

TUGAS AKHIR

**IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK FISIK SAMPAH
BERDASARKAN UMUR TIMBUNAN SAMPAH
DI TPST PIYUNGAN, DI YOGYAKARTA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Yogyakarta Untuk Memenuhi
Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



FARAH SALSABILA MULYA WIDIYANTI

18513146

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA**

2022

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK FISIK
SAMPAH BERDASARKAN UMUR TIMBUNAN
SAMPAH DI TPST PIYUNGAN, DI YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan

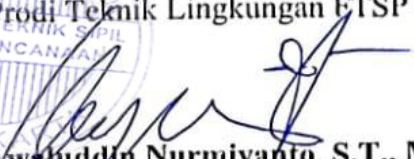


FARAH SALSABILA MULYA WIDIYANTI
18513146

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Dr. Ir. Kasam, M.T.
NIK. 9251101012
Tanggal: 26 Desember 2022


Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 155130507
Tanggal: 23 Desember 2022

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan ETSP UII

Dr. Eng. Awaluddin Nurmianto, S.T., M.Eng.
NIK.095130403
Tanggal: 26/12/2022.

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI KARAKTERISTIK FISIK SAMPAH BERDASARKAN UMUR TIMBUNAN SAMPAH DI TPST PIYUNGAN, DI YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Jumat

Tanggal: 16 Desember 2022

Disusun Oleh:

FARAH SALSABILA MULYA WIDIYANTI

18513146

Tim Penguji:

Dr. Ir. Kasam, M.T.

()

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

()

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program software komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 November 2022

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a yellow 10,000 Rupiah stamp. The stamp features the Garuda Pancasila emblem and the text 'REPUBLIK INDONESIA', '10000', and 'METERAI PAJAK'. The signature is fluid and extends across the stamp.

Farah Salsabila Mulya Widiyanti

NIM: 18513146

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala karunia-Nya yang telah melimpahkan rahmat hidayah dan memberikan penulis kesempatan dan kekuatan dalam menyelesaikan tugas akhir yang berjudul **“Identifikasi Karakteristik Fisik Sampah Berdasarkan Umur Timbunan Sampah di TPST Piyungan, DI Yogyakarta”**.

Penelitian tugas akhir dilakukan dengan tujuan agar para pembaca mendapatkan manfaat tambahan wawasan mengenai perbedaan karakteristik fisik sampah dari berbagai jenis umur sampah di TPA. Selain itu, Tugas Akhir ini juga disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan kelulusan penulis dalam penyelesaian Program Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

Penyusunan yang dicapai penulis pada penyelesaian tugas akhir ini dibantu dari berbagai pihak baik secara moril maupun materi, sehingga terselesaikannya Tugas Akhir ini dengan baik. Oleh sebab itu, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah *Subhanahu wa Ta'ala*;
2. Bapak RM. Gigih Widiyanto, S.Hut. dan Ibu Koen Eko Moelyowisi, S.P. selaku orang tua kandung tercinta penulis yang selalu memberikan doa, dukungan dan membantu penulis dari perbuatan, motivasi sehingga dapat mencapai titik saat ini, serta Mohammad Zaidan Al Jabbar Widiyanto dan Mohammad Fadhel Algozali Widiyanto selaku adik kandung penulis yang telah menghibur penulis selama pengerjaan Tugas Akhir;
3. Bapak Dr. Eng. Awaluddin Nurmiyanto, S.T., M.Eng. selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan S1 yang telah memberikan dukungan kepada seluruh mahasiswa selama masa perkuliahan hingga saat ini;
4. Bapak Dr. Ir. Kasam, M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan

kesempatan waktunya, dan selalu memberikan bimbingan, arahan, saran dan dukungan selama penyelesaian tugas akhir dengan rasa sabar dan ikhlas;

5. Bapak Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. selaku Dosen Penguji yang telah meluangkan waktunya untuk memberi masukan saran dan arahan pada penyusunan Tugas Akhir ini;
6. Seluruh dosen, pengajar dan staff yang telah memberikan ilmu dan pengalaman yang sangat bermanfaat bagi penulis selama menempuh pendidikan di Teknik Lingkungan UII;
7. Pekerja di TPST Piyungan, khususnya Bapak Marwan, Bapak Ibnu dan Mas Heri yang telah membantu penulis dalam kegiatan survei lapangan dan pengambilan sampel;
8. Teman-teman satu topik Tugas Akhir yaitu Arda, Aisyah, Amay, Wildan, Tema, dan Ayu yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir;
9. Teman – teman dan kerabat yang berada di dalam grup Oyo, Mc, Teromdo khususnya Salsabila Dyah M, Dhita Kahiru A, Wardah Nurul A, dan Amira Nur R yang telah memberikan semangat dan banyak membantu penulis;
10. Pihak – pihak lain yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis selama perkuliahan di UII.

Semoga semua bantuan dan dukungan yang diberikan dalam penyelesaian Tugas Akhir ini diberikan ganjaran yang setimpal oleh Allah *Subhanahu wa Ta'ala*. Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih belum dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati, besar harap penulis adanya masukan, kritik dan saran dari para pembaca yang bersifat membangun untuk penyempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Sehingga penulis berharap laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Yogyakarta, 15 September 2022

Farah Salsabila Mulya Widiyanti

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

FARAH SALSABILA MULYA WIDIYANTI. Identifikasi Karakteristik Fisik Berdasarkan Umur Timbunan Sampah di TPST Piyungan, DI Yogyakarta. Dibimbing Oleh Dr. Ir. Kasam, M.T. dan Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Provinsi DI Yogyakarta memiliki jumlah penduduk $\pm 3.677.446$ jiwa tahun 2021 (BPS, 2021). DI Yogyakarta di tahun 2022 dapat menghasilkan jumlah sampah mencapai 815 - 905 ton/hari yang berasal dari Kabupaten Bantul, Kabupaten Sleman, dan Kota Yogyakarta. Sampah yang dihasilkan akan dikirim ke TPA Piyungan, sehingga di lokasi TPA telah mengalami peningkatan jumlah sampah dan banyaknya komponen sampah yang masuk ke timbunan berbeda karakteristiknya. Hal ini menyebabkan tingginya timbunan sampah yang ada dan menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan sekitar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik fisik sampah berdasarkan umur timbunan sampah di Landfill TPA Piyungan. Pada penentuan titik lokasi berdasarkan variasi umur timbunan yang digunakan yakni 0 – 6 bulan, 1 – 2 tahun, 3 – 4 tahun, dan > 5 tahun. Berat jenis sampah di TPA Piyungan mengalami tren kenaikan, sehingga semakin lama umur sampah semakin tinggi berat jenis. Begitu juga dengan hasil uji karakteristik fisik (kadar air, kadar volatil, kadar abu, dan karbon tetap). Kadar air tertinggi pada sampah umur 0 - 6 bulan, kadar volatil tertinggi pada sampah umur 0 - 6 bulan, kadar abu tertinggi pada umur 0 – 6 bulan dan karbon tetap tertinggi pada sampah umur 3 – 4 tahun. Sampah di TPA Piyungan dapat di manfaatkan kembali sebagai bahan RDF, pemanfaatan gas metan, pengomposan, insinerator dengan hasil akhir abu yang dapat digunakan sebagai bahan substitusi produk lainnya.

Kata Kunci: TPA Piyungan, Umur Timbunan Sampah, Karakteristik Fisik

ABSTRACT

FARAH SALSABILA MULYA WIDIYANTI. *Identification of Physical Characteristics Based on Age of Garbage Piles at Piyungan TPST, DI Yogyakarta.* Supervised by Dr. Ir. Kasam, M.T. and Fajri Mulya Iresha, S.T, M.T, Ph.D.

DI Yogyakarta Province has a population of $\pm 3,677,446$ people in 2021 (BPS, 2021). DI Yogyakarta in 2022 can produce up to 815 - 905 tons/day of waste originating from Bantul Regency, Sleman Regency, and Yogyakarta City. The waste generated will be sent to the Piyungan TPA, so that the TPA location has experienced an increase in the amount of waste and the many components of the waste that enter the landfill have different characteristics. This causes a high amount of existing waste piles and has a negative impact on the surrounding environment. This study aims to determine the physical characteristics of waste based on the age of the landfill in Piyungan TPA. In determining location points based on variations in the age of the heap used, namely 0-6 months, 1-2 years, 3-4 years, and > 5 years. The specific gravity of waste at the Piyungan TPA is experiencing an increasing trend, so that the longer the age of the waste the higher the specific gravity. Likewise with the results of physical characteristic tests (moisture content, volatile content, ash content, and fixed carbon). The highest water content was in waste aged 0-6 months, the highest volatile content was in waste aged 0-6 months, the highest ash content was in waste aged 0-6 months and the highest fixed carbon was in waste aged 3-4 years. Garbage at the Piyungan landfill can be reused as RDF material, utilization of methane gas, composting, incinerators with the final result being ash which can be used as a substitute for other products.

Keywords: *Piyungan Landfill, Age of Garbage Pile, Physical Characteristics*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
NOTASI DAN SINGKATAN	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan	4
2.2 Pengertian Sampah	5
2.3 Jenis Sampah	5
2.4 Karakteristik Sampah	7
2.5 Karakteristik Fisik Timbunan Sampah di TPA	8
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Tahapan Penelitian	14
3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian	15

3.3 Metode Penelitian	15
3.3.1. Jenis Penelitian	15
3.3.2. Variabel Penelitian	15
3.3.3. Metode Pengumpulan Data	16
3.4 Tahapan Penelitian	16
3.4.1. Alat dan Bahan Penelitian	16
3.4.2. Metode Pengumpulan Data	16
3.4.3. Analisis Data	19
3. 5 Kondisi Lokasi TPA Piyungan	20
3. 6 Pengambilan Sampel	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Analisis Karakteristik Fisik Sampah	24
4.2.1 Analisis Berat Jenis (<i>Densitas</i>).....	24
4.2.2 Analisis Kadar Air (<i>Moisture Content</i>)	26
4.2.3 Analisis Kadar Volatil (<i>Volatile Matter</i>).....	27
4.2.4 Analisis Kadar Abu (<i>Ash Content</i>)	28
4.2.5 Analisis Kadar Karbon Tetap (<i>Fixed Karbon</i>)	29
4.2 Potensi Pemanfaatan Sampah TPA Piyungan	30
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	33
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	41

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 2 Karakteristik Sampah di Indonesia.....	7
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 3. 1 Analisis Uji Sampel.....	19
Tabel III. 1 Data Perhitungan Berat Jenis Sampah.....	49
Tabel III. 2 Data Perhitungan Kadar Air	50
Tabel III. 3 Data Perhitungan Kadar Volatil	52
Tabel III. 4 Data Perhitungan Kadar Abu.....	54
Tabel III. 5 Data Perhitungan Karbon Tetap	56

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 4. 1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel.....	22
Gambar 4. 2 Pengambilan dan Penyimpanan pada Sampel	23
Gambar 4. 3 Berat Jenis Sampah.....	25
Gambar 4. 4 Kadar Air Sampah	26
Gambar 4. 5 Persentase Kadar Volatil.....	27
Gambar 4. 6 Persentase Kadar Abu.....	29
Gambar 4. 7 Persentase Karbon Tetap	30
Gambar I. 1 Pengambilan dan Pengukuran Volume Sampah	42
Gambar I. 2 Penyimpanan Sampel Berdasarkan Umur Sampah	42
Gambar I. 3 Penyimpanan Sampel	43
Gambar I. 4 Oven dan Furnace.....	43
Gambar I. 5 Alat Desikator dan Neraca Analitik	44
Gambar I. 6 Hasil dari Pengujian Kadar Air	44
Gambar I. 7 Hasil dari Pengujian Kadar Volatil dan Abu.....	45
Gambar II. 1 Langkah Kerja Pengujian Berat Jenis dan Komposisi	46
Gambar II. 2 Langkah Kerja Pengujian Kadar Air.....	47
Gambar II. 3 Langkah Kerja Pengujian Kadar Volatil.....	48
Gambar II. 4 Langkah Kerja Pengujian Kadar Abu	48

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian	42
Lampiran 2 Langkah Kerja Pengujian.....	46
Lampiran 3 Data Perhitungan.....	49

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

NOTASI DAN SINGKATAN

BLH	: Badan Lingkungan Hidup
BPS	: Badan Pusat Statistik
KLHK	: Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
SNI	: Standar Nasional Indonesia
RDF	: <i>Refuse Derived Fuel</i>
TPA	: Tempat Pemrosesan Akhir
TPST	: Tempat Pembuangan Sampah Terpadu

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) memiliki jumlah penduduk sebesar 3.677.446 jiwa pada tahun 2021 (BPS,2021). Yogyakarta selain dikenal sebagai kota pelajar juga disebut sebagai kota pariwisata dengan berbagai macam jumlah tempat wisata dan jumlah wisatawan meningkat disetiap tahunnya. Semakin banyak populasi dan aktivitas yang ada di wilayah DIY ini akan menghasilkan timbunan sampah. Pemerintah pusat dan daerah telah menyediakan fasilitas tempat pembuangan akhir sampah untuk di wilayah DIY. Namun permasalahan pada saat ini yaitu timbunan sampah di lahan TPA maupun yang disediakan telah melebihi kapasitas, sehingga terjadi kembali perluasan lahan untuk menampung sampah dan mengakibatkan semakin tingginya timbunan sampah yang ada di TPA. Salah satu TPA di wilayah DI Yogyakarta yaitu TPA Piyungan yang memiliki luas keseluruhan 12,5 Ha berlokasi di Kabupaten Bantul Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Sampah yang masuk ke TPA ini berasal dari Kabupaten Bantul, Kabupaten Sleman, dan Kota Yogyakarta. Di mulai pada bulan Mei tahun 2022, volume sampah yang masuk ke TPA Piyungan mengalami peningkatan hingga mencapai 815 – 906 ton per hari.

Seiring berjalannya waktu timbunan sampah di TPA akan mengalami peningkatan jumlah sampah secara signifikan karena kenaikan jumlah penduduk, hal ini menunjukkan banyaknya komponen pada sampah yang ada akan mempengaruhi karakteristik sampah seperti munculnya material dan bahan baru yang sukar terdekomposisi, mudah mencemari lingkungan dalam waktu singkat, sehingga akan membutuhkan teknologi pengolahan dan penanganan yang lebih sulit dan berbeda dari sebelumnya (Kahfi, 2017).

Menurut KLHK (2008) diperkirakan 69% sampah di Indonesia hanya ditimbun dengan sampah 10% yang terkubur, 7% di kompos dan daur ulang, 5% dibakar, 3%

dibuang ke sungai dan 7% sisanya tidak terkelola. Komposisi sampah plastik di TPA mendominasi dari total timbunan sebanyak 15%, yang diperkirakan hanya 10 - 15 % yang didaur ulang dan 60 - 70% ditimbun di TPA dan 15 - 30 % terbangun ke badan air.

Hal ini akan menimbulkan polusi udara tidak sedap, pencemaran air tanah dan permukaan, perubahan tata guna lahan sekitar dan lainnya yang akan berdampak negatif oleh masyarakat sekitar terhadap kesehatannya. Pada saat musim hujan, masuknya air ke timbunan sampah yang berdominasi oleh sampah mengakibatkan air permukaan bercampur dengan sampah sehingga zat-zat yang terdapat pada timbunan sampah akan terbilas dan terlarut oleh air permukaan yang merembes dari lapisan timbunan sampah teratas hingga ke lapisan bawah tanah dan dapat menghasilkan limbah cair berbahaya (Gonti *et al*, 2017).

Sedangkan untuk mengurangi risiko terjadinya pencemaran lingkungan, pentingnya mengetahui karakteristik sampah berdasarkan umur timbunan sampah sangat diperlukan agar sampah yang ada mudah untuk dilakukan pengolahan seperti memanfaatkan kembali maupun didaur ulang menjadi produk baru yang lebih bermanfaat. Maka dari permasalahan tersebut, penelitian ini akan melakukan pengujian karakteristik fisik sampah dengan mengambil sampel uji yaitu sampah dominan dari kedalaman tertentu berdasarkan umur timbunan di TPA Piyungan.

1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini ditentukan rumusan masalah yaitu bagaimana hubungan antara karakteristik fisik sampah dari berbagai macam umur timbunan sampah yang ada di TPA Piyungan.

1.3 Tujuan

Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hubungan antara karakteristik fisik sampah dari berbagai macam umur timbunan sampah yang ada di TPA Piyungan.

1.4 Manfaat

Manfaat yang dapat diharapkan dari hasil penelitian ini sebagai berikut:

1. Mahasiswa mampu menganalisis terkait profiling karakteristik fisik sampah pada timbunan sampah di TPA Piyungan.
2. Hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sumber referensi maupun bahan kajian bagi penelitian kedepannya khususnya pengetahuan tentang karakteristik sampah di TPA Piyungan.
3. Dapat mengembangkan dan mengaplikasikan ilmu pengetahuan bidang teknik lingkungan yang telah di dapatkan selama perkuliahan. Dan hasil dari penelitian dapat menjadikan bekal mahasiswa/i untuk kedepannya.

1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka diperlukan adanya ruang lingkup untuk menunjang penelitian ini sebagai berikut :

1. Penelitian ini merupakan uji laboratorium.
2. Sampel uji yang digunakan adalah sampah dominan yang ada di timbunan sampah.
3. Pengambilan sampel uji dari TPA Piyungan Kabupaten Bantul Provinsi DI Yogyakarta sesuai dengan umur timbunan berdasarkan informasi investigasi manifes penempatan sampah oleh pengelola.
4. Pengujian karakteristik fisik (Densitas, kadar air, kadar volatil, dan kadar abu, kadar karbon tetap) pada sampah.
5. Data primer yang diperoleh langsung pada saat observasi, dan data penunjang lain. Dan data sekunder diperoleh dari beberapa literatur, regulasi atau peraturan yang menunjang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan

Besarnya penduduk di Indonesia memiliki keanekaragaman aktivitas baik penduduk daerah Jakarta, Bandung, Surabaya, Yogyakarta dan ibu kota lainnya telah terjadi peningkatan pembangunan infrastruktur yang sangat pesat agar kebutuhan penduduk tercapai. Peningkatan ini mengakibatkan munculnya persoalan umum dalam pelayanan prasarana perkotaan maupun perdesaan salah satunya yaitu permasalahan sampah. Sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia akan melalui beberapa tahap agar dapat mengurangi sampah yang masuk ke dalam TPA maupun TPST.

Adanya Program Pembangunan Prasarana Kota Terpadu (P3KT) yang merencanakan pembangunan TPA Piyungan guna memfasilitasi pertumbuhan pada kawasan Perkotaan Yogyakarta (KPY) untuk mengantisipasi kebutuhan masyarakat dalam mewujudkan kebersihan dan melestarikan lingkungan hidup. TPST Piyungan dibangun pada tahun 1994 – 1995 dan mulai aktif beroperasi tahun 1996. TPA ini dikelola oleh Dinas Kebersihan, Keindahan dan Pemakaman (DKP) Yogyakarta. Metode yang digunakan pada pengolahan sampah di TPA Piyungan yang direncanakan adalah sistem “*Sanitary Landfill*” dengan teknik tumpukan sampah yang ada akan dilapisi oleh timbunan tanah dan terdapat pengolahan air lindi, saluran drainase, pipa gas buang, dan lapisan kedap air di TPA (Kasam, 2011). Menurut Zuchriyastono dan Purnomo (2020), di TPST piyungan menggunakan metode sanitary landfill namun tidak cukup efektif karena sampah yang masuk hanya sekedar ditumpuk, prediksi jumlah sampah yang masuk akan terus meningkat setiap tahunnya namun lahan yang tersedia tidak bertambah.

Mayoritas mata pencaharian masyarakat di dusun Ngablak sebagai pemulung dan pengepul di TPA (Sulistyaningsih, 2016). Pengelolaan sampah di TPA Piyungan dari tahun 2014 pada pengumpulan dan pengangkutan dilakukan oleh

Kabupaten/Kota dan kemudian pengolahan sampah di TPA Piyungan dilakukan oleh Pemerintah Daerah DIY. Profil Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Yogyakarta menjelaskan bahwa sampah yang terangkut ke TPA Piyungan berasal Kota Yogyakarta (34,89%), Sleman (13,17 %), Kulon Progo (7,20%), Gunung Kidul (5,37%), dan Bantul (1,91%) (Mulasari, 2016).

2.2 Pengertian Sampah

Menurut SNI 19-2454-2002, sampah merupakan limbah yang bersifat padat terdiri dari bahan organik dan bahan anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008, sumber sampah adalah asal timbulan sampah yang dihasilkan oleh setiap orang dan/atau akibat proses alam yang menghasilkan timbulan sampah. Timbulan sampah akan dikelola secara sistematis, menyeluruh dan berkesinambungan meliputi pengurangan dan penanganan. Timbulan sampah akan ditampung sementara sebelum diangkut ke tempat pengolahan terpadu untuk kegiatan pengumpulan, pemilahan, penggunaan ulang, pendauran ulang, pengolahan dan pemrosesan akhir sampah yang pada akhirnya akan dikembalikan ke media lingkungan secara aman bagi manusia maupun lingkungan.

2.3 Jenis Sampah

Menurut Sucipto (2012) beberapa jenis sampah dari aktivitas manusia yang berasal dari rumah tangga, pertanian, industri, perdagangan dan sebagainya harus kita ketahui agar lebih mudah dalam cara pengolahannya.

Jenis-jenis sampah dibedakan menjadi dua yaitu :

a. Sampah organik

Sampah organik ini dibagi kembali menjadi sampah organik basah dan sampah organik kering. Yang dimaksud dari sampah organik basah adalah sampah yang memiliki kandungan air cukup tinggi seperti buah maupun sisa sisa sayuran. Sedangkan sampah organik kering adalah bahan organik yang memiliki kandungan air relatif sedikit seperti kertas, ranting pohon, daun

kering, dan lainnya. Sampah organik ini sendiri berasal dari makhluk hidup seperti tumbuhan maupun hewan.

b. Sampah an-organik

Sampah anorganik sampah yang dapat di daur ulang (recycle) seperti bahan yang terbuat dari plastik, logam, gelas atau botol kaca, kain dan sampah lembut seperti abu.

c. Sampah B3

Sampah ini sangat berbahaya dan beracun bagi manusia maupun lingkungan karena mengandung zat-zat atau bahan bahan yang berbahaya yang dapat berdampak buruk bagi lingkungan.

Menurut Yoga (2014) hancurnya beberapa jenis sampah dapat dijadikan sebuah strategi maupun kebijakan agar dapat mengurangi sampah berdasarkan waktu lama hancurnya sampah organik dan anorganik sebagai berikut :

Tabel 2. 1 Waktu Hancur di Setiap Jenis Sampah

Jenis Sampah	Lama Hancur
Kertas	2 - 5 bulan
Dus Karton	5 bulan
Kulit Jeruk	6 bulan
Kayu	10 - 15 tahun
Filter Rokok	10 - 12 tahun
Kantong Plastik	10 - 20 tahun
Kulit Sepatu	25 - 40 tahun
Pakaian / Nylon	30 - 40 tahun
Plastik	50 - 80 tahun
Alumunium	80 - 100 tahun
Styrofoam	Tidak hancur

Sumber : Dit. PLP, Ditjen. Cipta Karya PU

2.4 Karakteristik Sampah

Karakteristik sampah pada prinsipnya akan berbeda berdasarkan dimana sampah tersebut berada tergantung terhadap perekonomian, sosial, iklim dan lainnya. Dalam menguji karakteristik sampah, pengujian dilakukan di laboratorium untuk di analisis. Komposisi sampah yang ada akan mempengaruhi karakteristik fisik sampah karena semakin tinggi komposisi organik maka kadar air semakin tinggi, kadar abu semakin rendah dan berat jenis semakin tinggi (Darmasetiawan, 2004).

Tabel 2. 2 Karakteristik Sampah di Indonesia

No	Karakteristik	Indonesia	Satuan
1	Kadar Air	60	%
2	Kadar Abu	10,59	%
3	Berat Jenis	250	Kg/m ³

Sumber : Darmasetiawan, 2004

Karakteristik sampah berguna dalam pengembangan dan desain suatu sistem pengelolaan persampahan, dari komposisi sampah setiap wilayah akan berbeda (Komala *et al*, 2017). Menurut Damanhuri dan Tri Padmi (2010), Karakteristik sampah digolongkan menjadi 3 (tiga) kategori yaitu :

1. Karakteristik fisik. Dari beberapa macam karakteristik fisik pada sampah yang paling dominan dan penting dalam sebuah penelitian adalah densitas, kadar air, kadar volatile, karbon tetap, kadar abu.

Berikut merupakan skematis berat bahan

Kadar air hilang pada 105°C
Volatile hilang pada 550°C
Fixed carbon hilang pada 850°C

Posisi bahan pada temperatur pembakaran

Sumber : Damanhuri *et al*, 2010

2. Karakteristik Kimia. Yang sering digunakan dalam melakukan identifikasi adalah C-organik, N-organik, dan total fosfor.

3. Karakteristik kimia unsur penyusun. Biasanya melakukan analisis ultimate dengan diperlukannya data komposisi unsur-unsur susunan kimia pada sampah yang terdiri dari H, O, N, S, C, P pada sampah.

2.5 Karakteristik Fisik Timbunan Sampah di TPA

Karakteristik sampah di TPA memiliki nilai berat jenis yang berbeda atau bervariasi bergantung pada kedalaman dan usia sampah yang tertimbun, dengan seiring waktu sampah berbahan organik akan membusuk oleh proses dekomposisi hingga menjadi kompos dan sampah plastik akan tetap meningkat (Owusu *et al*, 2019). Menurut Perdana (2012) adanya hubungan antara karakteristik fisik sampah dengan umur sampah yaitu semakin baru umur sampah maka semakin banyak kadar air yang terkandung, semakin rendah kadar volatil, dan semakin tinggi kadar abu sedangkan berat jenis atau densitas pada sampah di TPA akan di pengaruhi oleh kondisi geografi dengan adanya musim, lamanya umur sampah.

Adapun penelitian terdahulu menurut Izaty (2018) menjelaskan bahwa timbunan sampah memiliki kadar air dan kadar volatil yang berbeda secara signifikan berdasarkan kedalaman yang disebabkan karena air hujan akan terperangkap oleh sampah plastik dan kain sehingga kadar air lebih mendominasi pada umur sampah baru. Sampah yang berusia lebih tua dan terletak pada kedalaman timbunan lebih dalam akan memiliki kandungan kadar abu lebih besar dibandingkan dengan sampah baru. Hal ini terjadi karena telah mengalami perubahan sifat secara fisik teknis seperti terjadinya proses dekomposisi (Nasril *et al*, 2020).

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu dan Penelitian yang akan Dilakukan

No	Nama Peneliti	Judul	Penelitian Terdahulu	Penelitian yang Dilakukan
1	Wahyono , et al	Studi Karakteristik Sampah Landfill dan Potensi Pemanfaatannya (Studi Kasus di TPA Sukawinatan dan Bantargebang)	Kajian yang dilakukan terdiri dari analisis komposisi, analisis karakteristik fisik (kadar air, kadar volatil, kadar abu dan karbon tetap). Sampel yang digunakan yaitu sampah yang telah tertimbun di Landfill yang berumur > 10 tahun. Sampel yang di ambil dari TPA Sukawinatan (Palembang) dan TPA Bantargebang (Bekasi). Metode pengelolaan sampah yang digunakan adalah <i>Sanitary Landfill</i> di TPA Bantargebang dan Metode <i>Open Dumping</i> di TPA Sukawinatan. Didapatkan hasil analisis komposisi sampah TPA Bantargebang yang dilakukan secara manual didapat komponen sampah plastik 46%, kayu 20%, kain 11%, karet/kulit 7%, logam 1 %, kaca 1 % dan material lainnya 14%.	Kajian yang dilakukan terdiri dari identifikasi karakteristik fisik sampah (Berat Jenis, Kadar Air, Kadar Volatil, Kadar Abu dan Karbon tetap) pada timbunan sampah berdasarkan umur timbunan. Dengan adanya variasi umur yang akan digunakan yaitu 0 – 6 bulan, 1 – 2 tahun, 3 – 4 tahun dan > 5 tahun di TPST Piyungan DI Yogyakarta. Di TPST Piyungan pada pengelolaan sampah menggunakan metode <i>Sanitary</i>

			Hasil analisis karakteristik fisik sampah di TPA Sukawinatan yakni kadar air 69,23%, kadar volatil 38,20%, kadar abu 61,80%. Sedangkan karakteristik fisik sampah di TPA Bantargebang yakni kadar air 31,8%, kadar volatil 30,39%, kadar abu 43,32%, dan karbon tetap 15,41%.	<i>Landfill</i> namun, pada operasional yang ada menggunakan metode <i>controlled landfill</i>.
2	Izaty, 2018	Analisis Komposisi dan Identifikasi Potensi RDF (<i>Refuse Derived Fuel</i>) pada Sampah Zona 1 TPA Piyungan Bantul dengan Analisis	Kajian yang dilakukan terdiri dari analisis karakteristik fisik sampah yakni (komposisi sampah, kadar air, kadar volatil kadar abu, dan karbon tetap) dengan umur sampah 18 tahun, 20 tahun dan 23 tahun di TPST Piyungan. Pengelolaan sampah menggunakan sanitary landfill. Hasil analisis yang didapatkan pada umur 18 tahun, 20 tahun dan 23 tahun berturut-turut mendapatkan rata-rata nilai kadar air 33.65%; 33.2%; 31.7%. Nilai kadar volatil 18.675% ; 28,625% ; 23,6%. Nilai kadar abu 65,075% ;	

		Proximate dan Nilai Kalor	55,325% ; 54,725%. Dan kadar karbon tetap 16,25% ; 16,075% ; 21,65%.	
3	Malo, <i>et al.</i>	Optimalisasi Proses Karbonisasi Limbah Plastik Menggunakan Teknologi Teknologi Pyrolysis Menjadi Briket Arang (<i>Briquette Charcoal</i>)	Penelitian uji kualitas briket arang berbahan dasar limbah plastik berdasarkan uji proximate (kadar air, volatile matter, kadar abu, dan karbon tetap) dengan proses karbonisasi pada suhu dan waktu tertentu. Tingginya kadar air, abu dan volatile matter menyebabkan nilai kalor pada briket semakin rendah dan sebaliknya apabila rendahnya kadar abu,air, volatile matter maka nilai kalor tinggi. Dan nilai fixed karbon tinggi juga akan menghasilkan nilai kalor tinggi. Dan didapatkan hasil dari briket arang plastik memiliki suhu optimal pada suhu 600°C selama 45 menit dengan konsentrasi perekat 5% dengan nilai kalor 7.231 kkal/kg. Dan nilai rata-rata briket arang plastik yaitu kadar abu 2,12%; kadar air 0,24%; Volatile matter 3,05%; Fixed karbon	

			91,75% sehingga briket arang telah memenuhi SNI 01- 6235 - 2000.	
4	Rania, <i>et al</i>	Analisis Potensi <i>Refuse Derived Fuel</i> (RDF) dari Sampah pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) di Kabupaten Tegal Sebagai Bahan Bakar Incinerator Pirolisis.	Timbunan sampah di Kabupaten Tegal mengalami peningkatan dengan komposisi plastik 40,15%, organik 33,5%, gelas dan kaca 2,60%, kertas, kayu, kulit dan kain 20,7% dan sampah lainnya 1,05%. Komposisi tersebut akan dimanfaatkan sebagai pengganti bahan bakar fosil menjadi RDF. Karakteristik limbah yang digunakan adalah limbah padat. Karakteristik RDF dengan melihat nilai Kadar air, kadar volatil, kadar abu. Didapatkan hasil rata-rata nilai kadar air 4.68%, kadar volatil 7.81%, kadar abu 11,46%, kadar fixed carbon 75,87%.	

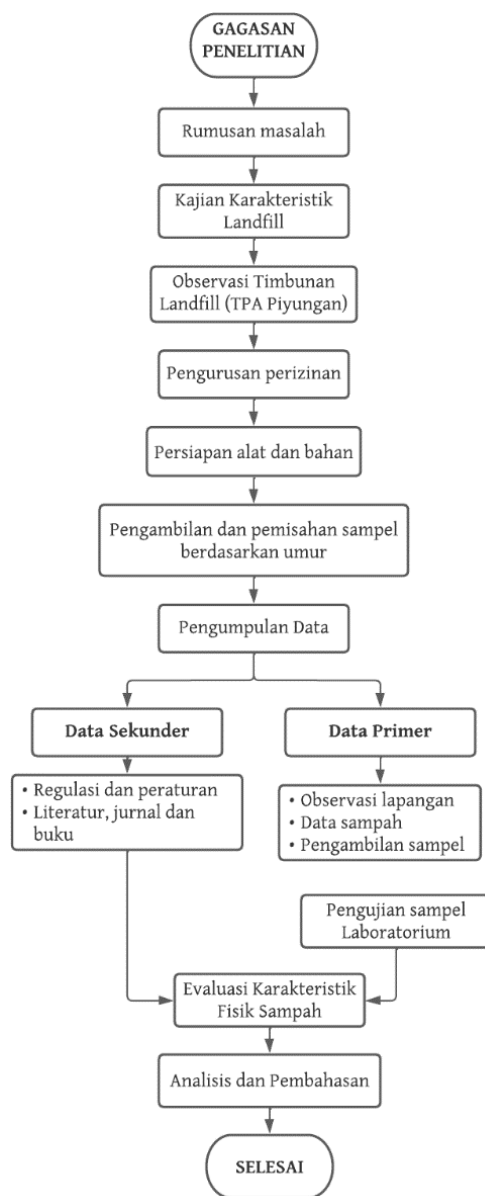
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Dalam melakukan uji karakteristik fisik sampah dari berbagai kedalaman timbunan sampah di TPA Piyungan, berikut tahapan penelitian :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi pengambilan sampel uji yaitu di TPST Piyungan, Kabupaten Bantul, DI Yogyakarta. Sedangkan pelaksanaan pengujian sampel uji akan dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Jurusan Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Dengan waktu pelaksanaan penelitian dimulai bulan Maret hingga September 2022.

3.3 Metode Penelitian

3.3.1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah kuantitatif, berupa penyelidikan berdasarkan pengujian analisis data sehingga data angka yang telah terkumpul dapat digambarkan dengan pendekatan korelasi yang dilakukan untuk menemukan ada tidaknya hubungan antara umur timbunan sampah terhadap karakteristik fisik sampah. Teknik yang digunakan pada penelitian ini berupa purposive sampling yang pada saat pengambilan sampel tidak random, melainkan berdasarkan pertimbangan yang terfokus pada tujuan penelitian.

3.3.2. Variabel Penelitian

Adanya tujuan untuk mengetahui korelasi antara karakteristik fisik sampah dari berbagai macam umur timbunan sampah yang ada di Landfill TPA Piyungan, maka ditetapkan beberapa variabel untuk menunjang pelaksanaan penelitian ini yakni :

- a. Variabel Bebas : Sampah dominan yang ada di timbunan sampah landfill TPA Piyungan dari berbagai umur timbunan sampah.
- b. Variabel Terikat : Pengaruh umur timbunan sampah terhadap karakteristik fisik sampah.
- c. Variabel Kontrol : Pengujian dilakukan terhadap (berat Jenis, kadar air, kadar volatil, kadar abu dan kadar karbon tetap) sampah.

3.3.3. Metode Pengumpulan Data

Dilakukannya pengumpulan data untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan agar dapat mencapai tujuan dari penelitian. Pada penelitian ini terdapat dua sumber data yang diperlukan sebagai berikut :

1. Data Primer, dengan dilakukannya pengumpulan data yang didapatkan berasal dari hasil observasi secara langsung ke TPA Piyungan, pengujian sampel di Laboratorium dan dokumentasi.
2. Data Sekunder, dengan dilakukannya pengumpulan data yang didapatkan dari hasil studi literatur yang telah ada untuk menunjang dan menguatkan data.

3.4 Tahapan Penelitian

3.4.1. Alat dan Bahan Penelitian

Dalam pengambilan sampel dan pengujian sampel diperlukannya beberapa alat dan bahan untuk menunjang sebagai berikut :

1. Alat Pengambilan Sampel

Pada saat pengambilan sampel uji di timbunan sampah TPA menggunakan sekop, kotak penyimpanan dan perlengkapan lainnya seperti sarung tangan, kantong plastik, spidol permanent.

2. Alat Pengujian Sampel

Alat yang digunakan dalam pengujian sampel adalah timbangan dan kotak ukur, neraca analitik, oven (alat utama), furnace (alat utama), desikator, cawan porselin.

3. Bahan

Bahan uji yang diperlukan adalah sampah yang berasal dari timbunan sampah di landfill TPA Piyungan berdasarkan umur timbunan tertentu.

3.4.2. Metode Pengumpulan Data

1. Persiapan

Pada tahap ini dilakukannya persiapan alat yang akan digunakan pada tahap pengambilan sampel. Selain itu peneliti akan mengobservasi lokasi dan kondisi di TPA Piyungan. Kemudian dilakukan berbagai macam kegiatan

seperti perizinan, menentukan titik pengambilan sampel dan mendapatkan beberapa data yang dibutuhkan dari lokasi TPA.

2. Pengambilan Sampel Uji

Di TPA Piyungan pengambilan sampel uji dilakukan berdasarkan 4 variasi umur sampah yaitu 0 - 6 bulan, 1 - 2 tahun, 3 - 4 tahun, > 5 tahun yang ada di TPA Piyungan. Pengambilan sampah dilakukan menggunakan alat sekop dan cangkul untuk menggali timbunan sampah.

3. Penyimpanan dan Perawatan Sampel

Cara yang dilakukan agar kondisi sampel masih sesuai dengan karakteristiknya, maka sampah yang telah diangkat dan ditemukan akan di masukkan kedalam kotak. Selanjutnya sampah yang telah terpilih berdasarkan umur sampah akan dimasukkan ke dalam plastik klip ± 1 kg dan diberi label nama yang sesuai umur agar sampah tidak bercampur dengan sampah lainnya. Plastik klip yang telah berisi sampel akan disusun di dalam kotak penyimpanan untuk mengurangi gerakan atau pergeseran pada sampel. Sebelum dilakukan pengujian pada sampel, penyimpanan sampel harus berada di suhu ruangan dan tidak langsung terpapar oleh sinar matahari agar tidak terjadinya kelembaban maupun proses penguapan dengan cepat. Khususnya pada pengujian kadar air masa penyimpanan sampel pada suhu ruangan tidak lebih dari 7 hari dari waktu pengambilan sampel.

4. Tahapan Pengujian Sampel

a) Berat Jenis (Densitas)

Pengujian berat jenis akan diketahui setelah mendapatkan berat dan volume sampah. Untuk mengetahui berat sampah dilakukan dengan menimbang kotak ukur yang telah berisi sampel sampah dengan timbangan. Sedangkan volume sampah dihitung dengan cara sampah akan dimasukkan kedalam kotak ukur, kemudian akan di hentakkan 3 kali, setelah itu sampah akan diukur panjang, lebar dan tinggi dalam kotak tersebut. Pengujian berat jenis mengacu pada SNI 19-3964-1994.

b) Kadar Air (*Moisture Content*)

Pengujian kadar air menggunakan cawan porselin sebagai wadah sampel. Cawan dikeringkan terlebih dahulu pada suhu 103 - 105°C selama 1 jam dalam oven. Kemudian cawan dinginkan di dalam desikator dan timbang cawan sebelum digunakan. Selanjutnya sampel ditaruh pada cawan dengan berat sampel antara 50 g - 100 g dan dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 103 - 105°C selama 2 jam. Selanjutnya sampel akan dimasukkan kedalam desikator dan sampel akan di timbang kembali sampai bobot tetap. Proses ini terdapat material yang hilang setelah proses pemanasan yang disebut besar air yang terkandung dalam sampel sampah. Pengujian kadar air berdasarkan *Standard Method* 2540 B tentang *total solids dried*.

c) Kadar Volatil (*Volatile Matter*)

Pengujian kadar volatil berdasarkan *Standard Method* 2540 E tentang prosedur pengujian laboratorium *fixed and volatile solid*. Sampel uji yang telah dikeringkan pada saat uji kadar air akan dipanaskan kembali menggunakan furnace dengan suhu 550 - 600°C selama 2 jam. Setelah itu sampel dimasukkan ke dalam desikator kemudian di timbang.

d) Kadar Abu (*Ash Content*) dan Karbon Tetap (*Fixed Carbon*)

Pengujian kadar abu berdasarkan ASTM E 830-87 (2004) tentang metode uji standar untuk kadar abu dalam sampel analisis bahan bakar yang berasal dari sampah. Dilakukan pemanasan terhadap sisa sampel dari uji kadar volatil. Sampel dipanaskan ke dalam furnace dengan suhu 950°C selama 7 menit. Sehingga kadar abu dinyatakan sebagai persen rasio berat yang tersisa setelah pemanasan. Kemudian pada pengujian kadar karbon tetap akan menyisakan unsur karbon yang berbentuk padatan yang tertinggal pada sampel.

Tabel 3. 1 Analisis Uji Sampel

No.	Acuan Prosedur	Analisis
1	SNI 19-3964-1994	Berat Jenis (Densitas)
2	<i>Standard Method</i> 2540 B	Kadar Air (<i>Moisture Content</i>)
3	<i>Standard Method</i> 2540 E	Kadar Volatil (<i>Volatile Matter</i>)
4	ASTM E 830 - 87 (2004)	Kadar Abu (<i>Ash Content</i>)
5	ASTM E 830 - 87 (2004)	Kadar Karbon Tetap (<i>Fixed Carbon</i>)

3.4.3. Analisis Data

Data yang telah didapatkan dari data primer dan sekunder selanjutnya dilakukan analisis data. Sehingga akan menghasilkan data berupa berat jenis sampah dan kadar air sampah berdasarkan umur timbunan. Berikut merupakan analisis yang dilakukan :

1. Berat Jenis (Densitas)

Berikut merupakan persamaan untuk menghitung berat jenis:

$$\text{Berat Jenis} = \frac{\text{Berat Sampah (kg)}}{\text{Volume Sampah (m}^3\text{)}}$$

2. Kadar Air (Moisture Content)

Berikut merupakan persamaan untuk menghitung kadar air:

$$Mc = \frac{(w - d)}{d} \times 100\%$$

Keterangan:

Mc = Kadar air (%)

w = Berat Awal (gram)

d = Berat setelah dikeringkan dalam oven 103 - 105°C (gram)

3. Kadar Volatil (Volatile Matter)

Berikut merupakan persamaan untuk menghitung kadar volatil:

$$Vm (\%) = \frac{d - e}{w} \times 100\%$$

Keterangan :

Vm = Kadar volatil (%)

- d = Berat setelah dikeringkan dalam oven 103-105°C (gram)
 w = Berat awal (gram)
 e = Berat setelah dipanaskan dengan furnace 550-600°C (gram)

4. Kadar Abu (Ash Content)

Berikut merupakan persamaan untuk menghitung kadar abu :

$$Ac (\%) = \frac{f}{w} \times 100\%$$

Keterangan :

- Ac = Kadar Abu (%)
 f = Berat setelah dipanaskan dengan furnace 950°C (gram)
 w = Berat awal (gram)

5. Kadar Karbon Tetap (Fixed Carbon)

Berikut merupakan persamaan untuk menghitung kadar karbon :

$$Fc (\%) = 100\% - (\% Vm + \%Ac + \%Mc)$$

Keterangan :

- Fc = *Fixed Carbon* (%)
 Mc = *Moisture Content* (%)
 Vm = *Volatile Matter* (%)

3. 5 Kondisi Lokasi TPA Piyungan

Penelitian uji karakteristik fisik sampah di TPA Piyungan. Berdasarkan letak geografisnya pada titik koordinat 7°52'13.18" 110°25'48.25"E dan memiliki jarak ± 14 km dari Kota Yogyakarta. Kawasan TPA Piyungan memiliki luas area hingga ± 12.5 Ha. Landfill pada TPST Piyungan memiliki luas 10 ha yang terbagi menjadi 3 sel dengan luas sel I sebesar 3 ha, sel II sebesar 3 ha, dan sel III sebesar 4 ha, sedangkan untuk 2,5 ha merupakan *green barrier (green belt)* atau sebagai zona penyangga hijau dan adanya fasilitas perkantoran, bengkel, garasi dan kolam lindi. Kawasan ini berfungsi untuk menampung sampah yang berasal dari rumah tangga, sekolah, pasar, tempat wisata, industri dan lainnya. TPA Piyungan akan menampung sampah dari tiga daerah yakni Kota Yogyakarta, Kabupaten Bantul, dan Kabupaten Sleman. Kegiatan jam operasional dimulai pada pukul 07.00 hingga

17.00 dengan sistem yang diawali dengan penimbangan massa sampah yang akan masuk ke TPA Piyungan kemudian diangkut menuju landfil TPA. Adapun petugas yang berkeja sebagai operator kendaraan alat berat sebanyak 4 orang dan operator pada jembatan timbangan sebanyak 2 orang.

Pengelolaan sampah di TPA Piyungan yang direncanakan akan menerapkan sistem *sanitary landfill* dengan dilakukan penutupan sampah dengan menggunakan tanah kemudian akan di padatkan kembali menggunakan alat berat. Namun pada saat ini sistem operasional secara langsung di TPA Piyungan tahun 2022 menerapkan sistem *controled landfill* dengan sampah akan di padatkan dan perataan terlebih dahulu yang di bantu oleh alat berat. Metode ini berfungsi untuk meminimalisir dampak lingkungan pada bau, dan gas. Hal ini disebabkan pada saat menimbun sampah yang baru datang tidak dilakukannya pemisahan sampah organik dan anorganik, penutupan tanah dilakukan setiap 7 hari sekali. Sehingga pemilahan sampah organik dan anorganik di timbunan TPA hanya di lakukan oleh para pemulung yang masih memiliki nilai ekonomi yang berlaku dalam jual beli.

Adapun sarana dan prasarana di TPA Piyungan untuk meningkatkan kualitas sistem dalam menunjang operasional TPA adanya fasilitas umum seperti bangunan penunjang yang terdiri dari kantor TPA, cuci kendaraan, Mushola, kamar mandi, gudang peralatan, adanya saluran drainase, dan tanggul pengaman. Fasilitas perlindungan lingkungan yang tersedia seperti tempat pengelolaan air lindi, sumur pantau dan pengujian, lapisan penutup timbunan, pipa ventilasi gas, ruang pembuat komposter, peralatan komposter, ruang pemilahan sampah. Dan fasilitas penunjang yakni sarana air bersih dan listrik, jembatan timbang, bengkel atau ruang perbaikan alat. Sedangkan fasilitas operasional yang tersedia yakni Selain itu terdapat armada pengangkut seperti 2 buah sepeda motor roda 2, 1 buah dump truck, 1 buah truk tangki air, sampah yakni transportasi, kolam lindi, alat berat seperti 1 buah *Excavator*, 2 buah *Bulldozer*, 1 buah *wheel loader*, *land compactor*, truk sampah, 1 buah *track loader* mini dan lainnya.

3. 6 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di TPST Piyungan yang berada di Kabupaten Bantul, DI Yogyakarta. Terdapat 4 kategori umur sampah yang akan di uji yaitu umur 0 - 6 bulan, 1 - 2 tahun, 3 - 4 tahun dan lebih dari 5 tahun. Pengambilan sampel di setiap satu variasi sampah, akan dilakukan dengan pengambilan di 3 titik timbunan dan akan di jadikan 1 untuk di campur atau di homogenkan, agar mewakili satu umur timbunan sampah. Penentuan titik pengambilan sampel berdasarkan umur sampah dan disesuaikan dengan kondisi lapangan. Pada saat pengambilan sampel sampah umur 0 – 6 bulan, 1 – 2 tahun, 3 – 4 tahun dan < 5 tahun berturut-turu dengan suhu lingkungan 36°C, 36°C, 31°C, dan 31°C, kecepatan angin 13 km/jam, 14 km/jam, 31 km/jam, 13 km/jam. Sedangkan kondisi cuaca pada saat pengambilan sampel sedang cerah berawan di waktu antara jam 09.44 sampai 12.30.



Gambar 4. 1 Lokasi Titik Pengambilan Sampel

Sumber : Google Earth 2022

Pengambilan sampel uji menggunakan alat bantu yaitu cangkul dan sekop dengan ukuran besar. Penggalan dilakukan bertahap dari umur tua hingga umur muda yaitu dimulai umur sampah > 5 tahun kemudian sampel diambil dan di taruh ke dalam wadah sesuai dengan umurnya. Selanjutnya dilakukan penggalan kembali untuk kategori umur lainnya. Sampel yang telah di ambil akan dimasukkan kedalam kotak ukur yang telah disediakan untuk diketahui volume dan beratnya. Setelah dilakukan pengukuran, masuk pada tahap penyimpanan sampel yang akan disimpan dalam plastik klip dengan berat sampel ± 1 kg untuk dibawa ke Laboratorium pengujian. Dalam masa penyimpanan sampel tidak terpapar langsung sinar matahari agar tidak mempercepat proses penguapan. Kemudian sampel yang telah terbungkus oleh plastik klip dimasukkan ke dalam kotak agar tidak terjadi guncangan atau pergerakan.



Gambar 4. 2 Pengambilan dan Penyimpanan pada Sampel

Sumber : Dokumentasi Pribadi

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

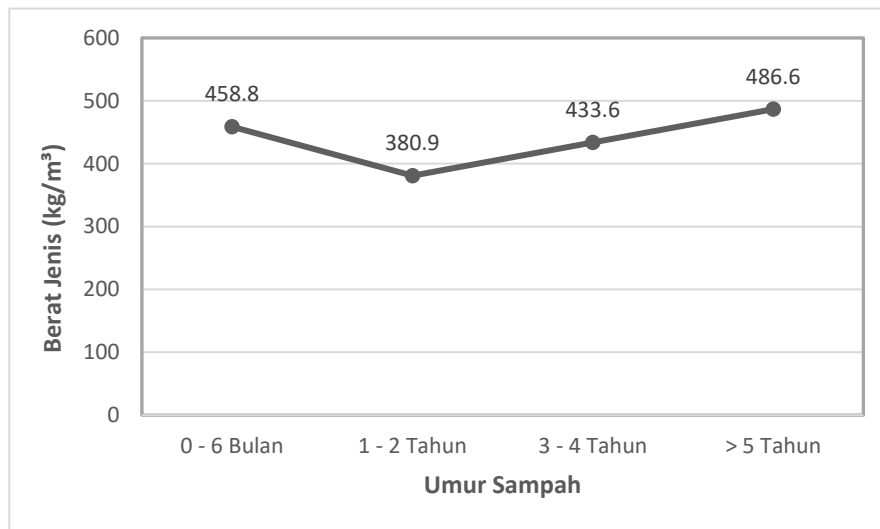
4.1 Analisis Karakteristik Fisik Sampah

Data analisis karakteristik fisik sampah terdiri dari berat jenis, kadar air, kadar volatil, kadar abu dan kadar karbon tetap yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) dan *American Standard Testing and Material (ASTM)*. Data ini diperlukan untuk mempermudah dalam memilih cara pengoperasian pada peralatan maupun fasilitas, selain itu juga dapat memperkirakan kembali sampah di TPA Piyungan yang masih layak untuk dimanfaatkan kembali seperti sebagai sumber daya energi dari sampah dan merancang fasilitas pada Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (Damanhuri, 2004). Pada analisis karakteristik fisik sampah menggunakan sampah yang di ambil pada kedalaman 30 cm dari atas permukaan.

4.2.1 Analisis Berat Jenis (*Densitas*)

Analisis Berat Jenis atau densitas pada sampah dengan cara perbandingan antara berat sampah dan volume sampah dengan satuan (kg/m^3). Mengetahui berat jenis ini dilakukan untuk mempermudah dalam memperkirakan berapa volume sampah yang masuk ke dalam TPA Piyungan dalam kurun waktu tertentu. Karena pada saat pengambilan sampah berat jenis sampah dari sumber sampah akan berbeda pada saat sampah masuk ke TPA Piyungan. Hal ini disebabkan oleh perubahan berat (massa) dan volume dalam masa pengangkutan sampah.

Pada saat pengambilan sampel untuk berat jenis dilakukan menggunakan kotak ukur yaitu $1,2 \times 0,6 \times 0,3$ m. Selain identifikasi berat jenis, juga dapat mempermudah untuk menentukan nilai timbulan sampah pada TPA Piyungan.

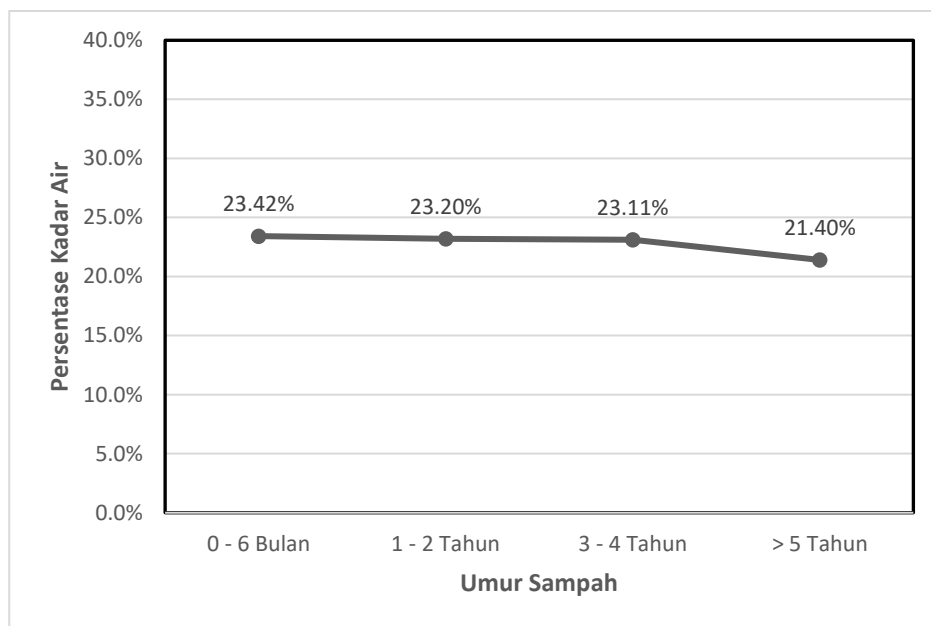


Gambar 4. 3 Berat Jenis Sampah

Menurut Yenni Ruslinda (2014) bahwa dalam penentuan berat jenis sampah tidak dibedakan pada musim kemarau maupun musim hujan karna dalam satuan volume dan berat sampah relatif sama atau tidak jauh berbeda berat jenisnya. Berat jenis pada sampah akan bervariasi tergantung pada lokasi geografi, musim tahunan pada lokasi dan waktu penyimpanan. Berdasarkan **Gambar 4.3** di TPA Piyungan memiliki berat jenis sampah tertinggi yang terdapat pada timbunan sampah pada umur > 5 tahun mencapai 486,6 kg/m³. Menurut Sulistiyono (2012) semakin lama umur sampah maka semakin tinggi berat jenisnya. Namun pada timbunan sampah umur 1 – 2 tahun merupakan berat jenis terendah atau ringan yakni 380,9 kg/m³. Menurut Khasanah (2019) menjelaskan bahwa berat jenis sampah akan dipengaruhi oleh kondisi letak titik sampling. Penurunan berat jenis pada sampah berumur 1 – 2 tahun disebabkan karena penempatan sampah berada pada elevasi timbunan sampah tertinggi. Dan pada saat pengambilan sampel di umur 1 – 2 tahun dan pengukuran secara langsung di tempat, sampel sampah memiliki suhu 38°C lebih tinggi dibandingkan dengan suhu sampel sampah umur lainnya. Tingginya suhu pada sampah yang terletak di umur 1 – 2 tahun menjadikan berat sampah menjadi lebih ringan.

4.2.2 Analisis Kadar Air (*Moisture Content*)

Analisis kadar air mengacu pada ASTM 2540 B tentang pengujian total padatan kering. Prinsip pelaksanaan pengujian dengan sampel yang telah tercampur menggunakan wadah cawan porselin 125 ml. Sampel yang digunakan dengan berat 50 – 100 gr yang akan diuapkan pada oven dengan suhu 105°C selama 2 jam yang bertujuan untuk mengetahui persentase kadar air pada suatu material.



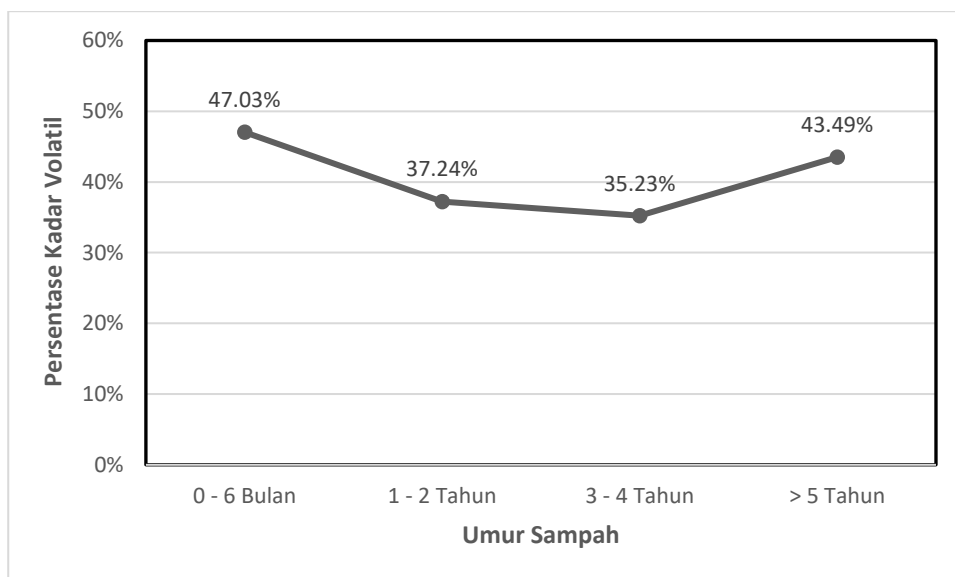
Gambar 4. 4 Kadar Air Sampah

Pada **Gambar 4.4**, adanya perbedaan persentase kandungan kadar air yang berbeda. Perbedaan ini dipengaruhi oleh suhu, curah hujan daerah lokasi, dan adanya air hujan yang terperangkap pada sampah. Diketahui bahwa hasil pengujian kadar air berdasarkan umur sampah paling tertinggi mencapai 23,42% pada sampah umur 0 – 6 bulan. Menurut Bima (2022) kadar air sampah lebih besar pada saat musim hujan, karena sampah lebih basah dan kelembapan yang tinggi. Hal ini di buktikan pada timbunan sampah yang berumur 0 – 6 bulan dan 1 – 2 tahun memiliki kandungan air lebih tinggi dibandingkan dengan sampah ber umur 3 – 4 tahun dan > 5 tahun. Menurut Wahyuni (2022) menjelaskan bahwa komposisi sampah di timbunan sampah TPA Piyungan pada umur muda tersebut terdapat komposisi sampah paling tinggi sampah

plastik, kain, organik lebih mendominasi pada atas permukaan, sehingga air hujan yang masuk sulit untuk meresap kedalam tanah, karena air hujan akan terperangkap terlebih dahulu pada sampah tersebut. Kadar air sampah bergantung pada komposisi sampah karena komposisi dapat mengikat air yang berbeda. Selain itu ukuran sampah pada umur muda lebih besar dibandingkan dengan sampah berumur tua, karena telah mengalami proses pelapukan, terurai lebih dulu dari pada sampah baru.

4.2.3 Analisis Kadar Volatil (*Volatile Matter*)

Setelah dilakukan proses uji kadar air dilanjutkan dengan pengujian kadar volatil yang mengacu pada ASTM 2540 E tentang padatan volatil yang menggunakan alat furnace dengan suhu 550°C selama 2 jam. Pada proses memiliki tujuan dalam mengetahui persentase kandungan yang mudah menyublim dan pada proses ini akan menghasilkan padatan tersisa yang mewakili padatan total, terlarut maupun tersuspensi.



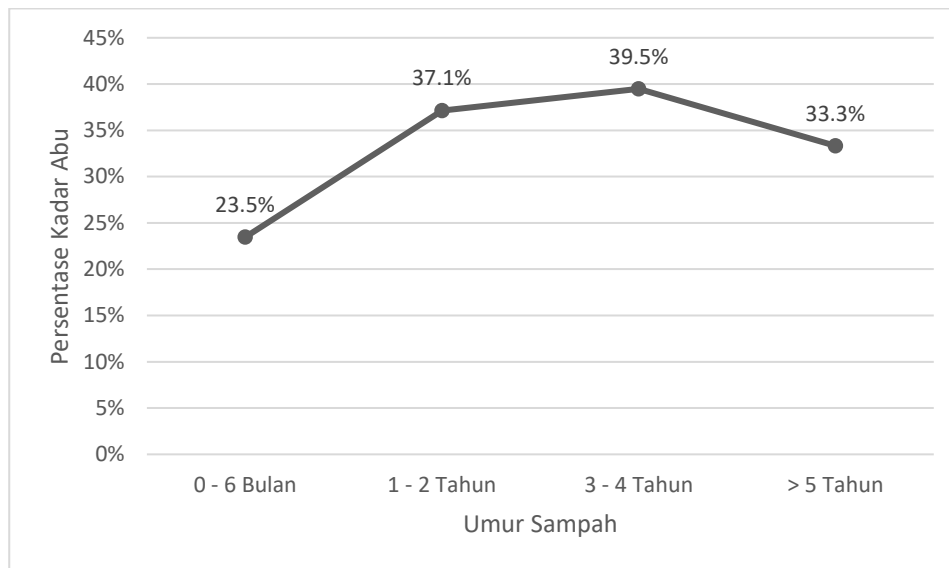
Gambar 4. 5 Persentase Kadar Volatil

Kadar volatil merupakan padatan yang berupa padatan yang mudah menyublim atau padatan berubah menjadi gas dan akan meninggalkan sisa residu berupa padatan total, terlarut atau tersuspensi tetap konstan pada suhu 550°C. Pengujian kadar volatil ini dilakukan untuk mengetahui residu yang

tersisa sebelum dilakukannya pengujian kadar abu. Pada **Gambar 4.5**, terdapat besar persentase kadar volatil. Grafik ini menggambarkan variasi rata-rata kadar volatil disetiap umur timbunan sampah. Dari hasil uji kadar volatil tertinggi pada timbunan sampah umur 0 – 6 bulan sebesar 47,83%, kemudian pada umur 1 – 2 tahun sebesar 37,2% dan umur sampah > 5 tahun sebesar 43% sedangkan kadar volatil terendah yaitu pada sampah umur 3 – 4 tahun sebesar 35,23%. Bisa dikatakan adanya perbedaan nilai kadar volatil ini disebabkan oleh kelembapan atau kadar air. Menurut Damanhuri (2016) semakin rendah kadar air pada sampah maka semakin tinggi kadar volatil, sehingga pada proses pembakaran lebih mudah pada kadar volatil yang tinggi. Dan dibuktikan pada **Gambar 4.4** terdapat pada sampah umur > 5 tahun memiliki kandungan air yang rendah di bandingkan dengan umur lainnya, sehingga nilai kadar volatil memiliki cukup tinggi berada pada umur > 5 tahun. Menurut Raharjani (2019) tingginya kadar volatil pada sampah akan semakin mudah sampah tersebut terbakar sehingga pada proses pembakaran hanya membutuhkan waktu yang semakin laju dan cepat.

4.2.4 Analisis Kadar Abu (*Ash Content*)

Pada penentuan kadar abu setelah dilakukan pengujian kadar volatil yang mengacu pada ASTM E 830 – 87 (2004). Kadar abu merupakan sisa pembakaran yang tidak akan terbakar (Khasanah, 2019). Pengujian ini berguna untuk mendapatkan berat residu yang tersisa dari proses pembakaran dengan suhu tinggi yakni 950°C. Sehingga perhitungan kadar abu adalah massa yang masih tersisa pada cawan yang telah terbentuk abu.



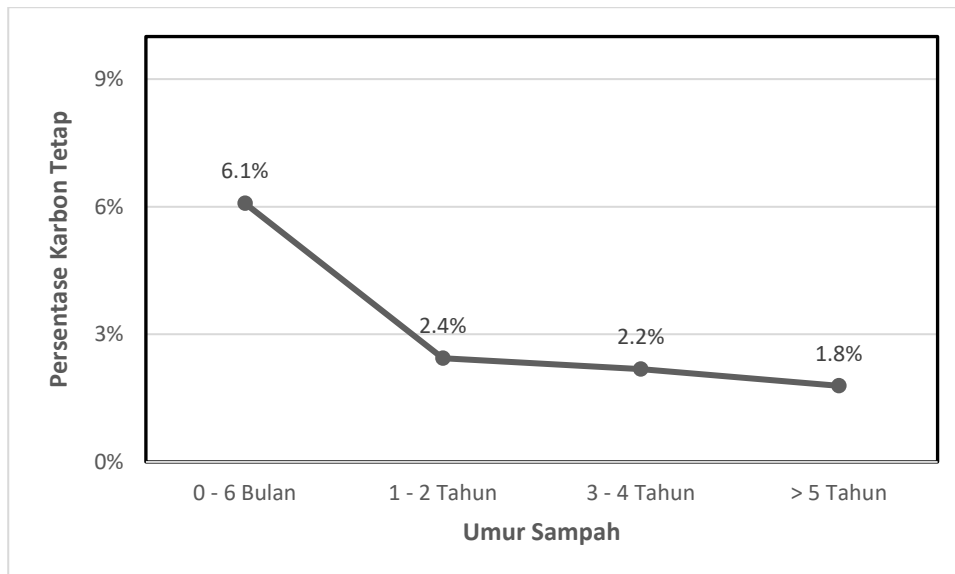
Gambar 4. 6 Persentase Kadar Abu

Dalam pengujian ini untuk mengetahui kadar abu yang tersisa pada suhu tinggi. Kadar abu yang tersisa dapat mempermudah dalam melakukannya pemanfaatan abu sebagai bahan tambahan lainnya dalam membuat suatu produk baru. Berikut grafik dari analisis uji kadar abu berdasarkan umur sampah. Menurut Izaty (2018) menjelaskan bahwa semakin lama umur sampah maka semakin rendah kadar abu sampah. Kadar abu akan dipengaruhi oleh lamanya umur sampah dan kedalaman sampah yang tertimbun. Dilihat pada Gambar 5, bahwa kadar abu tertinggi pada umur 3 – 4 tahun sebesar 39,5% dan kadar abu terendah pada sampah umur > 5 tahun sebesar 1,7% dan 0 – 6 bulan sebesar 23,5% angka ini rendah karena sampah di umur muda terdapat kandungan air yang tinggi. Menurut Khasanah (2019) kadar abu akan didapatkan dari residu pembakaran sempurna yang sudah tidak dapat terbakar lagi. Besarnya persentase pada kadar abu akan dipengaruhi oleh komponen sampah yang ada pada timbunan.

4.2.5 Analisis Kadar Karbon Tetap (*Fixed Karbon*)

Pada penentuan karbon tetap setelah dilakukannya uji kadar abu. Menurut Durogbitan (2019) pada karbon tetap didapatkan dari residu atau material yang terisisa dari persentase kadar air, kandungan bahan yang mudah menguap

(volatil), dan kandungan abu. Berikut grafik dari analisis karbon tetap berdasarkan umur sampah.



Gambar 4. 7 Persentase Karbon Tetap

Dalam menghitung kadar karbon tetap yang ada dilakukan untuk mengetahui seberapa banyak karbon tetap yang akan lepas terhadap lingkungan. Tingginya nilai karbon tetap menghasilkan semakin besarnya energi panas yang terkandung pada material tersebut (Mulyono, 2016). Pada **Gambar 4.7**, menunjukkan persentase tertinggi pada karbon tetap yaitu sampah umur 0 – 6 bulan sebesar 6,1 %, umur 1 – 2 tahun sebesar 2,4%, dan umur 3 - 4 tahun sebesar 2,2%, sedangkan karbon tetap terendah pada sampah umur 0 – 6 bulan sebesar 1,8%. Menurut Khasanah (2019) bahwa nilai persentase karbon tetap akan berbanding terbalik dengan persentase kadar volatil. Menurut Daniel Romatua (2007) menjelaskan bahwa semakin tinggi nilai kadar karbon yang ada maka semakin memperlambat proses pembakaran.

4.2 Potensi Pemanfaatan Sampah TPA Piyungan

a. Timbunan Sampah

Di TPA Piyungan yang paling banyak ditemukan adalah sampah plastik dan sampah organik. Tidak hanya di TPA Piyungan melainkan di Indonesia juga sampah plastik menjadi persoalan serius. Plastik di

Indonesia paling efektif digunakan bagi masyarakat semakin meningkat, sehingga sampah yang ditimbulkan tinggi di TPA. Sampah plastik biasanya dipakai untuk bahan campuran briket arang yang digunakan untuk bahan alternatif dengan cara dikarbonasi atau diarangkan (Malo *et al*, 2018). Selain itu briket sampah plastik juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan minyak.

Sampah organik juga banyak ditemukan di timbunan sampah terutama pada sampah dengan umur baru 0-6 bulan terdapat banyak sisa-sisa makanan dan kotoran sapi yang ditemukan. Sampah organik biasa dilakukan pemanfaatan seperti pembuatan kompos biogas berupa energi terbarukan ramah lingkungan yang dibuat dari bahan peternakan dan bahan organik seperti kotoran sapi yang banyak di temukan pada TPA Piyungan.

Selain itu sampah yang berada di timbunan TPA Piyungan bisa dimanfaatkan sebagai bahan RDF yang dapat menghasilkan energi yang dapat menggantikan batu bara menjadi bahan bakar dan dapat mengurangi emisi. Produksi RDF didesain untuk mengubah fraksi sampah yang mudah terbakar dari limbah padat perkotaan untuk dijadikan bahan bakar. Timbunan sampah di TPA juga akan mengalami tumpukan yang semakin lama semakin tinggi volume tinggi. Di timbunan sampah juga akan menghasilkan gas metan tersebar terhadap lingkungan khususnya dapat mencemari udara dan gas metan ini juga memicu efek rumah kaca lebih tinggi di bandingkan dengan CO₂. Sehingga gas metan juga dapat di manfaatkan sebagai penghasil energi panas.

b. Teknologi yang dapat digunakan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dalam penguia kadar air, kadar volatil, kadar abu dan karbon tetap dari berbagai maca umur sampah TPA Piyungan dapat dilakukannya pemanfaatan sampah dengan hasil akhir berupa abu. Pemanfaatan ini dapat dilakukan menggunakan teknologi Insinerator atau mesin pembakaran sampah

atau limbah dengan teknologi pembakaran suhu tinggi minimal 750°C dan dapat menghasilkan emisi gas karbon tetap yang lebih ramah terhadap lingkungan. Manfaat menggunakan insenerator ini dapat mengurangi volume sampah 80-95%. Hasil dari penggunaan teknologi ini yaitu berupa residu abu padat yang tersisa dan tidak berbahaya, dapat menghasilkan energi listrik. Abu yang dihasilkan dapat dimanfaatkan kembali sebagai bahan dasar bangunan seperti substitusi bahan semen (Luthfianti, 2019), pemanfaatan sebagai bahan keramik (Saputra, 2017), pembuatan genteng beton (Sabu, 2017).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis karakteristik sampah di TPA Piyungan yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa pengelolaan sampah di TPA Piyungan menggunakan sistem *controlled landfill*. Analisis berat jenis dari ke 4 kategori umur sampah didapatkan hasil semakin lama umur sampah yang tertimbun maka semakin tinggi berat jenis sampah dengan hasil berat jenis sampah tertinggi pada umur sampah > 5 tahun $486,64 \text{ kg/m}^3$ dan penurunan pada umur 1 – 2 tahun 380 kg/m^3 . Analisis kadar air terdapat semakin lama umur sampah maka semakin rendah persentase kadar air sampah dengan hasil tertinggi pada umur sampah 0 – 6 bulan 23,42% dan terendah umur >5 tahun 21,40%. Analisis kadar volatil semakin lama umur sampah maka semakin tinggi kadar volatil dengan hasil pada umur > 5 tahun kadar volatil termasuk tinggi dan berbanding terbalik dengan kadar air yang rendah. Analisis kadar abu terendah terdapat umur sampah 0 – 6 bulan sebesar 23,5% dan tertinggi pada umur 3 – 4 tahun sebesar 39,5%. Analisis karbon tetap semakin lama umur sampah maka semakin rendah, terdapat karbon tetap tertinggi pada umur 0 – 6 bulan sebesar 6,1%. Dalam pemanfaatan sampah di TPA Piyungan bisa menerapkan sistem RDF, pengomposan, pemanfaatan gas metan, hasil teknologi insinerator dengan memanfaatkan abu sebagai bahan substitusi bahan dasar dan lainnya.

5.2 Saran

Berikut merupakan beberapa saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang diperoleh, yakni:

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai adanya potensi pemanfaatan sampah sesuai dengan karakteristik fisik sampah berdasarkan umur sampah.

2. Dalam penelitian selanjutnya perlu dilakukan pengambilan sampel yang sesuai menggunakan alat drilling di setiap umur dan pada pengujian sampel dilakukan secara triplo, agar mendapatkan rentang nilai yang paling sedikit dari ketiga nilai sampel.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Annisa, B. (2016). Asesmen Potensi Recovery Energi dari Sampah Perkotaan di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Sampah untuk Infrastruktur Persampahan Berkelanjutan. In *Proceedings ACES (Annual Civil Engineering Seminar)* (Vol. 1, pp. 235-242).
- Bima, Y. P. (2022). Studi Timbulan, Komposisi, Karakteristik dan Potensi Daur Ulang Sampah Domestik Kota Bukittinggi (*Doctoral dissertation, Universitas Andalas*).
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). Pengelolaan sampah. *Diktat kuliah TL, 3104*, 5-10.
- Darmasetiawan, M. (2004). Sampah dan Sistem Pengelolaannya. *Jakarta: Ekamitra Engineering*.
- Durogbitan, A.A., (2019). Evaluation of impact of solid wastes and its potential as A source of renewable energy. A case study from Minna and his Environs, Nigeria. *Acta Sci. Agric.* 3 (5), 145–152.
- Gonti, A. P., Budhi W, A., & Satrio, S. (2017). Studi Interelasi Air Tanah dan Air Lindi di Sekitar TPST Piyungan Yogyakarta. In *Seminar Nasional Teknologi Pengelolaan Limbah XV tahun 2017*. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.
- Hafidz, N. K. (2016). Implementasi Perda No 8 Tahun 2011 Tentang Pengelolaan Sampah Oleh Kantor Dinas Kebersihan dan Pertamanan di Kota Tana Paser Kabupaten Paser. *e-Journal Ilmu Pemerintahan*, 4(4), pp. 1794 1806.
- Indonesia, P. R. Undang-undang Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah. *Jakarta: Sekretariat Negara Republik Indonesia*.
- Izaty, F. N. (2018). Analisis Komposisi Dan Identifikasi Potensi RDF (Refuse Derived Fuel) Pada Sampah Zona 1 Tpa Piyungan Bantul Dengan Analisis Proximate Dan Nilai Kalor.
- Iswadi, D., Nurisa, F., & Liastuti, E. (2017). Pemanfaatan sampah plastik LDPE dan PET menjadi bahan bakar minyak dengan proses pirolisis. *Jurnal*

- Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, 1(2), 1-9.
- Kahfi, A. (2017). Tinjauan terhadap pengelolaan sampah. *Jurisprudentie: Jurusan Ilmu Hukum Fakultas Syariah dan Hukum*, 4(1), 12-25
- Kamran, A., Chaudhry, M. N., & Batool, S. A. (2015). Effects of socio-economic status and seasonal variation on municipal solid waste composition: a baseline study for future planning and development. *Environmental Sciences Europe*, 27(1), 1-8.
- Kasam, I. (2011). Analisis Resiko Lingkungan pada Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah (Studi Kasus: TPA Piyungan Bantul). *Jurnal Sains Teknologi Lingkungan*, 3(1), 19-30.
- Khasanah, K. (2019). Uji Karakteristik Fisika Dan Kimia Sampah Plastik Di Kawasan Konservasi Mangrove Baros Kabupaten Bantul, Yogyakarta.
- Komala, P. S., Abuzar, S. S., & Jefrizal, R. Penelitian Karakteristik Fisik Sampah di Kampus Limau Manis Universitas Andalas.
- Kurniastuti, N. (2013). Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Swara Patra: Majalah Pusdiklat Migas*, 3 (1), 6–14.
- Letshwenyo, M. W., & Kgetseymore, D. (2020). Generation and composition of municipal solid waste: case study, extension 7, Palapye, Botswana. *SN Applied Sciences*, 2(10), 1-8.
- Luthfianti, Q. A. (2019). Pemanfaatan Sampah Plastik Jenis Polyethylene Terephthalate (PET) Sebagai Substitusi Agregat Halus Pada Paving Block.
- Malo, H. A., Iskandar, T., Wandal, S. K., & Diah, D. T. (2018). Optimalisasi Proses Karbonisasi Limbah Plastik Menggunakan Teknologi Teknologi Pyrolysis Menjadi Briket Arang (Briquette Charcoal). *Reka Buana: Jurnal Ilmiah Teknik Sipil dan Teknik Kimia*, 3(2), 128-136.
- Mboowa, D., Quereshi, S., Bhattacharjee, C., Tonny, K., & Dutta, S. (2017). Qualitative determination of energy potential and methane generation from municipal solid waste (MSW) in Dhanbad (India). *Energy*, 123, 386-391.
- Monice, M., & Perinov, P. (2016). Analisis Potensi Sampah sebagai Bahan Baku Pembangkit Listrik Tenaga Sampah (PLTSa) di Pekanbaru. *SainETIn (Jurnal Sains, Energi, Teknologi & Industri)*, 1(1), 9-16.

- Mulasari, S. A., Husodo, A. H., & Muhadjir, N. (2016). Analisis situasi permasalahan sampah kota Yogyakarta dan kebijakan penanggulangannya. *KEMAS: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 259-269.
- Nasional, B. S. (1994). SNI 19-3964-1994 Tentang Metode Pengambilan Dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. *Jakarta: Balitbang DPU*.
- Nasril, M., Rifai, A., & Faris, F. (2020). Optimasi Perancangan Timbunan Sampah Perkotaan Studi Kasus TPA Kabinuang Tolitoli. *Semesta Teknika*, 23(1), 106-117.
- Norum, R. A. (1984). *Measuring fuel moisture content in Alaska: standard methods and procedures* (Vol. 171). US Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station.
- Owusu-Nimo, F., Oduro-Kwarteng, S., Essandoh, H., Wayo, F., & Shamudeen, M. (2019). Characteristics and management of landfill solid waste in Kumasi, Ghana. *Scientific African*, 3, e00052.
- Perdana, Y. P. (2012). Analisa Timbulan Lindi Pada Berbagai Umur Sampah Perkotaan Menggunakan Kolom Landfill Paralel.
- Rania, M. F., Lesmana, I. G. E., & Maulana, E. (2019). Analisis potensi refuse derived fuel (rdf) dari sampah pada tempat pembuangan akhir (tpa) di kabupaten Tegal sebagai bahan bakar incinerator pirolisis. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(1), 51-59.
- Sabu, M. R. (2017). Pemanfaatan Abu Insinerator Rumah Sakit Sebagai Bahan Substitusi Dalam Pembuatan Genteng Beton.
- Saputra, R. (2017). Pemanfaatan Limbah Abu Insinerator Rsud Kota Yogyakarta Sebagai Keramik.
- SNI, S. N. I. N. (2002). 19-2454-2002 tentang tata cara Teknik Operasional Pengelolaan sampah Perkotaan. *Badan Standar Nasional (BSN)*.
- Sucipto, D. C. (2012). Teknologi Pengolahan Daur Ulang Sampah. Yogyakarta : *Gosyen Publishing*.
- Sulistyaningsih, S. (2016). Respon masyarakat desa sitimulyo terhadap Pengelolaan tempat pembuangan akhir sampah (TPA) piyungan Bantul

- yogyakarta. *Jurnal Sosiologi Reflektif*, 9(2), 49-78.
- Surono, U. B., & Ismanto, I. (2016). Pengolahan Sampah Plastik Jenis PP, PET Dan PE Menjadi Bahan Bakar Minyak dan Karakteristiknya. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 32-37.
- Tchobanoglous, George, Hilary Theisen dan Samuel Vigil. (1993). *Integrated Solid Waste Management*. Singapore : Mc Graw-Hill Book Co
- Wahyudi, J., Prayitno, H. T., & Astuti, A. D. (2018). Pemanfaatan limbah plastik sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar alternatif. *Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK*, 14(1), 58-67.
- Maulana, Y. C. (2014). Zonasi Tempat Pembuangan Sampah Terpadu (TPST) Bantargebang. *Jurnal Geografi Gea*, 14(2).
- Wahyono, S., SAHWAN, F. L., Suryanto, F., Febriyanto, I., Nugroho, R., & Hanif, M. (2019). Studi Karakterisasi Sampah Landfill dan Potensi Pemanfaatannya (Studi Kasus di TPA Sukawinatan dan Bantargebang) Study of Characterization of Landfill Based Municipal Solid Waste and Its Potential Utilization (Case Study at Sukawinatan and Bantargebang Landfill). *Jurnal Teknologi Lingkungan Vol*, 20(2), 179-188.
- Yani, A., Nuhardin, I., Septiani, M., Fitria, F., Irianto, I., & Ratnawati, R. (2021). Penyuluhan dan Pelatihan Pengolahan Limbah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak Untuk Mengatasi Sampah Plastik Di Kota Bontang. *Jurnal Pengabdian Ahmad Yani*, 1(1), 1-8.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Dokumentasi Penelitian

1. Pengambilan Sampel



Gambar I. 1 Kondisi pengambilan dan pengukuran volume sampah

Sumber : dokumen pribadi, 2022

2. Perawatan Sampel



Gambar I. 2 Penyimpanan sampel sampah berdasarkan umur sampah

Sumber : dokumen pribadi, 2022



Gambar I. 3 Penyimpanan dan pewadahan sampel agar tidak terpapar sinar matahari

Sumber : dokumen pribadi, 2022

3. Pengujian Sampel



Gambar I. 4 Oven dan Furnace alat utama yang digunakan dalam pengujian

Sumber : dokumen pribadi, 2022



Gambar I. 5 Desikator dan Neraca Analitik sebagai alat penunjang dalam pendinginan dan berat massa.

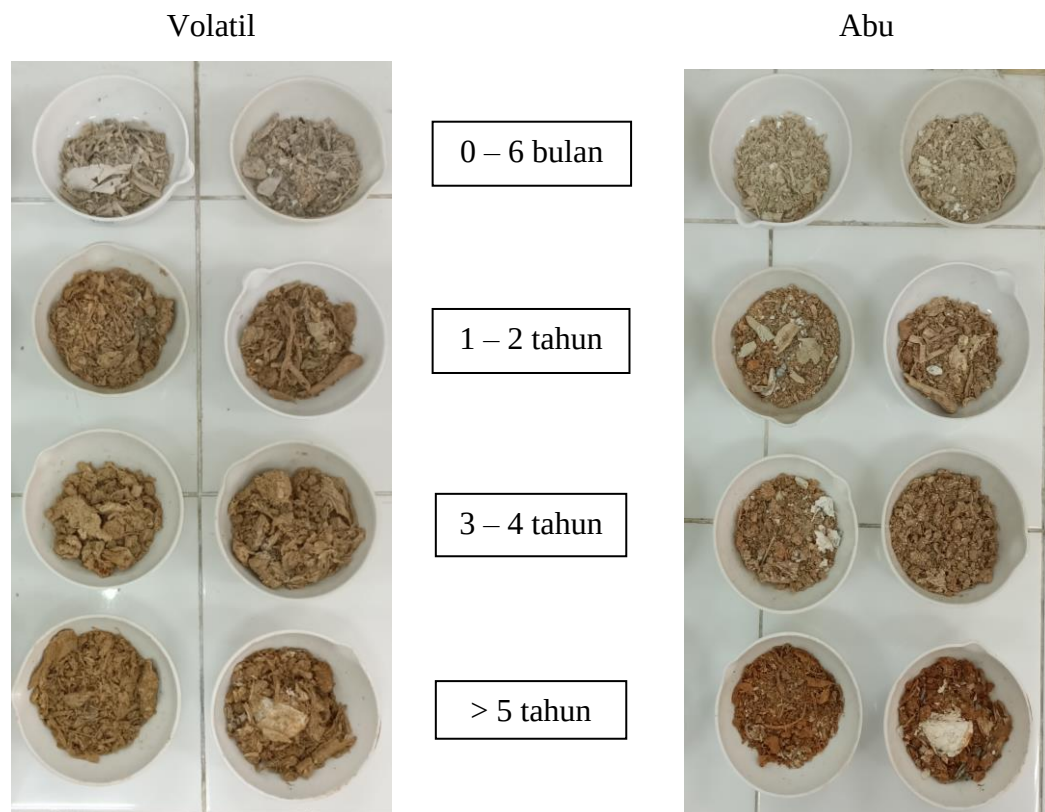
Sumber : Dokumen pribadi, 2022

4. Hasil Pengujian Sampel



Gambar I. 6 Hasil fisik sampel sampah setelah pengujian kadar air

Sumber : dokumen pribadi, 2022

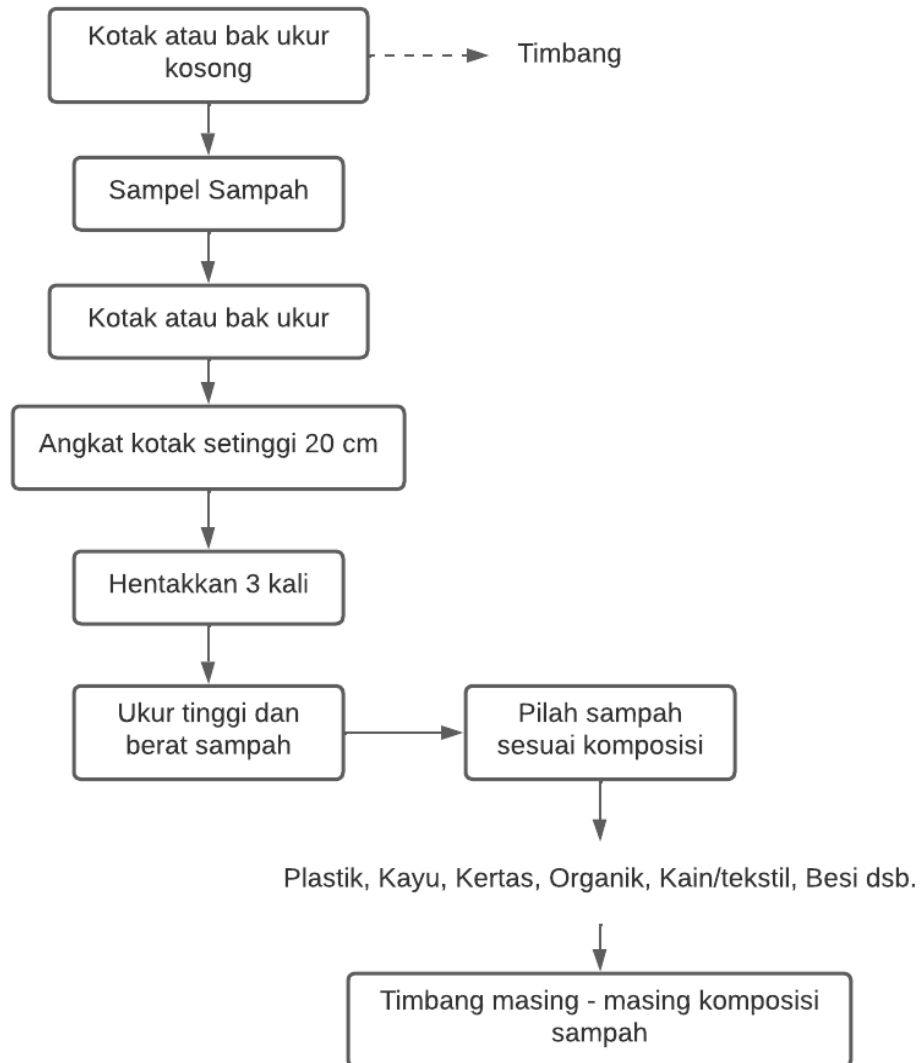


Gambar I. 7 Hasil fisik sampel sampah setelah pengujian kadar volatil dan abu

Sumber : dokumen pribadi, 2022

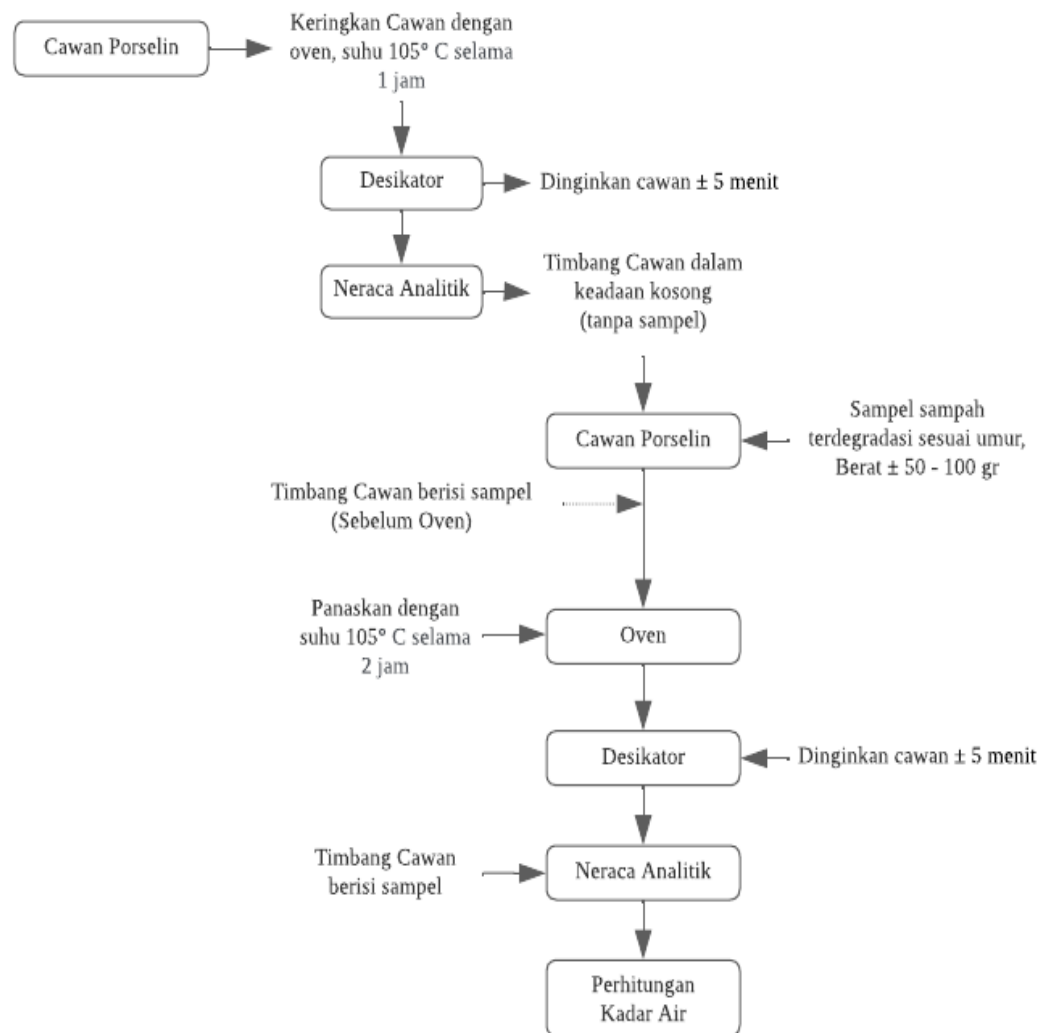
Lampiran 2 Langkah Kerja Pengujian

1. Berat Jenis dan Komposisi Sampah



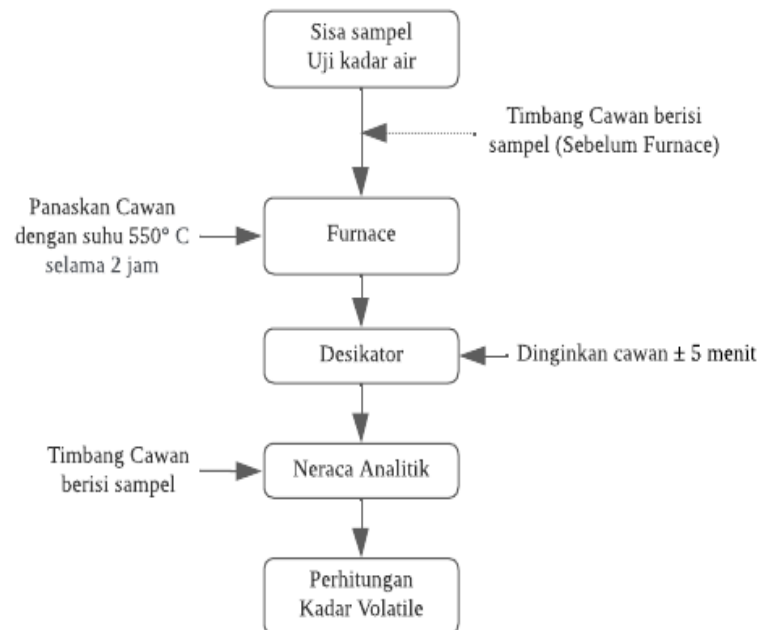
Gambar II. 1 Langkah Kerja Pengujian Berat Jenis dan Komposisi

2. Kadar Air



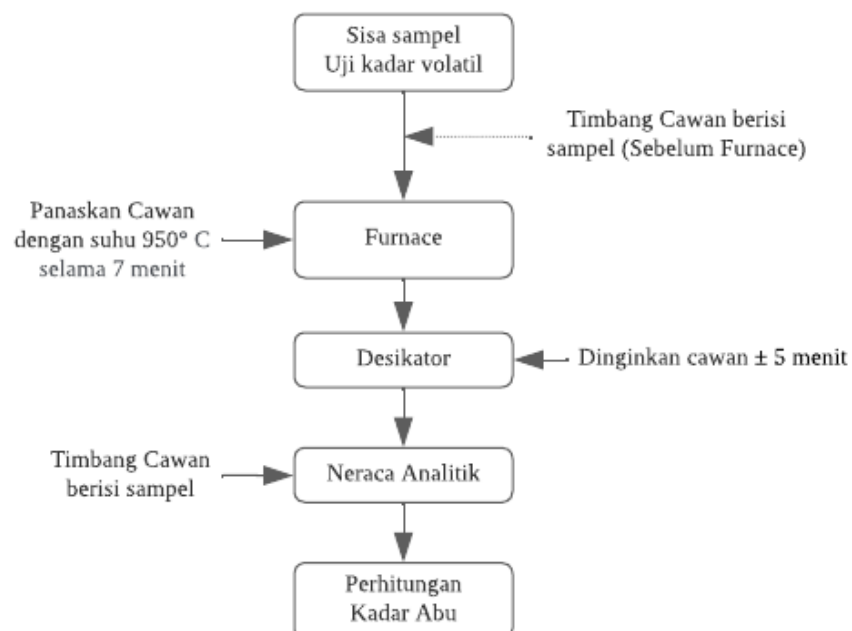
Gambar II. 2 Langkah Kerja Pengujian Kadar Air

3. Kadar Volatil



Gambar II. 3 Langkah Kerja Pengujian Kadar Volatil

4. Kadar Abu



Gambar II. 4 Langkah Kerja Pengujian Kadar Abu

Lampiran 3 Data Perhitungan

1. Berat Jenis

Tabel III. 1 Data Perhitungan Berat Jenis Sampah

Umur	Berat Total (kg)	Panjang (cm)	Lebar (cm)	Tinggi (cm)	Volume (cm ³)	Volume (m ³)	Berat Jenis (kg/m ³)
0 - 6 bulan	44.6	120	60	13.5	97200	0.097	458.85
1 - 2 tahun	49.0	120	60	17.87	128635.2	0.129	380.92
3 - 4 tahun	56.2	120	60	18	129600	0.130	433.64
> 5 tahun	82.9	120	60	23.66	170352	0.170	486.64

Contoh perhitungan berat jenis sampah

- Umur 0 – 6 bulan

a. Diketahui :

1) Berat total = 44,6 kg

2) Panjang = 120 cm

3) Lebar = 60 cm

4) Tinggi = 13,5 cm

5) Volume = $p \times l \times t = 1200 \times 60 \times 13,5 = 97200 \text{ cm}^3 = 0,097 \text{ m}^3$

$$b. \text{ Berat jenis} = \frac{\text{Berat Sampah (kg)}}{\text{Volume Sampah (m}^3\text{)}} = \frac{44,6 \text{ kg}}{0,097 \text{ m}^3} = 458,85 \text{ kg/m}^3$$

2. Kadar Air

Tabel III. 2 Data Perhitungan Kadar Air

Umur	Uji	Berat Cawan Porselin (gr)	Berat Cawan + Sampel Sebelum Oven 105°C (gr)	Berat Sampel Basah (gr)	Berat Cawan + Sampel Sesudah Oven 105°C (gr)	Berat Sampel Kering (gr)	Kadar Air (%)	Rata-Rata Kadar Air (%)
0 - 6 Bulan	1	83.3740	134.1771	50.8031	121.2640	37.8900	25.4179	23.42%
	2	72.8599	135.2360	62.3761	121.8685	49.0086	21.4305	
1 - 2 Tahun	1	68.7146	134.7425	66.0279	119.5100	50.7954	23.0698	23.20%
	2	79.8474	138.9040	59.0566	125.1268	45.2794	23.3288	
3 - 4 Tahun	1	72.9606	134.0176	61.0570	119.4810	46.5204	23.8082	23.11%
	2	67.7346	137.2523	69.5177	121.6766	53.9420	22.4054	
> 5 Tahun	1	72.2648	134.0706	61.8058	120.0075	47.7427	22.7537	21.40%
	2	72.7797	134.1769	61.3972	121.8651	49.0854	20.0527	

Contoh Perhitungan

$$\text{Rumus : Kadar air} = \frac{\text{Berat awal sampah} - \text{berat setelah oven } 150^{\circ}\text{C}}{\text{berat awal sampah}}$$

- Umur 0 – 6 bulan

a. Pengujian 1 :

- 1) Berat cawan porselin kering kosong (sebelum sampel) = 83,3740 gr
- 2) Berat cawan porselin + sampel (sebelum oven 105°C) = 134,1771 gr
- 3) Berat Sampel awal atau sampel basah = $134,1771 - 83,3740 = 50,8031$ gr
- 4) Berat cawan porselin + sampel (sesudah oven 105°C) = 121,2640 gr
- 5) Berat Sampel kering = 37,8900 gr
- 6) Kadar Air = $\left(\frac{50,8031 - 37,8900}{50,8031} \right) \times 100 = 23,42 \%$

b. Pengujian 2 :

- 1) Berat cawan porselin kering kosong (sebelum sampel) = 72,8599 gr
- 2) Berat cawan porselin + sampel (sebelum oven 105°C) = 135,2360 gr
- 3) Berat Sampel awal atau sampel basah = $135,2360 - 72,8599 = 62,3761$ gr
- 4) Berat cawan porselin + sampel (sesudah oven 105°C) = 121,8685 gr
- 5) Berat Sampel kering = 49,0086 gr
- 6) Kadar Air = $\left(\frac{62,3761 - 49,0086}{62,3761} \right) \times 100 = 21,4305 \%$

- c. Rata – rata nilai kadar air (0 – 6 bulan) = $\frac{23,42 + 21,4305}{2} = 23,42\%$

3. Kadar Volatil

Tabel III. 3 Data Perhitungan Kadar Volatil

Umur	Uji	Berat Cawan Porselin (gr)	Berat Cawan + Sampel Sesudah Oven 105°C (gr)	Berat Sampel Sesudah Oven (gr)	Berat Cawan + Sampel Sesudah Furnace 550°C (gr)	Berat Sampel Sesudah Furnace 550°C (gr)	Kadar Volatil (%)	Rata-Rata Kadar Volatil (%)
0 - 6 Bulan	1	83.374	121.2640	37.8900	96.0492	12.6752	49.6324	47.03%
	2	72.8599	121.8685	49.0086	94.1551	21.2952	44.4295	
1 - 2 Tahun	1	68.7146	119.5100	50.7954	95.8376	27.123	35.8521	37.24%
	2	79.8474	125.1268	45.2794	102.3181	22.4707	38.6218	
3 - 4 Tahun	1	72.9606	119.4810	46.5204	97.4033	24.4427	36.1592	35.23%
	2	67.7346	121.6766	53.9420	97.8348	30.1002	34.2960	
> 5 Tahun	1	72.2648	120.0075	47.7427	92.6842	20.4194	44.2083	43.49%
	2	72.7797	121.8651	49.0854	95.6079	22.8282	42.7661	

Contoh Perhitungan

$$\text{Rumus : Kadar volatil} = \frac{\text{Berat setelah oven } 150^{\circ}\text{C} - \text{berat setelah furnace } 550^{\circ}\text{C}}{\text{berat awal sampah}}$$

- Umur 0 – 6 bulan

a. Pengujian 1 :

- 1) Berat cawan porselin = 83,3740 gr
- 2) Berat cawan porselin + sampel (setelah oven 105°C) = 121,2640 gr
- 3) Berat Sampel = 121,2640 – 83,3740 = 37,8900 gr
- 4) Berat cawan porselin + sampel (setelah furnace 550°C) = 96,0492 gr
- 5) Berat Sampel = 96,0492 – 83,3740 gr = 12,6752 gr
- 6) Kadar volatil = $\left(\frac{37,8900 - 12,6752}{50,8031} \right) \times 100 = 49,6324 \%$

b. Pengujian 2 :

- 1) Berat cawan porselin = 72,8599 gr
- 2) Berat cawan porselin + sampel (setelah oven 105°C) = 121,8685 gr
- 3) Berat Sampel = 121,8685 – 72,8599 = 49,0086 gr
- 4) Berat cawan porselin + sampel (setelah furnace 950°C) = 94,1551 gr
- 5) Berat Sampel kering = 94,1551 – 72,8599 = 21,2952 gr
- 6) Kadar volatil = $\left(\frac{49,0086 - 21,2952}{62,3761} \right) = 44,4295 \%$

- c. Rata – rata nilai kadar volatil (0 – 6 bulan) = $\frac{49,6324 + 44,4295}{2} = 47,03\%$

4. Kadar Abu

Tabel III. 4 Data Perhitungan Kadar Abu

Umur	Uji	Berat Cawan Porselin (gr)	Berat Cawan + Sampel Sesudah furnace 550°C (gr)	Berat Sampel (gr)	Berat Cawan + Sampel Sesudah Furnace 950°C (gr)	Berat Sampel Sesudah Furnace 950°C (gr)	Kadar Abu (%)	Rata-Rata Kadar Abu (%)
0 - 6 Bulan	1	83.374	96.0492	12.6752	91.5664	8.1924	16.1258	23.46%
	2	72.8599	94.1551	21.2952	92.0723	19.2124	30.8009	
1 - 2 Tahun	1	68.7146	95.8376	27.123	93.7521	25.0375	37.9196	37.12%
	2	79.8474	102.3181	22.4707	101.3005	21.4531	36.3263	
3 - 4 Tahun	1	72.9606	97.4033	24.4427	95.6385	22.6779	37.1422	39.48%
	2	67.7346	97.8348	30.1002	96.8119	29.0773	41.8272	
> 5 Tahun	1	72.2648	92.6842	20.4194	91.72	19.4552	31.4780	33.32%
	2	72.7797	95.6079	22.8282	94.3682	21.5885	35.1620	

Contoh Perhitungan

$$\text{Rumus : Kadar abu} = \frac{\text{Berat setelah furnace } 950^{\circ}\text{C}}{\text{berat awal sampah}} \times 100\%$$

- Umur 0 – 6 bulan

a. Pengujian 1 :

1) Berat cawan porselin

$$= 83,3740 \text{ gr}$$

- 2) Berat cawan porselin + sampel (setelah furnace 550°C) = 96,0492 gr
- 3) Berat Sampel = 96,0492 – 83,3740 = 12,6752 gr
- 4) Berat cawan porselin + sampel (setelah furnace 950°C) = 91,5664 gr
- 5) Berat Sampel = 91,5664 – 83,3740 gr = 8,1924 gr
- 6) Kadar abu = $\left(\frac{8,1924}{50,8031}\right) \times 100 = 16,1258 \%$

b. Pengujian 2 :

- 1) Berat cawan porselin = 72,8599 gr
- 2) Berat cawan porselin + sampel (setelah furnace 550°C) = 94,1551 gr
- 3) Berat Sampel = 94,1551 – 72,8599 = 21,2952 gr
- 4) Berat cawan porselin + sampel (setelah furnace 950°C) = 92,0723 gr
- 5) Berat Sampel kering = 92,0273 – 72, 8599 = 19,2124 gr
- 6) Kadar abu = $\left(\frac{21,2952}{62,3761}\right) \times 100 = 30,8009 \%$

- c. Rata – rata nilai kadar abu (0 – 6 bulan) = $\frac{16,1258 + 30,8009}{2} : 100 = 23,46 \%$

5. Kadar Karbon Tetap

Tabel III. 5 Data Perhitungan Karbon Tetap

Umur	Rata- Rata Kadar Air (%)	Rata - Rata Kadar Volatil (%)	Rata - Rata Kadar Abu (%)	Kadar Karbon Tetap (%)
0 - 6 Bulan	23.4%	47%	23%	6.1%
1 - 2 Tahun	23.2%	37%	37%	2.4%
3 - 4 Tahun	23.1%	35%	39%	2.2%
> 5 Tahun	21.4%	43%	33.3%	1.8%

Contoh Perhitungan

Rumus : Karbon tetap = 100% - (kadar air + kadar volatil + kadar abu)

- 0 – 6 bulan

$$\begin{aligned}\text{Karbon tetap} &= 100\% - (23,4 \% + 47\% + 23\%) \\ &= 6,1\%\end{aligned}$$