

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH DISTRIBUSI UKURAN
PARTIKEL TERHADAP VARIASI UMUR SAMPAH
DI TPA PIYUNGAN

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



WAHYUNI PALENTAIN ABUBAKAR
18513214

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2022

TUGAS AKHIR
ANALISIS PENGARUH DISTRIBUSI UKURAN PARTIKEL
TERHADAP VARIASI UMUR SAMPAH DI TPA PIYUNGAN

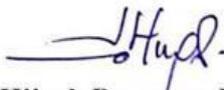
Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



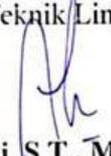
WAHYUNI PALENTAIN ABUBAKAR
18513214

Disetujui,
Dosen Pembimbing:


Dr. Ir. Kasam, M.T.
NIK : 9251101012
Tanggal: 17-01-2023.


Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.
NIK : 095130404
Tanggal: 17-01-2023

Mengetahui,*
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII


Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.
NIK : 0451300401
Tanggal: 18/1 - 2023.

HALAMAN PENGESAHAN*

**ANALISIS PENGARUH DISTRIBUSI UKURAN
PARTIKEL TERHADAP VARIASI UMUR SAMPAH
DI TPA PIYUNGAN**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin
Tanggal : 19 Desember 2022

Disusun Oleh:

**WAHYUNI PALENTAIN ABUBAKAR
18513214**

Tim Penguji :

Dr. Ir. Kasam, M.T.

()

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

()

Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng.

()



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

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, 19 Desember 2022

Yang membuat pernyataan,



Wahyuni Palentain Abubakar

NIM: 18513214



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

الجامعة الإسلامية
الاستدراكية

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Laporan tugas akhir dengan judul *“Analisis Pengaruh Distribusi Ukuran Partikel Terhadap Variasi Umur Sampah di TPA Piyungan”* dibuat dalam rangka memenuhi persyaratan memperoleh derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia serta untuk menambah pengetahuan mengenai bidang terkait baik bagi kami selaku penyusun maupun bagi pembaca.

Pada kesempatan ini, kami mengucapkan terimakasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan dan penyusunan laporan tugas akhir ini:

1. Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua, adik beserta keluarga besar yang selalu mendoakan dan mendukung penulis dalam penelitian dengan penuh kasih sayang yang tiada hentinya.
3. Bapak Dr. Ir. Kasam, M.T. dan Bapak Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng selaku pemimbing yang telah membantu, memimbing, memberikan dukungan, saran dan pemahaman selama pengerjaan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng selaku penguji yang telah memberikan saran dan masukan selama pengerjaan Tugas Akhir.
5. Semua dosen Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh bangku perkuliahan. Staff, karyawan, dan laboran di Program Studi Teknik Lingkungan yang telah banyak membantu penulis dalam melancarkan hal yang berhubungan dengan Tugas akhir.
6. Petugas di TPA Piyungan, khususnya Bapak Marwan, Bapak Ibnu dan Mas Heri yang telah membantu penulis dalam kegiatan survei lapangan dan pengambilan sampel.
7. Sahabat-sahabat terdekat penulis yang tergabung dalam Barbarian grup yang nama grubnya bisa berubah kapanpun, terdiri dari Siti Wawaliyah, Amanda Luthfita Sari, Tata Fitria Ahida, dan Sitti Munawaroh untuk 3

tahun pertemanan yang sangat indah dan berharga, semoga kita sukses di jalan kita masing-masing dan selalu dilimpahkan rasa syukur.

8. Teman-teman satu topik tugas akhir tim landfill piyungan yaitu Elanika, Aisyah, Wanda, Farah, Febryanda, Wildan, dan Temada yang telah memberikan bantuan dan semangat kepada penulis dalam penyusunan Tugas Akhir.
9. Teman-teman seangkatan teknik lingkungan 2018, terima kasih sudah berjuang bersama selama 4 tahun kuliah. semoga kita sukses di jalan kita masing-masing.
10. Saya ingin berterima kasih kepada diri sendiri yang telah berjuang dan bekerja keras hingga sampai saat ini
11. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap semoga amal baik dari semua pihak yang telah membantu dalam pengerjaan tugas akhir ini mendapatkan balasan pahala dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih belum mencapai sempurna. Oleh karena itu, kritik serta saran yang membangun sangat kami harapkan guna penyempurnaan laporan ini .

Wassalamualaikum wr. Wb

Yogyakarta, 10 Oktober 2022



Wahyuni Palentain Abubakar



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

WAHYUNI PALENTAIN ABUBAKAR. Analisis Pengaruh Distribusi Ukuran Partikel Terhadap Variasi Umur Sampah Di TPA Piyungan. Dibimbing oleh Dr. Ir. KASAM, M.T. dan Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, S.T., M.Eng.

Proses penguraian degradasi sampah di timbunan akan mengalami terjadinya perubahan ukuran partikel pada variasi umur sampah. Distribusi ukuran komponen sampah sangat penting dalam proses pemanfaatan kembali sampah. Sampah dengan ukuran partikel yang tidak seragam akan mempengaruhi sistem pengolahan sampah yg ada di TPA Piyungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan ukuran partikel terhadap variasi umur sampah. Parameter pengujian meliputi penentuan distribusi ukuran partikel menggunakan metode analisis saringan/ayakan serta pengamatan morfologi menggunakan instrumen SEM. Pada penentuan titik lokasi berdasarkan variasi umur timbunan yang digunakan yaitu ≤ 6 bulan, 1 – 2 tahun, 3 – 4 tahun, dan ≥ 5 tahun. Didapatkan hasil komposisi terbesar yaitu sampah plastik dan organik pada semua umur, namun komponen sampah yang jarang ditemukan pada sampah besi dan karet. Hasil penelitian distribusi ukuran partikel sampah dari berbagai variasi umur serta distribusi ukuran rata-rata menunjukkan bahwa setiap variasi umur distribusi ukuran sampah terbesar adalah sampah dengan ukuran besar 3 inchi atau 76 mm. Diperoleh pula hasil pengamatan morfologi SEM terlihat pori pada permukaan partikel dengan umur sampah ≤ 6 bulan dan 1 - 2 tahun perbesaran 410 kali, umur sampah 3 - 4 tahun dan umur ≥ 5 tahun pembesaran 1500 kali, menunjukkan bentuk partikel yang dihasilkan yaitu berbentuk spheris (bulat) dengan permukaan yang kasar.

Kata kunci: Distribusi Ukuran Partikel Sampah, Variasi Umur Sampah.

ABSTRACT

WAHYUNI PALENTAIN ABUBAKAR. *Analysis of the Effect of Particle Size Distribution on Age Variations of Waste In TPA Piyungan..* Dr. Ir. KASAM, MT and Dr. HIJRAH PURNAMA PUTRA, ST, M.Eng.

The process of decomposition of waste degradation in the stockpile will experience changes in a particle sizes at variations in the age of the waste. The size distribution of waste components is very important in the process of reusing waste. Waste with a non-uniform particle size will affect the waste processing system in the Piyungan landfill. This study aims to determine changes in particle size to variations in waste age. Test parameters include determining the particle size distribution using the sieve/sieve analysis method as well as morphological observations using SEM instruments. In determining the location point based on the variation in the age of the stockpile used, it is ≤ 6 months, 1 – 2 years, 3 – 4 years, and ≥ 5 years. The largest composition results are plastic and organic waste at all ages, but the components of waste are rarely found in iron and rubber waste. The results of the study on the distribution of waste particle sizes from various age variations as well as the average size distribution showed that each age variation of the largest waste size distribution was waste with a large size of 3 inches or 76 mm. It was also obtained that the results of SEM morphological observations showed pores on the surface of particles with a waste age of ≤ 6 months and 1 - 2 years magnification of 410 times, a waste age of 3 - 4 years and a age of ≥ 5 years enlargement of 1500 times, showing the shape of the resulting particles, which is spherical (round) with a rough surface.

Keywords: *Waste Particle Size Distribution, Waste Age Variations.*



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

PRAKATA	i
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Definisi Sampah.....	4
2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan	5
2.4 Komposisi Sampah Perkotaan	5
2.5 Umur Sampah	7
2.6 Fase Degradasi Sampah dalam Landfill	7
2.7 Distribusi Ukuran Partikel Sampah	8
2.8 Bentuk Ukuran Partikel	9
2.9 Pengayakan (<i>Screening</i>)	10
2.10 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	11
2.11 Penelitian Terdahulu	13
BAB III METODE PENELITIAN	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
3.2 Tahapan Penelitian	17
3.3.1 Alat pengambilan Sampel.....	18
3.3.2 Alat Pengujian Sampel.....	18
3.3.3 Bahan Penelitian	18

3.4 Metode Pengumpulan Data	18
3.4.1 Persiapan Sampling.....	18
3.4.2 Pengambilan Sampel.....	19
3.4.3 Perawatan Sampel.....	19
3.4.4 Pengujian Distribusi Ukuran Partikel Sampah	20
3.4.5 Pengujian Bentuk Partikel Menggunakan SEM	20
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian.....	21
4.2 Analisis Karakteristik Sampah	23
4.3 Analisis Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Berbagai Umur	27
4.4 Analisis Bentuk Partikel dengan SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	31
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran	35
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN.....	41



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komponen dan Komposisi Sampah Kota	6
Tabel 2. 2 Jenis Sampah Berdasarkan Lama Waktu Terurai	7
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu	13





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 2 Berbagai Macam Bentuk Partikel.....	10
Gambar 2. 3 Ayakan Tunggal dan Ayakan Ganda.....	11
Gambar 2. 4 Alat SEM (Scanning Electron Mocoscopy).....	12
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Di TPA Piyungan	16
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian.....	17
Gambar 3. 3 Pengambilan Sampel Sampah	19
Gambar 4. 1 Kondisi TPA Piyungan, Bantul.....	22
Gambar 4. 2 Grafik Komposisi Sampah Berdasarkan Umur Timbunan.....	23
Gambar 4. 3 Grafik Temperatur Pada Berbagai Umur Sampah	25
Gambar 4. 4 Grafik Perubahan pH pada berbagai umur sampah.....	26
Gambar 4. 5 Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Umur ≤ 6 Bulan	27
Gambar 4. 6 Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Umur 1 - 2 Tahun	28
Gambar 4. 7 Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Umur 3 - 4 Tahun	28
Gambar 4. 8 Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Umur ≥ 5 Tahun	29
Gambar 4. 9 (a) Bentuk permukaan partikel umur sampah ≤ 6 bulan dengan pembesaran 410 kali (b) Bentuk Permukaan partikel umur sampah 1 - 2 Tahun dengan pembesaran 410 kali.	31
Gambar 4. 10 (c) Bentuk permukaan partikel umur sampah 3 - 4 tahun dengan pembesaran 1500 kali (d) Bentuk Permukaan partikel umur sampah ≥ 5 Tahun dengan pembesaran 1500 kali	32



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Perhitungan Komposisi Sampah.....	38
Lampiran 2 Data Perhitungan Distribusi Ukuran Partikel Sampah.....	39
Lampiran 3 Hasil Foto SEM.....	40
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian.....	41
Lampiran 5 Riwayat Hidup.....	43





“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Daerah Istimewa Yogyakarta merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan kepadatan penduduk yang tinggi. Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika Yogyakarta, jumlah penduduk di Daerah Istimewa Yogyakarta mencapai 3,5 juta jiwa pada tahun 2021 dengan persentase peningkatan jumlah penduduk sebesar 1,15%. Tingkat kepadatan penduduk yang semakin meningkat, menyebabkan terjadi peningkatan timbunan sampah akibat aktivitas masyarakat. Apabila jumlah sampah yang dihasilkan tidak sebanding dengan upaya pengelolaan sampah, maka akan terjadi penumpukan sampah berlebihan pada Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) Piyungan di Dusun Ngablak, Kelurahan sitimulyo, kapanewon Piyungan, Kabupaten Bantul , Yogyakarta.

Karakteristik sampah umumnya ditentukan berdasarkan adanya sampah organik dan anorganik, dimana sampah organik meliputi organik biodegradable dan non biodegradable. Sampah anorganik meliputi antara lain: plastik, logam, kaca, tekstil, dan limbah B3. Komposisi sampah perkotaan biasanya memiliki variasi bahan-bahan yang beragam baik heterogenitas dari sampah seperti ukuran partikel, bentuk, dan kepadatan massa sampah yang tidak merata (Kasam, 2011). Pengaruh distribusi ukuran partikel terhadap variasi umur timbunan sampah cukup signifikan. Sampah dengan ukuran partikel yang bervariasi akan mempengaruhi tingkat kerapatan yang ada pada giliran daya kapiler air dalam tumpukan sampah. Ketidakteraturan ukuran partikel sampah tersebut menyebabkan pembentukan pori-pori dengan berbagai ukuran, yang saling berhubungan mengalirkan air pada kedalaman timbunan (Jaramillo, 2003).

Menurut penelitian Hossain *et al.*, 2008 tentang pengaruh ukuran partikel sampah yang dilakukan dengan kolam *landfill* skala kecil. Dari hasil penelitian tersebut diketahui bahwa berat volume sampah semakin besar sejalan dengan perubahan fase degradasi. Sama halnya untuk modulus geser juga semakin besar sejalan bertambahnya umur sampah. Pengaruh adanya ukuran partikel sampah juga ditunjukkan adanya perubahan konsentrasi kadar karbon ketika tahap hidrolisis yaitu karbon terkonversi sebagai asam sebanyak 68% pada sampah dengan ukuran partikel 6 cm, sedangkan karbon terkonversi 82% untuk sampah dengan ukuran partikel 3 cm (Juanga, 2005).

Distribusi Ukuran Partikel merupakan metode pengukuran yang umum digunakan dalam proses pengolahan fisik, mekanik, maupun kimia, distribusi ukuran partikel berhubungan langsung dengan sifat-sifat fisik dari suatu partikel. Ukuran dan distribusi ukuran komponen sampah sangat penting dalam proses pemanfaatan kembali sampah. Dengan menentukan ukuran dan distribusi dari partikel - partikel sampah ini maka dapat diketahui jenis pengolahan apa yang cocok berdasarkan besar atau kecilnya partikel sampah dari suatu wilayah. Ukuran partikel sampah mempengaruhi dua hal dalam perencanaan pengolahan sampah, salah satunya kebutuhan untuk pemadatan dan tanah penutup pada *sanitary landfill*. Semakin besar ukuran partikel sampah, semakin lama pemadatan dilakukan dan semakin banyak diperlukan tanah penutup (Tchobanoglous, 1993).

Proses penguraian degradasi sampah pada timbunan akan mengalami terjadinya perubahan ukuran partikel yang berbeda dari berbagai variasi umur sampah. Berdasarkan uraian – uraian tersebut, maka akan dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kajian Analisis Pengaruh Distribusi Ukuran Partikel Terhadap Variasi Umur Sampah Di TPA Piyungan dengan menggunakan pendekatan penelitian skala laboratorium. Penelitian ini diharapkan mampu untuk memberikan pengetahuan tambahan terkait karakteristik sampah di Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah Bagaimana distribusi ukuran sampah yang dihasilkan dalam kurun waktu tertentu dengan variasi umur sampah di TPA Piyungan.

1.3 Tujuan Penelitian

Pada penelitian bertujuan untuk mengetahui perubahan ukuran dan distribusi partikel sampah dari berbagai macam umur timbunan sampah yang ada di TPA Piyungan.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Dari penelitian ini dapat diketahui pengaruh ukuran partikel sampah terhadap variasi umur sampah.
2. Memberikan informasi tambahan terkait Distribusi Ukuran Partikel berdasarkan variasi umur sampah yang dihasilkan dari proses pengolahan sampah di TPA Piyungan Yogyakarta.

1.5 Ruang Lingkup

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

1. Pengambilan sampel di TPA Piyungan, sesuai dengan umur timbunan berdasarkan informasi manisfes penempatan sampah oleh pengelolaan dengan berbagai jenis umur sampah yaitu :
 - a) Umur sampah ≤ 6 bulan.
 - b) Umur sampah 1 - 2 tahun.
 - c) Umur sampah 3 – 4 tahun.
 - d) Umur sampah ≥ 5 tahun.
2. Data primer yang diperoleh langsung pada saat observasi, dan data penunjang lain. Dan data sekunder yang diperoleh dari beberapa literatur, regulasi atau peraturan lainnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi Sampah

Sampah memiliki berbagai macam definisi, berdasarkan UU No 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah menyebutkan bahwa sampah merupakan sisa aktivitas dari manusia maupun proses alam dalam bentuk padat. Dan menurut SNI 19-2452-2002 tentang Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan menyebutkan sampah merupakan sisa buangan dengan sifat padat, berasal dari bahan organik serta anorganik yang sudah tidak dimanfaatkan lalu harus diolah untuk mengurangi bahaya lingkungan.

Sampah menurut *World Health Organization* merupakan sesuatu yang sudah tidak dimanfaatkan atau dibuang yang berasal dari aktivitas manusia (Chandra, 2006 dalam Dobiki, 2018). Sampah adalah sisa dari kegiatan manusia maupun hewan dalam bentuk padat ataupun semi padat karena sudah tidak dimanfaatkan. Sampah dapat mencemari tanah karena sulit terurai, pencemaran udara dapat terjadi karena sampah dibakar kemudian menghasilkan gas berbahaya, dan sampah dapat mencemari air karena rembesan air lindi (Tchobanoglous *et al*, 1993 dalam Yustikarini *et al*, 2017). Mengetahui jenis sampah serta karakteristik sampah dapat berfungsi dalam menentukan pengolahan dan pengelolaan sampah. UU No 18 Tahun 2008 menjelaskan sumber dan klasifikasi sampah terdiri dari :

1. Sampah basah (*garbage*)
Sampah organik yang mudah terurai (*degradable*) misalnya sisa makanan, daun-daunan, buah-buahan dan sayuran.
2. Sampah kering (*rubbish*)
Sampah anorganik memiliki sifat sulit terurai (*undergradable*). Misalnya besi atau logam, pecahan kaca, plastik, kertas.
3. Sampah lembut, yaitu sampah yang memiliki partikel - partikel ukuran kecil, ringan dan mudah diterbangkan angin, berbentuk debu dan abu.

4. Sampah besar (*bulky waste*) yaitu sampah yang berukuran besar, misalnya bekas furniture, kursi, meja.
5. Sampah berbahaya terdiri dari :
 - Sampah B3.
 - Sampah LB3.
 - Sampah akibat suatu bencana.
 - Bongkahan bangunan
 - Sampah teknologi yang belum bisa diolah.
 - Sampah yang timbul secara periodik.

2.2 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan

Menurut UU No. 18 Tahun (2008), Tempat Pemrosesan Akhir merupakan tempat untuk memroses dan mengembalikan sampah ke media lingkungan secara aman bagi manusia dan lingkungan. Tempat pemrosesan akhir sampah ini merupakan kegiatan akhir dari tempat pengolahan sampah. Tempat Pengelolaan Sampah Terpadu (TPST) atau yang sering dikenal dengan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan, yang berada di Kecamatan Piyungan Kabupaten Bantul merupakan salah satu tempat pembuangan akhir berupa limbah sampah paling besar yang dimiliki oleh Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. Pembangunan TPST telah dilakukan sejak tahun 1992 dan mulai dioperasikan tahun 1995 luas keseluruhan TPA Piyungan memiliki 3 zona dengan luas total sebesar 12,5 Ha dengan kapasitas volume sampah 2,7 juta m³. Saat ini TPA Piyungan merupakan tempat pembuangan akhir regional dari tiga kabupaten yaitu Kota Yogyakarta, Sleman, dan Bantul. Sampah yang masuk ke TPA Piyungan berkisar antara 400-500 ton/hari dengan sistem pengelolaan sampah *controlled landfill*..

2.3 Komposisi Sampah Perkotaan

Komposisi sampah merupakan penggambaran dan masing-masing komponen yang terdapat pada sampah dan distribusinya. Komponen komposisi sampah adalah komponen fisik sampah seperti sisa-sisa makanan, kertas-karton, kayu, kain, tekstil, karet, kulit, plastik, logam besi-non besi, kaca dan lain-lain. Pengelompokan sampah yang paling sering dilakukan adalah berdasarkan komposisinya, misalnya dinyatakan sebagai % berat atau

% volume dan kertas, kayu, karet, plastik, logam, kaca, kain, makanan dan sampah-sampah lain. Menurut Tchobanoglou et al. (1993), komposisi sampah dapat dibagi dalam dua golongan, yaitu:

a) Komposisi Fisik Sampah

Secara fisik terdiri dari sampah basah (*garbage*), sampah halaman, taman, kertas, kardus, kain, karet, plastik, kulit, kayu, kaca, logam, debu, dan lain-lain. Informasi mengenai komposisi fisik sampah diperlukan untuk memilih dan menentukan cara pengoperasian setiap peralatan serta fasilitas-fasilitas lainnya, memperkirakan kelayakan pemanfaatan kembali sumber daya dan energi dari sampah, serta sebagai perencanaan fasilitas pembuangan akhir.

b) Komposisi Kimia Sampah

Umumnya komposisi kimia sampah terdiri dari unsur Karbon, Hidrogen, Oksigen, Nitrogen, Sulfur, Fosfor, serta unsur lainnya yang terdapat dalam protein, karbohidrat, dan lemak.

Gambaran mengenai karakteristik sampah sangat bervariasi bergantung pada komponen - komponen sampahnya. Sebagai contoh bahan organik memiliki karakteristik tertentu yang terkandung didalamnya. Komponen dan komposisi sampah kota dapat dilihat dalam tabel 2.1 :

Tabel 2. 1 Komponen dan Komposisi Sampah Kota

Bahan Organik	Komposisi
Serat Kasar (%)	4,1 - 6,0
Lemak (%)	3,0 - 9,0
Abu (%)	4,0 - 20,0
Air (%)	30,0 - 60,0
Amonium (mg/g sampah)	0,5 - 1,14
N Organik (mg/g sampah)	4,9 - 14,0
Total Nitrogen (mg/g sampah)	4,0 - 17,0
Protein (mg/g sampah)	3,1 - 9,3
Keasaman (pH)	5,0 - 8,0

(Sumber : Hadiwiyoto, 1982).

2.4 Umur Sampah

Menurut Alfiani (2021), Sampah mempunyai umur yang berbeda-beda ketika dibuang ke lingkungan. Umur sampah menunjukkan masa penguraian sampah di lingkungan. tiap jenis sampah memiliki masa penguraian yang berbeda-beda. ada yang cepat dan ada yang sampai ratusan tahun. Pemilahan membantu memisahkan sampah yang mudah terurai dengan sulit terurai atau bahkan yang tidak bisa terurai. sampah organik tergolong sampah yang memiliki masa penguraian cepat atau mudah membusuk apabila terjadi kontak dengan udara, air, dan tanah. Jenis sampah berdasarkan lama terurai dapat dilihat dalam tabel 2.2 sebagai berikut :

Tabel 2. 2 Jenis Sampah Berdasarkan Lama Waktu Terurai

Jenis Sampah	Lama Waktu Terurai
Organik	1 - 2 Bulan
Kertas	2 - 5 Bulan
Filter Rokok	3 - 4 Tahun
Kantong Plastik	10 - 20 Tahun
Botol Plastik	450 Tahun
Kaleng Logam	80 - 100 Tahun
Kulit	20 - 50 Tahun
Karet	30 - 40 Tahun
Kaca	1 Juta Tahun
Sterofoam	Tidak Bisa Hancur

(sumber : Ditjen. Cipta Karya PU)

2.5 Fase Degradasi Sampah dalam Landfill

Proses degradasi sampah organik dengan bantuan bakteri memiliki fase degradasi yang berbeda-beda. Menurut Ehrig, Forstner dan Calmano dalam (Levlin,1993) menyatakan degradasi sampah organik terjadi melalui proses dekomposisi sampah organik melalui lima tahapan yaitu:

- Pada tahap awal, degradasi material organik dilakukan oleh bakteri aerob sehingga menghasilkan CO₂, air (H₂O) dan panas.
- Pada tahap kedua yaitu pada tahap acetogenesis sekelompok bakteri fakultatif seperti lipolytic bacteria, cellulolytic bacteria, dan proteolytic bacteria selanjutnya tumbuh yang hidup pada kondisi aerob dan anaerob

(Fairus, Sirin. dkk 2011). Karbohidrat, protein, dan lipid terhidrolisa dan terfermentasi menjadi gula dan membentuk CO_2 , hidrogen (H_2), ammonia (NH_3), dan asam- asam organik.

- Pada tahap ketiga, mikroorganisme acetogen yang ada akan merubah asam- asam organik tersebut menjadi asam asetat (CH_3COOH), H_2 , dan CO_2 .
- Tahap keempat merupakan tahapan methanogenesis dengan reaksi yang lambat. Gas timbunan sampah (landfill gas) yang terbentuk pada tahap ini terdiri atas sekitar 60% CH_4 dan 40% CO_2 . Pada kondisi anaerob, degradasi asam-asam organik dilakukan oleh mikroorganisme methanogenik sehingga menghasilkan CH_4 dan CO_2 . Sementara itu, mikroorganisme yang lain secara langsung merubah H_2 dan CO_2 menjadi CH_4 dan H_2O .
- Dan tahap akhir, mikroorganisme aerob merubah CH_4 yang terbentuk pada proses sebelumnya menjadi CO_2 dan H_2O . Ada dua jenis mikroorganisme yang aktif pada tahap methanogenesis ini, yaitu bakteri mesophilic yang aktif pada suhu 30 - 35 $^{\circ}\text{C}$ dan bakteri thermophilic yang active pada suhu 45 - 65 $^{\circ}\text{C}$. Karena itu pada tahap methanogenesis ini landfill gas terbentuk pada suhu 30 - 65 $^{\circ}\text{C}$ dengan suhu optimumnya berkisar 30 – 45 $^{\circ}\text{C}$. Jika suhu timbunan sampah turun sedemikian rendah maka proses degradasi tidak akan berlangsung.

2.6 Distribusi Ukuran Partikel Sampah

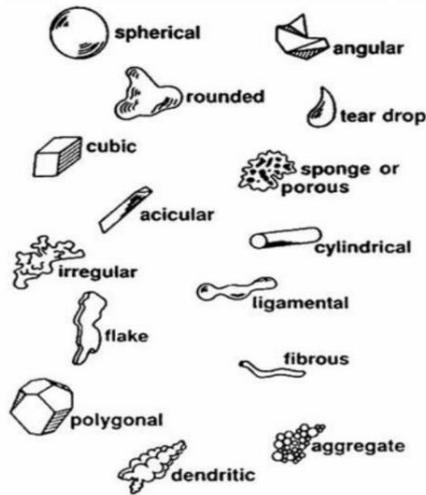
Distribusi Ukuran Partikel Sampah merupakan komponen material sampah sangat penting dalam pengelolaan sampah. Penentuan ukuran dan distribusi partikel sampah digunakan untuk menentukan jenis pengolahan sampah, terutama untuk memisahkan partikel besar dengan partikel kecil. Menurut Tchobanoglous (1993), Ukuran sampah komponen rata - rata yang ditemukan dalam sampah kota berkisar antara 7 - 8 inchi . Ukuran partikel sampah seperti kertas dan plastik memiliki distribusi ukuran yang lebih besar dibandingkan dengan ukuran partikel sampah lainnya. Ukuran Sampah

kertas dan plastik memiliki distribusi ukuran besar dari ± 8 inchi dan ukuran komponen sampah lain seperti sampah organik, kain, kayu memiliki ukuran ± 4 inchi.

Distribusi ukuran partikel sampah salah satu parameter yang mempengaruhi cepat pematangan pada kompos. Maka dari itu dalam mempercepat pengomposan dilakukan pengecilan pada bahan. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Oleh karena itu, sampah dapat dipotong-potong atau dicacah dengan menggunakan mesin pencacah menjadi lebih kecil untuk mempercepat proses dekomposisi. Pada pengomposan dan produksi biogas ukuran partikel yang kecil akan mempercepat proses pembusukan. Pada insinerasi, tujuan dari pengecilan ukuran partikel adalah untuk memperluas permukaan sampah sehingga mempercepat penguapan dan menurunkan kadar air dari sampah yang akan dibakar (Widarti dkk., 2015).

2.7 Bentuk Ukuran Partikel

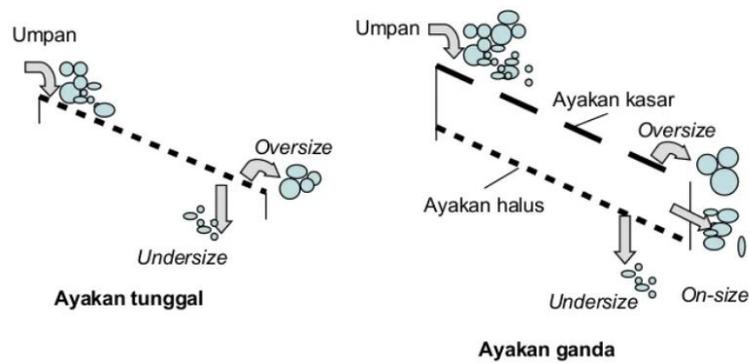
Ukuran partikel merupakan salah satu karakteristik fisik sampah dalam pengelolaan sampah. Bentuk-bentuk partikel ada berbagai macam tergantung dari proses pembuatannya. Bentuk bulat adalah bentuk yang paling baik karena akan memberikan densitas yang baik pada saat dilakukan pengomposan. Gambar 2.2 adalah bentuk-bentuk partikel. Bentuk partikel yang dihasilkan biasanya bulat (*sphere*) dan ukurannya berbeda-beda. Pada proses pengayakan faktor yang paling berpengaruh adalah waktu pengayakan. Waktu pengayakan akan berpengaruh langsung terhadap hasil bentuk dari partikel yang dihasilkan.



Gambar 2. 1 Berbagai Macam Bentuk Partikel

2.8 Pengayakan (*Screening*)

Pengayakan adalah proses pemisahan secara mekanik berdasarkan perbedaan ukuran partikel. Pengayakan dipakai dalam skala industri, sedangkan penyaringan dipakai untuk skala laboratorium. Hasil dari proses pengayakan yaitu Ukuran lebih besar daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*oversize*). Ukuran yang lebih kecil daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*undersize*). Dalam proses industri, biasanya digunakan material yang berukuran tertentu dan seragam. Untuk memperoleh ukuran yang seragam, maka perlu dilakukan pengayakan. Pada proses pengayakan zat padat itu dijatuhkan atau dilemparkan ke permukaan pengayak. Partikel yang dibawah ukuran atau yang kecil, atau halus akan lolos melewati permukaan ayakan, sedangkan yang zat padat yang memiliki partikel atas ukuran atau yang besar akan tertahan pada permukaan ayakan. Pengayakan seharusnya dilakukan dalam keadaan kering agar asil yang diperoleh lebih optimal (McCabe, 1999). Untuk pengayakan menggunakan ayakan ukuran tunggal, dikenal dua macam produk yaitu: a). *Undersize* atau *fine*, yaitu produk yang lolos lubang ayakan, dan b). *Oversize* atau *tails*, yaitu produk yang tertahan oleh ayakan. Untuk pengayakan menggunakan dua jenis ayakan, akan diperoleh dua tiga macam ukuran produk, yaitu: a). *Undersize*; b). *On-size*, dan c). *Oversize*. Gambar dibawah menjelaskan kedua hal diatas:



Gambar 2. 2 Ayakan Tunggal dan Ayakan Ganda

Ayakan standar digunakan untuk mengukur ukuran partikel dan distribusi ukurannya pada rentang ukuran tertentu, antara sekitar 3 in sampai 0.0015 in (78 mm sampai 38 μm). Ruang terbuka (lubang) antara kawat ayakan disebut aperture ayakan. Ukuran mesh didefinisikan sebagai jumlah/banyaknya aperture per inch linier. Contoh: ayakan 20 mesh, artinya ayakan tersebut mempunyai aperture berjumlah 20 setiap inch. Ukuran lubang sesungguhnya akan lebih kecil dari (1/20 inch), karena ketebalan kawat ayakan. Salah satu seri ayakan standard yang sering dijumpai adalah Tyler mesh standard screen. Set dari ayakan ini berdasarkan ukuran lubang ayakan 200-mesh. Luas lubang dari suatu ayakan adalah dua kali luas lubang dari ayakan yang satu tingkat lebih kecil (dibawahnya). Rasio ukuran dari dua ayakan standard Tyler yang berurutan adalah $\sqrt{2} = 1.41$. Misalnya, ukuran lubang ayakan 14 mesh = $\sqrt{2}x$ ukuran lubang ayakan 20 mesh.

2.9 Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM (Scanning Electron Microscope) adalah salah satu jenis mikroskop elektron yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan bentuk permukaan dari material yang dianalisis. Prinsip kerja dari SEM ini adalah dengan menggambarkan permukaan benda atau material dengan berkas elektron yang dipantulkan dengan energi tinggi. Permukaan material yang disinari atau terkena berkas elektron akan memantulkan kembali berkas elektron atau dinamakan berkas elektron sekunder ke segala arah. Tetapi dari semua berkas elektron yang dipantulkan terdapat satu berkas elektron yang dipantulkan dengan intensitas tertinggi.

Detector yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi berkas electron berintensitas tertinggi yang dipantulkan oleh benda atau material yang dianalisis. Elektron memiliki resolusi yang lebih tinggi daripada cahaya. Cahaya hanya mampu mencapai 200 nm sedangkan elektron bisa mencapai resolusi sampai 0,1 – 0,2 nm.



Gambar 2. 3 Alat SEM (Scanning Electron Mocoscopy)

Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, depth of field yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri. Adapun fungsi utama dari SEM antara lain dapat digunakan untuk mengetahui informasi-informasi mengenai:

- Morfologi, yaitu bentuk dan ukuran dari partikel penyusun objek (kekuatan, cacat pada Integrated Circuit (IC) dan chip, dan sebagainya).
- Komposisi, yaitu data kuantitatif unsur dan senyawa yang terkandung di dalam objek (titik lebur, kereaktifan, kekerasan, dan sebagainya).
- Informasi kristalografi, yaitu informasi mengenai bagaimana susunan dari butir-butir di dalam objek yang diamati (konduktivitas, sifat elektrik, kekuatan, dan sebagainya).
- Pancaran elektron yang dihasilkan dapat menghasilkan sinyal yang memodulasi berkas tersebut, sehingga akan menghasilkan gambar ke dalam bidang 300 - 600 kali lebih baik dari pada mikroskop optik dan juga dapat menghasilkan gambar tiga dimensi. Kebanyakan alat SEM mempunyai jangkauan magnifikasi dari 20x - 100.000x.

2.10 Penelitian Terdahulu

Mengumpulkan serta mempelajari data dari buku-buku, tulisan ilmiah dan penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini yang selanjutnya akan digunakan sebagai referensi guna mempermudah penelitian. Penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut ini :

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Penelitian yang dilakukan
1.	Sari, <i>et al.</i> (2012).	Potensi Sampah Tpa Cipayung Sebagai Bahan Baku Refuse Derived Fuel (RDF).	Distribusi Ukuran partikel sampah yang dihasilkan di TPA Cipayung yaitu sebesar 70,63% sampah memiliki ukuran partikel >40 mm, 26,969% berukuran diantara 40 mm dan 8 mm, dan hanya 2,969% yang memiliki ukuran partikel <8 mm.	Pada kajian ini pengujian distribusi ukuran partikel sampah dilakukan berdasarkan variasi umur timbunan sampah yang digunakan yaitu umur sampah ≤ 6 bulan, 1 – 2 tahun, 3 – 4 tahun, dan ≥ 5 tahun yang diambil dari TPA Piyungan Yogyakarta dengan metode pengolahan sampahnya menggunakan metode pengolahan <i>Control Landfill</i> .
2.	Ruslinda, <i>et al.</i> (2014).	Karakteristik Fisik Sampah Kota Padang Berdasarkan Sumber Sampah Dan Musim.	Distribusi ukuran sampah Kota Padang dari berbagai sumber pada musim kemarau dan musim hujan serta distribusi ukuran rata-rata sampah Kota Padang didapatkan untuk kedua musim, distribusi ukuran sampah terbesar adalah sampah	Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang dilakukan yaitu pada penelitian sebelumnya hasil distribusi ukuran partikel sampah didasarkan pada perbedaan musim sedangkan pada penelitian ini hasil distribusi ukuran partikel sampah berdasarkan variasi umur

			dengan ukuran besar dari 3 inchi.	timbunan sampah yang ada di TPA Piyungan Yogyakarta dengan teknik pengambilan sampel dilakukan pada setiap umur timbunan diambil pada kedalaman 30 cm.
3.	Nizwardi, <i>et al.</i> (2006)	Analisis Timbulan, Komposisi Dan Karakteristik Sampah Di Kota Padang.	Berdasarkan hasil pengukuran partikel Rata-rata distribusi partikel sampah domestik di Kota Padang berukuran kecil dari 250 mm yaitu 54,86%. Hal ini berarti sampah domestik Kota Padang dapat dikelola dengan sistem composting, dimana untuk mendapatkan hasil yang optimal ukuran sampah berkisar 25 – 75 mm.	Pada penelitian ini Sampel yang diambil merupakan sampah yang sudah terdegradasi kemudian dilakukan pengujian distribusi ukuran partikel melalui metode pengayakan (<i>sieving method</i>), dengan prakiraan bahwa setiap umur timbunan sampah memiliki ukuran partikel relative seragam sehingga diharapkan proses pembuatan kompos akan berjalan sempurna dalam waktu yang relatif sama.



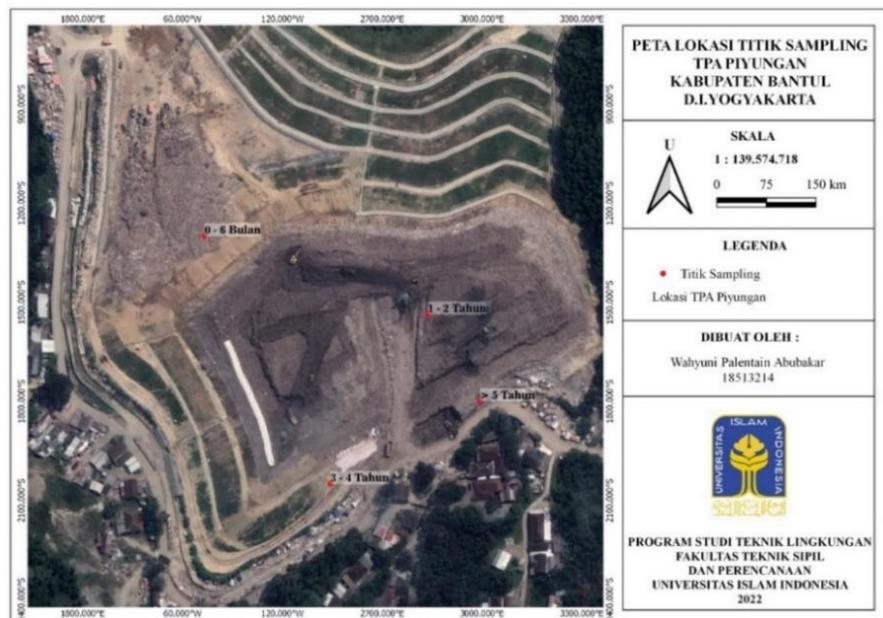
“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

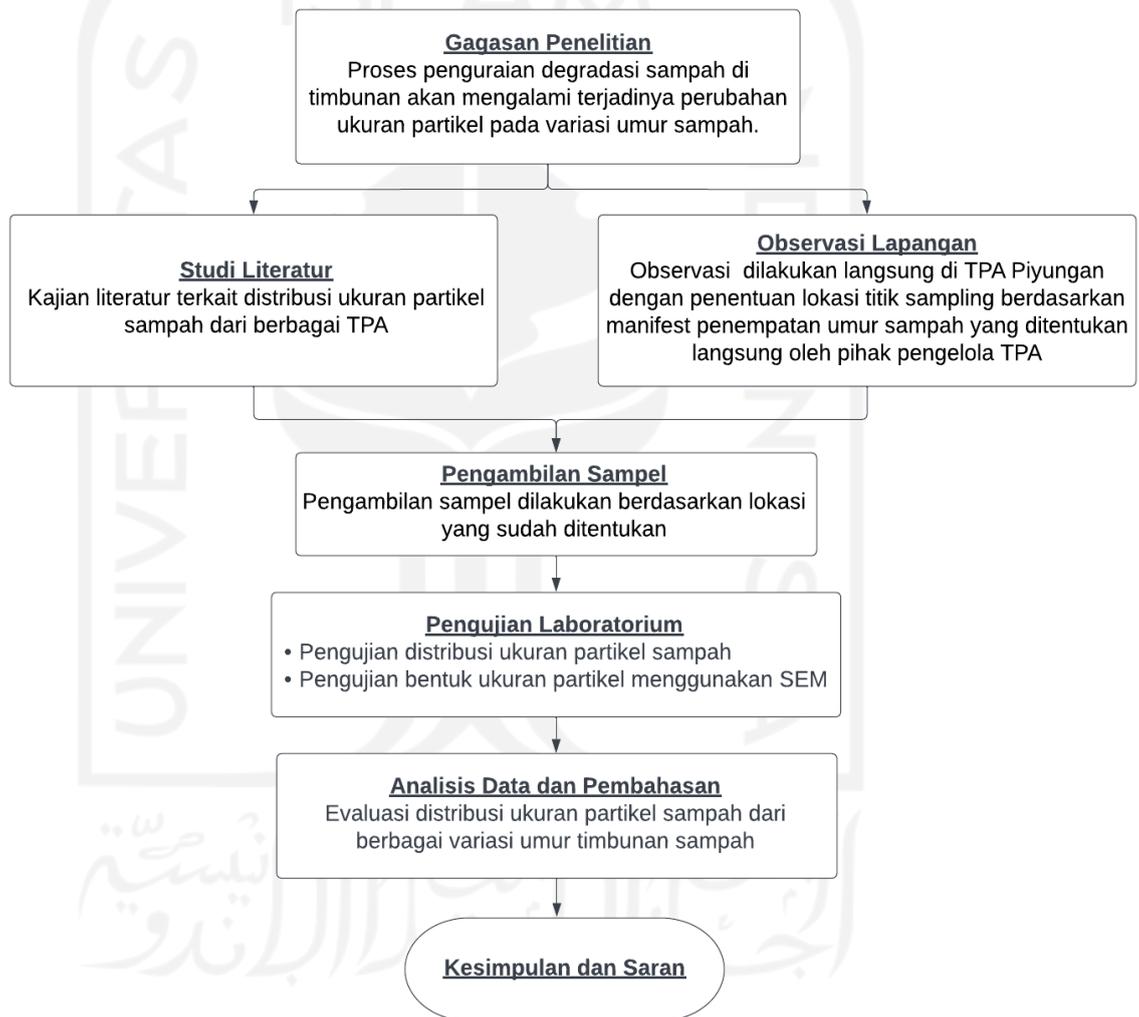
Pengambilan sampel sampah dilakukan di kawasan TPA Piyungan dengan koordinat $7^{\circ} 52' 10.475''$ LS $110^{\circ} 25' 47.856''$ BT. Untuk analisis pengujian distribusi ukuran partikel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Pengambilan sampel berlangsung di pagi hingga siang hari pada saat cuaca panas. Sampel yang dianalisa berupa timbunan sampah di TPA Piyungan dengan titik pengambilan sebanyak 4 titik. Penentuan titik pengambilan sampel ini berdasarkan pertimbangan umur timbunan sampah yang diinginkan. Umur sampah didapatkan dari penelusuran catatan waktu penempatan sampah dan informasi dari pengelola. Selain pertimbangan tersebut, pemilihan titik sampel ini juga memperhatikan kemudahan dalam pengambilan sampel. Berdasarkan hasil pertimbangan tersebut, didapatkan titik pengambilan sampel seperti ditunjukkan pada Gambar 3.1 sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel Di TPA Piyungan

3.2 Metode Penelitian

Metode penelitian membahas tentang langkah-langkah pengerjaan skripsi secara detail, misalnya metode yang digunakan dalam pengumpulan data, langkah-langkah pengolahan data, analisa data, dan penarikan kesimpulan. Dalam pengerjaan metodologi penelitian in menggunakan diagram air atau flowchart agar memudahkan untuk membaca dan memahami metodologi penelitian yang digunakan:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

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

3.3.1 Alat pengambilan Sampel

Pada saat pengambilan sampel uji di timbunan sampah TPA menggunakan sekop, kotak penyimpanan dan perlengkapan lainnya sarung tangan, plastik ukuran besar, timbangan 20 kg, termometer, Ph tanah, dan spidol permanen untuk melabeli wadah sampel.

3.3.2 Alat Pengujian Sampel

Alat yang digunakan dalam pengujian sampel adalah :

1. Alat pengujian distribusi ukuran sampah dengan metode analisis saringan/ayakan Standard ASTM.
2. Alat pengujian bentuk partikel yaitu instrumen *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

3.3.3 Bahan Penelitian

Bahan uji yang diperlukan adalah sampel sampah yang berasal dari timbunan sampah di TPA Piyungan berdasarkan variasi umur timbunan yaitu :

- a. Umur sampah ≤ 6 Bulan
- b. Umur sampah 1 – 2 Tahun
- c. Umur sampah 3 – 4 Tahun
- d. Umur sampah ≥ 5 Tahun

3.4 Metode Pengumpulan Data

3.4.1 Persiapan Sampling

Pada tahap ini dilakukannya persiapan alat yang akan digunakan pada tahap pengambilan sampel. Seperti observasi lokasi dan melihat kondisi di TPA. Kemudian dilakukan berbagai macam kegiatan seperti surat perizinan, menentukan titik pengambilan sampel dan mendapatkan beberapa data yang dibutuhkan dari lokasi TPA Piyungan Yogyakarta.

3.4.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel (sampah) dilakukan di TPA Piyungan Yogyakarta. pengambilan sampel uji dilakukan di 4 titik pengambilan berdasarkan umur sampah yaitu ≤ 6 Bulan, 1 - 2 tahun, 3 - 4 tahun, ≥ 5 tahun yang ada di TPA Piyungan Yogyakarta. Pengambilan sampah dilakukan menggunakan alat sekop dan cangkul untuk menggali timbunan sampah. Sampel sampah yang sudah diambil dan disimpan di dalam kotak Penyimpanan yang selanjutnya dilakukan pengujian sampel di Laboratorium Kualitas Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.



Gambar 3. 3 Pengambilan Sampel Sampah

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

3.4.3 Perawatan Sampel

Perawatan sampel ini dilakukan agar kondisi sampel masih sesuai dengan karakteristiknya, maka sampah yang telah diambil di masukkan kedalam kotak. Selanjutnya sampah yang telah terpilih berdasarkan umur sampah akan dimasukkan ke dalam plastik klip ± 5 kg dan diberi label nama yang sesuai umur agar sampah tidak bercampur dengan sampah lainnya.

3.4.4 Pengujian Distribusi Ukuran Partikel Sampah

Pengujian distribusi ukuran partikel dilakukan untuk menentukan ukuran partikel dan penyebaran ukuran partikel yang dihasilkan dari berbagai variasi umur sampah. Sampel sampah diambil sebagai sampel untuk identifikasi ukuran partikel sampah. Alat yang digunakan antara lain : satu unit saringan standard ASTM yaitu saringan 76 mm, 25 mm, 12 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,89 mm, dan 0,47 mm dengan mesin pengguncang saringan dan timbangan. Selanjutnya saringan disusun, dimana saringan paling kecil di posisi paling bawah, kemudian sampel tersebut diayak. Setelah pengayakan dengan saringan tersebut, lalu timbang masing-masing berat partikel yang tertahan pada ayakan sehingga akan diperoleh persentase komponen sampah yang tertahan akan diketahui berat partikel sampah TPA dengan menggunakan rumus atau formula sebagai berikut :

$$w_3 = \frac{\text{Berat Partikel Tertahan}}{\text{Berat total sampel (g)}} \times 100 \%$$

Keterangan:

w_0 : Berat Partikel Tertahan (g)

w_1 : Berat Total Sampel (g)

w_3 : Berat Fraksi Partikel Oversize (g)

3.4.5 Pengujian Bentuk Partikel Menggunakan SEM

Pengujian bentuk partikel menggunakan SEM ini bertujuan melihat bentuk dan gradasi butir yang terjadi. Hal ini dapat menjadi perbandingan bentuk gradasi butir dari setiap variasi umur sampah. Pengamatan ini dilakukan setelah pengayakan selesai dilakukan. Prinsip kerja pengamatan SEM adalah dengan menembakkan elektron dari electron lalu melewati condensing lenses dan setelah itu elektron akan difokuskan ke sampel oleh lensa objektif yang ada di bagian bawah. Pantulan elektron yang mengenai permukaan sampel akan ditangkap oleh *backscattered electron detector* dan *secondary electron detector* yang kemudian diterjemahkan dalam bentuk Gambar pada display.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Lokasi Penelitian

TPST Piyungan merupakan salah satu tempat pembuangan akhir yang terletak di Kecamatan Piyungan, tepatnya di dukuh Bendo Ngablak dan dukuh Watu Gender, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan, Kabupaten Bantul, ± 16 km sebelah tenggara pusat Kota Yogyakarta. TPST Piyungan mulai beroperasi sejak tahun 1995 sebagai Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dengan luas sebesar 10 Ha. TPA Piyungan menerima limbah dari tiga daerah, yaitu: Kota Yogyakarta, sebagian Kabupaten Sleman dan sebagian Kabupaten Bantul. Oleh sebab itu, TPA Piyungan dikelola oleh pemerintahan bersama dari ketiga daerah tersebut melalui koordinasi Kartamantul.

Sejak beroperasi hingga tahun 2012, pengelolaan limbah di TPA Piyungan dilakukan dengan metode *open dumping* atau limbah dibiarkan menggunung. Metode *open dumping* mengakibatkan beberapa permasalahan lingkungan, misalnya: timbulnya bau, tercemarnya air tanah dan timbulnya asap. Pada tahun 2012, istilah TPA berubah menjadi TPST karena proses pengelolaan limbah mulai menggunakan metode *sanitary landfill*. Salah satu latar belakang dari penggunaan metode ini adalah karena metode *open dumping* tidak berhasil mengurangi volume limbah sehingga kapasitas TPA Piyungan sudah berlebih. *Sanitary landfill* diharapkan dapat menyelesaikan permasalahan tersebut dengan mengurangi volume limbah secara lebih cepat. Karena belum siap menggunakan metode *sanitary landfill*, metode yang diterapkan pada proses pengelolaan limbah di TPST Piyungan adalah *controlled landfill*, yaitu metode pengurangan di areal pengurangan limbah, dengan cara dipadatkan dan ditutup dengan tanah penutup sekurang-kurangnya setiap tujuh hari sekali (Wanabakti dkk., 2018).



Gambar 4. 1 Kondisi TPA Piyungan, Bantul.

(Sumber : Dokumentasi Pribadi, 2022)

Pada tahun 2015, lahan TPST Piyungan diperluas menjadi 12,5 Ha sebagai upaya untuk menampung kelebihan volume limbah yang masuk ke TPST Piyungan sebesar 400-500 ton per hari. Pada lahan seluas 12,5 Ha tersebut, penggunaan lahan dibagi menjadi dua zona besar, yaitu sebesar 2,5 Ha dipergunakan untuk fasilitas kantor dan pengolahan air, serta 10 Ha digunakan untuk fasilitas pengolahan limbah. Pada fasilitas pengolahan limbah, lahan dibagi lagi ke dalam 3 zona berdasarkan tingkat pembusukan limbah, yaitu: Zona 1, Zona 2 dan Zona 3. Pada setiap zona terdapat dermaga sebagai area *drop off* limbah dari tiga daerah sumber pemasok sampah.

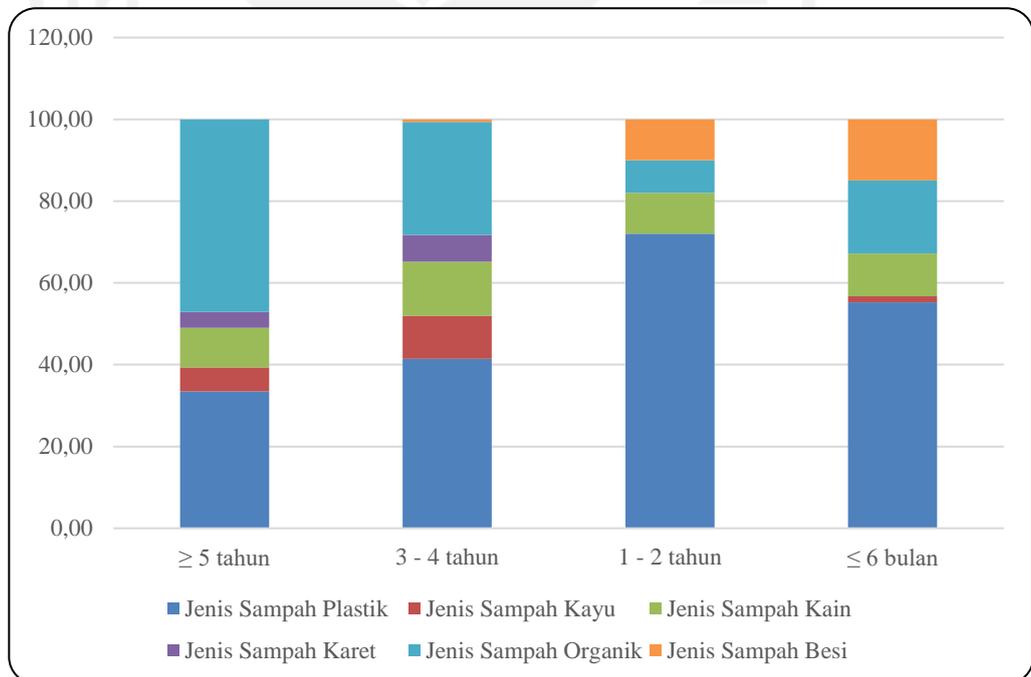
- 1) Zona 1 merupakan zona yang pertama kali menjadi lokasi pembuangan sejak tahun 1995. Hal ini menyebabkan limbah sudah terurai sehingga tidak menimbulkan bau menyengat. Zona 1 berada pada titik kontur terendah lokasi pembuangan.
- 2) Zona 2 merupakan zona yang mulai digunakan sebagai tempat pembuangan setelah Zona 1 *over capacity*. Masih terjadi proses pembusukan di zona ini sehingga menimbulkan bau menyengat. Zona 2 berada di titik tengah antara titik kontur Zona 1 dan Zona 3.

- 3) Zona 3 merupakan zona yang sedang aktif digunakan sebagai tempat pembuangan. Tingkat pembusukan di zona ini belum matang sehingga menimbulkan bau yang sangat menyengat. Zona 3 berada di titik kontur tertinggi dari ketiga zona.

4.2 Analisis Karakteristik Sampah

4.2.1 Analisis Komposisi Sampah Pada Berbagai Umur

Sebelum sampel sampah dari TPA Piyungan di uji, terlebih dahulu dilakukan pemilahan komposisi sampah. Komposisi sampah merupakan penggambaran dari masing-masing komponen yang terdapat dalam buangan padat dan distribusinya, biasanya dinyatakan dalam persen berat. Pemilahan komposisi sampel sampah dilakukan dengan cara mengambil sampah sebanyak ± 10 kg lalu dipilah antara sampah organik dengan anorganik yang diambil dari TPA Piyungan dengan variasi umur sampah berbeda lalu di ditimbang setiap komposisinya. Hasil analisis komposisi sampah pada berbagai umur dapat dilihat pada gambar 4.2 berikut ini :



Gambar 4. 2 Komposisi Sampah Berdasarkan Umur Timbunan

Dari hasil grafik 4.2 dapat diketahui bahwa komponen sampah pada berbagai umur sampah memiliki komposisi pada umur ≤ 6 bulan terdiri dari sampah plastik 55%, kayu; 1%, kain; 10%, organik; 18%, dan besi; 15%.

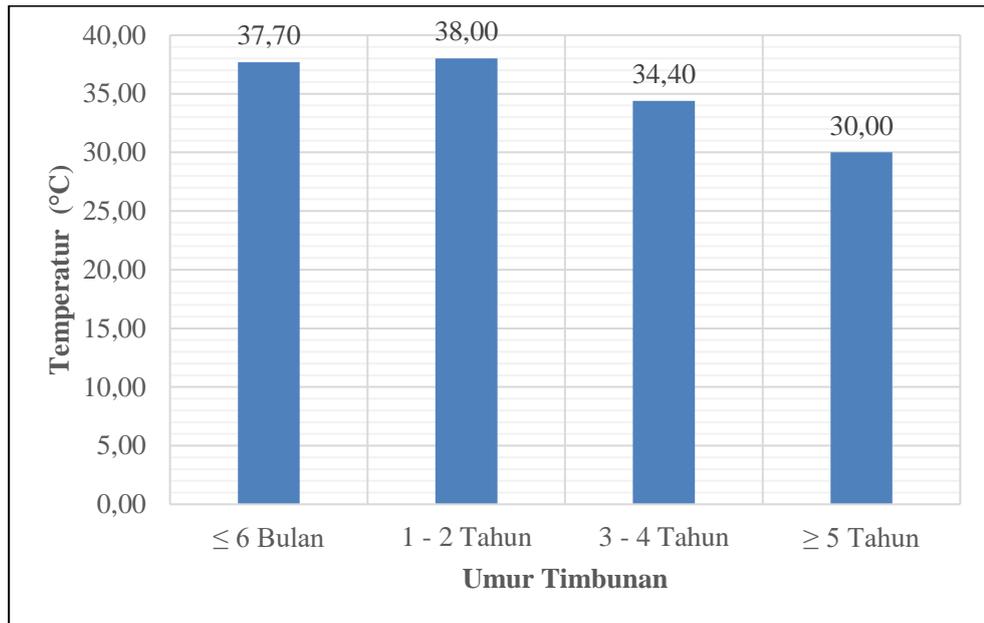
Komposisi sampah pada umur 1 – 2 tahun terdiri dari sampah plastik; 72%, kain; 10%, organik; 8%, dan besi; 15%. Komposisi sampah pada umur 3 - 4 tahun terdiri dari sampah plastik; 41%, kayu; 11%, kain; 13%, karet; 7%, organik; 28% dan besi; 1%. Komposisi pada umur sampah ≥ 5 tahun terdiri dari sampah plastik; 33%, kayu; 6%, kain; 10%, organik; 47%.

Sementara itu, di timbunan berumur ≤ 6 bulan dan 1 -2 tahun tidak ditemukan sampah karet. Hal ini dipengaruhi oleh adanya kegiatan penggunaan kembali (*reuse*) sampah karet, yang mana pada sampah berumur muda bentuk karet masih utuh sehingga dapat digunakan kembali. Sebaliknya, sampah besi ditemukan memiliki persentase komposisi yang lebih besar pada sampah berumur muda. Hal ini menunjukkan kurangnya kegiatan penggunaan kembali pada sampah besi, sedangkan besi dapat menjadi barang bernilai yang bisa dijual kepada pengepul besi tua. Hasil komposisi sampel yang diambil berdasarkan variasi umur sampah menunjukkan bahwa semakin tua umur sampah maka semakin tinggi material organiknya, hal ini dikarenakan komposisi material organik yang ada pada umur sampah ≤ 6 bulan dan umur 1 - 2 tahun belum terdegradasi seluruhnya oleh aktifitas mikroorganisme, sedangkan pada umur sampah 3 - 4 tahun dan umur sampah ≥ 5 tahun memiliki komposisi organik yang tinggi menunjukkan bahwa semakin tua umur sampah maka komposisi organik pada sampah telah mengalami proses degradasi oleh aktivitas mikroorganisme secara optimal dengan rentang waktu yang lama.

Menurut Damanhuri (2004), komposisi ini telah melebihi komposisi sampah plastik negara industri, yaitu sebesar 2 - 10%. Hal ini dikarenakan di negara industri maupun negara maju kepedulian terhadap lingkungan mulai meningkat. Banyak bahan pengemas yang sudah beralih dari plastik ke kertas yang lebih ramah lingkungan karena lebih mudah terurai dibandingkan dengan plastik. Hasil komposisi sampah ini bisa dijadikan sebagai penentuan luas area TPA dan pengolahan sampah secara biologi seperti pengolahan composting.

4.2.2 Analisis Temperatur

Analisis Temperatur dilakukan secara langsung di titik lokasi pengambilan sampel dengan menggunakan termometer yang ditancapkan kedalam tanah. Berikut ini adalah hasil pengujian suhu dalam timbunan sampah dengan berbagai umur :

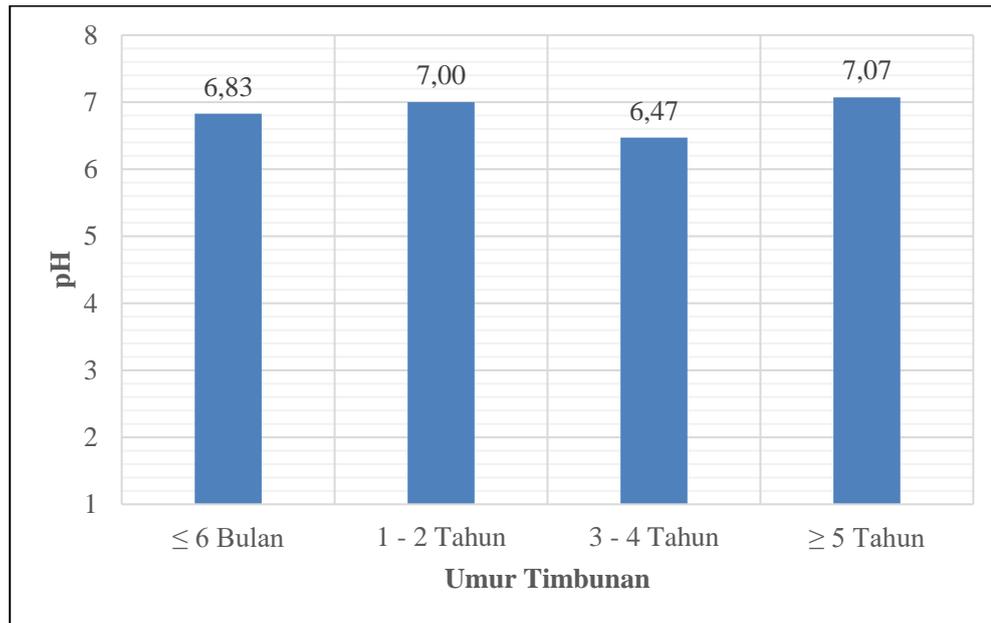


Gambar 4. 3 Temperatur Pada Berbagai Umur Sampah

Dari gambar grafik 4.3 menunjukkan bahwa temperatur cenderung mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya umur timbunan sampah. Hal ini dikarenakan perubahan suhu dapat terjadi karena perbedaan suhu pada lingkungan saat pengambilan sampel dan kondisi cuaca. Sementara itu, penurunan suhu dapat terjadi karena penurunan aktivitas mikroba dalam mendegradasi kandungan bahan organik yang tersedia. laju kenaikan suhu pada sampah yang berumur muda lebih tinggi dibandingkan sampah yang berumur tua. Hal ini disebabkan karena pada sampah yang berumur muda terjadi aktivitas biologi yaitu proses dekomposisi anaerobik yang menghasilkan panas dari sampah organik. Sedangkan pada sampah yang berumur tua cenderung menurun karena proses dekomposisi sudah hampir sempurna (Yesiller et al, 2003). Selain itu, suhu dapat menunjukkan perubahan aktivitas mikroba selama dekomposisi bahan organik. Suhu berpengaruh pada dekomposisi partikel bahan organik menjadi partikel - partikel halus berupa debu kecepatannya sangat dipengaruhi oleh kecepatan reaksi kimia pengomposan, ratio berat partikel dengan luas permukaan, serta bentuk partikel awal (Hobson, 1987).

4.2.3 Analisis Derajat Keasaman pH

Hasil pengujian pH pada setiap variasi umur sampah dapat dilihat dari gambar 4.4 perubahan pH pada berbagai umur sampah di bawah ini :

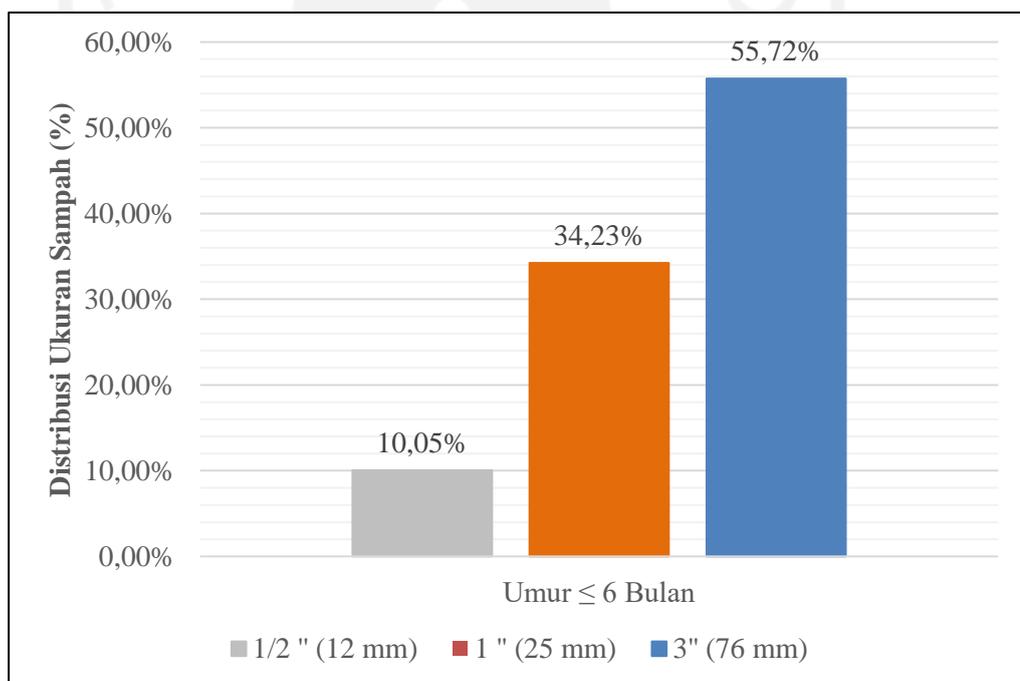


Gambar 4. 4 Perubahan pH pada berbagai umur sampah

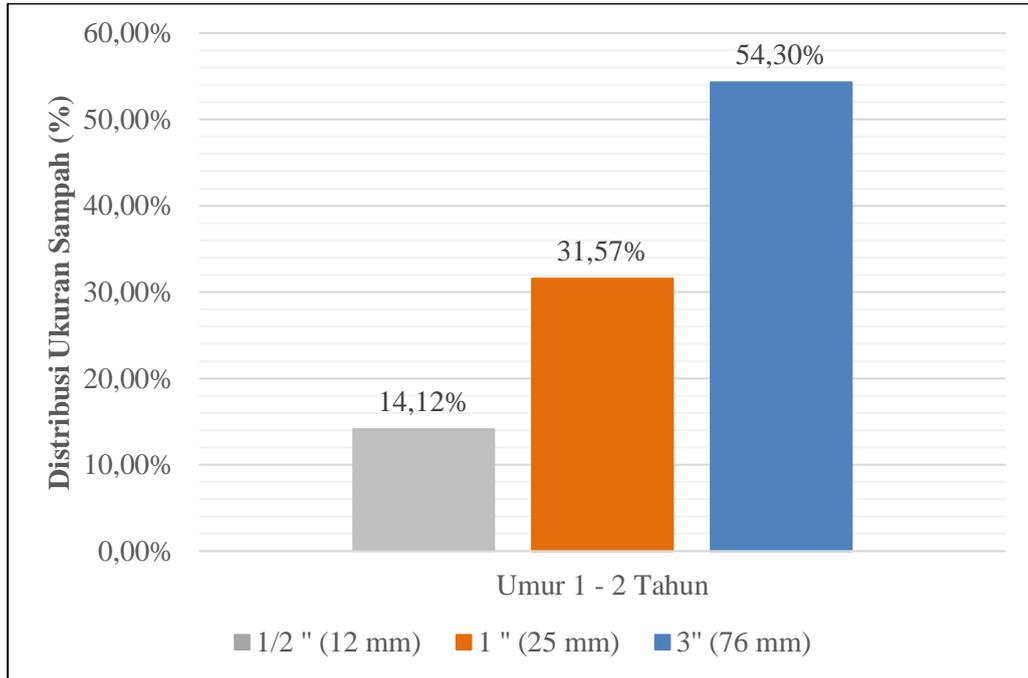
Berdasarkan gambar grafik 4.4 dapat dilihat bahwa, pada penelitian ini pH pada setiap variasi umur sampah memiliki nilai berkisar pada rentang 6 – 7 hal ini merupakan kondisi optimum. Menurut Mc Bean (1995), Nilai pH biasanya memiliki rentang antara 6 – 7 dan bahkan lebih rendah pada timbunan sampah kering. Perubahan nilai pH terjadi sebagai akibat dari menurunnya bahan organik yang terurai dan adanya produksi gas. pH mengalami penurunan yang dikarenakan terjadinya akumulasi asam-asam volatil, yang merupakan penghalang bagi aktivitas metanogenes. Hal ini disebabkan karena pada saat bakteri asidogenik bekerja, asam organik terproduksi semakin banyak dan menyebabkan nilai pH turun (setianingrum,2011). Meningkat penurunan biodegradasi sampah ketika perubahan dari fase acidogenik menjadi methanogenik. Pada fase metanogenik ini biasanya terjadi pada umur sampah tua yaitu ≥ 5 tahun. Turunnya nilai pH pada umur sampah ini karena sedang berlangsungnya fase asidogenesis pada timbunan. Pada fase asidogenesis ini menyebabkan berkurangnya oksigen, sehingga bakteri anaerob fakultatif menjadi dominan, likuifaksi terus berlangsung, sejumlah besar asam-asam volatil serta CO_2 akan dihasilkan dari sistem ini, dan materi anorganik akan lebih banyak larut, terutama karena turunnya pH.

4.3 Analisis Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Berbagai Umur

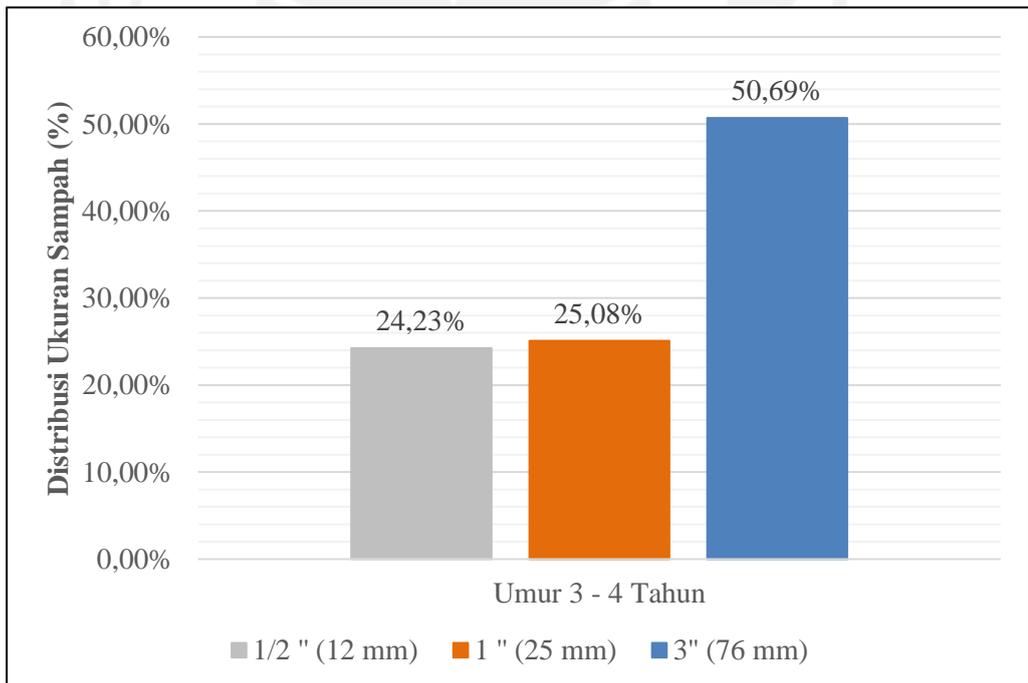
Pengujian distribusi partikel dilakukan untuk mengetahui distribusi ukuran pada setiap masing-masing variasi umur sampah yaitu umur sampah \leq 6 bulan, 1 – 2 tahun, 3 – 4 tahun dan umur sampah \geq 5 tahun. Pengujian ini dilakukan dengan metode dengan saringan yang disusun secara vertikal dan diameter saringan seperti tertera pada grafik. Dalam Pengujian ini, Distribusi dapat diketahui melalui proses penimbangan butir sampah setelah proses pengayakan untuk melihat perbandingan hasil distribusi ukuran yang didapatkan pada setiap variasi umur sampah dan kemudian dihitung persentasenya. Hasil ukuran partikel secara kolektif dinyatakan dalam analisis distribusi ukuran partikel yang berbentuk grafik histogram (Fitrada, 2022). Lihat grafik distribusi ukuran sampah berdasarkan umur sampah dibawah ini :



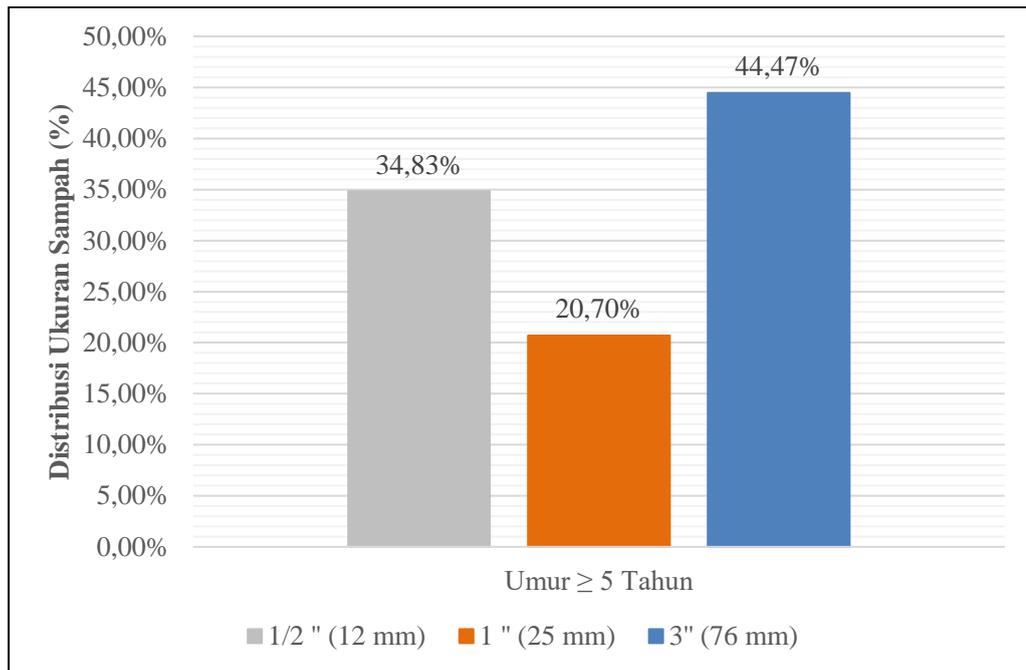
Gambar 4. 5 Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Umur \leq 6 Bulan



Gambar 4. 6 Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Umur 1 - 2 Tahun



Gambar 4. 7 Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Umur 3 - 4 Tahun



Gambar 4. 8 Distribusi Ukuran Partikel Sampah Pada Umur ≥ 5 Tahun

Berdasarkan grafik diatas memperlihatkan hasil pengujian distribusi ukuran partikel sampah dari berbagai umur sampah serta distribusi ukuran rata-rata sampah pada setiap umur. Pengukuran distribusi ukuran partikel dilakukan dengan menggunakan standard ASTM 7 saringan yang berukuran 76 mm, 25 mm, 12 mm, 4,75 mm, 2,36 mm, 1,89 mm, dan saringan paling kecil 0,475 mm. Dimana ukuran saringan 76 mm, 25 mm, dan 12 mm yang lolos saringan sedangkan 4,75 mm, 2,36 mm, 1,89 mm dan 0,475 mm yang tidak lolos saringan. Dapat dilihat pada grafik diatas bahwa distribusi ukuran partikel sampah yang dihasilkan di TPA Piyungan menunjukkan bahwa pada umur sampah ≤ 6 bulan 10,05% sampah berukuran 1/2 inchi atau 12 mm; 34,23% berukuran antara 1 inchi atau 25 mm dan sisanya sebanyak 55,72% berukuran besar 3 inchi atau 76 mm. Pada umur sampah 1 – 2 tahun distribusi ukuran sampah 14,12% berukuran dari 1/2 inchi; 31,57% berukuran antara 1 inchi dan sisanya 54,30% berukuran besar dari 3 inchi. Pada umur sampah 3 - 4 tahun distribusi ukuran sampah 24,23% berukuran dari 1/2 inchi; 25,08% berukuran antara 1 inchi dan sisanya 50,69% berukuran 3 inchi. Dan umur sampah ≥ 5 tahun distribusi ukuran sampah 34,83% berukuran dari 1/2 inchi; 20,70% berukuran antara 1 inchi dan sisanya 44,47% berukuran 3 inchi. Maka dari itu hasil pengujian ini didapatkan untuk setiap umur sampah, distribusi ukuran

sampah terbesar adalah sampah dengan ukuran 3 inchi. Perbedaan persentase pada setiap umur sampah ini dipengaruhi oleh oleh komposisi yang digunakan berbeda sehingga mempengaruhi distribusi ukuran partikel. Perbedaan komposisi yang digunakan, partikel yang tersaring juga berkaitan dengan komposisi bahan baku yang digunakan. Berdasarkan grafik diatas bahwa didapatkan distribusi ukuran komponen - komponen sampah pada setiap variasi umur sampah ini berada dalam rentang ukuran 1 inchi.

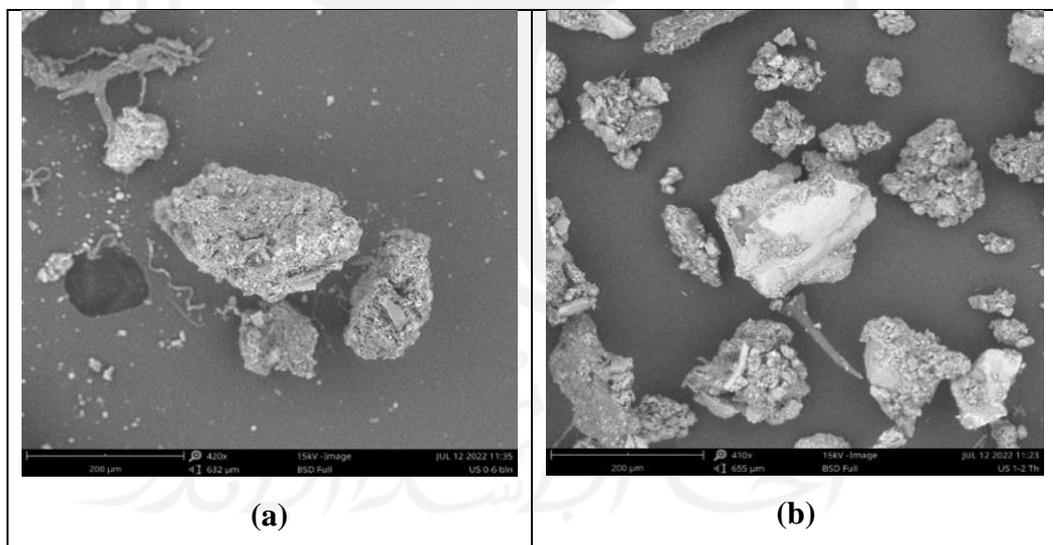
Pengaruh adanya variasi ukuran partikel sampah yang tidak seragam menyebabkan terjadinya pembentukan pori-pori dengan berbagai ukuran, kapasitas porositas, kandungan air awal, sehingga akan berpengaruh terhadap kapasitas lapang serta pergerakan air dalam timbunan. Dalam jurnal Hossain et al. (2008), menyebutkan hasil penelitian tentang pengaruh ukuran partikel sampah yang dilakukan dengan kolom landfill skala kecil menunjukkan bahwa berat volume sampah semakin besar sejalan dengan perubahan fase degradasi. Sama halnya untuk modulus geser juga semakin besar sejalan dengan bertambahnya umur sampah. Pengaruh ukuran partikel sampah yang tidak seragam ini juga ditunjukkan dari hasil penelitian yang menunjukkan bahwa semakin tua umur sampah maka distribusi ukuran partikel sampah yang dihasilkan semakin kecil. Ukuran partikel sampah juga mempengaruhi kecepatan pada proses pengomposan. Jika ukuran partikel sampah semakin kecil, maka proses dekomposisi akan semakin cepat karena bidang permukaan bahan organik yang kontak dengan mikroorganisme aktivator semakin luas. Jika ukuran partikel sampah terlalu besar, maka permukaan bahan organik yang kontak dengan mikroorganisme activator akan semakin sempit dan menyebabkan proses dekomposisi berjalan lambat (Dalzell et al., 1987).

Damanhuri (2004), menyebutkan bahwa kriteria diameter atau ukuran sampah yang baik dikomposkan adalah antara 25 - 75 mm atau 1 - 3 inchi. Jika dilihat dari hasil penelitian yang didapatkan bahwa distribusi ukuran terbesar dari setiap umur adalah sampah berukuran besar dari 3 inch, maka jika sampah tersebut digunakan sebagai bahan baku untuk kompos memerlukan pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) berupa size reduction. Akan tetapi, jika proses pengomposan langsung dilakukan di sumber, maka sampah tersebut dapat

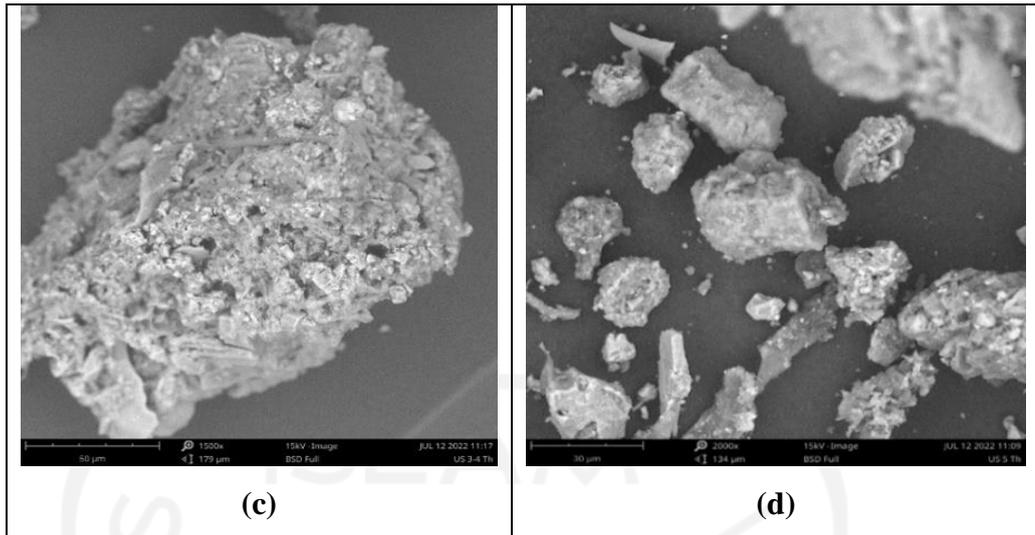
langsung dikomposkan tanpa adanya pengolahan pendahuluan karena persentase ukuran sampah antara 1 inchi atau 25 mm yang cukup besar.

4.4 Analisis Bentuk Partikel dengan SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah salah-satu jenis mikroskop yang menggunakan berkas elektron untuk menggambarkan profil permukaan benda. Berkas elektron pada SEM ditembakkan pada permukaan benda dan melewati beberapa lensa elektromagnetik sehingga berkas tersebut akan memantul kembali atau menghasilkan elektron sekunder ke segala arah. Namun ada satu arah dimana berkas tersebut dipantulkan dengan intensitas tertinggi. Detektor yang terdapat di dalam SEM akan mendeteksi elektron dan menentukan lokasi benda ke dalam layar. Pengujian SEM dilakukan untuk melihat pola atau gambaran permukaan dari suatu sampel. Dari pengujian tersebut, gambaran permukaan pori-pori pada setiap sampel umur sampah dapat dilihat pada Gambar 4.4 dan gambar 4.5 dengan pembesaran yang digunakan sebesar 410x dan 1500x .



Gambar 4. 4 (a) Bentuk permukaan partikel umur sampah ≤ 6 bulan dengan pembesaran 410 kali (b) Bentuk Permukaan partikel umur sampah 1 - 2 Tahun dengan pembesaran 410 kali.



Gambar 4. 5 (c) Bentuk permukaan partikel umur sampah 3 - 4 tahun dengan pembesaran 1500 kali (d) Bentuk Permukaan partikel umur sampah ≥ 5 Tahun dengan pembesaran 1500 kali

Dari data hasil uji foto SEM (*Scanning Electron Mocoscopy*), dapat dilihat bentuk permukaan partikel pada sampel dari berbagai variasi umur sampah. Pada Gambar (a), (b), (c), dan (d) Bentuk permukaan partikel yang dihasilkan dari proses pengayakan dengan variasi umur sampah ≤ 6 bulan, 1 - 2 tahun, 3 - 4 tahun, dan umur ≥ 5 tahun dengan pembesaran 410 kali dan pembesaran 1500 kali menghasilkan morfologi yang cukup sferis diamati menggunakan instrumen SEM. Hal ini disebabkan adanya porositas yang terjadi pada partikel, butiran partikel yang dihasilkan berukuran besar dan kasar sehingga dapat menyebabkan porositas pada sampel sehingga mudah mengkerut dan tidak rata (Kohane, 2007). Menurut Gilbert et al. (2009), bentuk partikel sferis dapat mempermudah interaksi antarpartikel sehingga terjadi agregasi yang mengakibatkan ukuran partikel semakin besar. Nyika et al. 2021 mengemukakan bahwa bentuk permukaan partikel berkaitan erat dengan ukuran butir, faktor ini berhubungan dengan luas kontak antar permukaan, butir kecil mempunyai porositas yang kecil dan luas kontak antar permukaan besar sehingga difusi antar permukaan juga semakin besar. Beberapa faktor yang mempengaruhi bentuk dan ukuran partikel yaitu temperature dan pH. Menurut Zhan dkk (2013), Temperatur dapat mempengaruhi ukuran partikel. Kenaikan suhu menyebabkan kenaikan laju pertumbuhan partikel. Selain itu juga, Partikel dengan ukuran yang besar akan dihasilkan pada nilai pH yang rendah.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang diperoleh dari percobaan dan kemudian dianalisis, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian komposisi sampah, komponen sampah terbanyak yang dihasilkan di TPA Piyungan di timbunan yaitu sampah plastik dan organik dibandingkan dengan komponen sampah besi dan karet lebih sedikit ditemukan pada timbunan sampah baru maupun sampah lama. Komposisi sampah terbesar pada umur ≤ 6 bulan adalah sampah plastik 55%, umur 1 – 2 tahun sampah plastik 72%, umur 3 – 4 tahun sampah plastik 41% dan umur ≥ 5 tahun sampah organik 47%.
2. Hasil pengujian Distribusi Ukuran Partikel Sampah dari berbagai variasi umur sampah serta distribusi ukuran rata-rata yang dihasilkan di TPA Piyungan menunjukkan bahwa setiap variasi umur sampah distribusi ukuran sampah terbesar adalah sampah dengan ukuran besar 3 inchi atau 76 mm. Maka jika sampah tersebut digunakan sebagai bahan baku untuk kompos memerlukan pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) berupa size reduction. Akan tetapi, jika proses pengomposan langsung dilakukan di sumber, maka sampah tersebut dapat langsung dikomposkan tanpa adanya pengolahan pendahuluan karena persentase ukuran sampah antara 1 inchi atau 25 mm yang cukup besar.
3. Berdasarkan hasil pengamatan morfologi dengan *Scanning Electron Microscopy* terlihat pori pada permukaan partikel dengan umur sampah ≤ 6 bulan dan 1 - 2 tahun dengan perbesaran 410 kali, umur sampah 3 - 4 tahun dan umur ≥ 5 tahun dengan pembesaran 1500 kali, menunjukkan bentuk partikel yang dihasilkan yaitu berbentuk spheris (bulat) dengan permukaan yang kasar.

5.2 Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, penulis mengajukan beberapa saran yang diajukan sebagai perbaikan untuk penelitian kedepannya. adapun saran yang diberikan adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti selanjutnya perlu dilakukan pengujian FTIR untuk mengetahui perubahan gugus fungsi pada setiap distribusi ukuran partikel berdasarkan umur timbunan sampah.
2. Pada pengembangan selanjutnya sebaiknya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai Distribusi Ukuran Sampah berdasarkan kedalaman timbunan dalam menentukan distribusi ukuran sampah dilakukan agar dapat menentukan jenis fasilitas pengolahan sampah, dikhususkan untuk memisahkan partikel besar dengan partikel kecil.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Adelopo, A. O., Haris, P. I., Alo, B. I., Huddersman, K., & Jenkins, R. O. (2018). Multivariate analysis of the effects of age, particle size and landfill depth on heavy metals pollution content of closed and active landfill precursors. *Waste Management*, 78, 227-237.
- Azkha, N. (2006). Analisis timbulan, komposisi dan karakteristik sampah di Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 1(1), 14-18.
- Bleiker, D. E., Farquhar, G., & McBean, E. (1995). Landfill settlement and the impact on site capacity and refuse hydraulic conductivity. *Waste management & research*, 13(5), 533-554.
- Damanhuri, E., & Padi, T. (2010). Pengelolaan sampah. Diktat kuliah TL, 3104, 5-10.
- Dalzell, H. W., Dalzell, H. E., Biddlestone, A. J., Gray, K. R., & Thurairajan, K. (1987). Soil management: compost production and use in tropical and subtropical environments (No. 56). Food & Agriculture Org.
- Fitrada, W., Irawan, A., & Gusnedi, A. (2022). ANALISIS PENGARUH UKURAN PARTIKEL SAMPAH ORGANIK TERHADAP WAKTU PENGOMPOSAN DENGAN METODE KOMPOSTER SEMI ANAEROB. *Jurnal Engineering*, 4(1), 25-31.
- Gao, M., Li, S., Zou, H., Wen, F., Cai, A., Zhu, R., ... & Gu, L. (2021). Aged landfill leachate enhances anaerobic digestion of waste activated sludge. *Journal of Environmental Management*, 293, 112853.
- Gilbert, S. F., & Epel, D. (2009). *Ecological developmental biology: integrating epigenetics, medicine, and evolution*.
- Hadiwiyoto, S. (1983). *Penanganan dan Pemanfaatan Sampah*. Yayasan Idayu. Jakarta.
- Hossain, M. S., Penmethsa, K. K., & Hoyos, L. (2009). Permeability of municipal solid waste in bioreactor landfill with degradation. *Geotechnical and Geological Engineering*, 27(1), 43-51.
- Inci, G., Yesiller, N., & Kagawa, T. (2003). Experimental investigation of dynamic response of compacted clayey soils. *Geotechnical Testing Journal*, 26(2), 125.

- Indonesia, S. N., & Nasional, B. S. (2002). Tata cara teknik operasional pengelolaan sampah perkotaan. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Jaramillo, J. (2003). Guidelines for the design, construction and operation of manual sanitary landfills. Lima: Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Science.
- Juanga, J. P. (2005). Optimizing dry anaerobic digestion of organic fraction of municipal solid waste. Asian Institute of Technology.
- Kasam, K., Sarto, S., Syamsiah, S., & Prasetyo, A. (2013). Pengaruh Ukuran dan Fraksi Organik Terhadap Kuantitas dan Kualitas Timbulan Lindi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 5(1), 17-26.
- Khodier, K., Viczek, S. A., Curtis, A., Aldrian, A., O'Leary, P., Lehner, M., & Sarc, R. (2020). Sampling and analysis of coarsely shredded mixed commercial waste. Part I: procedure, particle size and sorting analysis. *International journal of environmental science and technology*, 17(2), 959-972.
- Kohane, D. S. (2007). Microparticles and nanoparticles for drug delivery. *Biotechnology and bioengineering*, 96(2), 203-209.
- Ma, J. W., Yang, K. X., Chai, F. G., Wang, Y., Guo, X. S., & Li, L. (2019). Particle size distribution and population characteristics of airborne bacteria emitted from a sanitary landfill site. *Huan Jing Ke Xue= Huanjing Kexue*, 40(8), 3470-3476.
- Maretta, G., Satrio, D. S., & Kesuma, A. J. (2022). Pengaruh Jenis dan Variasi Umur Sampah Organik Terhadap Fauna Tanah Pada Lubang Resapan Biopori (LRB). *Organisms: Journal of Biosciences*, 2(1), 9-14.
- McKendry, I. G., Steyn, D. G., & McBean, G. (1995). Validation of synoptic circulation patterns simulated by the Canadian climate centre general circulation model for western north America: Research note. *Atmosphere-Ocean*, 33(4), 809-825.
- Mulligan, S., Ojeda, J. J., Kakonyi, G., Thornton, S. F., Moharamzadeh, K., & Martin, N. (2021). Characterisation of Microparticle Waste from Dental Resin-Based Composites. *Materials*, 14(16), 4440.
- Nasional, B. S. (1994). SNI 19-3964-1994 tentang Metode Pengambilan dan Pengukuran Contoh Timbulan dan Komposisi Sampah Perkotaan. Jakarta: Balitbang DPU.
- Nyika, J., Onyari, E., Dinka, M., & Mishra, S. (2020). Analysis of particle size distribution of landfill contaminated soils and their mineralogical composition. *Particulate Science and Technology*, 38(7), 843-853.
- Pratama, K. B., Hendrawan, Y., & Lutfi, M. (2020). Pengaruh Ukuran dan Bahan Variasi Komposisi Sampah Organik Universitas terhadap Karakteristik

Biobriket. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 8(1), 69-77.

Ruslinda, Y. (2014). KARAKTERISTIK FISIK SAMPAH KOTA PADANG BERDASARKAN SUMBER SAMPAH DAN MUSIM. *Jurnal Dampak*, 11(1), 1-8.

Sari, A. J. (2012). Potensi Sampah TPA Cipayung Sebagai Bahan Baku Refuse Derived Fuel (RDF). Universitas Indonesia: Teknik, Lingkungan.

Schuh, T., & de Jonge, N. (2014). Liquid scanning transmission electron microscopy: Nanoscale imaging in micrometers-thick liquids. *Comptes Rendus Physique*, 15(2-3), 214-223.

Sudrajat, H. R. (2006). Mengelola sampah kota. Niaga Swadaya.

Tchnobanoglous, T. 1993. *Integrated Solid Waste Management Engineering Principle and Management Issues*. Singapura: Mc.Graw-Hill, Inc.

Viczek, S. A., Khodier, K., Kandlbauer, L., Aldrian, A., Redhammer, G., Tippelt, G., & Sarc, R. (2021). The particle size-dependent distribution of chemical elements in mixed commercial waste and implications for enhancing SRF quality. *Science of The Total Environment*, 776, 145343.

Wanabakti, M. J., Susilo, C. R., Nathania, M., & Putri, C. Y. (2018, May). Unraveling the impact of built-environmental self-modification of the local inhabitants in their attempt to reduce the urban flood impact in Grogol, Sukoharjo. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 158, No. 1, p. 012038). IOP Publishing.

Wang, C., Sun, X., Shan, H., Zhang, H., & Xi, B. (2021). Degradation of landfill leachate using UV-TiO₂ photocatalysis combination with aged waste reactors. *Processes*, 9(6), 946.

Wu, J., Yin, Q., Gao, Y., Meng, B., & Jing, H. (2021). Particle size distribution of aggregates effects on mesoscopic structural evolution of cemented waste rock backfill. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(13), 16589-16601.

Zhang, Y., & Banks, C. J. (2013). Impact of different particle size distributions on anaerobic digestion of the organic fraction of municipal solid waste. *Waste management*, 33(2), 297-307.

Zhu, Y., & Zhao, Y. (2011). Stabilization process within a sewage sludge landfill determined through both particle size distribution and content of humic substances as well as by FT-IR analysis. *Waste management & research*, 29(4), 379-385.



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

Lampiran 1 Perhitungan Komposisi Sampah

a) Data Komposisi Sampah Pada Berbagai Umur

Komposisi Sampah	Umur ≤ 6 Bulan		Umur 1 - 2 Tahun		Umur 3 - 4 Tahun		Umur ≥ 5 Tahun	
	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)	(kg)	(%)
Plastik	3,7	55,22	3,6	72,00	6,3	41,45	6,9	33,50
Kayu	0,1	1,49	0,00	0,00	1,6	10,53	1,2	5,83
Kain	0,7	10,45	0,5	10,00	2	13,16	2	9,71
Karet	0	0,00	0,00	0,00	1	6,58	0,8	3,88
Organik	1,2	17,91	0,4	8,00	4,2	27,63	9,7	47,09
Besi	1	14,93	0,5	10,00	0,1	0,66	0	0,00
Jumlah	1	100,00	1	100	2,5	100,00	3,4	100,00

- Contoh perhitungan komposisi sampah umur < 6 bulan

$$\% \text{ Komposisi sampah} = \left(\frac{\text{Berat komponen sampah}}{\text{Berat total sampah}} \right) \times 100 \%$$

- a. Komposisi sampah plastik = $\left(\frac{3,7}{6,7} \right) \times 100 \% = 55,2\%$
- b. Komposisi sampah kayu = $\left(\frac{0,1}{6,7} \right) \times 100 \% = 1,49\%$
- c. Komposisi sampah kain = $\left(\frac{0,7}{6,7} \right) \times 100 \% = 10,45\%$
- d. Komposisi sampah karet = $\left(\frac{0}{6,7} \right) \times 100 \% = 0\%$
- e. Komposisi sampah organik = $\left(\frac{1,2}{6,7} \right) \times 100 \% = 17,91\%$
- f. Komposisi sampah besi = $\left(\frac{1}{6,7} \right) \times 100 \% = 14,93\%$

b) Data pH Pada berbagai umur sampah

Umur Sampah	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata
≤ 6 bulan	06.08	06.08	06.09	06.08
1 - 2 tahun	06.09	7	07.01	07.00
3 - 4 tahun	06.02	06.03	06.09	06.05
≥ 5 tahun	07.03	06.09	7.00	07.01

c) Data Temperatur Pada Berbagai Umur

Umur Sampah	Titik 1	Titik 2	Titik 3	Rata-rata
≤ 6 bulan	36	39	38	37
1 - 2 tahun	39	36	39	38
3 - 4 tahun	36	34	33	34
≥ 5 tahun	30	31	29	30

Lampiran 2 Tabel Perhitungan Distribusi Ukuran Partikel Sampah

d) Data Distribusi Ukuran Pada Umur Timbunan ≤ 6 Bulan

Ukuran No Saringan		Tertahan di Atas Saringan			
ASTM	Diameter (mm)	Percobaan		Rata-Rata	
		Uji 1	Uji 2	(W gram)	(%)
		(W gram)	(W gram)		
3"	76	50,20	53,50	51,85	55,72%
1"	25	30,30	33,40	31,85	34,23%
1/2"	12	10,50	8,20	9,35	10,05%
4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00%
8	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00%
10	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00%
40	0,475	0,00	0,00	0,00	0,00%
Jumlah		91,00	95,10	93,05	

e) Data Distribusi Ukuran Pada Umur Timbunan 1 – 2 Tahun

Ukuran No Saringan		Tertahan di Atas Saringan			
ASTM	Diameter (mm)	Percobaan		Rata-Rata	
		Uji 1	Uji 2	(W gram)	(%)
		(W gram)	(W gram)		
3"	76	49,10	42,40	45,75	54,30%
1"	25	35,00	18,20	26,60	31,57%
1/2"	12	11,10	12,70	11,90	14,12%
4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00%
8	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00%
10	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00%
40	0,475	0,00	0,00	0,00	0,00%
Jumlah		95,20	73,30	84,25	

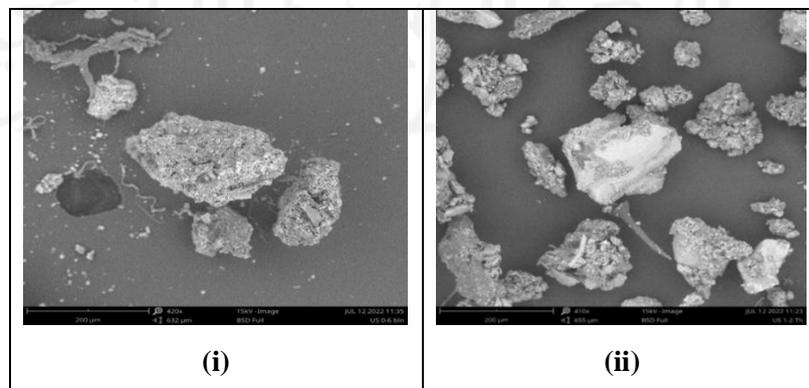
f) Data Distribusi Ukuran Pada Umur Timbunan 3 – 4 Tahun

Ukuran No Saringan		Tertahan di Atas Saringan			
ASTM	Diameter (mm)	Percobaan		Rata-Rata	
		Uji 1	Uji 2		
		(W gram)	(W gram)	(W gram)	(%)
3"	76	30,30	35,80	33,05	50,69%
1"	25	12,30	20,40	16,35	25,08%
1/2"	12	15,40	16,20	15,80	24,23%
4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00%
8	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00%
10	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00%
40	0,475	0,00	0,00	0,00	0,00%
Jumlah		58,00	72,40	65,20	

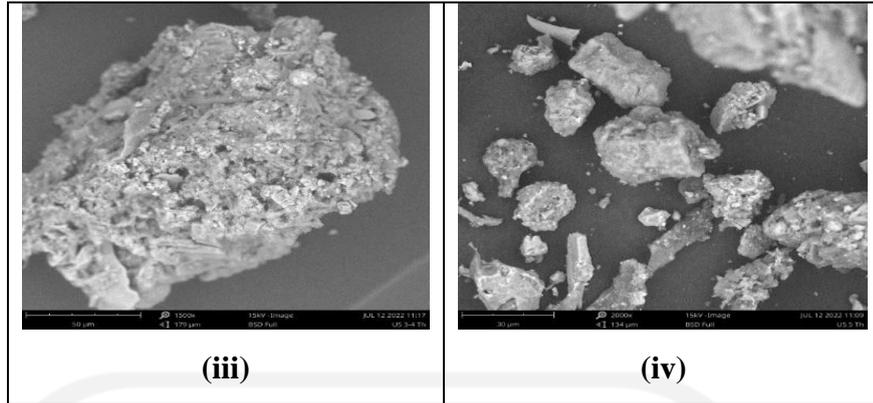
g) Data Distribusi Ukuran Pada Umur Timbunan ≥ 5 Tahun

Ukuran No Saringan		Tertahan di Atas Saringan			
ASTM	Diameter (mm)	Percobaan		Rata-Rata	
		Uji 1	Uji 2		
		(W gram)	(W gram)	(W gram)	(%)
3"	76	21,30	38,20	29,75	44,47%
1"	25	10,60	17,10	13,85	20,70%
1/2"	12	21,80	24,80	23,30	34,83%
4	4,75	0,00	0,00	0,00	0,00%
8	2,36	0,00	0,00	0,00	0,00%
10	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00%
40	0,475	0,00	0,00	0,00	0,00%
Jumlah		53,70	80,10	66,90	

Lampiran 3 Hasil Foto Uji SEM



Gambar 1. (i) Hasil Uji Foto SEM Umur Sampah ≤ 6 Bulan Dengan Pembesaran 410 Kali (ii) Hasil Uji Foto Sem Umur Sampah 1 - 2 Tahun Dengan Pembesaran 410 Kali.



Gambar 2. (iii) Hasil Uji Foto SEM Umur Sampah 3 – 4 Tahun Dengan Pembesaran 1500 Kali (iv) Hasil Uji Foto Sem Umur Sampah \geq 5 Tahun Dengan Pembesaran 1500 Kali.

Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian

<p>Survei lapangan sebelum melakukan pengambilan sampling.</p>	<p>Pengambilan sampel timbunan sampah.</p>	<p>Pengukuran Temperatur pada titik pengambilan umur timbunan.</p>
<p>Pengukuran pH meter pada titik pengambilan umur timbunan.</p>	<p>Alat Uji instrument SEM (<i>Scanning Electron Miroscopy</i>).</p>	<p>Penimbangan pemilahan komposisi sampah.</p>



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP



Nama penulis adalah Wahyuni Palentain abubakar, yang biasa dipanggil ayu. Lahir dan besar di Desa Pohuwato Timur, Kecamatan Marisa, Kabupaten Pohuwato pada tanggal 14 Februari 2001. Penulis merupakan putri kedua dari 5 bersaudara dari pasangan Bapak Hendrik Abubakar dan Ibu Herlina Ahmad. Penulis menempuh pendidikan formal di TK Mutiara pada tahun 2004 kemudian SDN 03 Teratai 2006 hingga 2012, SMP Negeri 2 Marisa dari 2012 hingga 2015, SMA Negeri 1 Marisa dari 2015 hingga 2018. Pada tahun 2018 penulis melanjutkan kuliah di Universitas Islam Indonesia melalui seleksi berbasis rapor, di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Prodi Teknik Lingkungan. Penulis selama kuliah melakukan kegiatan kerja praktik di PT Usaha Baratama Jesindo dengan judul Analisis Metode HIRARC (*Hazard Identification Risk Assesment And Risk Control*) dalam kegiatan pertambangan batubara pada tahun 2021. Penulis dalam menyelesaikan masa studi kuliah Strata 1 (S1) dengan Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia melakukan penelitian tugas akhir dengan judul "Analisis Pengaruh Distribusi Ukuran Partikel Terhadap Variasi Umur Sampah di TPA Piyungan".