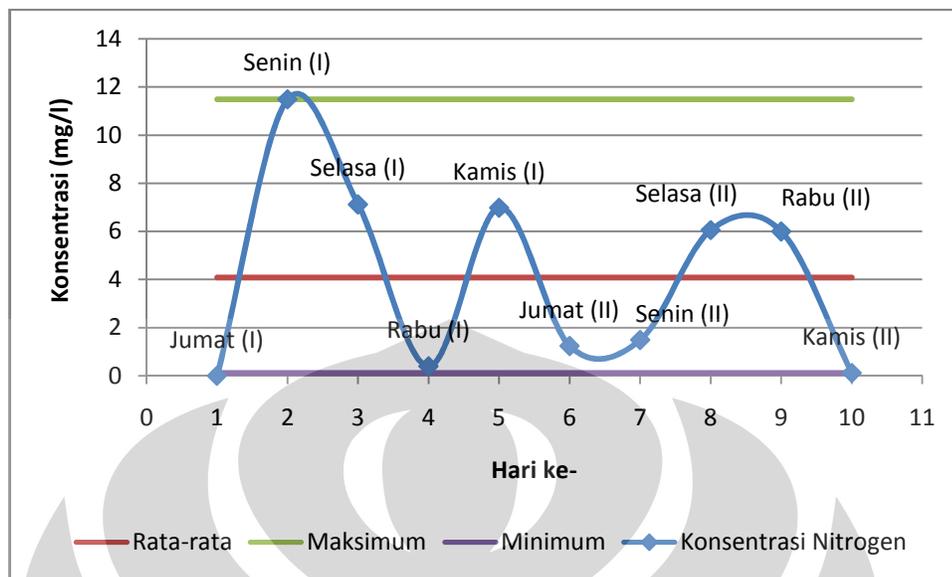
Gambar 5.11 Proses Pemeriksaan Konsentrasi Nitrogen

Sumber: Dokumentasi Penelitian, 2010

Tabel 5.6 Pengolahan Data Konsentrasi Nitrogen

Minggu I								
Hari	Hari ke-	Va (ml)	Vb (ml)	Vb-Va (ml)	f (N)	V sample (ml)	bst N (mg)	N (mg/l)
Jumat	1							0
Senin	2	4,9	46	41,1	0,02	50	0,7	11,48
Selasa	3	20,5	46	25,5	0,02	50	0,7	7,12
Rabu	4	0,2	0,5	0,3	0,1	50	0,7	0,40
Kamis	5	21	46	25	0,02	50	0,7	6,98
Minggu II								
Hari	Hari ke-	Va (ml)	Vb (ml)	Vb-Va (ml)	f (N)	V sample (ml)	bst N (mg)	N (mg/l)
Jumat	6	41,5	46	4,5	0,02	50	0,7	1,24
Senin	7	22,3	25	2,7	0,02	25	0,7	1,49
Selasa	8	24,3	46	21,7	0,02	50	0,7	6,05
Rabu	9	24,5	46	21,5	0,02	50	0,7	6,00
Kamis	10	45,5	46	0,5	0,02	50	0,7	0,12
							Rata-rata	4,09

Sumber: Hasil Olahan, 2010



Gambar 5.12 Konsentrasi Nitrogen pada Sampah di TPA Cipayung Depok (30 April 2010-13 Mei 2010)
Sumber: Hasil Olahan, 2010

Gambar 5.12 menunjukkan grafik kadar nitrogen yang mengalami naik-turun dimana memiliki rata-rata konsentrasi nitrogen dari keseluruhan waktu penelitian adalah 4,54 mg/l. Namun pada hari pertama yaitu hari Jumat pada minggu pertama, penelitian yang dilakukan mengalami kegagalan, maka tidak didapatkan besar konsentrasi nitrogen. Titik tertinggi ada pada hari kedua (hari Senin minggu pertama) yaitu sebesar 11,48 mg/l sedangkan terendah ada pada hari terakhir (hari Kamis minggu kedua) pemeriksaan yaitu sebesar 0,12%.

Berdasarkan Tabel 2.3, nitrogen terbesar ada pada sampah jenis kulit dengan persentasenya 10% kemudian diikuti dengan sampah tekstil sebesar 4,6 %, tumbuh-tumbuhan sebesar 3,4% dan sampah sisa makanan sebesar 2,6%. Pada hari ke-2 komposisi sampah yang ada terdiri dari sampah organik 89,52%, kertas 4,03%, plastik 5,65% dan sampah lainnya 0,81%. Di hari ke-2 ini kandungan sampah organik pada sampel sangat mendominasi. Oleh karena itu, nilai konsentrasi nitrogen di hari tersebut tinggi karena sampah organik memiliki konsentrasi nitrogen yang tinggi. Namun hari terakhir merupakan hari yang memiliki konsentrasi terendah juga memiliki komposisi sampah organik yang cukup besar yaitu sebesar 80,74%. Hal ini

terjadi mungkin dikarenakan klasifikasi jenis sampah organik yang sangat bervariasi dan jenis sampah lainnya, dimana mungkin sampah organik pada hari ke-2 dan hari terakhir memiliki jenis sampah organik yang berbeda sehingga memungkinkan adanya perbedaan angka yang cukup jauh.

5.3.2.3 Konsentrasi Sulfur (S), Fosfor (P), dan Kalium (K)

Untuk pemeriksaan kadar sulfur (S), fosfor (P), dan kalium (K), metode yang digunakan adalah dengan metode spektrofotometri dimana alat yang digunakan adalah DR2000. Maka dari itu, tidak dilakukan pengolahan data kecuali pada perhitungan konsentrasi sulfur. Untuk mendapatkan konsentrasi sulfur pada sampel perlu dilakukan konversi dari konsentrasi sulfat (SO_4^{2-}) yaitu dengan mengalikan data yang ada dengan 0,334.



Gambar 5.13 Blanko, Pemeriksaan Fosfor, Sulfur, dan Kalium (dari kiri ke kanan)
Sumber: Hasil Olahan, 2010

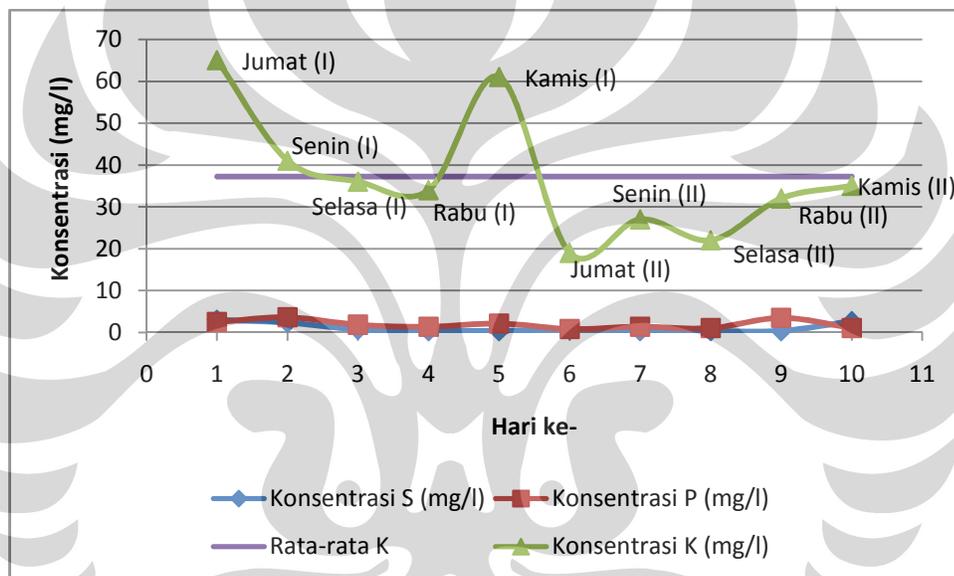
Tabel 5.7 Hasil Pemeriksaan Sulfur (S), Fosfor (P) dan Kalium (K)

		Minggu I		
Hari	Hari ke-	Kadar S (mg/l)	Kadar P (mg/l)	Kadar K (mg/l)
Jumat	1	3,006	2,47	65
Senin	2	2,338	3,59	41
Selasa	3	0,668	1,81	36
Rabu	4	0,334	1,33	34
Kamis	5	0,334	2,1	61

Tabel 5.7 Hasil Pemeriksaan Sulfur (S), Fosfor (P) dan Kalium (K) (lanjutan)

Minggu II				
Hari	Hari ke-	Kadar S	Kadar P	Kadar K
		(mg/l)	(mg/l)	(mg/l)
Jumat	6	0,668	0,81	19
Senin	7	0,334	1,33	27
Selasa	8	0,334	1	22
Rabu	9	0,334	3,47	32
Kamis	10	2,672	1,04	35

Sumber: Hasil Olahan, 2010



Gambar 5.14 Konsentrasi Sulfur (S), Fosfor (P), dan Kalium (K) pada Sampah di TPA Cipayang Depok (30 April 2010-13 Mei 2010)

Sumber: Hasil Olahan, 2010

Berdasarkan grafik pada Gambar 5.14, kadar kalium memiliki konsentrasi lebih tinggi dari sulfur dan fosfor. Konsentrasi tertinggi pada kalium ada pada hari pertama atau hari Jumat pada minggu pertama penelitian dengan konsentrasi sebesar 65 mg/l dan terendah ada pada hari ke-6 (Jumat minggu kedua) yaitu 19 mg/l. Untuk kadar fosfor, konsentrasi tertinggi ada pada hari ke-2 (Senin pada minggu pertama) yaitu sebesar 3,59 mg/l sedangkan konsentrasi terendah ada pada hari ke-8 (Selasa minggu kedua) dengan besar konsentrasi adalah 1 mg/l. Berbeda dengan sulfur, kadar

sulfur memiliki angka terendah ada pada 5 titik yaitu pada hari ke-4, ke-5, ke-7, ke-8 dan ke-9 dimana semuanya memiliki kadar sulfur yang sama yaitu 0,33 mg/l, sedangkan konsentrasi tertinggi terjadi pada hari pertama dengan konsentrasi sebesar 3,01 mg/l. Semua perbedaan angka konsentrasi pada masing-masing kadar terjadi dikarenakan komposisi sampah yang selalu berbeda tiap harinya.

Sulfur memiliki kadar yang sangat kecil dengan rata-rata sebesar 1,1022 mg/l. Ini terlihat juga pada Tabel 2.3, bahwa sampah memiliki kadar sulfur yang sangat kecil. Dari Gambar 5.14, konsentrasi sulfur tertinggi ada pada hari pertama yaitu sebesar 3,006 mg/l. Sama seperti pembahasan sebelumnya, bahwa komposisi sampah yang ada tidak spesifik, sehingga sulit untuk menganalisa mengapa kadar sulfur ini tinggi pada hari pertama.

Kadar kalium (K) memiliki kadar yang cukup besar dibandingkan dengan unsur yang lainnya. Menurut Murbandono (2000), hal ini dikarenakan tanaman dapat dengan mudah menyerap kalium sekitar 90-100% karena sebagian besar kalium dalam bentuk yang mudah larut. Berdasarkan Gambar 5.14, konsentrasi kalium tertinggi ada pada hari pertama juga dimana sampah organik pada hari tersebut cukup banyak dan kemungkinan jenis sampah yang ada didominasi dengan sampah sisa tumbuhan sehingga menyebabkan konsentrasi kaliumnya tinggi. Namun berbeda dengan fosfor, konsentrasi tertinggi ada pada hari ke-2 dengan besar konsentrasi adalah 3,59 mg/l. Hal ini terjadi karena pada hari ke-2 sampel didominasi dengan sampah organik sebesar 89,52%.

5.4 Rekomendasi Penanganan dan Pemanfaatan TPA Cipayung Depok

Proses transformasi dalam sistem pengolahan sampah dapat dilakukan secara fisik, kimia, dan biologis. Pada transformasi fisik, sistem pengolahan yang dapat dilakukan berupa pemisahan komponen sampah, pengurangan ukuran sampah, dan pemadatan. Untuk transformasi kimia, sistem yang dapat digunakan adalah sistem pembakaran, sedangkan pada transformasi biologi sistem pengolahan sampah yang dapat diterapkan adalah sistem kompos. Namun melihat keterbatasan lahan yang ada

pada TPA Cipayung Depok, maka sistem pengolahan sampah yang dapat diterapkan hanya transformasi fisik dan biologis.

Untuk mengurangi besarnya timbulan sampah, sistem yang dapat diterapkan salah satunya adalah pemadatan sampah. Namun sebelum dilakukan pemadatan tersebut, direkomendasikan untuk melakukan pemilahan dan pengurangan ukuran sampah yang akan dipadatkan. Pemilahan sampah ini dilakukan untuk mengubah sampah yang heterogen menjadi komponen yang lebih homogen. Komponen yang dipisahkan diharapkan dapat digunakan kembali atau didaur ulang sehingga memiliki nilai jual lagi. Pengurangan ukuran sampah dapat dilakukan setelah proses pemilahan sampah dengan cara merobek, mencacah, atau menggiling. Pengurangan ukuran ini berguna agar pada saat proses pemadatan, sampah menjadi sangat rapat tidak ada celah sehingga besar timbulan sampah juga dapat berkurang.

Berdasarkan Tabel 5.2, terlihat bahwa sampah organik sangat mendominasi diantara jenis sampah lainnya dimana diketahui bahwa sampah organik memiliki mikroorganisme yang banyak, sehingga apabila sampah organik tersebut dibiarkan saja maka mikroorganisme tersebut akan berdekomposisi dan dapat mempengaruhi kualitas *leachate* yang timbul. Untuk itu, sistem yang tepat dalam mengurangi kapasitas sampah organik yang akan dibuang adalah dengan memanfaatkannya sebagai pupuk kompos. Sistem pengomposan ini sebenarnya sudah diterapkan di TPA Cipayung Depok, namun sistem tersebut belum berjalan dengan baik. TPA Cipayung Depok memiliki 5 UPS, namun yang sudah aktif hanyalah 3 UPS. Akan tetapi yang terjadi pada TPA Cipayung ini adalah tidak semua sampah organik tersebut diolah menjadi pupuk kompos melainkan hanya dibuang saja ke tumpukan timbulan sampah tersebut. Untuk meningkatkan efektivitas pengomposan di TPA Cipayung, sebaiknya 2 UPS lainnya yang belum berjalan agar diaktifkan.

Untuk mendapatkan pupuk kompos dengan kualitas yang baik, maka diperlukan bahan baku yang memenuhi standar tertentu. Menurut Tchobanoglous (1993), untuk mendesain proses kompos perlu dipertimbangkan hal-hal berikut ini:

1. Ukuran partikel, ukuran sampah yang optimal adalah sebesar 25-75 mm.
2. Rasio C/N, besar rasio C/N yang optimal adalah antara 25-50.

3. Kadar air, sebaiknya berada diantara 50-60% selama proses kompos.

Berdasarkan pemeriksaan yang sudah dilakukan, maka didapat rasio C/N yaitu sebesar:

$$\text{Rasio } \frac{C}{N} = \frac{\text{Rata-rata } C}{\text{Rata-rata } N} = \frac{50.7 \text{ mg/l}}{4.5407 \text{ mg/l}} = 11.1658$$

Besar rasio C/N pada penelitian ini jauh lebih rendah dibandingkan standar yang ada. Pada rasio yang lebih rendah, amonia dilepaskan dan menyebabkan terhambatnya aktivitas biologi. Agar besar rasio C/N menjadi lebih optimal, maka dilakukan pencampuran jenis sampah yang memiliki konsentrasi karbon yang tinggi dan konsentrasi nitrogen yang rendah (seperti kertas koran) dengan sampah yang memiliki konsentrasi nitrogen yang tinggi seperti sampah sisa tumbuhan.

Pada penelitian kadar air, didapat rata-rata besar kadar air pada sampah adalah sebesar 73,34%. Besar kadar air ini melebihi dari standar yang ada dikarenakan penelitian ini dilakukan di musim hujan, sehingga besar kadar air tersebut tinggi. Untuk itu disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut lagi pada musim kemarau, sehingga didapatkan angka yang lebih bagus lagi.

Dalam instalasi pengolahan lindi, besar kuantitas lindi dipengaruhi oleh cairan yang masuk TPA dari sumber eksternal seperti sistem drainase permukaan, curah hujan, air tanah, dan cairan yang dihasilkan dari dekomposisi sampah namun jika ada. Untuk itu, besar kadar air yang telah diteliti tidak dapat mewakili besar kuantitas lindi yang terjadi.

BAB 6

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah:

1. Karakteristik fisik sampah di TPA Cipayung didapat besar rata-rata pada tiap parameter yaitu:
 - a. berat jenis $99,67 \text{ kg/m}^3$
 - b. kadar air 73,34%.
2. Karakteristik kimia sampah di TPA Cipayung yaitu:
 - a. *Proximate analysis* dengan rata-rata tiap parameter adalah:
 - Kadar volatil 23,68%
 - Kadar abu 2,98%.
 - b. *Ultimate analysis* dengan rata-rata tiap parameter adalah:
 - Karbon (C) 50,7 mg/l
 - Nitrogen (N) 4,54 mg/l
 - Sulfur (S) 1,1 mg/l
 - Fosfor (P) 1,85 mg/l
 - Kalium (K) 37,2 mg/l

6.2 Saran

Saran yang bisa diberikan dari penelitian ini adalah:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut tentang karakteristik fisik dan kimia pada musim yang berbeda yaitu musim kemarau, sehingga dapat terlihat variasi karakteristik sampah berdasarkan musim.
2. Sebaiknya perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai parameter-parameter yang tidak diperiksa pada penelitian ini, seperti ukuran partikel, kadar energi, konsentrasi hidrogen dan oksigen, dan karakteristik biologi.
3. Perlu adanya upaya-upaya untuk mengoptimalkan TPA Cipayung seperti mengaktifkan 2 UPS yang berjalan dan meningkatkan efisiensi pengolahan sampah pada 3 UPS yang sudah beroperasi.

4. Perlu adanya pemilahan dan pengurangan ukuran (pencacahan) sampah sebelum masuk ke dalam *landfill* sehingga dapat mengefektifkan proses pemadatan sampah. Dengan demikian volume sampah pada *landfill* dapat berkurang.
5. Pemilahan sampah sebaiknya sudah dilakukan langsung di sumber sampah sehingga dapat membantu mengurangi jumlah sampah yang masuk TPA Cipayung Depok.



DAFTAR PUSTAKA

Direktorat PLP. (1986). *Materi Training untuk Tingkat Staf Teknis Proyek PLP Sektor Persampahan*. Jakarta: Direktorat Jenderal Cipta Karya.

BAPPEDA Kota Depok. (2008).

Damanhuri, E., & Tri, P. (2004). *Diktat Kuliah Teknik Lingkungan Pengelolaan Sampah*. Bandung: Departemen Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung.

DKP Kota Depok. (2008).

Hadiwiyoto, S. (1983). *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Jakarta: Yayasan Idayu.

Japanese Standards Association. (2002). *JIS Handbook Environmental Technology*. Jepang.

Kurniawati, Nia N. (2010). *Timbulan dan Komposisi Sampah yang Masuk ke Tempat Pembuangan Akhir Cipayung*. Depok: Universitas Indonesia.

Murbandono, H. S. (2000). *Membuat Kompos Edisi Revisi*. Surabaya: Penebar.

Putri, Ayu M. (2009). *Laporan Praktikum Analisa Sampah*. Banjarbaru : Universitas Lambung Mangkurat.

Tchobanoglous, G., Theisen, H., & Vigil, S. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. New York: McGraw-Hill, Inc.

Undang-undang Republik Indonesia No. 18 Tahun 2008. *Pengelolaan Sampah*.

Zet. (2009). *Warga Keluhkan TPA Cipayung*. November 14, 2009. <http://www.margonda.com>. Diakses tanggal 23 Maret 2010 pukul 20.15 WIB.