TA/TL/2026/2118

JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

Potensi *Refuse Derived Fuel* (RDF) Pada Hasil Pengolahan Mesin Cacah Pilah/Gibrik TPS 3R di Wilayah Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

Jauhar Salsabila
20513258

Dosen Pembimbing:
Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia
2026

DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Refuse Derived Fuel (RDF) Potential in the Processed Output of Gibrik Chopper-Sorter Machines at TPS 3R in Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta

Jauhar Salsabila
20513258

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

Environmental Engineering Bachelor Program
Faculty of Civil Engineering and Planning
Universitas Islam Indonesia
2026

LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR

Potensi *Refuse Derived Fuel* (RDF) Pada Hasil Pengolahan Mesin Cacah Pilah/Gibrik TPS 3R di Wilayah Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Jauhar Salsabila
20513258

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal dan disetujui oleh:

24/7 2026

Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. (Pembimbing 1)

23/7 26

Ir. Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D., I.P.M. (Penguji 1)

Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng. (Penguji 2)

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
YOGYAKARTA

Ana Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng.), Ph.D.

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, 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 merupakan gagasan, rumusan, dan studi 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. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan *(artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
   a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
   b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.

   Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, tanggal submit TA

Yang membuat pernyataan,



Jauhar Salsabila

20513258

PRAKATA

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat serta karunia-Nya sehingga penulis memiliki kesempatan untuk menyelesaikan penelitian tugas akhir yang berjudul "Potensi Pemanfaatan Sampah Residu Sebagai *Refuse Derived Fuel* (RDF) Pada Hasil Pengolahan Mesin *Gibrik* Di TPS 3R Wilayah Kabupaten Sleman" dengan baik.

Di bagian Tentunya untuk berada di tahap menyelesaikan tugas akhir ini penulis mendapat banyak dukungan, saran, doa, dan nasehat dari berbagai pihak. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih kepada :

1. Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan baik.
2. Kedua orang tua penulis yaitu Bapak Mukayat dan Ibu Yeni yang selalu memberikan dukungan, doa, dan fasilitas yang layak kepada penulis selama ini.
3. Bapak Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah meluangkan waktu dan tenaga untuk memberikan arahan yang sesuai sehingga tugas akhir ini dapat diselesaikan.
4. Bapak Ir. Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D., I.P.M., dan Bapak Yebi Yuriandala, S.T., M.Eng., selaku Dosen Penguji Tugas Akhir yang turut memberikan masukan dan arahan untuk menjadikan tugas akhir ini menjadi lebih baik.
5. Seluruh pengelola TPS 3R pada lokasi penelitian yang telah menerima penulis dengan senang hati dan mendukung dengan baik dalam memberikan informasi, dan fasilitas mengenai kebutuhan data penulis.

6. Seluruh dosen, staf, dan keluarga besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
7. Untuk seseorang yang cukup memiliki peran dari awal penulis berkuliah hingga akhir masa penyusunan tugas akhir ini, Ririn Yulia Ekadianti atas dukungan, doa, dan semangat yang diberikan.
8. Untuk sahabat penulis Ricky Tri Andhana yang telah menemani dari awal penulis berkuliah serta mengerjakan tugas akhir ini, dan meberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
9. Teman-teman Kost Putra Mercury yang telah menemani, mendoakan, dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
10. Teman-teman Teknik Lingkungan 20 yaitu Bekti Prasetya, M. Bambang Prayogi, Annisa Nur Okatrina, Andi Faradiva Hassya Asyanda, dan masih banyak lagi yang sudah menemani dan memberikan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
11. Seluruh pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung dalam penyelesaian tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, semoga Allah SWT memberikan balasan kepada seluruh pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Penulis sadar bahwa tugas akhir ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, penulis membutuhkan kritik dan saran yang dapat menambah pengetahuan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir. Terlepas dari hal tersebut, penulis berharap hasil dari penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat baik bagi penulis dan pembaca.

Wassalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh

Sleman, 12 Oktober 2023



Jauhar Salsabila

Potensi *Refuse Derived Fuel* (RDF) Pada Hasil Pengolahan Mesin Cacah Pilah (Gibrik) TPS 3R di Wilayah Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta

Mahasiswa : Jauhar Salsabila
NIM : 20513258
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing : Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Abstrak

Penutupan TPA Piyungan menyebabkan TPS 3R di wilayah Kabupaten Sleman mengalami kendala dalam membuang sampah residu, sehingga berisiko memicu praktik tata kelola yang tidak ramah lingkungan. Padahal, sampah residu hasil pemrosesan mesin cacah pilah (gibrik) didominasi oleh material mudah terbakar yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan menjadi energi alternatif berupa *Refuse Derived Fuel* (RDF). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi sampah, hasil uji proksimat (kadar air, kadar abu, kadar volatil, dan karbon tetap), serta nilai kalor dari sampah residu mesin gibrik guna menganalisis potensinya sebagai bahan baku RDF di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman. Pengambilan sampel dilakukan di tiga lokasi (TPS 3R Brama Muda, TPS 3R Randu Alas, dan TPS 3R Bening) selama 3 hari dengan metode *simple random sampling*. Pengukuran komposisi sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994, sedangkan pengujian proksimat dan nilai kalor mengacu pada standar *American Standard Testing and Materials* (ASTM) menggunakan alat *bomb calorimeter*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi sampah residu sangat didominasi oleh plastik dengan persentase rata-rata mencapai 91,14%. Berdasarkan uji proksimat, sampel memiliki karakteristik yang sangat ideal dengan kadar air yang sangat rendah (0,53%–1,74%), kadar abu yang rendah (6,19%–10,04%), kadar volatil yang sangat tinggi (87,51%–93,00%), dan kadar karbon tetap (0,29%–0,70%). Pengujian nilai kalor menghasilkan tingkat energi yang tinggi, berkisar antara 6.843,31 Kkal/kg hingga 7.076,05 Kkal/kg. Seluruh parameter tersebut telah memenuhi standar kualitas RDF nasional maupun internasional. Secara keseluruhan, sampah residu dari mesin gibrik di TPS 3R Kabupaten Sleman berpotensi tinggi dan sangat ideal untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF.

Kata kunci: Analisis proksimat, Mesin gibrik, Nilai kalor, *Refuse Derived Fuel*, Sampah residu.

The Potential of Refuse-Derived Fuel (RDF) from the Processing Outputs of Gibrik Machines at TPS 3R Facilities in Sleman Regency, Special Region of Yogyakarta

Student : Jauhar Salsabila
Student Number : 20513258
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor : Dr. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Abstract

The closure of the Piyungan Landfill has caused constraints for Waste Management Sites (TPS) 3R in the Sleman Regency area in disposing of residual waste, posing a risk of environmentally unfriendly open burning practices. However, the residual waste from the chopper-sorter (gibrik) machine processing is heavily dominated by combustible materials, presenting a significant potential to be utilized as an alternative energy source in the form of Refuse-Derived Fuel (RDF). This study aims to determine the waste composition, proximate analysis results (moisture content, ash content, volatile matter, and fixed carbon), and the calorific value of residual waste from gibrik machines to analyze its potential as an RDF raw material at TPS 3R in the Sleman Regency area. Sampling was conducted at three TPS 3R locations (TPS 3R Brama Muda, TPS 3R Randu Alas, and TPS 3R Bening) for 3 days using the simple random sampling method. The measurement of waste composition refers to SNI 3964, while the proximate and calorific value testing refers to the American Standard Testing and Materials (ASTM) standards using a bomb calorimeter. The results showed that the composition of residual waste was heavily dominated by plastic, with an average percentage of 91.14%. Based on the proximate analysis, the samples exhibited ideal characteristics with very low moisture content (0.53%–1.74%), low ash content (6.19%–10.04%), exceptionally high volatile matter (87.51%–93.00%), and low fixed carbon (0.29%–0.70%). The calorific value testing showed high energy levels, ranging from 6,843.31 Kkal/kg to 7,076.05 Kkal/kg. All parameters successfully met both national and international RDF quality standards. Overall, the high dominance of plastic components indicates that residual waste from gibrik machines at TPS 3R in Sleman Regency has a high calorific value and holds highly promising potential for use as an RDF raw material.

Key words: Proximate analysis, Gibrik machine, Calorific value, Refuse Derived Fuel, Residual waste.

DAFTAR ISI

PRAKATA i
Abstrak iv
DAFTAR ISI vi
DAFTAR TABEL viii
DAFTAR GAMBAR ix
DAFTAR LAMPIRAN x
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Perumusan Masalah 2
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 Sampah 4
2.2 Komposisi Sampah 5
2.3 Karakteristik Sampah 6
2.4 TPS 3R 7
2.5 *Refuse Derived Fuel* (RDF) 8
2.6 Penelitian Terdahulu 10
BAB III METODE PENELITIAN 13
3.1 Waktu dan Lokasi 13
3.2 Alat dan Bahan 15
3.3 Diagram Alir Penelitian 15
3.4 Pengumpulan Data dan Penentuan Lokasi 16
3.5 Data 17
3.6 Analisis Data 18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 20

4.1 Pengelolaan Sampah di TPS 3R Wilayah Kabupaten Sleman 20
4.1.1 Pengelolaan Sampah di TPS 3R Brama Muda 20
4.1.2 Pengelolaan Sampah di TPS 3R Randu Alas 23
4.1.3 Pengelolaan Sampah di TPS 3R Bening 26
4.2 Komposisi Sampah 29
4.2.1 Komposisi Sampah di TPS 3R A 29
4.2.2 Komposisi Sampah di TPS 3R B 30
4.2.3 Komposisi Sampah di TPS 3R C 31
4.2.4 Rekapitulasi Komposisi Sampah di Seluruh Lokasi 32
4.3 Analisis Proksimat 34
4.3.1 Analisis Kadar Air 34
4.3.2 Analisis Kadar Abu 35
4.3.3 Analisis Kadar Volatil 37
4.3.4 Analisis Karbon Tetap 39
4.4 Analisis Nilai Kalor 40
4.5 Analisis Potensi Bahan Baku RDF Pada Sampah Residu di TPS 3R Wilayah Kabupaten Sleman 42
4.5.1 Kuantitas 43
4.5.2 Estimasi Kuantitas Sampah Residu TPS 3R A 43
4.5.3 Estimasi Kuantitas Sampah Residu TPS 3R B 44
4.5.4 Estimasi Kuantitas Sampah Residu TPS 3R C 45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 47
5.1 Kesimpulan 47
5.2 Saran 47
DAFTAR PUSTAKA 48
LAMPIRAN 1 50
KOMPOSISI SAMPAH 50
LAMPIRAN 2 52
ANALISIS PROKSIMAT 52
RIWAYAT HIDUP 1

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Komposisi Sampah Domestik 5
Tabel 2. 2 Standar RDF di Indonesia 9
Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu 10
Tabel 3. 1 Jadwal Pengambilan Sampel 13
Tabel 3. 2 Waktu Pengambilan Sampel 14
Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Air Dengan Standar RDF di Berbagai Negara 35
Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Abu Dengan Standar RDF di Berbagai Negara 37
Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Volatil Dengan Standar RDF di Berbagai Negara 38
Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Analisis Nilai Kalor Dengan Standar RDF di Berbagai Negara 41
Tabel 4. 5 Hasil Analisis Komposisi Sampah, Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Volatil, Karbon Tetap dan Nilai Kalor di Setiap Lokasi 42
Tabel 4. 6 Komposisi Sampah Kabupaten Sleman 43
Tabel 4. 7 Timbulan Sampah TPS 3R A 44
Tabel 4. 8 Estimasi Kuantitas Sampah TPS 3R A 44
Tabel 4. 9 Timbulan Sampah TPS 3R B 44
Tabel 4. 10 Estimasi Kuantitas TPS 3R B 45
Tabel 4. 11 Timbulan Sampah TPS 3R C 45
Tabel 4. 12 Estimasi Kuantitas Sampah TPS 3R C 46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 16
Gambar 4. 1 Ilustrasi proses mesin gibrik 20
Gambar 4. 2 TPS 3R Brama Muda 21
Gambar 4. 3 Mesin Gibrik di TPS 3R Brama Muda..... 22
Gambar 4. 4 Diagram Alir Proses Pengelolaan Sampah di TPS 3R Brama Muda..... 22
Gambar 4. 5 TPS 3R Randu Alas 23
Gambar 4. 6 Mesin Gibrik di TPS 3R Randu Alas..... 24
Gambar 4. 7 Diagram Alir Proses Pengelolaan Sampah di TPS 3R Randu Alas..... 25
Gambar 4. 8 TPS 3R Bening..... 26
Gambar 4. 9 Mesin Gibrik di TPS 3R Bening..... 27
Gambar 4. 10 Mesin Pencacah di TPS 3R Bening 27
Gambar 4. 11 Diagram Alir Pengelolaan Sampah di TPS 3R Bening 28
Gambar 4. 12 Komposisi Sampah di TPS 3R A..... 29
Gambar 4. 13 Komposisi Sampah di TPS 3R B..... 30
Gambar 4. 14 Komposisi Sampah di TPS 3R C..... 31
Gambar 4. 15 Presentase Komposisi di Seluruh Lokasi..... 32
Gambar 4. 16 Presentase Rata-rata Seluruh Lokasi..... 33
Gambar 4. 17 Presentase Kadar Air..... 34
Gambar 4. 18 Presentase Kadar Abu 35
Gambar 4. 19 Presentase Kadar Volatil..... 37
Gambar 4. 20 Presentase Karbon Tetap..... 39
Gambar 4. 21 Hasil Analisis Nilai Kalor..... 40

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Komposisi Sampah Seluruh Lokasi 50
Lampiran 2. 1 Analisis Kadar Air 52
Lampiran 2. 2 Analisis Kadar Abu 53
Lampiran 2. 3 Analisis Kadar Volatil 54
Lampiran 2. 4 Analisis Karbon Tetap 55
Lampiran 2. 5 Dokumentasi 56

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan ekonomi yang cepat, urbanisasi, dan peningkatan populasi menyebabkan konsumsi sumber daya meningkat, yang akhirnya menghasilkan jumlah sampah yang lebih besar di lingkungan (Endirisnghe *et al*., 2021). Sampah yang dianggap sebagai residu akan berakhir di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Namun pemerintah telah melakukan beberapa upaya dalam pengelolaan sampah, salah satunya merupakan pembuatan TPS 3R.

Menurut Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN, 2025), untuk wilayah Kabupaten Sleman sendiri memiliki 31 TPS 3R (Tempat Pemrosesan Sampah Berbasis 3R) yang beroperasi dengan jumlah sampah masuk dan sampah terkelola yang beragam. Setiap TPS 3R yang ada di wilayah Kabupaten Sleman juga masing-masing memiliki berbagai alat atau teknologi untuk mengelola sampah yang masuk. Karena pada prinsipnya, penyelenggaraan TPS 3R menggunakan konsep *reduce* (mengurangi), *reuse* (menggunakan kembali), dan *recycle* (daur ulang) dimana upaya pengurangan sampah dilakukan di sumber pada skala komunal/kawasan sehingga volume sampah yang diangkut ke TPA dapat berkurang secara signifikan. Namun, saat ini TPA di DI Yogyakarta yaitu TPA Piyungan sudah tidak beroperasi lagi, yang menyebabkan TPS 3R di wilayah Kabupaten Sleman kesulitan untuk membuang residu dari hasil pengelolaan sampah.

Dengan kondisi tersebut, menyebabkan TPS 3R melakukan praktek tidak ramah lingkungan dalam penanganan residunya, yaitu dengan cara dibakar. Karena komposisinya sebagian besar merupakan sampah mudah terbakar. Sebenarnya beberapa TPS 3R memiliki potensi untuk mengelola sampah residu yang berasal dari mesin *gibrik*, yaitu mesin pemilah sampah organik dan anorganik yang telah tercampur. Tujuannya agar sampah organik dan anorganik dapat diolah sesuai dengan sistem pengolahan yang sesuai dengan karakteristiknya. Sampah organik akan dicacah menjadi ukuran yang kecil untuk pakan larva lalat (*maggot*). Kemudian untuk sampah residu berupa plastik yang sudah terpisah akan ditumpuk dan dipadatkan menggunakan mesin *press* hidrolik (madanitec.id).

Tahap selanjutnya yang dapat dilakukan adalah pemanfaaatan sampah residu hasil dari mesin *gibrik*. Sampah residu yang mudah terbakar dari hasil pengolahan menggunakan mesin *gibrik* yang dapat dimanfaatkan menjadi *refused derived fuel* (RDF). Selain itu, terdapat beberapa parameter yang mempengaruhi potensi bahan baku RDF yaitu, kadar air, kadar abu, kadar volatil dan karbon tetap, kemudian digunakan analisis proksimat untuk menentukan kadar air, kadar abu, kadar volatil, dan karbon tetap (Gindarakos *et al*., 2005). Pengujian menggunakan analisis proksimat sangat penting untuk mengetahui seberapa efektif proses pembakaran dan energi panas yang dihasilkan.

Sampah residu dari mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman dianggap memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF, karena komposisi sampah yang mudah terbakar terbilang cukup banyak. Potensi besar ini dapat menjadi salah satu strategi bagi pengelola TPS 3R untuk mengelola sampah residu yang hanya dibakar saja.

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dilakukan penelitian untuk menganalisis komposisi sampah dilengkapi dengan pengujian proksimat, dan analisis nilai kalor sampah residu dari mesin *gibrik* di TPS 3R. Penting untuk dilakukan, salah satunya untuk mendukung pemanfaatan sampah residu sebagai bahan baku RDF, dengan harapan lingkungan yang lebih baik, dan energi terbarukan juga dapat diperoleh.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, terdapat beberapa rumusan masalah yang dapat diperoleh yaitu sebagai berikut,

1. Bagaimana komposisi sampah residu dari mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman?
2. Bagaimana hasil uji proksimat dan nilai kalor sampah residu dari mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman?
3. Bagaimana potensi bahan baku RDF dari sampah residu hasil mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah ;

1. Untuk mengetahui komposisi sampah residu dari mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman.
2. Untuk mengetahui hasil uji proksimat dan nilai kalor sampah residu dari mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman.
3. Untuk mengetahui potensi bahan baku RDF dari sampah residu hasil mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat, antara lain :

1. Memberikan solusi pemanfaatan sampah residu menjadi energi alternatif
2. Memberikan gambaran potensi sampah residu menjadi bahan baku RDF
3. Sebagai literatur dan bahan referensi untuk pengambilan kebijakan, khususnya di wilayah Kabupaten Sleman dan Yogyakarta, juga Indonesia secara umum.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini, yaitu :

1. Pengujian dilakukan pada sampel sampah residu dari mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman, dipilih TPS 3R yang memiliki dan mengoperasikan mesin *gibrik* ini.
2. Pengujian meliputi komposisi sampah, uji proksimat, nilai kalor
3. Pengujian dilakukan untuk mengetahui potensi sampah residu dari mesin *gibrik* menjadi RDF.

.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah

Menurut UU Nomor 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah, sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Setiap hari volume sampah yang dihasilkan akan terus meningkat seiring bertambahnya penduduk, tingkat ekonomi, dan jenis kegiatan yang dilakukan oleh manusia. Oleh karena itu, diperlukan sistem pengelolaan sampah di setiap wilayah tertentu dengan sistem yang mencakup lembaga atau institusi yang dilengkapi dengan peraturan, pendanaan, peralatan yang menunjang. Maka diperlukannya pengelolaan serta teknologi pengolahan sampah yang sesuai dengan kriteria wilayah tersebut. Selain itu juga, Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) diperlukan untuk menampung sampah yang dihasilkan dan harus direncanakan untuk dapat melayani pengelolaan sampah dengan baik.

Selain itu UU Nomor 18 Tahun 2008 menjelaskan pengelolaan sampah dari sampah rumah tangga dan sampah sejenis rumah tangga dengan pengurangan sampah dan penanganan sampah. Pengurangan dilakukan dengan membatasi timbulan sampah, mendaur ulang sampah, dan memanfaat kan kembali sampah. Kegiatan penanganan sampah dilakukan dari sumbernya dengan memilah sampah untuk mengomposkan dan memisah sesuai dengan jenisnya, jumlahnya, dan sifatnya. Pengumpulan dengan cara mengambil dan memindahkannya ke rempat penampungan sementara. Pengolahan dilakukan guna merubah karakteristik, komposisi dan jumlahnya. Pada tahap pemrosesan akhir residu dibuang ke tempat yang lebih aman.

Pengelolaan sampah dapat dilakukan langsung dari sumbernya, yaitu dengan melakukan 3R (*reduce, reuse* dan *recycle*). *Reduce* adalah pengurangan sampah, *reuse* adalah pemakaian kembali barang yang dapat dipakai, dan *recycle* adalah pemanfaatan ulang sampah menjadi barang yang lebih bermanfaat. Untuk pengelolaan selanjutnya terjadi di TPS (tempat penampungan sementara) yang kemudian berakhir di TPA (Tempat Pemrosesan Akhir).

2.2 Komposisi Sampah

Pengelompokan komponen sampah yang sering dilakukan berdasarkan komposisinya, misalnya dinyatakan sebagai persen (%) berat atau persen (%) volume dari kertas, plastik, dan lainnya. Komposisi sampah juga dapat dipengaruhi oleh berbegai faktor (Damanhuri dan padmi, 2010):

1. Cuaca: di daerah yang kandungan airnya tinggi, kelembaban sampah juga akan cukup tinggi.
2. Frekuensi pengumpulan: semakin sering sampah dikumpulkan maka semakin tinggi tumpukan sampah terbentuk. Tetapi sampah organik akan berkurang karena membusuk, dan yang akan terus bertambah adalah kertas dan dan sampah kering lainnya yang sulit terdegradasi.
3. Musim: jenis sampah akan ditentukan oleh musim buah-buahan yang sedang berlangsung.
4. Tingkat sosial ekonomi: Daerah ekonomi tinggi pada umumnya menghasilkan sampah yang terdiri atas bahan kaleng, kertas, dan sebagainya.
5. Pendapatan per kapita: masyarakat dari tingkat ekonomi rendah akan menghasilkan total sampah yang lebih sedikit dan homogen dibanding tingkat ekonomi lebih tinggi.
6. Kemasan produk: kemasan produk bahan kebutuhan sehari-hari juga akan mempengaruhi. Negara maju cenderung tambah banyak yang menggunakan kertas sebagai pengemas, sedangkan negara berkembang seperti Indonesia banyak menggunakan plastik sebagai pengemas.

Tabel 2. 1 Komposisi Sampah Domestik

Kategori sampah	% Berat	% Volume
Kertas dan bahan-bahan kertas	32,98	62,61
Kayu/produk dari kayu	0,38	0,15
Plastik, kulit, dan produk karet	6,84	9,06
Kain dan produk tekstil	6,36	5,1
Gelas	16,06	5,31
Logam	10,74	9,12
Bahan batu, pasir	0,26	0,07
Sampah organic	26,38	8,58

Sumber: Damanhuri dan Padmi, 2010

Berdasarkan komposisinya, sampah dapat bersifat mudah terbakar dan tidak mudah terbakar. Sampah mudah terbakar seperti, plastik, karet/kulit, kain/tekstil, resin sintetik, kertas dan kayu. Sedangkan sampah tidak mudah terbakar adalah sampah organik dan sampah lainnya (logam besi dan kaca). Sampah mudah terbakar merupakan sampah dengan kadar kalor yang tinggi, sedangkan sampah tidak mudah terbakar memiliki kadar kalor yang rendah. Berdasarkan pernyataan tersebut terdapat hubungan antara sifat sampah dan kadar kalor

2.3 Karakteristik Sampah

Sifat dan ciri sampah pada dasarnya bervariasi di setiap wilayah, yang dipengaruhi oleh kondisi sosial-ekonomi, iklim, serta faktor lingkungan lainnya. Untuk mengetahui karakteristik tersebut secara pasti, diperlukan analisis melalui pengujian laboratorium. Lebih lanjut, sifat fisik sampah sangat ditentukan oleh komponen penyusunnya; meningkatnya kandungan organik akan berdampak pada melonjaknya kadar air dan berat jenis, sementara kadar abunya justru menurun (Darmasetiawan, 2004).

Karakteristik sampah terbagi atas 2 berdasarkan sifatnya, yaitu fisik dan kimia (Damanhuri dan Padmi, 2010).

1. Karakteristik fisika: yang paling penting adalah densitas, kadar air, kadar volatil, kadar abu, nilai kalor, distribusi ukuran
2. Karakteristik kimia: khususnya yang menggambarkan susunan kimia sampah tersebut yang terdiri dari unsur C, N, O, P, H, S, dsb.

Salah satu karakteristik yang sangat penting untuk mengetahui potensi sampah dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif dalam hal ini RDF adalah nilai kalor. Nilai kalor merupakan nilai yang menyatakan kandungan energi atau panas yang dimiliki suatu material. Nilai Kalor merupakan salah satu karakteristik bahan bakar yang sangat penting dan berguna dalam mengontrol unit pembakaran. Kemudian analisis karakteristik sampah dapat dilakukan menggunakan analisis proksimat untuk mengetahui kadar air, kadar volatil, kadar abu dan kadar karbon tetap.

Analisis yang dapat dilakukan untuk mengetahui kadar air, kadar volatil, kadar abu dan kadar karbon tetap adalah analisis proksimat.

1. Kadar Air

   Analisis kadar air mengacu pada ASTM E790-15 mengenai metode pengujian kadar air. Analisis ini dilakukan dengan memanaskan sampel pada oven dengan suhu 110ºC selama 2 jam.

2. Kadar Abu

   Kadar abu mengacu pada ASTM E 830-87 (2004) yaitu, ditentukan dengan memanaskan 1 gr sampel pada furnace dengan suhu 600ºC selama 30 menit.

3. Kadar Volatil

   Kadar volatil ditentukan dengan memanaskan sample pada furnace dengan suhu 900ºC selama 7 menit. Perlakukan tersebut mengacu pada ASTM E 897-88 (2004).

4. Karbon tetap

   Penetapan kadar karbon tetap menggunakan perhitungan

$$\%fixed\ karbon = 100\% - (\%volatil + \%abu)$$

Penentuan nilai kalor pada sampah dapat dilakukan dengan percobaan menggunakan bomb calorimeter ataupun dengan persamaan matematika. Pada penelitian ini, penentuan nilai kalor dilakukan dengan perhitungan dengan persamaan matematika yang mengacu pada model tradisional dan model bento. Selain itu untuk membandingkannya analisis kalor juga menggunakan alat bomb calorimeter dimana jumlah sampel sampah yang dibutuhkan hanya sebesar 1 gr. Pengujian nilai kalor mengacu pada ASTM D5865.

2.4 TPS 3R

Pada prinsipnya, penyelenggaraan TPS 3R menggunakan konsep *reduce* (mengurangi), *reuse* (menggunakan kembali), dan *recycle* (daur ulang) dimana upaya pengurangan sampah dilakukan di sumber pada skala komunal/kawasan sehingga volume sampah yang diangkut ke TPA dapat berkurang secara signifikan.

Proses pengolahan sampah yang berlangsung di TPS 3R meliputi proses pemilahan sampah yang secara umum dibagi menjadi sampah organik (dedaunan dan sisa makanan), sampah anorganik ekonomis (plastik, kertas, logam, kaca dll), sampah spesifik dan residu. Sampah organik diolah melalui proses biologis, sedangkan sampah anorganik dipilah secara mendetail agar dapat disalurkan kepada pelaku usaha daur ulang untuk proses lanjutan. TPS 3R dapat bekerja sama dengan bank sampah untuk mengelola sampah anorganik secara ekonomis, dengan tujuan mendorong pemilahan sejak dari sumber. Selain itu, berbagai metode baru saat ini dapat digunakan untuk meningkatkan keterlibatan aktif masyarakat. Diharapkan pemilahan sampah sejak dari sumber dapat dilakukan oleh minimal 80% masyarakat yang dilayani oleh TPS 3R, sehingga proses pengolahan sampah di TPS 3R menjadi lebih efisien dan optimal. Selain itu, TPS 3R diharapkan dapat menghasilkan maksimal 35% residu dari total sampah yang masuk, yang kemudian akan diangkut ke TPA (Juknis, 2023).

2.5 *Refuse Derived Fuel* (RDF)

RDF (*Refuse Derived Fuel*) merupakan bahan bakar alternatif yang berasal dari daur ulang sampah yang mampu menghasilkan energi panas yang maksimal. Permasalahan sampah kota bisa dimanfaatkan menjadi RDF untuk menjadi Solusi dalam menyelesaikan masalah sampah perkotaan. RDF memiliki nilai kalor yang tinggi dan konstan, komposisi kimia dan fisik yang seragam, kemudahan dalam penyimpanan, penanganan dan tranportasi yang mudah dan emisi polutan yang dihasilkan rendah. Komposisi khas RDF adalah sampah-sampah yang berupa plastik, kertas, kayu, tekstil, dan material kering padatan lainnya (Gendebein, 2003).

Menurut *America Society for Testing and Material* (ASTM), RDF dapat dikategorikan menjadi 7, yaitu :

1. RDF-1 : RDF yang berasal dari sampah yang digunakan langsung dari bentuk buangannya.
2. RDF-2 : RDF yang berasal dari sampah yang telah diproses menjadi berukuran kasar dengan atau tanpa logam besi dengan pemisahan sedemikian rupa sehingga 95% beratnya melewati saringan berukuran 6-mesh persegi. Disebut juga dengan coarse RDF.

3. RDF-3 : RDF yang berasal dari sampah yang telah diproses untuk memisahkan kaca, logam dan bahan anorganik lainnya dengan dihancurkan sedemikian rupa sehingga 95% beratnya melewati saringan berukuran 2-mesh persegi. Disebut juga dengan Fluff RDF.
4. RDF-4: RDF yang berasal dari limbah yang mudah terbakar yang diproses menjadi bentuk bubuk sehingga 95% beratnya melewati saringan berukuran 10-mesh (0,035 persegi). Disebut juga dengan Powder RDF.
5. RDF-5: RDF yang berasal dari sampah yang mudah terbakar terpadatkan (dikompres) kedalam bentuk pellet, kubus atau briket. Disebut juga dengan Densified RDF.
6. RDF-6: RDF yang berasal dari sampah yang mudah terbakar diproses menjadi bahan bakar cair. Disebut juga dengan RDF Slurry.
7. RDF-7: RDF yang berasal dari sampah yang mudah terbakar yang diproses menjadi bahan bakar gas. Disebut juga dengan RDF Syngas.

RDF merupakan salah satu bentuk penerapan *energy to waste* yang memanfaatkan sampah sebagai bahan bakar. RDF diperoleh dari sampah mudah terbakar yang tidak dapat didaur ulang dan kemudian dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Karakteristik sampah diperlukan untuk menentukan potensi pemanfaatan sampah sebagai bahan baku alternatif RDF. Sampah dilakukan uji karakteristik sampah berdasarkan standar uji, kemudian hasil uji tersebut dapat dibandingkan dengan standar RDF yang dapat dilihat pada **Tabel 2.2**

Tabel 2. 2 Standar RDF di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Kelas RDF			Negara
			1	2	3	Indonesia
1	Kadar Air	% Berat	≤15	≤20	≤20	Indonesia
2	Kadar Volatil	% Berat	≤65	≤70	≤75	Indonesia
3	Kadar Abu	% Berat	≤15	≤20	≤25	Indonesia
4	Kadar Karbon Tetap	% Berat	≥15	≥10	≥5	Indonesia
5	Nilai Kalor Bersih (HHV)	MJ/kg	≥20	≥15	≥10	Indonesia

Sumber: Kementrian ESDM, 2021 dalam Ismawati et al., 2022

Berdasarkan tabel tersebut, tingginya nilai kelas RDF menunjukkan semakin baik kualitas RDF dalam segi teknis dan juga lingkungan. Contoh perbedaan standar RDF Kelas 1,2,3 dapat digambarkan pada tingginya nilai kadar air. Secara teknis, tingginya kadar air dapat mempengaruhi efisiensi serta meningkatkan komsumsi energi (Kementerian Perindustrian, 2017). Maka, semakin tinggi kadar air, maka akan semakin rendah laju pembakaran karena energi yang seharusnya digunakan untuk pembakaran digunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air, sehingga kualitas RDF semakin buruk.

2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu merupakan upaya yang dilakukan peneliti untuk mencari pembanding, acuan, dan inspirasi dalam melakukan penelitian kali ini. Pada **Tabel 2.3** dapat dilihat bahwa peneliti telah melakukan research sebelum melakukan penelitian. Berikut merupakan tabel penelitian terdahulu.

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Uji Proksimat	Standar RDF
1	Paerus Jundika, Natasya Rizkiantika	2023	Karakteristik Refuse Derived Fuel (RDF) Pada Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa	Pada penelitian ini hasil terbaik yang didapatkan sebesar : • Kadar air 11,215% • Kadar abu 14,681% • Kadar Volatil 54,4657% • Karbon Tetap 19,459% • Nilai Kalor 4598,017 kal/g	Peneleitian ini menggunakan Standar SNI Parameter Bahan Bakar Jumputan Padat dengan parameter : • Kadar Air (Kelas 1: <15%, Kelas 2: <20%, Kelas 3: <25%) • Kadar Abu (Kelas 1: <15%, Kelas 2: <20%, Kelas 3: <25%) • Kadar Volatil (Kelas 1: 65%, Kelas 2: 70%, Kelas 3: 75%)

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Uji Proksimat	Standar RDF
					• Karbon Tetap (Kelas 1: >15%, Kelas 2: >10%, Kelas 3: >5%) • Nilai Kalor (Kelas 1: >4776,917 kal/g, Kelas 2: >3582,688 kal/g, Kelas 3 >2388,458 kal/g)
2	Winny Laura Christina Hutagalung, Andini Ananda Puri, Rinaldi	2024	Potensi Pengolahan Sampah Menjadi Refuse Derived Fuel (RDF) Di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Talang Gulo Kota Jambi	Pada penelitian ini mendapatkan hasil : • Kadar air 8,36% • Kadar volatil 82,28% • Kadar abu 6,30% • Nilai Kalor menggunakan refrensi Byeong-Kyu Asia	• Standar untuk kadar air pada penelitian ini mengacu pada European Standard yaitu <25% • Standar untuk kadar abu mengacu pada ISTAC Co. (Turki) sebesar 7,7% dan

No	Nama Peneliti	Tahun	Judul	Hasil Uji Proksimat	Standar RDF
3	Nuha Amiratul Afifah, Husna Muizzati Shabrina, Ahmad Sobirin, Distika Pratiwi	2023	Potensi Sampah TPA Banyutoro Kabupaten Kulon Progo sebagai Refuse Derived Fuel (RDF)	Penelitian ini hanya melakukan uji kadar air dan kadar kalor dengan hasil : • Kadar air 25,7% • Nilai kalor 5544,569 kcal/kg	Standar yang digunakan penelitian ini mengacu dari berbagai negara seperti : • Kadar Air (Turki: 2,5%), (Inggris: 7-28%), (Italia: <25%), (Finlandia: 23-25%), (Swedia: <30%), (Indonesia: <25%) • Nilai kalor (Turki: 3500 kcal/kg), (Inggris: 4469,41 kca/kg), (Italia: 3582,68 kcal/kg), (Finlandia: 3105-3821,5 kcal/kg), (Swedia: 5708-7428 kcal/kg), (Indonesia: >2388,46 kcal/kg)

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari 2025 dengan pengambilan sampel dari 3 TPS 3R di Wilayah Kabupaten Sleman, yaitu Brama Muda, TPS 3R Randu Alas dan KSM Bening. Lokasi tersebut dipilih karena memiliki dan mengoperasikan mesin *gibrik*. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Tabel 3. 1 Jadwal Pengambilan Sampel

Waktu	TPS 3R A	TPS 3R B	TPS 3R C
Hari ke-1	Sabtu, 12 Juli 2025	Senin, 28 Juli 2025	Rabu, 12 Agustus 2025
Hari ke-2	Senin, 14 Juli 2025	Selasa, 29 Juli 2025	Kamis, 13 Agustus 2025
Hari ke-3	Kamis, 24 Juli 2025	Rabu, 30 Juli 2025	Jumat, 14 Agustus 2025

Perbedaan dan ketidakseragaman jadwal pengambilan sampel di antara ketiga lokasi penelitian tersebut disebabkan oleh beberapa pertimbangan teknis, dan kondisi operasional di lapangan. Variasi hari pelaksanaan serta adanya jeda waktu yang signifikan pada lokasi tertentu (seperti pada TPS 3R A antara hari ke-2 dan hari ke-3) disebabkan oleh penyesuaian terhadap jadwal operasional internal masing-masing fasilitas, serta adanya perbaikan mesin di lokasi tersebut.

3.1.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *random sampling* pada sampah residu yang keluar dari mesin gribrik di setiap TPS 3R. Pengambilan sampel dilakukan selama 3 hari dengan 4 kali pengambilan selama TPS 3R beroperasi.

Sampel diambil menggunakan box sampling berbentuk balok dengan volume 40L. Pengambilan dilakukan dengan memasukan sampah residu hingga penuh kedalam box sampling kemudian dihentakan sebanyak 3 kali, kemudian diukur tinggi sampahnya.

Tabel 3. 2 Waktu Pengambilan Sampel

Lokasi	Jam Pengambilan	Rentang Waktu	Sampel
TPS 3R A	1	09.00 - 10.00	A1
	2	11.00 - 12.00	
	3	13.00 - 14.00	A2
	4	15.00 - 16.00	
TPS 3R B	1	09.00	B1
	2	10.00	
	3	11.00	B2
	4	12.00	
TPS 3R C	1	09.00 - 10.00	C1
	2	11.00 - 12.00	
	3	13.00 - 14.00	C2
	4	15.00 - 16.00	

Penentuan waktu pengambilan sampel didasarkan pada fluktuasi harian karakteristik sampah dan batasan jam operasional fasilitas. Oleh karena itu, pengambilan sampel dilakukan pada beberapa waktu yang berbeda dalam satu hari kerja untuk memperoleh data yang dapat mewakili kondisi sampah residu secara lebih akurat. Pengambilan sampel dibatasi pada saat mesin gibrik beroperasi karena sampah residu yang menjadi objek penelitian hanya dihasilkan selama proses pengolahan berlangsung. Selain itu, pengambilan sampel di luar jam operasional dihindari untuk mencegah perubahan karakteristik sampah, khususnya kadar air, yang dapat berkurang akibat proses penguapan. Pengambilan sampel yang dilakukan selama tiga hari kerja bertujuan untuk meningkatkan tingkat kepercayaan data dan meminimalkan pengaruh kesalahan acak, sehingga hasil analisis proksimat dan nilai kalor RDF yang diperoleh dapat menggambarkan kondisi sebenarnya.

Penggabungan sampel dari jam ke-1 dan jam ke-2 menjadi satu sampel pagi (A1, B1, C1), serta jam ke-3 dan jam ke-4 menjadi satu sampel siang (A2, B2, C2) dilakukan dengan mempertimbangkan keterbatasan kuantitas pengujian di laboratorium serta efisiensi biaya penelitian. Secara teknis, melakukan pengujian parameter proksimat dan nilai kalor untuk setiap jam secara terpisah akan membutuhkan biaya operasional yang besar dan waktu analisis yang lama. Oleh karena itu, metode pengambilan sampel gabungan ini dipilih sebagai langkah optimasi agar penelitian tetap berjalan efektif.

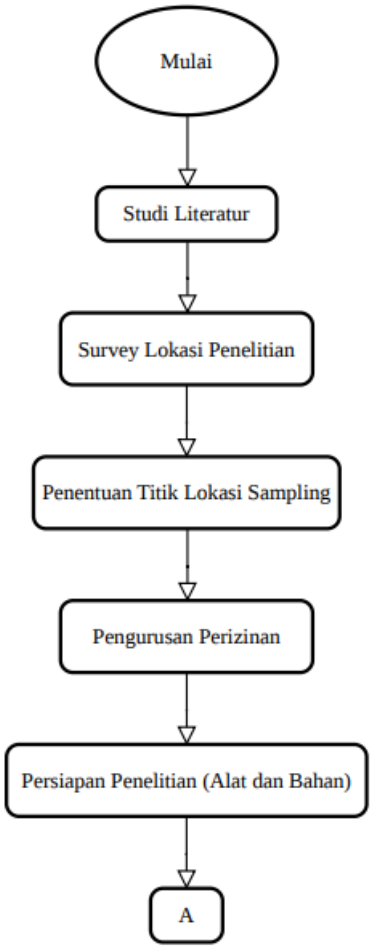
3.2 Alat dan Bahan

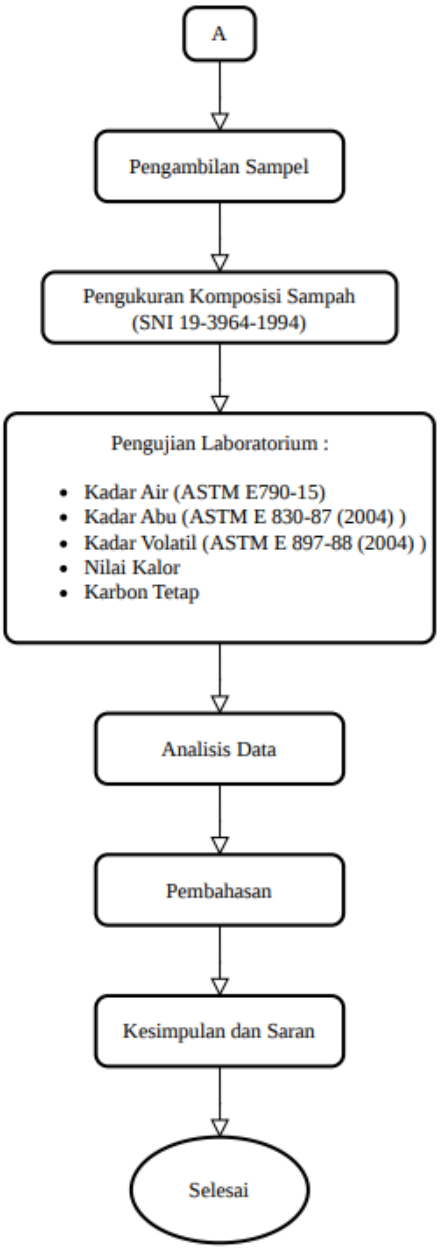
Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Proses pengambilan sampel : Sekop
2. Komposisi sampah : box sampling, timbangan, dan alat pendukung lainnya
3. Analisis nilai kalor : *Bomb calorimeter*
4. Analisis Proksimat : Oven, desikator, dan alat pendukung lainnya

3.3 Diagram Alir Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan dengan melalui beberapa tahapan yang tersaji dalam diagram pada Gambar 3.2 dibawah ini





Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.4 Pengumpulan Data dan Penentuan Lokasi

Pada peneliatan ini, pengumpulan data berupa data primer yang dilakukan di lapangan dan dilaboratorium. Pengumpulan data dilapangan dilakukan dengan pengambilan sampah residu pada proses pengelolaan di 3 TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman yang menggunakan teknologi mesin *gibrik* selama 3 hari dan 4 kali pengambilan sampel untuk perharinya.

Untuk pengumpulan data di laboratorium dilakukan untuk menganalisa komposisi, analisa proksimat dan analisa nilai kalor yang terdapat pada sampel yang akan diambil dari sampah residu, hasil dari pengolahan menggunakan teknologi mesin *gibrik*. Pengambilan sampel menggunakan metode *Simple Random Sampling* (Sampel acak sederhana) yang mudah dipahami dan hasilnya dapat di proyesikan (Fadhillah dkk, 2024).

3.5 Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah komposisi sampah, kadar volatil, kadar air, kadar abu, kadar karbon tetap dan nilai kalor.

1. Komposisi Sampah

   Pengukuran komposisi sampah mengacu pada SNI 19-3964-1994 mengenai metode pengambilan dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah rumah perkotaan. Sampel sampah yang didapat dari sampah residu hasil pengolahan menggunakan mesin *gibrik*, kemudian dimasukkan kedalam wadah yang dipisahkan sesuai dengan titiknya yang selanjutnya akan dipilah untuk pengukuran komposisi.

2. Kadar Air

   Analisis kadar air mengacu pada ASTM E790-15 mengenai metode pengujian kadar air pada sampel RDF. Analisis ini dilakukan dengan memanaskan sampel pada oven dengan suhu 110ºC selama 2 jam.

3. Kadar Volatil

   Kadar volatil ditentukan dengan memanaskan sample pada furnace dengan suhu 900ºC selama 7 menit. Perlakukan tersebut mengacu pada ASTM E 897-88 (2004).

4. Kadar Abu dan Karbon Tetap

   Kadar abu mengacu pada ASTM E 830-87 (2004) yaitu, ditentukan dengan memanaskan sampel pada furnace dengan suhu 600ºC selama 30 menit. Kadar karbon tetap diketahui dari hasil pengujian kadar abu dan kadar volatill.

5. Nilai Kalor

   Perhitungan nilai kalor dilakukan pengujian nilai kalor dengan mengacu pada ASTM D5865. Pengujian menggunakan 1 gram sampel yang ditempatkan pada bom calorimeter.

3.6 Analisis Data

Data yang telah diperoleh kemudian diolah dan dianalisis dengan menggunakan metode statistik pada microsoft excel dengan *output* berbentuk diagram dan grafik untuk mendapatkan hasil analisis komposisi, analisis proksimat dan analisis nilai kalor sehingga dapat diketahui potensi sampah residu hasil pengolahan sampah menggunakan mesin *gibrik* di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF. Berikut merupakan rumus yang digunakan dalam mengolah dan menganalisis data yang diperoleh.

1. Komposisi Sampah

$$\%\text{komposisi sampah} = \frac{\text{Berat komponen sampah}}{\text{Berat total sampah}} \text{ X } 100\%$$

2. Kadar Air

   Perhitungan presentase kadar air adalah sebagai berikut:

$$\%\text{kadar air} = \frac{(W1\text{-}W0)\text{-}(W2\text{-}W0)}{(W1\text{-}W0)} \text{ X } 100\%$$

   Dimana,

   W0: Massa Cawan Kering (g)

   W1: Massa Cawan + Sampel Basah (g)

   W2: Massa Cawan + Sampel Kering (g)

3. Kadar Volatil

   Perhitungan presentase kadar volatil adalah sebagai berikut:

$$\%\text{kadar volatil} = \left(\frac{(\text{berat awal})\text{-}(\text{berat akhir})}{(\text{berat awal})} \text{ X } 100\% \right) \text{ - } \%\text{kadar air}$$

   Dimana,

   Berat Awal :Berat Cawan + Abu

   Berat Akhir Berat Cawan + Volatil

4. Kadar Abu

Perhitungan presentase kadar abu adalah sebagai berikut:

$$\%\text{kadar abu} = \frac{((W1 - W0) - (W2 - W0))}{(W1 - W0)} \text{ X } 100\%$$

Dimana,

W0 : Massa Cawan Kering (g)

W1 : Massa Cawan + Sampel Basah (g)

W2 : Massa Cawan + Sampel Kering (g)

5. Karbon Tetap

Penetapan karbon tetap menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\%\text{karbon tetap} = 100\ \% - (\%\text{Air} + \%\text{volatil} + \%\text{abu})$$

6. Nilai Kalor

Perhitungan nilai kalor menggunakan perhitungan sebagai berikut:

$$\%\text{kadar air} = [(T)(E) - e_1 - e_2 - e_3 - 3_4]/m$$

Dimana,

Q_{vad}(gross) : Nilai Kalor (cal/g)

T : Temperatur koreksi (°C atau °F)

E : Kapasitas panas pada calorimeter (Cal/°C)

e_1 : Koreksi Asam (J)

e_2 : Koreksi Sumbu (J)

e_3 : Koreksi Sulfur (J)

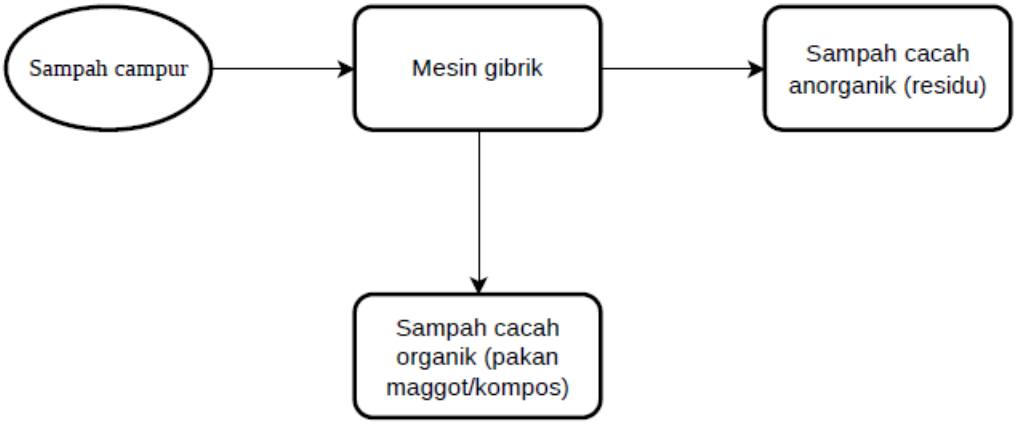
e_4 : Koreksi Pembakaran (J)

m : Berat Sampel (g)

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengelolaan Sampah di TPS 3R Wilayah Kabupaten Sleman

Pengelolaan sampah di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman menggunakan mesin *gibrik* untuk operasional setiap harinya. Dimana setiap lokasi pada penelitian ini memiliki mesin *gibrik* yang berbeda beda juga. Kemudian sebagian besar juga memiliki alur pengelolaan sampah yang sama seperti area *drop off* untuk mengumpulkan sampah setelah pengambilan dari pelanggan. Kemudian area pemilahan secara manual namun dibantu dengan meja conveyor untuk memisahkan sampah anorganik yang masih bisa dijual kembali. Selanjutnya sampah yang telah melewati meja conveyor akan masuk kedalam mesin *gibrik* untuk proses pencacahan dan pemilahan pada sampah organik dan sampah residu. Dapat dilihat pada **gambar 4.1** untuk ilustrasi pengelolaan sampah menggunakan mesin *gibrik*.



Gambar 4. 1 Ilustrasi proses mesin gibrik

4.1.1 Pengelolaan Sampah di TPS 3R Brama Muda

TPS 3R Brama Muda berada di dusun Dayakan, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman, DI Yogyakarta yang dibangun pada tahun 2017. Kemudian TPS 3R Brama Muda memiliki pelanggan sekitar 500 KK, dengan jumlah sampah masuk sebesar 60,10 ton perbulan.



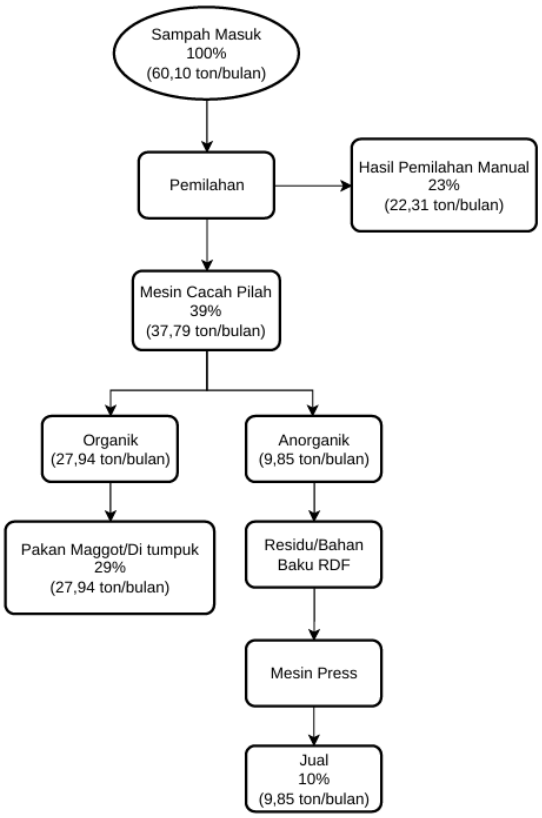
Gambar 4. 2 TPS 3R Brama Muda

Sistem pengelolaan sampah TPS 3R Brama Muda, memiliki alur operasional yang terstruktur mulai dari tahap penerimaan hingga pemrosesan awal. Secara umum, alur ini diawali dengan penerimaan timbulan sampah dari area layanan yang kumpulkan pada area *drop off*. Setelah proses pembongkaran muatan, tahap selanjutnya adalah pemilahan awal yang difasilitasi oleh meja conveyor. Pada tahap ini, para petugas memilah secara manual untuk memisahkan material-material berukuran terlalu besar atau yang masih memiliki nilai ekonomis, sebelum sisa sampah campuran masuk ke dalam mesin *gibrik* untuk memasuki tahapan selanjutnya.

Selanjutnya mesin *gibrik* beroperasi untuk mencacah sekaligus memisahkan sampah organik dan sampah residu. *Output* sampah organik dari pengolahan mesin ini kemudian diarahkan untuk pemanfaatan lebih lanjut, baik diproses sebagai bahan baku pembuatan kompos maupun dijadikan pakan dalam budidaya maggot *Black Soldier Fly* (BSF). Sementara itu, sampah residu akan dipadatkan menggunakan bantuan mesin press. untuk dijadikan sebagai bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF).



Gambar 4. 3 Mesin Gibrik di TPS 3R Brama Muda



Gambar 4. 4 Diagram Alir Proses Pengelolaan Sampah di TPS 3R Brama Muda

Data didalam diagram alir/neraca massa pada **Gambar 4.4,** baik dalam satuan berat (ton/bulan) maupun persentase sampah, disusun berdasarkan data timbulan dan komposisi sampah yang bersumber dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Melalui acuan SIPSN tersebut, diperoleh estimasi total sampah masuk sebesar 60,10 ton/bulan (100%). Angka ini kemudian masuk dalam tahapan pemilahan manual sebesar 22,31 ton/bulan (23%) serta proses pengolahan menggunakan mesin cacah pilah/gibrik sebesar 37,79 ton/bulan (39%) untuk menghasilkan *output* berupa organik dan anorganik yang siap diolah kembali.

4.1.2 Pengelolaan Sampah di TPS 3R Randu Alas

TPS 3R Randu Alas berada di Dusun Candikarang, Sardonoharjo, Ngaglik Kabupaten Sleman, Di Yogyakarta. Kemudian TPS 3R Randu Alas memiliki pelanggan sekitar 300 KK, dengan jumlah sampah masuk sebesar 27,68 ton perbulan.



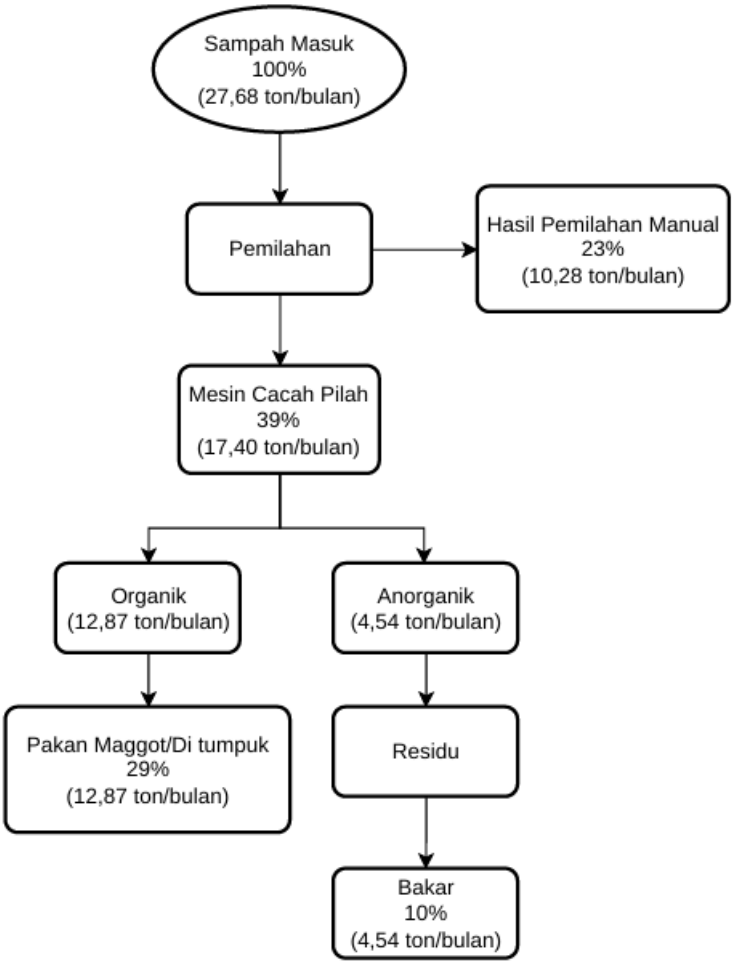
Gambar 4. 5 TPS 3R Randu Alas

Serupa dengan cara pengelolaan sampah pada lokasi sebelumnya, TPS 3R ini juga menggunakan mesin *gibrik* untuk kegiatan pengolahan sampah hariannya. Meskipun demikian, terdapat perbedaan pada spesifikasi teknis peralatan yang digunakan, dimana TPS 3R Randu Alas menggunakan 2 mesin *gibrik* bertenaga listrik dan diesel yang beroperasi secara bergantian. Namun saat pengambilan sampel berlangsung selama 3 hari, mesin *gibrik* dengan teknologi diesel yang paling sering digunakan untuk pengelolaan sampahnya.



Gambar 4. 6 Mesin Gibrik di TPS 3R Randu Alas

Perbedaan yang paling menonjol pada TPS 3R Randu Alas justru terletak pada tahapan akhir dari pengelolaan sampah residunya. Berbeda dengan di lokasi pertama yang mempersiapkan sampah residu untuk dimanfaatkan kembali, sampah residu di TPS 3R ini masih menggunakan metode pemusnahan secara langsung. Sampah residu yang keluar dari pemrosesan mesin *gibrik* tidak dipadatkan, melainkan langsung dimusnahkan melalui proses pembakaran di area fasilitas. Kondisi penanganan seperti ini menunjukkan bahwa tahapan konversi residu menjadi produk turunan yang bernilai, seperti halnya RDF, belum diterapkan pada lokasi tersebut.

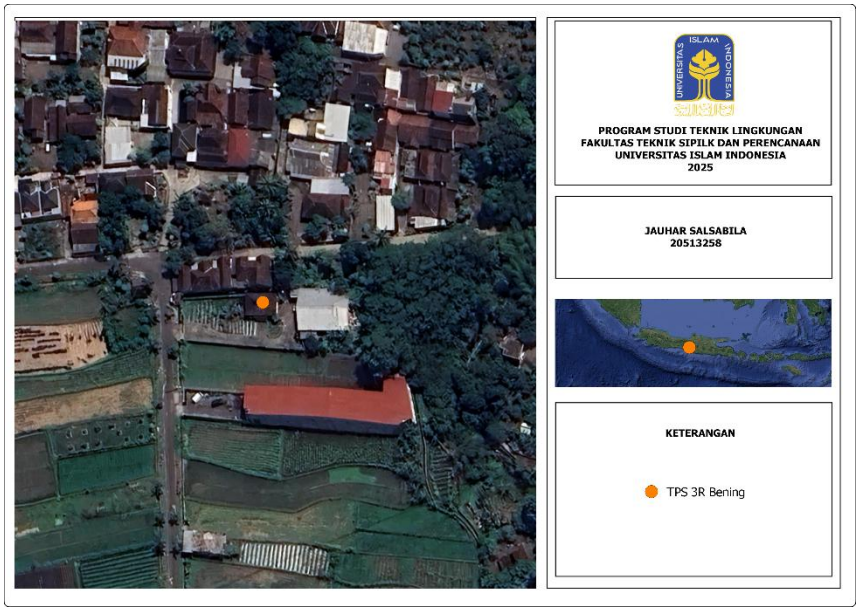


Gambar 4. 7 Diagram Alir Proses Pengelolaan Sampah di TPS 3R Randu Alas

Data didalam diagram alir/neraca massa pada **Gambar 4.7**, baik dalam satuan berat (ton/bulan) maupun persentase sampah, disusun berdasarkan data timbulan dan komposisi sampah yang bersumber dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Melalui acuan SIPSN tersebut, diperoleh estimasi total sampah masuk sebesar 27,68 ton/bulan (100%). Angka ini kemudian masuk dalam tahapan pemilahan manual sebesar 10,28 ton/bulan (23%) serta proses pengolahan menggunakan mesin cacah pilah/gibrik sebesar 17,40 ton/bulan (39%) untuk menghasilkan *output* berupa organik 12,87 ton/bulan (29%) dan yang membedakan di TPS 3R ini sampah residu akan dibakar sebesar 4,54 ton/bulan (10%).

4.1.3 Pengelolaan Sampah di TPS 3R Bening

TPS 3R Bening berada di dusun Krandon, Wedomartani, Ngemplak, Kabupaten Sleman, DI Yogyakarta. TPS 3R bening memiliki pelanggan sekitar 370 KK, dengan sampah masuk sebesar 28,08 ton perbulan.



Gambar 4. 8 TPS 3R Bening

Secara garis besar, alur pengumpulan dan pemrosesan awal di fasilitas ini menggunakan sistem operasional yang sama dengan TPS 3R Brama Muda pada lokasi A. Sampah yang tiba akan masuk ke dalam area drop off, lalu dilanjutkan dengan tahap pemilahan manual yang dibantu oleh meja conveyor. Selanjutnya, sampah campuran dimasukkan ke dalam mesin *gibrik* untuk mencacah dan memisahkan sampah organik dan residu.

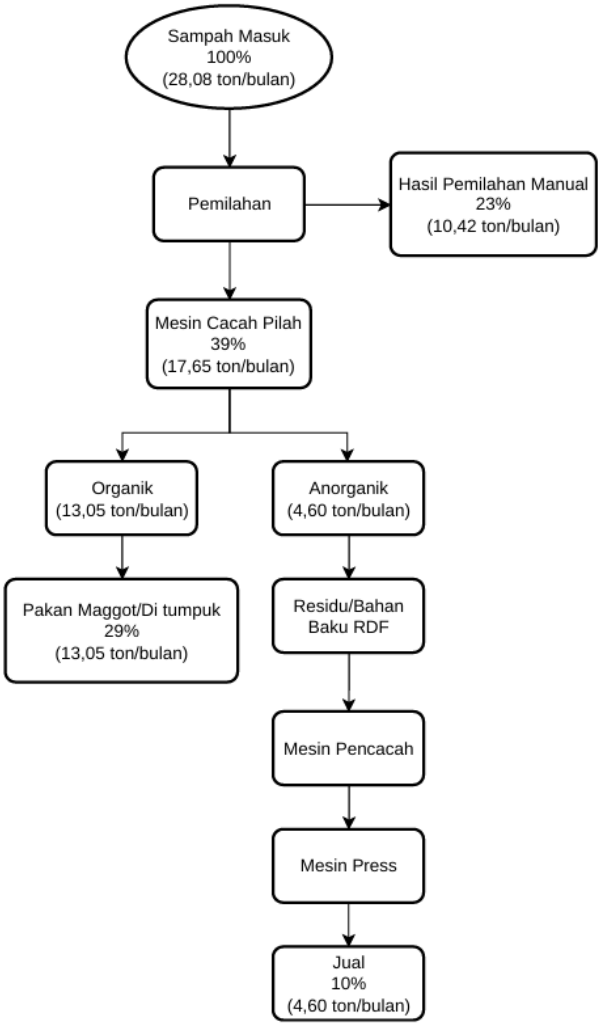


Gambar 4. 9 Mesin Gibrik di TPS 3R Bening

Perbedaan mendasar yang membedakan TPS 3R Bening dengan dua fasilitas sebelumnya terletak pada tahapan pengelolaan sampah residunya. Sampah residu yang keluar dari pemrosesan mesin *gibrik* tidak langsung masuk ke dalam mesin pemadat, melainkan harus melewati proses pencacahan terlebih dahulu. Tahapan pencacahan lanjutan ini bertujuan untuk mereduksi ukuran sampah yang jauh lebih kecil dan homogen. Setelah proses pencacahan, sampah residu dimasukkan ke dalam mesin press untuk tahap pemadatan akhir, yang pada akhirnya akan menjadi bahan baku RDF.



Gambar 4. 10 Mesin Pencacah di TPS 3R Bening



Gambar 4. 11 Diagram Alir Pengelolaan Sampah di TPS 3R Bening

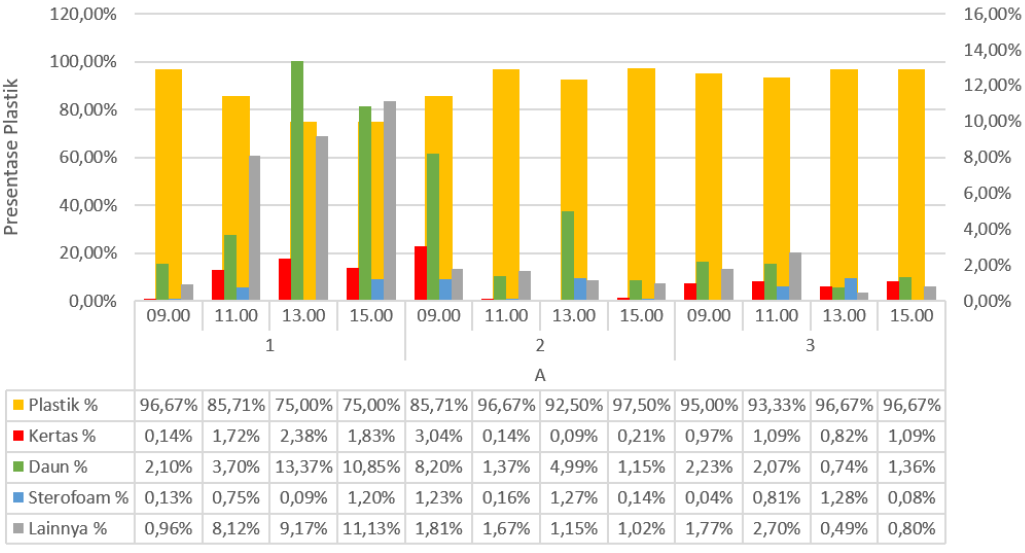
Data didalam diagram alir/neraca massa pada **Gambar 4.11**, baik dalam satuan berat (ton/bulan) maupun persentase sampah, disusun berdasarkan data timbulan dan komposisi sampah yang bersumber dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Melalui acuan SIPSN tersebut, diperoleh estimasi total sampah masuk sebesar 28,08 ton/bulan (100%). Angka ini kemudian masuk dalam tahapan pemilahan manual sebesar 10,42 ton/bulan (23%) serta proses pengolahan menggunakan mesin cacah pilah/gibrik sebesar 17,65 ton/bulan (39%) untuk menghasilkan output berupa organik dan anorganik yang siap diolah kembali.

4.2 Komposisi Sampah

Analisis komposisi sampah mengacu pada SNI 3964:2025 mengenai metode dan pengukuran contoh timbulan dan komposisi sampah rumah tangga dan sampah sejenis sampah rumah tangga. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui komponen sampah residu yang keluar dari mesin *gibrik*.

4.2.1 Komposisi Sampah di TPS 3R A

Berikut adalah hasil analisis komposisi sampah di TPS 3R Lokasi A. Hasil analisis dapat dilihat pada **Gambar 4.12**



Plastik %	96,67%	85,71%	75,00%	75,00%	85,71%	96,67%	92,50%	97,50%	95,00%	93,33%	96,67%	96,67%
Kertas %	0,14%	1,72%	2,38%	1,83%	3,04%	0,14%	0,09%	0,21%	0,97%	1,09%	0,82%	1,09%
Daun %	2,10%	3,70%	13,37%	10,85%	8,20%	1,37%	4,99%	1,15%	2,23%	2,07%	0,74%	1,36%
Sterofoam %	0,13%	0,75%	0,09%	1,20%	1,23%	0,16%	1,27%	0,14%	0,04%	0,81%	1,28%	0,08%
Lainnya %	0,96%	8,12%	9,17%	11,13%	1,81%	1,67%	1,15%	1,02%	1,77%	2,70%	0,49%	0,80%

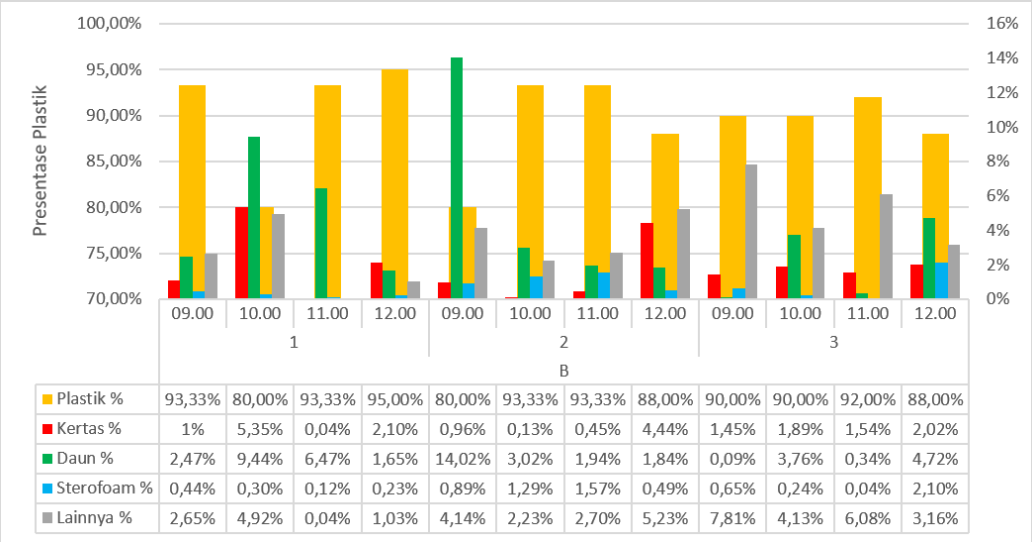
Gambar 4. 12 Komposisi Sampah di TPS 3R A

Pada hasil analis komposisi di TPS 3R A terlihat sangat jelas bahwa sampah plastik adalah jenis sampah yang paling mendominasi. Selama tiga hari pengambilan sampel, kandungan plastik di TPS ini sangat tinggi, berkisar antara 75% hingga hampir 98%. Dominasi ini paling terasa pada hari ke-2 dan ke-3, di mana hampir seluruh sampel adalah plastik. Sementara itu, sampah jenis lain seperti kertas, daun, dan sterofoam jumlahnya sangat sedikit. Meski begitu, pada hari ke-1, jumlah plastik sempat menurun di siang hari pada pukul 13.00 dan 15.00, tergantikan oleh naiknya jumlah sampah daun dan sampah lainnya. Perubahan di hari pertama ini mungkin disebabkan oleh sampah organik yang ikut keluar dari mesin *gibrik* bersama sampah residu.

Tingginya jumlah plastik ini menjadi kabar baik bagi produksi *Refuse Derived Fuel* (RDF). Karena plastik mudah terbakar dan menghasilkan panas tinggi, sampah dari lokasi ini sangat cocok dijadikan bahan baku energi alternatif yang berkualitas. Hal ini juga menunjukkan mesin *gibrik* sudah bekerja efektif memisahkan sampah residu. Namun perlu memperhatikan terhadap perubahan seperti di hari ke-1 tadi, jika sampah organik terlalu banyak tercampur, kualitas bahan bakar bisa menurun karena menjadi lembap. Jadi, pengecekan rutin tetap wajib dilakukan agar kualitas bahan baku RDF stabil.

4.2.2 Komposisi Sampah di TPS 3R B

Berikut adalah hasil analisis komposisi sampah di TPS 3R Lokasi B. Hasil analisis dapat dilihat pada **Gambar 4.13**



Plastik %	93,33%	80,00%	93,33%	95,00%	80,00%	93,33%	93,33%	88,00%	90,00%	90,00%	92,00%	88,00%
Kertas %	1%	5,35%	0,04%	2,10%	0,96%	0,13%	0,45%	4,44%	1,45%	1,89%	1,54%	2,02%
Daun %	2,47%	9,44%	6,47%	1,65%	14,02%	3,02%	1,94%	1,84%	0,09%	3,76%	0,34%	4,72%
Sterofoam %	0,44%	0,30%	0,12%	0,23%	0,89%	1,29%	1,57%	0,49%	0,65%	0,24%	0,04%	2,10%
Lainnya %	2,65%	4,92%	0,04%	1,03%	4,14%	2,23%	2,70%	5,23%	7,81%	4,13%	6,08%	3,16%

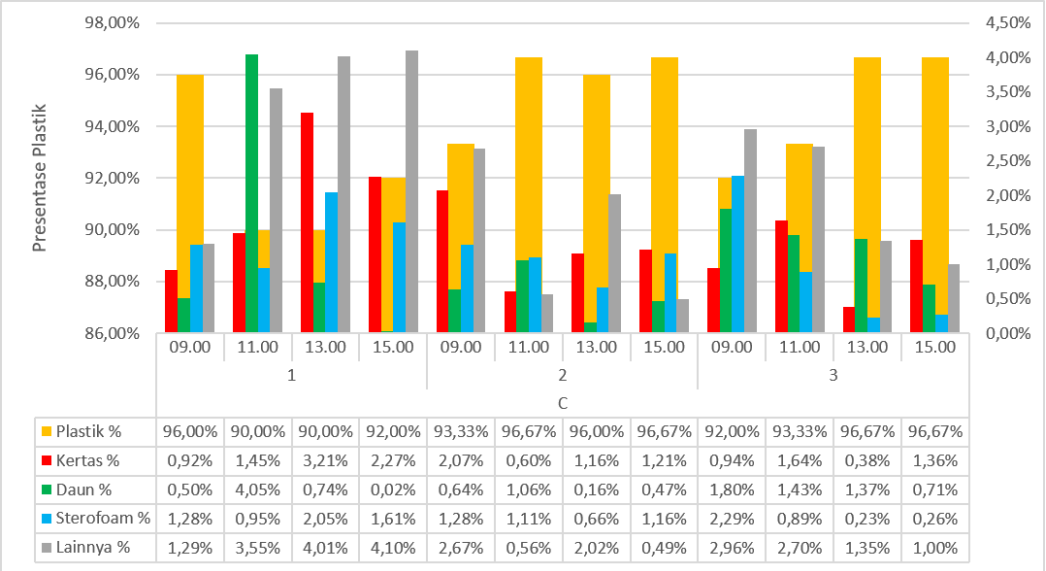
Gambar 4. 13 Komposisi Sampah di TPS 3R B

Hasil analisis komposisi pada lokasi di TPS 3R B menunjukkan bahwa sampah plastik dengan jumlah yang sangat mendominasi, rata-rata di atas 80% hingga 95%. Namun, kondisi di lokasi ini meiliki perbedaan karena ada jam-jam tertentu di mana jumlah plastiknya tiba-tiba turun drastis, yaitu sekitar pukul 10.00 pagi di Hari pertama dan pukul 09.00 pagi di Hari kedua. Penyebab utamanya ternyata adalah masuknya sampah daun dalam jumlah yang lumayan besar (mencapai 14%). Hal ini berbeda dengan Hari ketiga yang cenderung lebih stabil komposisinya dari pagi hingga siang. Hal ini memberi petunjuk bahwa sampah organik masih sering tercampur dengan sampah residu yang keluar dari mesin *gibrik*.

Dari perspektif potensi sebagai bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF), karakteristik sampah di Lokasi B ini sangat potensial namun tetap harus diperhatikan lagi. Tingginya rata-rata komponen plastik mengindikasikan nilai kalor yang sangat baik untuk energi. Namun, lonjakan sampah organik yang cukup tinggi pada jam-jam tertentu di pagi hari menjadi menjadi perhatian lebih, karena tingginya kadar air pada sampah organik dapat menurunkan efisiensi pembakaran dan kualitas akhir RDF.

4.2.3 Komposisi Sampah di TPS 3R C

Berikut adalah hasil analisis komposisi sampah di TPS 3R Lokasi C. Hasil analisis dapat dilihat pada **Gambar 4.14**



	1				2				3			
Plastik %	96,00%	90,00%	90,00%	92,00%	93,33%	96,67%	96,00%	96,67%	92,00%	93,33%	96,67%	96,67%
Kertas %	0,92%	1,45%	3,21%	2,27%	2,07%	0,60%	1,16%	1,21%	0,94%	1,64%	0,38%	1,36%
Daun %	0,50%	4,05%	0,74%	0,02%	0,64%	1,06%	0,16%	0,47%	1,80%	1,43%	1,37%	0,71%
Sterofoam %	1,28%	0,95%	2,05%	1,61%	1,28%	1,11%	0,66%	1,16%	2,29%	0,89%	0,23%	0,26%
Lainnya %	1,29%	3,55%	4,01%	4,10%	2,67%	0,56%	2,02%	0,49%	2,96%	2,70%	1,35%	1,00%

Gambar 4. 14 Komposisi Sampah di TPS 3R C

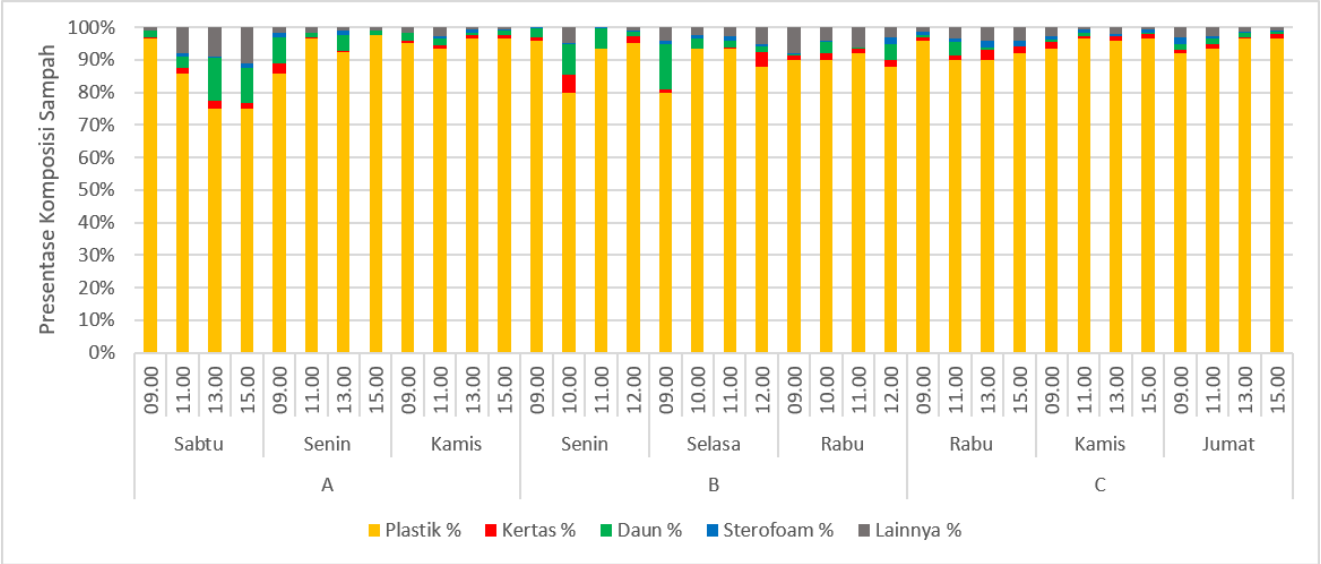
Hasil analisis di TPS 3R C menunjukkan komposisi sampah konsisten terhadap dominasi sampah plastik. Selama tiga hari pengambilan sampel, persentase plastik tidak pernah turun di bawah angka 90,00%, dengan terendah 90,00% pada Hari 1 pukul 11.00 dan 13.00 hingga 96,67% yang tertinggi pada Hari 2 dan 3.

Berbeda dengan lokasi-lokasi sebelumnya yang mengalami kenaikan sampah organikLokasi C relatif stabil. Sedikit perbedaan hanya terjadi di hari pertama siang hari, di mana ada sedikit sampah daun dan sampah lain-lain, tapi jumlahnya pun sangat kecil. Hari kedua dan ketiga isinya benar-benar didominasi plastik dari awal

sampai akhir. Dari segi pemanfaatan sebagai bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF), Lokasi C memiliki konsistensi presentase sampah plastik dibandingkan lokasi lainnya. Konsistensi persentase plastik yang tinggi dengan minimnya tercampur sampah organik mengindikasikan bahwa sampah dari lokasi ini memiliki nilai kalor yang tinggi dan stabil disetiap waktu pengambilan sampel.

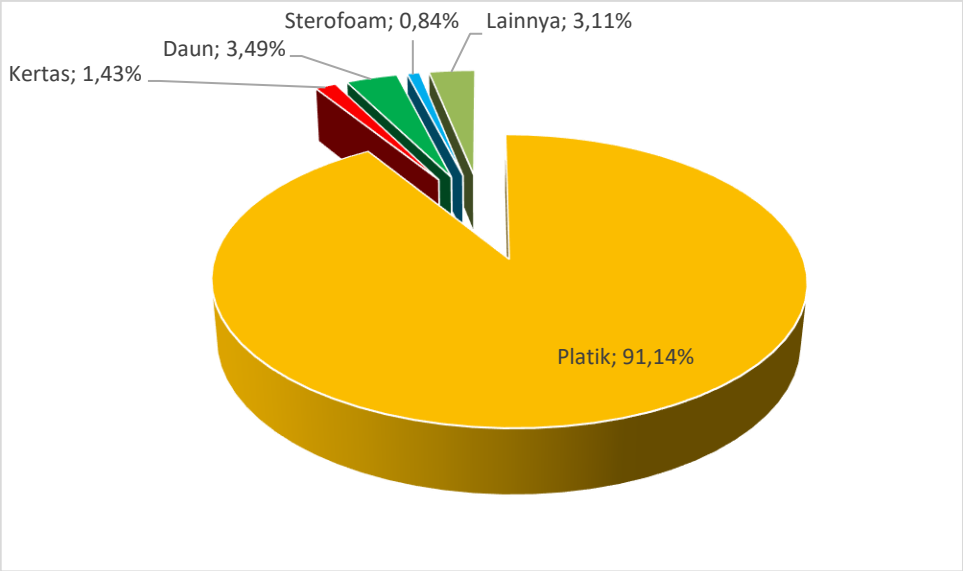
4.2.4 Rekapitulasi Komposisi Sampah di Seluruh Lokasi

Berikut adalah hasil analisis komposisi sampah di seluruh lokasi penelitian, hasil analisis dapat dilihat pada **Gambar 4.15**



Gambar 4. 15 Presentase Komposisi di Seluruh Lokasi

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan. Secara keseluruhan sampah plastik mendominasi di setiap waktu pengambilan sampel, secara konsisten berada di atas kisaran 80% dan seringkali mendekati 100%. Hasil analisis ini memperlihatkan perbandingan di semua lokasinya. Seperti lokasi C sebagai area dengan komposisi plastik yang paling stabil dan tertinggi, ditandai dengan minimnya tercampur sampah organik. Sebaliknya, grafik ini memperlihatkan titik-titik waktu di mana persentase plastik menurun akibat lonjakan sampah organik dan lainnya, yang pada Lokasi A di hari Sabtu siang (pukul 13.00 dan 15.00) serta Lokasi B pada Senin pagi (10.00) dan Selasa pagi (09.00).



Gambar 4. 16 Presentase Rata-rata Seluruh Lokasi

Selanjutnya hasil analisis untuk rata-rata dari seluruh lokasi pengambilan sampel, yang memperlihatkan tingginya dominasi sampah plastik di TPS 3R A,B dan C. Dengan persentase rata-rata gabungan mencapai 91,14%, plastik terbukti menjadi komponen utama yang proporsinya jauh melampaui gabungan seluruh komponen sampah lainnya. Komponen terbanyak kedua adalah Daun yang hanya berkontribusi sebesar 3,49%, disusul oleh kategori Lainnya sebesar 3,11%, Kertas (1,43%), dan Sterofoam sebagai fraksi terkecil (0,84%). Pada rata-rata komposisi sampah di seluruh lokasi menunjukkan potensi yang sangat ideal untuk menjadi bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF).

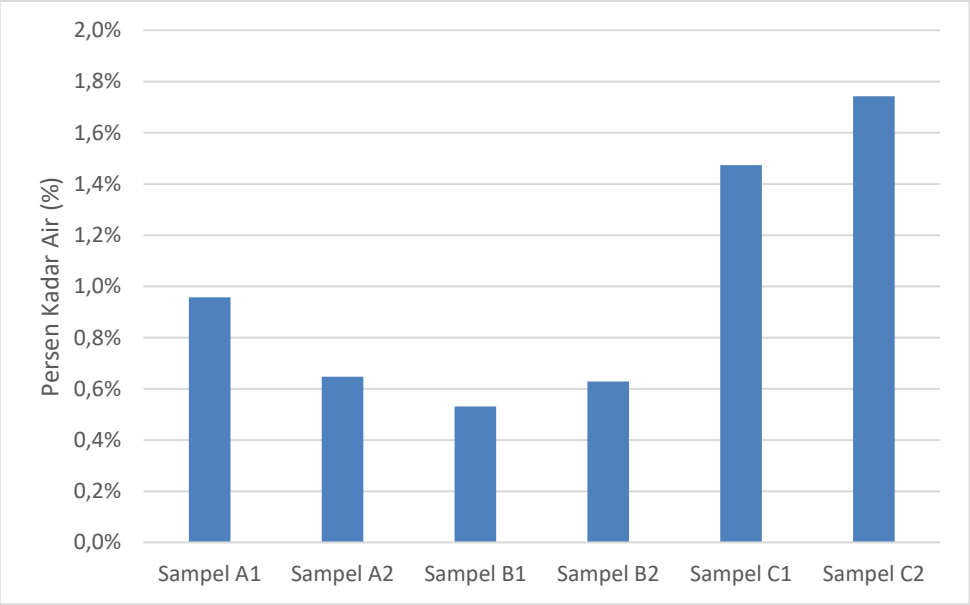
Tingginya persentase rata-rata plastik di atas 90% menunjukan nilai kalor yang tinggi untuk menjadi bahan baku RDF. Namun hal yang paling diperhatikan pada analisis ini adalah bahwa mengingkatnya sampah organik (daun) yang sebelumnya terdeteksi pada jam-jam tertentu di Lokasi A dan Lokasi B, tetapi dampaknya sangat minor jika ditarik ke dalam skala rata-rata keseluruhan komposisi sampah. Angka daun yang hanya 3,49% mengindikasikan bahwa risiko penurunan kualitas RDF akibat tingginya kadar air dapat ditekan pada batas yang sangat aman. Secara keseluruhan, data ini membuktikan efektivitas kinerja mesin *gibrik* sebagai pemilah dalam sampah residu dan berpotensi untuk jadi bahan baku RDF.

4.3 Analisis Proksimat

Analisis proksimat merupakan analisis yang dilakukan untuk menentukan presentase kadar air, kadar volatil, kadar abu dan kadar karbon tetap (Gidarakos et al., 2005). Metode yang digunakan pada analisis ini mengacu pada American Standard Testing and Material (ASTM). Pada analisis ini sampel yang akan dianalisis merupakan sampah residu berupa sampah plastik yang keluar dari mesin *gibrik*.

4.3.1 Analisis Kadar Air

Analisis kadar air mengacu pada pada American Standard Testing and Material (ASTM) E 790-15 dengan tujuan untuk memastikan pengukuran kadar air sisa sampel RDF dilakukan secara akurat dan konsisten.



Gambar 4. 17 Presentase Kadar Air

Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air pada sampel menunjukan nilai yang berbeda walaupun jenis sampah yang digunakan sama. Menurut Lokahita dan Damanhuri (2013) hal tersebut disebabkan oleh lokasi pengambilan sampel, kondisi TPS 3R dan sumber sampah yang berbeda. Sampel B1 dan B2 menunjukan hasil yang tidak terlalu jauh. Kemudian sampel C1 dan C2 juga mendapatkan hasil yang tidak jauh perbedaannya. Ini memberikan bukti bahwa pengaruh dari lokasi pengambilan sampel terhadap kadar air.

Tabel 4. 1 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Air Dengan Standar RDF di Berbagai Negara

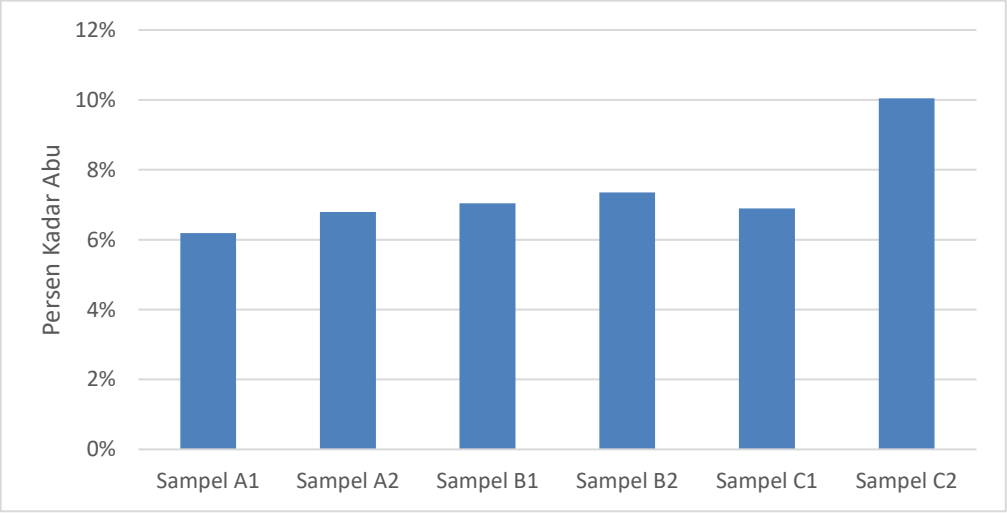
Sampel	Kadar Air	Finlandia[a]	Inggris[a]	Swedia[b]	Italia[a]	ISTAC (Turki)[c]	Indonesia[d]		
							1	2	3
Sampel A1	1%	23-25%	7-28%	<30%	<25%	25%	<15%	<20%	<25%
Sampel A2	1%								
Sampel B1	1%								
Sampel B2	1%								
Sampel C1	1%								
Sampel C2	2%								

Sumber: [a]Nithikul (2017); [b]Lokahlita,dkk (2013); [c]Sari (2012); [d]Kementerian ESDM (2021)

Nilai kadar air dapat mempengaruhi kualitas dari RDF, semakin rendah kadar air yang terdapat dalam RDF akan semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan. Berdasarkan **Tabel 4.1** menunjukan hasil yang memenuhi standar RDF yang ada, karena menunjukan presentase dibawah ambang batas.

4.3.2 Analisis Kadar Abu

Analisis kadar abu dilakukan setelah analisis kadar air. Kadar abu mengacu pada American Standard Testing and Material (ASTM) E 830-87 (2004). Analisis kadar abu bertujuan untuk mengetahui residu yang tersisa setelah terjadi pembakaran dengan suhu tinggi. Hasil dari analisis ini ditunjukan pada grafik berikut.



Gambar 4. 18 Presentase Kadar Abu

Hasil diatas menunjukkan bahwa persentase kadar abu pada sampel tergolong cukup rendah. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kadar abu berada di angka 6,19% hingga 10,04%. Persentase paling rendah ditemukan pada Sampel A1 dengan nilai 6,19%, sedangkan persentase paling tinggi terdapat pada Sampel C2 dengan nilai 10,04%.

Rendahnya presentase ini terjadi karena, sampel yang digunakan adalah sampah plastik (87% hingga 95%). Pada dasarnya, sampah plastik akan habis terbakar menjadi uap dan gas, sehingga sisa padatan berupa abu yang ditinggalkan sangatlah sedikit. Menurut Khasanah (2019) kadar abu akan didapatkan dari residu pembakaran sempurna yang sudah tidak dapat terbakar lagi.

Hasil pengujian kadar abu ini menunjukkan adanya kaitan dengan parameter kadar air. Berdasarkan data pengujian, Sampel C2 yang memiliki kadar air paling tinggi di 1,74%, secara bersamaan juga menghasilkan kadar abu yang melonjak paling tinggi di 10,04%. Secara kondisi di lapangan, kondisi sampah yang lebih lembab membuat kotoran halus seperti debu, lumpur, dan pasir menjadi jauh lebih mudah menempel pada permukaan plastik. Akibatnya, saat diproses melalui mesin gibrik, kotoran basah tersebut tercampur dan tetap ikut terbawa ke dalam sampah plastik. Ketika sampel ini dipanaskan di dalam laboratorium, kandungan airnya memang habis menguap, namun kotoran tanah yang tadi menempel basah tersebut tertinggal dan terukur sebagai lonjakan kadar abu.

Selain berhubungan dengan kadar air, hasil pengujian kadar abu juga menunjukkan arah yang berlawanan dengan kadar volatil. Ketika kadar abu turun ke titik terendah pada Sampel A1 (6,19%), kadar volatilnya justru melonjak ke titik tertinggi di 92,53%. Sebaliknya, saat abu naik ke angka 10,04% pada Sampel C2, kadar volatilnya langsung turun ke 87,51%. Secara prinsip kerja bahan bakar, abu adalah material sisa yang tidak bisa terbakar. Semakin banyak kandungan abu di dalam bahan bakar, maka porsi zat yang bisa menghasilkan api secara otomatis akan berkurang.

Tabel 4. 2 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Abu Dengan Standar RDF di Berbagai Negara

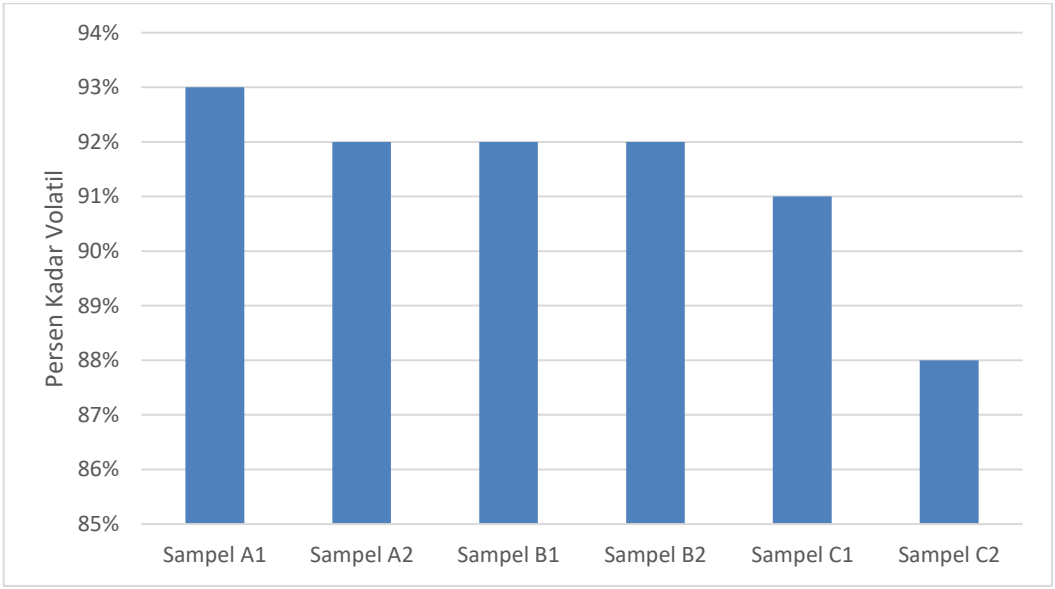
Sampel	Kadar Abu	Finlandia[a]	Inggris[a]	Swedia[b]	Italia[a]	ISTAC (Turki)[c]	Indonesia[d]		
							1	2	3
Sampel A1	6%	5-17%	12%	5-10%	20%	8%	<15%	<20%	<25%
Sampel A2	7%								
Sampel B1	7%								
Sampel B2	7%								
Sampel C1	7%								
Sampel C2	10%								

Sumber: [a]Nithikul (2017); [b]Lokahlita,dkk (2013); Sari (2012); [d]Kementerian ESDM (2021)

Berdasarkan Tabel 4.2, seluruh sampel telah memenuhi standar *Refuse Derived Fuel* (RDF). Hasil pengujian berada jauh di bawah batas maksimal standar RDF yang ada. Pada penerapan di dunia industri, kadar abu yang rendah sangat disukai karena dapat menjaga mesin pembakar tetap awet, mencegah penumpukan kerak di dalam tungku, serta menghemat biaya penanganan limbah debu.

4.3.3 Analisis Kadar Volatil

Analisis kadar volatil dilakukan setelah analisis kadar abu. Kadar volatil mengacu pada American Standard Testing and Material (ASTM) E 897-88 (2004).



Gambar 4. 19 Presentase Kadar Volatil

Pengujian kadar volatil dilakukan untuk mengetahui seberapa besar porsi bahan bakar yang akan langsung menguap dan menyala saat terkena panas awal. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar volatil merupakan komponen paling dominan pada seluruh sampel, dengan persentase mencapai 87,51% hingga 92,53%. Persentase tertinggi berada pada Sampel A1 (92,53%) dan terendah pada Sampel C2 (87,51%).

Hasil pengujian kadar volatil menunjukan rata-rata 91%. Hal ini membuktikan bahwa sampel mampu menghasilkan panas yang tinggi. Tingginya kadar volatil juga menyebabkan, tingginya nilai kalor pada seluruh sampel (mencapai 6.843,31 hingga 7.076,05 Kkal/Kg). Hal ini memperlihatkan bahwa energi panas dari sampel ini dihasilkan oleh kobaran api dari gas, bukan dari pembakaran bara padat.

Kadar volatil yang tinggi juga disebabkan oleh kadar air yang rendah. 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.

Tabel 4. 3 Perbandingan Hasil Analisis Kadar Volatil Dengan Standar RDF di Berbagai Negara

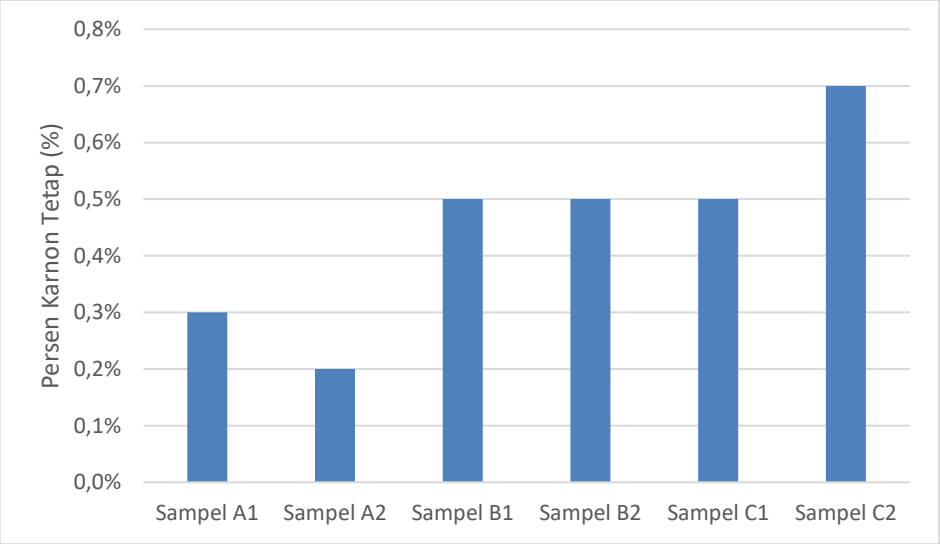
Sampel	Kadar Volatil	Finlandia[a]	Inggris[a]	Swedia[b]	Italia[a]	ISTAC (Turki)[c]	Indonesia[d]		
							1	2	3
Sampel A1	93%	-	-	-	-	92%	<65%	<70%	<75%
Sampel A2	92%								
Sampel B1	92%								
Sampel B2	92%								
Sampel C1	91%								
Sampel C2	88%								

Sumber: [a]Nithikul (2017); [b]Lokahlita,dkk (2013); Sari (2012); [d]Kementerian ESDM (2021)

Perbandingan pada Tabel 4.3, menunjukan hasil pengujian kadar volatil dari sampah residu mesin gibrik ini tidak hanya memenuhi, tetapi jauh melampaui batas minimal standar kualitas RDF di Indonesia (>65% hingga >75%). Di tingkat global, presentase ini setara dengan spesifikasi bahan bakar kelas atas seperti standar ISTAC di Turki.

4.3.4 Analisis Karbon Tetap

Analisis karbon tetap dilakukan setelah analisis kadar abu dan kadar volatil. Analisis ini bertujuan untuk mengetahui material yang tidak tervolatil pada sampel. Berikut adalah hasil presentase kadar karbon tetap.



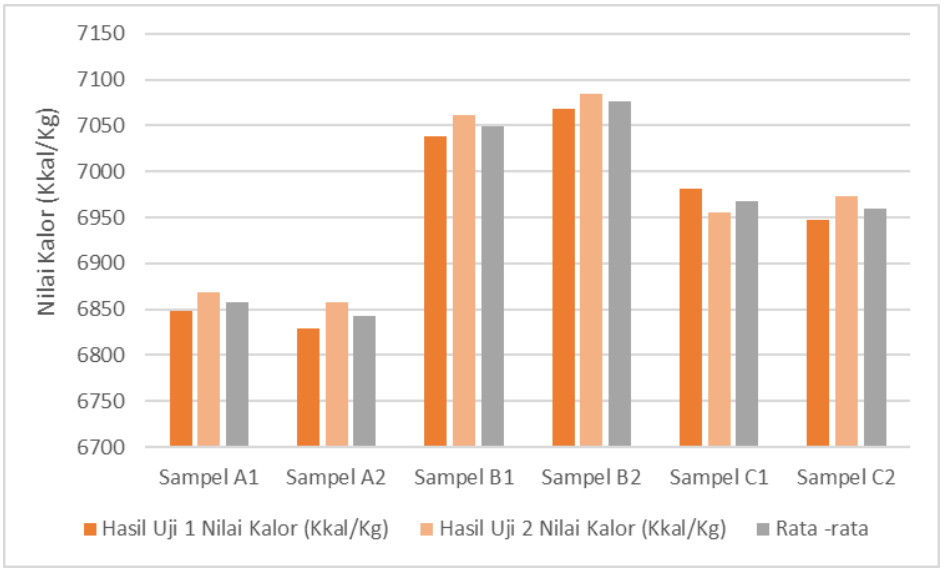
Gambar 4. 20 Presentase Karbon Tetap

Karbon tetap merupakan sisa padatan karbon yang tertinggal dalam suatu material setelah kandungan air, zat yang mudah menguap dan abu dihilangkan sepenuhnya. Berdasarkan hasil pengujian, nilai karbon tetap yang dihasilkan sangat rendah, yaitu hanya berkisar antara 0,29% hingga 0,70%. Angka yang sangat rendah ini merupakan ciri khas utama dari komposisi sampah plastik. Berbeda dengan kayu atau batu bara yang meninggalkan banyak residu setelah dibakar, plastik cenderung langsung habis menguap menjadi gas.

Diketahui rendahnya nilai karbon tetap ini dipengaruhi langsung oleh ketiga parameter lainnya, yaitu kadar volatil, kadar abu, dan kadar air. Karbon tetap pada dasarnya adalah sisa presentase terakhir setelah ketiga zat tersebut dikeluarkan dari bahan bakar. Karena kadar volatil sudah mendominasi hampir seluruh isi sampel (87% hingga 92%), ditambah porsi kadar abu (di bawah 11%) dan sedikit kadar air (di bawah 2%), maka ruang yang tersisa untuk membentuk arang padat secara otomatis menjadi sangat sempit, yaitu tidak sampai 1%.

4.4 Analisis Nilai Kalor

Penentuan nilai kalor dilakukan secara eksternal yang mengacu pada American Standar Testing and Material (ASTM) D5865 dan menggunakan bom kalorimeter untuk setiap sampelnya. Hasil pengujian nilai klaor ditunjukan pada **Gambar 4.21**



Gambar 4. 21 Hasil Analisis Nilai Kalor

Pengujian dilakukan 2 kali dengan sampel yang sama (duplo) dan menunjukan hasil yang tidak berbeda jauh. Nilai kalor rata-rata tertinggi diperoleh pada Sampel B2 sebesar 7076,0538 Kkal/Kg, sedangkan nilai terendah terdapat pada Sampel A2 sebesar 6843,3089 Kkal/Kg. Nilai kalor yang tinggi sangat dipengaruhi oleh kandungan kadar volatil, kadar abu dan kadar air pada sampel tersebut. Kemudian menurut Hudayarizka dkk. (2024), umumnya kadar karbon tetap yang tinggi menunjukkan adanya nilai kalor yang tinggi.

Namun hasil analisis menunjukkan bahwa parameter proksimat (kadar air, abu, dan volatil) tidak selalu berbanding lurus dengan hasil uji nilai kalor. Hal ini terlihat jelas pada lokasi B (sampel B1 dan B2), meskipun kadar abunya lebih tinggi dan kadar volatilnya sedikit lebih rendah dibanding lokasi A (sampel A1 dan A2), nilai kalor Lokasi B justru menjadi yang tertinggi. Kondisi ini bisa terjadi karena kemungkinan besar perbedaan jenis sampah yang ada pada setiap lokasi dan sampel. Karena menurut Trang (2018) perbedaan nilai kalor tiap komponen sampah lebih banyak dipengaruhi oleh karakteristik kimiawinya. Pada penelitian ini sampel

menggunakan sampah plastik acak, yang menyebabkan nilai kalor lebih banyak dikendalikan oleh perbedaan jenis plastik yang secara acak terambil saat pengujian dilakukan.

Penelitian yang dilakukan Novita dan Damanhuri (2010) mencatat bahwa jenis plastik LDPE (12318,40 Kkal/kg) dan PP *cup* (11912,80 Kkal/kg) memiliki energi yang lebih besar dibandingkan PET *bottle* (545085Kkal/kg) ataupun PVC (5187, 91 Kkal/kg). Selain itu, pengujian bomb calorimeter hanya menggunakan sampel berukuran sangat kecil, yaitu 1gram. Kapasitas uji yang sedikit ini membuat komposisi potongan plastik di dalam cawan alat bersifat sangat acak (heterogen). Jika potongan plastik di Lokasi B yang terambil kebetulan lebih banyak mengandung jenis LDPE atau PP, energi panasnya akan langsung menjadi tinggi sekaligus menutupi kekurangan kalori akibat sedikit kenaikan kadar air dan abu pada sampel tersebut.

Tabel 4. 4 Perbandingan Hasil Analisis Nilai Kalor Dengan Standar RDF di Berbagai Negara

Sampel	Nilai Kalor		Finlandia[a]	Inggris[a]	Swedia[b]	Italia[a]	ISTAC (Turki)[c]	Indonesia[d]		
	Kkal/Kg	Kkal/Kg						1	2	3
Sampel A1	6848,1	6868	3105-3821,5	4469,41	5708-7428	3582,68	3500	4776,92	3582,69	2388,46
Sampel A2	6829,05	6857,57								
Sampel B1	7038,46	7061,16								
Sampel B2	7067,72	7084,39								
Sampel C1	6980,71	6955,57								
Sampel C2	6947,01	6972,71								

Sumber: [a]Nithikul (2017); [b]Lokahlita,dkk (2013); Sari (2012); [d]Kementerian ESDM (2021)

Pada **Tabel 4.4** menunjukan hasil nilai kalor yang cukup tinggi sehingga sudah memenuhi standar kualitas RDF yang ada. Perbandingan ini menunjukkan bahwa sampah plastik yang diuji memiliki potensi yang sangat baik untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF. Karena semakin tinggi nilai kalor suatu bahan, maka semakin besar energi panas yang dapat dihasilkan saat dibakar.

4.5 Analisis Potensi Bahan Baku RDF Pada Sampah Residu di TPS 3R Wilayah Kabupaten Sleman

Berikut merupakan ringkasan hasil analisis komposisi, analisis proksimat dan nilai kalor pada setiap lokasi.

Tabel 4. 5 Hasil Analisis Komposisi Sampah, Kadar Air, Kadar Abu, Kadar Volatil, Karbon Tetap dan Nilai Kalor di Setiap Lokasi

Lokasi	Sampel	Komposisi Sampah Plastik	Kadar Air	Kadar Abu	Kadar Volatil	Karbon Tetap	Nilai kalor (Kkal/kg)
A	A1	92%	0,96%	6,19%	93,00%	0,32%	6858,05
	A2	87%	0,65%	6,79%	92,00%	0,29%	6843,31
B	B1	88%	0,53%	7,04%	92,00%	0,55%	7049,81
	B2	92%	0,63%	7,35%	92,00%	0,52%	7076,05
C	C1	94%	1,47%	6,90%	91,00%	0,53%	6968,14
	C2	95%	1,74%	10,04%	88,00%	0,70%	6959,86
Standar Deviasi		3,20%	0,50%	1,36%	1,75%	0,15%	95,50525

Sampah plastik memiliki kandungan energi tinggi yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF. Dengan hasil komposisi sampah plastik yang dijadikan sampel penelitian ini dapat dikatakan bahwa komposisi sampah plastik di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF. Pada **Tabel 4.5** dapat dilihat bahwa setiap lokasi memiliki presentase yang tidak berbeda jauh untuk komposisi plastiknya.

Berdasarkan analisis proksimat yang telah dilakukan, setiap lokasinya memiliki kandungan air yang cukup rendah yang dimana, setiap lokasi penelitian sudah memenuhi standar RDF dan dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF. Kadar air yang rendah dapat mempengaruhi kandungan kadar volatil yang terdapat pada sampel. Sehingga dapat dilihat bahwa kadar volatil pada sampel juga sudah memenuhi standar RDF yang ada.

Kemudian kadar abu juga menjadi salah satu yang mempengaruhi kualitas bahan baku RDF. Pada analisis yang telah dilakukan terlihat bahwa kadar abu yang didapat setelah pengujian pada sampel sudah memenuhi standar kualitas RDF yang ada.

Nilai kalor yang didapatkan setelah pengujian menunjukan hasil yang cukup tinggi, hal tersebut bisa terjadi karena pengaruh dari kadar air yang rendah dan kadar volatil yang tinggi. Sehingga nilai kalor pada setiap sampel sudah memenuhi standar RDF yang ada dan dapat dikatakan sudah bisa menjadi bahan baku RDF.

4.5.1 Kuantitas

Kuantitas pada penelitian ini didapat dari estimasi yang disesuaikan dengan data komposisi sampah Kabupaten Sleman dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yang dapat dilihat pada **Tabel 4.6**

Tabel 4. 6 Komposisi Sampah Kabupaten Sleman

Komposisi Sampah Kabupaten Sleman 2025	
Jenis Sampah	**%**
Sisa Makanan	46,49
Kayu Ranting	0
Kertas/Karton	17,08
Plastik	32,77
Logam	0,99
Kain	0,16
Karet/Kulit	0,03
Kaca	0,57
Lainnya	1,91

Sumber: Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN)

Tabel 4.6 menunjukan 32,77% untuk komposisi sampah plastik, presentase yang cukup besar kedua setelah sisa makanan. Data ini digunakan untuk estimasi kuantitas sampah residu pada TPS 3R yang ada pada penelitian ini.

4.5.2 Estimasi Kuantitas Sampah Residu TPS 3R A

Estimasi kuantitas sampah residu diambil dari presentase komposisi sampah di Kabupaten Sleman dengan menggunakan timbulan sampah yang diambil dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN). Timbulan sampah dapat dilihat pada **Tabel 4.7**

Tabel 4. 7 Timbulan Sampah TPS 3R A

TPS 3R A		
Tahun	Sampah Masuk	
	(ton/tahun)	(ton/bulan)
2025	721,24	60,10

Sumber: Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN)

Timbulan sampah pada TPS 3R A mendapatkan angka 721,24 ton pertahun dan 60,10 ton perbulan, kemudian estimasi kuantitas sampah residu pada TPS 3R A dapat dilihat pada **Tabel 4.8**

Tabel 4. 8 Estimasi Kuantitas Sampah TPS 3R A

Timbulan Sampah TPS 3R A	
Jenis Sampah	**(ton/bulan)**
Sampah Masuk	60,10
Sisa Makanan	27,94
Kayu Ranting	0
Kertas/Karton	10,27
Plastik	19,70
Logam	0,60
Kain	0,10
Karet/Kulit	0,02
Kaca	0,34
Lainnya	1,15

Berdasarkan **Tabel 4.8** menunjukan data estimasi kuantitas sampah plastik sebesar 19,70 ton perbulan yang sesuai dengan presentase dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yaitu sebesar 32,77%.

4.5.3 Estimasi Kuantitas Sampah Residu TPS 3R B

Berikut adalah timbulan sampah TPS 3R B yang didapat dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), yang dapat dilihat pada **Tabel 4.9**

Tabel 4. 9 Timbulan Sampah TPS 3R B

TPS 3R B		
Tahun	Sampah Masuk	
	(ton/tahun)	(ton/bulan)
2025	332,15	27,68

Sumber: Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN)

Timbulan sampah pada TPS 3R B menunjukan angka 332,15 ton pertahun dan 27,68 ton perbulan, kemudian estimasi kuantitas sampah residu pada TPS 3R B dapat dilihat pada **Tabel 4.10**

Tabel 4. 10 Estimasi Kuantitas TPS 3R B

Timbulan Sampah TPS 3R B	
Jenis Sampah	**(ton/bulan)**
Sampah Masuk	27,68
Sisa Makanan	12,87
Kayu Ranting	0
Kertas/Karton	4,73
Plastik	9,07
Logam	0,27
Kain	0,04
Karet/Kulit	0,01
Kaca	0,16
Lainnya	0,53

Berdasarkan **Tabel 4.10** menunjukan data estimasi kuantitas sampah plastik sebesar 9,07 ton perbulan yang sesuai dengan presentase dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yaitu sebesar 32,77%.

4.5.4 Estimasi Kuantitas Sampah Residu TPS 3R C

Berikut adalah timbulan sampah TPS 3R C yang didapat dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN), yang dapat dilihat pada **Tabel 4.11**

Tabel 4. 11 Timbulan Sampah TPS 3R C

TPS 3R C		
Tahun	Sampah Masuk	
	(ton/tahun)	(ton/bulan)
2025	336,90	28,08

Sumber: Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN)

Timbulan sampah pada TPS 3R C menunjukan angka 336,90 ton pertahun dan 28,08 ton perbulan, kemudian estimasi kuantitas sampah residu pada TPS 3R C dapat dilihat pada **Tabel 4.12**

Tabel 4. 12 Estimasi Kuantitas Sampah TPS 3R C

Timbulan Sampah TPS 3R C	
Jenis Sampah	**(ton/bulan)**
Sampah Masuk	28,08
Sisa Makanan	13,05
Kayu Ranting	0
Kertas/Karton	4,80
Plastik	9,20
Logam	0,28
Kain	0,04
Karet/Kulit	0,01
Kaca	0,16
Lainnya	0,54

Berdasarkan **Tabel 4.12** menunjukan data estimasi kuantitas sampah plastik sebesar 9,20 ton perbulan yang sesuai dengan presentase dari Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) yaitu sebesar 32,77%.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan Berdasarkan hasil analisis komposisi, analisis proksimat dan analisis nilai kalor yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Berdasarkan analisis komposisi, sampah residu yang ada di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman cocok dijadikan sebagai bahan baku RDF karena memiliki komposisi sampah plastik yang cukup tinggi dengan presentase komposisi sampah plastik pada, lokasi A sebesar 91,67% di pagi dan 86,67% di siang hari, lokasi B sebesar 88,00% di pagi dan 91,61% di siang hari, Lokasi C sebesar 93,75% di pagi dan 95,00% di siang hari.
2. Berdasarkan hasil analisis proksimat, sampel sampah residu di TPS 3R Wilayah Sleman sudah memenuhi standar kualitas RDF yang ada untuk kadar air, kadar abu dan kadar volatil
3. Berdasarkan analisis nilai kalor, sampel sampah residu di TPS 3R Wilayah Kabupaten Sleman sudah memenuhi standar kualitas RDF yang ada.
4. Berdasarkan analisis komposisi, analisis proksimat dan analisis nilai kalor yang dilakukan, komposisi sampah residu di TPS 3R wilayah Kabupaten Sleman berpotensi untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku RDF.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukaan adalah sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi bahan baku RDF, diluar batasan pada penelitian ini. Yaitu menggunakan seluruh komposisi sampah mudah terbakar yang keluar dari mesin *gibrik*.

DAFTAR PUSTAKA

America Standard Test Method D5865 (2010*). Standard Test Method for Gross Calorific Value of Coal and Coke.* ASTM *International.*

America Standard Test Method E 830-87 (2004). *Standard Test Method for Ash in The Analysis Sampel of Refuse Derived Fuel.* ASTM *International.*

America Standard Test Method E790-15 (2015). *Standard Test Method for Residual Moisture in Refuse-Derived Fuel Analysis Samples.* ASTM *International.*

America Standard Test Method E 897-88 *(2004). Standard Test Method for Volatile Matter in the Analysis Sample of Refuse-Derived Fuel.* ASTM *International.*

Faruqi, H.M.A. & Ainun, S. 2024. 'Kajian Potensi Pemanfaatan Sampah Sebagai Bahan Baku Alternatif *Refuse Derived Fuel*: Studi Literatur', *FTSP Series*: Seminar Nasional dan Diseminasi Tugas Akhir 2024, hlm. 895-900.

Jundika, P. & Rizkiantika, N. 2023. Karakteristik *Refuse Derived Fuel* (RDF) Pada Tempat Pembuangan Sampah (TPS) Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Skripsi. Cilegon: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

Simbolon, W.A., Winaya, I.N.S., Darma, I.W.A. & Tenaya, I.G.N.P. 2025. 'Pengaruh Komposisi Dan Kadar Air Sampah Terhadap Karakteristik *Refuse Derived Fuel* (RDF) Municipal Solid Waste (MSW)', Jurnal Ilmiah TEKNIK DESAIN MEKANIKA, 14(2), hlm. 140-144.

Afifah, N.A., Shabrina, H.M., Sobirin, A. & Pratiwi, D. 2023. 'Potensi Sampah TPA Banyuroto Kabupaten Kulon Progo sebagai Refuse Derived Fuel (RDF)', Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 8(3).

Izaty, F.N., Putra, H.P. & Lokahita, B. 2021. 'Analisis Karakteristik dan Komposisi Sampah Zona 1 TPA Piyungan Bantul Sebagai Bahan Baku RDF', Jurnal Teknik Lingkungan, 7(1), hlm. 1-11.

Lokahita, B. & Damanhuri, E. 2013. 'Potensi Sampah Combustible Pada Titik Transfer di Kota Bandung Untuk Bahan Baku Refused Derived Fuel (RDF)', Jurnal Teknik Lingkungan, 19(2), hlm. 141-149.

Ismawati, Y., Proboretno, N., Septiono, M., & Zaki, K. (2022). Refuse-derived fuel in Indonesia. Nexus3 Foundation/IPEN, Denpasar.

Gendebien, A. (2003). Refuse derived fuel, current practice and perspectives. WRc Ref: CO5087-4.

Undang-Undang Republik Indonesia No 18 Tahun 2008 tentang Pengelolaan Sampah.

Kementrian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. TA 2023: Petunjuk Teknis Pelaksanaan Kegiatan Tempat Pengolahan Sampah *Reduce Reuse Recycle*.

Trang, L. (2018). *Analysis of potential RDF resources from solid waste and their energy values in the largest industrial city of Korea. Waste Management*, 1725-1731.

Novita, D. M., & Damanhuri, E. (2010). Perhitungan nilai kalor berdasarkan komposisi dan karakteristik sampah perkotaan di Indonesia dalam konsep waste to energy. Jurnal Teknik Lingkungan, 16(2), 103–114.

LAMPIRAN 1

KOMPOSISI SAMPAH

Lampiran 1. 1 Komposisi Sampah Seluruh Lokasi

Lokasi	Hari	Jam	Komposisi Sampah					
			Plastik	Kertas	Daun	Sterofoam	Lainnya	Total
A	1	09.00	96,67%	0,14%	2,10%	0,13%	0,96%	100%
		11.00	85,71%	1,72%	3,70%	0,75%	8,12%	100%
		13.00	75,00%	2,38%	13,37%	0,09%	9,17%	100%
		15.00	75,00%	1,83%	10,85%	1,20%	11,13%	100%
	2	09.00	85,71%	3,04%	8,20%	1,23%	1,81%	100%
		11.00	96,67%	0,14%	1,37%	0,16%	1,67%	100%
		13.00	92,50%	0,09%	4,99%	1,27%	1,15%	100%
		15.00	97,50%	0,21%	1,15%	0,14%	1,02%	100%
	3	09.00	95,00%	0,97%	2,23%	0,04%	1,77%	100%
		11.00	93,33%	1,09%	2,07%	0,81%	2,70%	100%
		13.00	96,67%	0,82%	0,74%	1,28%	0,49%	100%
		15.00	96,67%	1,09%	1,36%	0,08%	0,80%	100%
B	1	09.00	93,33%	1%	2,47%	0,44%	2,65%	100%
		10.00	80,00%	5,35%	9,44%	0,30%	4,92%	100%
		11.00	93,33%	0,04%	6,47%	0,12%	0,04%	100%
		12.00	95,00%	2,10%	1,65%	0,23%	1,03%	100%
	2	09.00	80,00%	0,96%	14,02%	0,89%	4,14%	100%
		10.00	93,33%	0,13%	3,02%	1,29%	2,23%	100%
		11.00	93,33%	0,45%	1,94%	1,57%	2,70%	100%
		12.00	88,00%	4,44%	1,84%	0,49%	5,23%	100%
	3	09.00	90,00%	1,45%	0,09%	0,65%	7,81%	100%
		10.00	90,00%	1,89%	3,76%	0,24%	4,13%	100%
		11.00	92,00%	1,54%	0,34%	0,04%	6,08%	100%
		12.00	88,00%	2,02%	4,72%	2,10%	3,16%	100%
C	1	09.00	96,00%	0,92%	0,50%	1,28%	1,29%	100%
		11.00	90,00%	1,45%	4,05%	0,95%	3,55%	100%
		13.00	90,00%	3,21%	0,74%	2,05%	4,01%	100%
		15.00	92,00%	2,27%	0,02%	1,61%	4,10%	100%
	2	09.00	93,33%	2,07%	0,64%	1,28%	2,67%	100%
		11.00	96,67%	0,60%	1,06%	1,11%	0,56%	100%
		13.00	96,00%	1,16%	0,16%	0,66%	2,02%	100%
		15.00	96,67%	1,21%	0,47%	1,16%	0,49%	100%
	3	09.00	92,00%	0,94%	1,80%	2,29%	2,96%	100%
		11.00	93,33%	1,64%	1,43%	0,89%	2,70%	100%
		13.00	96,67%	0,38%	1,37%	0,23%	1,35%	100%
		15.00	96,67%	1,36%	0,71%	0,26%	1,00%	100%

Contoh perhitungan komposisi sampah

- TPS 3R A jam 09.00

$$\%\text{berat per jenis sampah} = \frac{\text{Berat per jenis sampah}}{\text{Berat total sampah}} \text{ X } 100\%$$

$$\%\text{berat sampah plastik} = \frac{290 \text{ gr}}{300 \text{ gr}} \text{ X } 100\% = 96{,}67\%$$

$$\%\text{berat sampah kertas} = \frac{0{,}42 \text{ gr}}{300 \text{ gr}} \text{ X } 100\% = 0{,}14\%$$

$$\%\text{berat sampah daun} = \frac{6{,}30 \text{ gr}}{300 \text{ gr}} \text{ X } 100\% = 2{,}10\%$$

$$\%\text{berat sampah sterofoam} = \frac{0{,}39 \text{ gr}}{300 \text{ gr}} \text{ X } 100\% = 0{,}13\%$$

$$\%\text{berat sampah lainnya} = \frac{2{,}89 \text{ gr}}{300 \text{ gr}} \text{ X } 100\% = 0{,}96\%$$

LAMPIRAN 2

ANALISIS PROKSIMAT

1. Kadar Air

Lampiran 2. 1 Analisis Kadar Air

Sampel	Massa Cawan Kering	Massa Cawan + Sampel Basah	Massa Cawan + Sampel Kering	Massa Sampel Basah	Massa Sampel Kering	Kadar Air
	W0	W1	W2			
	g	g	g	g	g	%
Sampel A1	50,8586	52,2481	52,2348	1,3895	1,3762	0,9572
Sampel A2	57,1726	58,5789	58,5698	1,4063	1,3972	0,6471
Sampel B1	42,0145	42,9757	42,9706	0,9612	0,9561	0,5306
Sampel B2	47,5065	48,2541	48,2494	0,7476	0,7429	0,6287
Sampel C1	57,0456	58,1449	58,1287	1,0993	1,0831	1,4737
Sampel C2	45,4301	46,6298	46,6089	1,1997	1,1788	1,7421

Contoh perhitungan kadar air

- Sampel A1

$$\%\text{kadar air} = \frac{(W1-W0)-(W2-W0)}{(W1-W0)} \text{ X } 100\%$$

$$\%\text{kadar air} = \frac{(52,2481-50,8586)-(52,2348-50,8586)}{(52,2481-50,8586)} \text{ X } 100\% = 0,9572\%$$

2. Kadar Abu

Lampiran 2. 2 Analisis Kadar Abu

Sampel	Massa Cawan Kering	Massa Cawan + Sampel Kadar Air	Massa Cawan + Sampel Kadar Abu	Kadar Abu
	W0	W1	W2	
	g	g	g	%
Sampel A1	50,8586	52,2348	50,9438	6,1910
Sampel A2	57,1726	58,5698	57,2675	6,7922
Sampel B1	42,0145	42,9706	42,0818	7,0390
Sampel B2	47,5065	48,2494	47,5611	7,3496
Sampel C1	57,0456	58,1287	57,1203	6,8969
Sampel C2	45,4301	46,6089	45,5485	10,0441

- Contoh perhitungan kadar abu sampel A1

$$\%\text{kadar abu} = \frac{((W1 - W0) - (W2 - W0))}{(W1 - W0)} \text{ X } 100\%$$

$$\%\text{kadar abu} = \frac{((52{,}2348 - 50{,}8586) - (50{,}9438 - 50{,}8586))}{(52{,}2348 - 50{,}8586)} \text{ X } 100\% = 6{,}1910\%$$

3. Kadar Volatil

Lampiran 2. 3 Analisis Kadar Volatil

Sampel	Massa Cawan Kering	Massa Cawan + Sampel Basah	Massa Cawan + Sampel Kadar Volatil	Kadar Air	Kadar Volatil
	W0	Berat Awal	Berat Akhir		
	g	g	g	%	%
Sampel A1	50,8586	52,2481	50,9491	0,9572	92,5297
Sampel A2	57,1726	58,5789	57,2722	0,6471	92,2705
Sampel B1	42,0145	42,9757	42,0874	0,5306	91,8851
Sampel B2	47,5065	48,2541	47,5653	0,6287	91,5062
Sampel C1	57,0456	58,1449	57,1272	1,4737	91,1034
Sampel C2	45,4301	46,6298	45,5590	1,7421	87,5135

- Contoh perhitungan kadar volatil sampel A1

$$\%\text{kadar volatil} = \left(\frac{(\text{berat awal})-(\text{berat akhir})}{(\text{berat awal})}\ \text{X}\ 100\%\right) - \%\text{kadar air}$$

$$\%\text{kadar volatil} = \left(\frac{(52{,}2481)-(50{,}9491)}{(52{,}2481)}\ \text{X}\ 100\%\right) - 0{,}9572\% = 92{,}5297\%$$

4. Karbon Tetap

Lampiran 2. 4 Analisis Karbon Tetap

Sampel	Kadar Air	Kadar Volatil	Kadar Abu	Karbon Tetap
	%	%	%	%
Sampel A1	0,9572	92,5297	6,1910	0,3222
Sampel A2	0,6471	92,2705	6,7922	0,2903
Sampel B1	0,5306	91,8851	7,0390	0,5453
Sampel B2	0,6287	91,5062	7,3496	0,5156
Sampel C1	1,4737	91,1034	6,8969	0,5260
Sampel C2	1,7421	87,5135	10,0441	0,7002

- Contoh perhitungan karbon tetap Sampel A1

  %karbon tetap = 100 % - (%air + %volatil + %abu)

  %karbon tetap = 100 % - (0,9572 + 92,5297 + 6,1910) = 0,3222%

Lampiran 2. 5 Dokumentasi

- Kondisi Eksiting TPS 3R A







- Kondisi Eksiting TPS 3R B



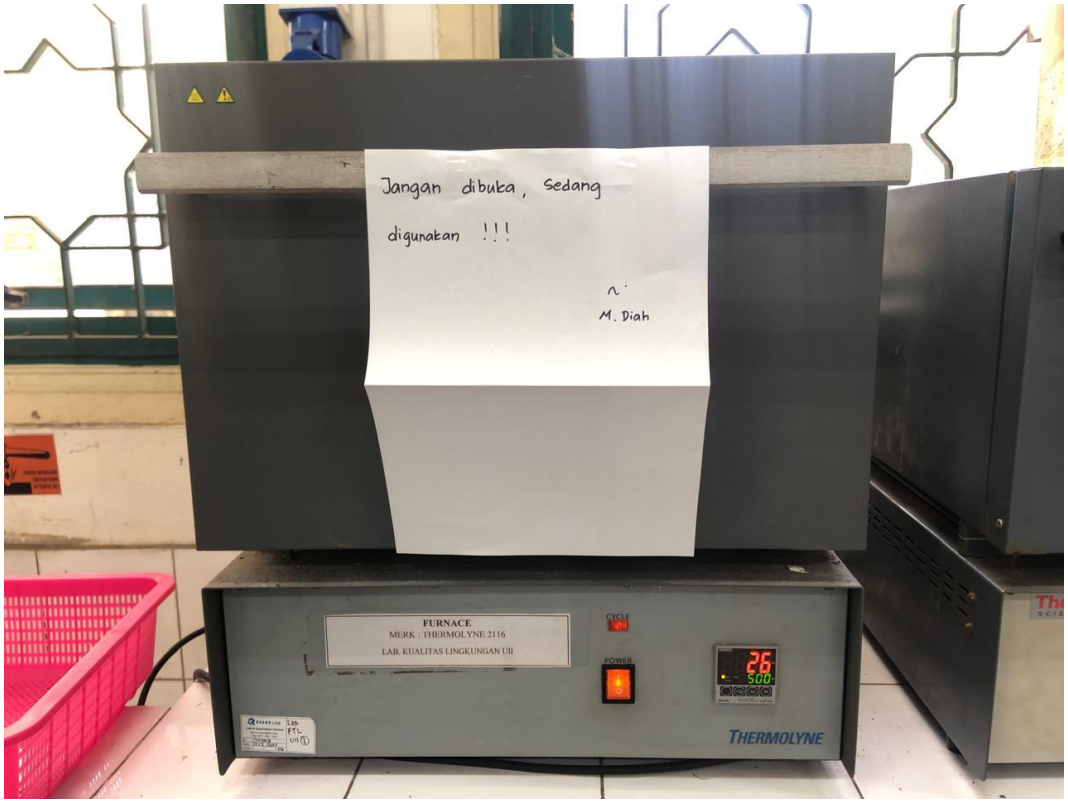


- Kondisi Eksiting TPS 3R C





- Pengujian Sampel









RIWAYAT HIDUP



Dalam Penulis memiliki nama lengkap Jauhar Salsabila, lahir di Bekasi pada tanggal 4, Januari, 2002. Penulis merupakan putra ke-2 kedua dari pasangan Bapak Mukayat dan Ibu Yeni.

Riwayat pendidikan penulis dimulai dari SD Negeri Mekar Mukti 06, kemudian melanjutkan di SMP IT ANNUR, yang kemudian dilanjutkan ke jenjang sekolah menengah atas di SMA Negeri 2 Cikarang Utara dan lulus pada tahun 2020. Ketertarikan yang mendalam pada isu-isu kelestarian bumi membawa penulis untuk melanjutkan studi ke jenjang pendidikan tinggi. Saat ini, penulis telah resmi terdaftar sebagai mahasiswa aktif pada Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia (UII).

Selama menjalani masa kuliah di Teknik Lingkungan UII, penulis aktif mengembangkan potensi diri di luar bidang akademik melalui kegiatan kewirausahaan. Penulis aktif merintis dan mengelola usaha di bidang kuliner. Melalui pengalaman wirausaha ini, penulis mengasah keterampilan manajemen waktu, komunikasi, serta pemecahan masalah, yang secara tidak langsung membentuk pola pikir analitis dan adaptif dalam mendukung perkuliahan.