

KAJIAN POTENSI PEMANFAATAN SAMPAH SEBAGAI BAHAN BAKU ALTERNATIF REFUSE DERIVED FUEL: STUDI LITERATUR

HAWARI MILATULLAH ADIPUTRA FARUQI¹, SITI AINUN²

1. Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional, Bandung
 2. Program Studi Teknik Lingkungan Institut Teknologi Nasional, Bandung
- Email: hmaf.170601@mhs.itenas.ac.id

ABSTRAK

Pertumbuhan ekonomi yang pesat, urbanisasi, dan peningkatan jumlah penduduk menyebabkan konsumsi sumber daya meningkat dan menyebabkan peningkatan timbulan sampah dalam jumlah besar ke lingkungan. Sampah yang sudah dianggap residu akan bermuara ke Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) yang mengakibatkan adanya peningkatan timbulan sampah yang masuk ke TPA. *Refuse Derived Fuel* (RDF) merupakan solusi yang dapat digunakan untuk mengatasi permasalahan pengelolaan sampah dan kekurangan energi dengan memisahkan sampah yang mudah terbakar dan tidak mudah terbakar. Tulisan ini bertujuan membahas potensi pemanfaatan sampah sebagai bahan baku alternatif RDF berdasarkan komposisi sampah, karakteristik sampah, dan sistem pengolahan sampah. Ketiga hal tersebut dapat menentukan potensi pemanfaatan sampah sebagai bahan baku alternatif RDF. Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan bahwa komposisi, karakteristik, dan sistem pengolahan sampah dapat mempengaruhi potensi pemanfaatan RDF. Komposisi sampah dapat mempengaruhi jenis sampah yang dapat dimanfaatkan sebagai RDF. Karakteristik sampah dapat mempengaruhi kualitas pembakaran sampah yang dimanfaatkan sebagai RDF. Sistem pengolahan sampah yang tepat berpotensi sampah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif RDF. Saran untuk tulisan selanjutnya adalah kajian terkait kapasitas tiap unit RDF karena dapat menentukan timbulan sampah yang dapat diolah per satuan waktu dan untuk mengetahui sampah yang berpotensi menjadi produk RDF dan residu.

Kata kunci: komposisi, karakteristik, sistem pengolahan sampah, RDF

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan ekonomi yang pesat, urbanisasi, dan peningkatan jumlah penduduk telah menyebabkan konsumsi sumber daya meningkat, dan sebagai konsekuensinya terjadi peningkatan timbulan sampah dalam jumlah besar ke lingkungan (Edirisnghe et al., 2021). Sampah yang sudah dianggap sebagai residu akan bermuara ke TPA. TPA harus tersedia dengan menggunakan metode yang efektif. Penimbunan dan pembakaran sampah bukanlah solusi yang efektif yang dapat diterapkan. Menemukan lokasi alternatif TPA baru cukup mahal dan menantang (Zaman et al., 2021).

Pengurangan sampah menggunakan metode kompos di TPA kurang efektif diterapkan karena memerlukan lahan yang cukup luas, waktu yang lama dalam memroses sampah, dan hanya sampah organik yang dapat dijadikan kompos. Di samping itu, pemulung yang bekerja di sekitar TPA hanya memanfaatkan sampah yang bernilai jual saja, sehingga pengurangan di TPA cukup minim dan sisa sampah yang tidak dimanfaatkan hanya akan tertimbun di TPA.

RDF merupakan pemisahan fraksi mudah terbakar dan tidak mudah terbakar yang bersumber dari timbunan sampah (Hutabarat et al., 2018; Izaty et al., 2018). RDF dapat mengatasi permasalahan pengelolaan sampah dan kekurangan energi dengan memanfaatkan sampah menjadi RDF (Dianda et al., 2018). Implementasi RDF bersumber dari timbunan sampah telah diterapkan di Indonesia, salah satunya di TPST Jeruklegi, Kabupaten Cirebon. Pengelolaan sampah eksisting sebagai bahan baku RDF adalah 120 ton/hari (Kementerian Perindustrian, 2017).

Tulisan ini bertujuan membahas potensi pemanfaatan sampah sebagai bahan baku alternatif RDF berdasarkan komposisi sampah, karakteristik sampah, dan sistem pengolahan sampah. Ketiga hal tersebut dapat menentukan potensi pemanfaatan sampah sebagai bahan baku alternatif RDF.

2. METODOLOGI

2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur. Studi literatur ini digunakan untuk mengumpulkan dan mengkaji referensi-referensi yang bersumber dari jurnal ilmiah, laporan penelitian, dan buku terkait pemanfaatan sampah menjadi RDF. Platform mesin pencari yang digunakan untuk mengumpulkan referensi yang dibutuhkan adalah *Google Scholar*. Kata kunci yang dapat digunakan untuk menentukan potensi sampah sebagai bahan baku alternatif RDF adalah RDF sampah, potensi RDF, dan briket sampah. Referensi yang sudah didapatkan dilakukan inventarisasi. Software yang membantu dalam inventarisasi referensi penelitian ini adalah *Mendeley*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Komposisi Sampah

Berdasarkan komposisinya, sampah dapat bersifat mudah terbakar dan tidak mudah terbakar. Sampah mudah terbakar seperti: plastik; karet/kulit, kain/tekstil; resin sintetis; kertas; dan kayu. Sedangkan sampah tidak mudah terbakar adalah sampah organik dan sampah lainnya (logam besi dan kaca) (Rhoshenia et al., 2021). Berikut beberapa contoh komposisi sampah TPA yang ada di Indonesia dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Rata-Rata Komposisi Sampah TPA di Indonesia

No	Jenis Sampah	TPA Batu Layang, Kota Pontianak ¹	TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo ²	TPA Bakung, Kota Bandar Lampung ³	Rata-rata
1	Organik	66,00%	34,77%	61,96%	54,24%
2	Sampah Kebun dan Taman	9,50%	26,77%	2,81%	13,03%
3	Kayu, dll	1,80%	1,92%	0,94%	1,55%
4	Kertas/Karton	1,70%	4,52%	4,65%	3,62%
5	Kain/Tekstil	1,40%	4,80%	6,77%	4,32%
6	Nappies	-	10,40%	4,19%	4,86%
7	Karet/Kulit	2,70%	0,54%	0,07%	1,10%
8	Plastik	8,90%	15,60%	14,47%	12,99%
9	Logam	4,90%	0,16%	0,78%	1,95%
10	Non Logam	-	-	-	-
11	Kaca	1,70%	0,25%	3,36%	1,77%
12	B3	0,30%	0,27%	-	0,19%

No	Jenis Sampah	TPA Batu Layang, Kota Pontianak ¹	TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo ²	TPA Bakung, Kota Bandar Lampung ³	Rata-rata
13	Lain-lain	1,10%	0,00%	-	0,37%
	Total	100,00%	100,00%	100,00%	100,00%

Sumber: ¹Khatulistiwa et al., 2015; ²Gaol & Warmadewanthi, 2017; ³Iryani et al., 2019

Berdasarkan tabel tersebut, didapatkan rata-rata komposisi sampah TPA terbanyak dihasilkan di Indonesia adalah sampah organik, sampah kebun dan taman, dan sampah plastik. Maka jumlah timbulan sampah mudah terbakar lebih sedikit dibandingkan sampah tidak mudah terbakar. Meskipun sampah organik termasuk sampah tidak mudah terbakar, sampah organik seperti sisa makanan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF karena memiliki memiliki nilai kalor sebanyak 4650 kJ/kg dalam kondisi basis kering (Baawain et al., 2017). Rata-rata sampah organik menghasilkan kadar air yang tinggi (Widiyanti, 2022) yang berpengaruh terhadap pengurangan efisiensi pembakaran (Annisa, 2015), sehingga perlu pengeringan hingga memenuhi batas standar RDF.

Sampah mudah terbakar merupakan sampah dengan nilai kalor yang tinggi, sedangkan sampah tidak mudah terbakar memiliki nilai kalor yang rendah. Berdasarkan pernyataan tersebut terdapat hubungan antara sifat sampah dan nilai kalor. Nilai kalor didefinisikan sebagai jumlah panas yang dihasilkan per satuan berat pada proses pembakaran dari bahan suatu bahan bakar (Kementerian Perindustrian, 2017), sehingga semakin tinggi komposisi sampah yang mudah terbakar, semakin tinggi kalor yang dihasilkan sampah dan semakin berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai RDF.

Sampah tidak mudah terbakar merupakan sampah dengan nilai kalor rendah dan sebagian komposisinya seperti: logam; non logam; dan kaca berpotensi merusak unit RDF, terutama pada unit pencacah, sehingga perlu unit pemisahan dalam alur proses pengolahan RDF. Pemanfaatan sampah logam juga sangat berarti untuk keberlangsungan hidup pemulung di TPA, sehinggaantisipasi kerusakan unit RDF oleh sampah tidak mudah terbakar dapat dilakukan.

Metode untuk pengambilan timbulan dan komposisi sampah dapat didasarkan pada SNI 19-3964-1994. Frekuensi sampling timbulan dan komposisi sampah dilakukan selama 8 hari berturut-turut. Metode pengukuran lainnya untuk pengukuran komposisi sampah dapat didasarkan ASTM D 5231-92 (2003).

3.2 Karakteristik Sampah

Kualitas RDF dapat dipengaruhi oleh karakteristik fisik dan karakteristik kimia bahan bakar, dimana karakteristik ini akan mempengaruhi kualitas pembakaran RDF. Analisis karakteristik sampah dilakukan dengan melakukan analisis proksimat dan analisis ultimat. Teknik paling dasar dalam analisis proksimat adalah dengan mengevaluasi kadar air, kadar volatil, kadar abu, dan kadar karbon tetap (Hilmi et al., 2021). Kadar air, kadar abu, dan kadar volatil dapat memberikan indikasi yang baik mengenai mudah terbakarnya sampah kota (Zhao et al., 2016). Analisis secara kimia atau analisis ultimat digunakan untuk menilai parameter berdasarkan komposisi kimia RDF untuk aspek lingkungan dan teknis (Kimambo & Subramanian, 2014). Analisis kimia sangat penting untuk menghitung keseimbangan material secara akurat. Elemen utama pada bahan bakar adalah Karbon (C), Oksigen (O), Hidrogen (H), Nitrogen (N), dan Sulfur (S) (Akdag et al., 2016).

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**.

Tabel 2. Standar RDF

No	Parameter	Satuan	Kelas RDF			Negara
			1	2	3	
1	Kadar Air	% Berat	≤15	≤20	≤25	Indonesia ^a
2	Kadar Volatil	% Berat	≤65	≤70	≤75	Indonesia ^a
3	Kadar Abu	% Berat	≤15	≤20	≤25	Indonesia ^a
4	Kadar Karbon Tetap	% Berat	≥15	≥10	≥5	Indonesia ^a
5	Nilai Kalor Bersih (HHV)	MJ/kg	≥20	≥15	≥10	Indonesia ^a
6	Kadar Nitrogen	% Berat	≤1,00	≤1,50	≤2,50	Finlandia ^b
7	Kadar Sulfur	% Berat	≤0,20	≤0,30	≤0,50	Finlandia ^b
8	Kadar Klorin	% Berat	≤0,15	≤0,50	≤1,50	Finlandia ^b

Sumber: ^aKementrian ESDM, 2021 dalam Ismawati et al., 2022; dan ^bGendebien, 2003

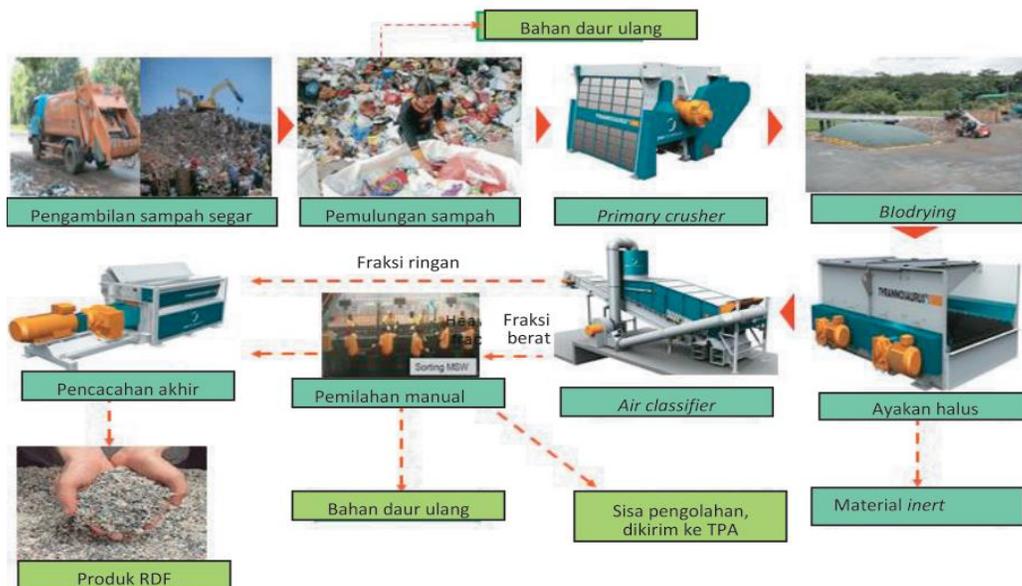
Berdasarkan tabel tersebut, tingginya nilai kelas RDF menunjukkan semakin baik kualitas RDF dalam segi teknis dan juga lingkungan. Contoh perbedaan standar RDF Kelas 1,2,3 dapat digambarkan pada tingginya nilai kadar air. Secara teknis, tingginya kadar air dapat mempengaruhi efisiensi serta meningkatkan konsumsi 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.

Contoh lainnya yang berpengaruh terhadap lingkungan adalah kadar sulfur. Semakin tinggi kadar sulfur, maka akan semakin tinggi pembentukan SO_x (Sari et al., 2023). Sulfur dapat menimbulkan korosi dan menimbulkan pencemaran gas asam dengan membentuk SO_2 dan SO_3 (Akdag et al., 2016). SO_2 bila beraksi dengan uap air dalam pembakaran dapat membentuk H_2SO_4 (Huseini et al., 2018). Maka, semakin tinggi kadar sulfur akan semakin tinggi korosi dan pencemaran gas asam akibat pembakaran RDF yang menyebabkan kualitasnya semakin buruk.

3.3 Sistem Pengolahan Sampah RDF

Sistem pengolahan sampah yang dapat digunakan untuk memanfaatkan sampah menjadi bahan baku alternatif RDF adalah dengan menggunakan sistem *Mechanical Biological Treatment (MBT)*, dimana sampah diolah secara mekanis/fisik dan juga biologis (Defra, 2013). Pengolahan secara fisik berfungsi untuk mereduksi ukuran sampah, sehingga didapatkan RDF yang padat dan memiliki nilai kalor yang tinggi. Pengolahan fisik juga berfungsi untuk memisahkan sampah yang mudah terbakar dan sampah tidak mudah terbakar. Sampah yang dimanfaatkan adalah sampah yang mudah terbakar. Sedangkan sampah tidak mudah terbakar dipisahkan karena memiliki nilai kalor yang rendah dan dapat merusak unit RDF. Pengolahan biologis difungsikan untuk menurunkan kadar air sampah sehingga dapat meningkatkan nilai efisiensi pembakaran RDF.

Alur pengolahan sampah menjadi bahan baku RDF menggunakan sistem MBT sudah diterapkan di TPST Jeruklegi, Kabupaten Cilacap. Sampah yang diolah sekitar 120 ton/hari (Kementerian Perindustrian, 2017). Alur proses pengolahan sampah menjadi bahan baku RDF dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Alur Proses Pengolahan RDF (Sumber: Kementerian Perindustrian, 2017)

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan didapatkan bahwa, komposisi, karakteristik, dan sistem pengolahan sampah dapat mempengaruhi potensi pemanfaatan RDF. Komposisi sampah dapat mempengaruhi jenis sampah yang dapat dimanfaatkan sebagai RDF. Karakteristik sampah dapat mempengaruhi kualitas pembakaran sampah yang dimanfaatkan sebagai RDF. Sistem pengolahan sampah RDF yang tepat menentukan potensi sampah dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif RDF. Saran untuk tulisan selanjutnya adalah kajian terkait kapasitas tiap unit RDF karena dapat menentukan timbulan sampah yang dapat diolah per satuan waktu dan untuk mengetahui sampah yang berpotensi menjadi produk RDF dan residu.

DAFTAR PUSTAKA

- Akdag, A. S., Atımtay, A., & Sanin, F. D. (2016). Comparison of fuel value and combustion characteristics of two different RDF samples. *Waste Management, 47*, 217–224.
- Annisa, B. (2015). Asesmen Potensi Recovery Energi dari Sampah Perkotaan di TPA (Tempat Pembuangan Sampah Akhir) Sampah untuk Infrastruktur Persampahan Berkelanjutan. *Annual Civil Engineering, 978–979*.
- Baawain, M., Al-Mamun, A., Omidvarborna, H., & Al-Amri, W. (2017). Ultimate Composition Analysis of Municipal Solid Waste in Muscat. *Journal of Cleaner Production, 148*, 355–362. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.02.013>

- Defra. (2013). Mechanical Biological Treatment of Municipal Solid Waste. *Department for Environment Food and Rural Affairs, February*, 57. <https://www.gov.uk/government/publications/mechanical-biological-treatment-of-municipal-solid-waste>
- Dewi Agustina Iryani, Muhammad Ikromi, Dikpride Despa, U. H. (2019). Karakterisasi Sampah Padat Kota dan Estimasi Emisi Gas Rumah Kaca di Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Bakung Kota Bandar Lampung. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 9(2), 218–228.
- Dianda, P., Mahidin, & Munawar, E. (2018). Production and Characterization Refuse Derived fuel (RDF) from High Organic and Moisture Contents of Municipal Solid Waste (MSW). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 334, 012035.
- Edirisnghe, L., Hemali, A., de Alwis, A., & Wijesundara, M. (2021). A World of Waste in One Cubic Meter – Portraying Waste to Life. *Bolgoda Plains*, 1(2), 52–54. <https://doi.org/10.31705/bprm.v2.2021.14>
- Gaol, M. L., & Warmadewanthi, I. D. A. A. (2017). Prediksi Dampak Lingkungan Pengelolaan Sampah di TPA Jabon, Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2), 2–7. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v6i2.25127>
- Gendebien, A. (2003). Refuse derived fuel, current practice and perspectives. *WRc Ref: CO5087-4*.
- Huseini, F., Solihin, & Pramusanto. (2018). Kajian Kualitas Batubara Berdasarkan Analisis Proksimat, Total Sulfur dan Nilai Kalor Untuk Pembakaran Bahan Baku Semen di PT Semen Padang Kelurahan Batu Gadang, Kecamatan Lubuk Kilangan, Kota Padang Provinsi Sumatera Barat. *Prosiding Teknik Pertambangan*, 4(2), 668–677.
- Hutabarat, I. N., Priyambada, I. B., Samudro, G., Lokahita, B., Syafrudin, S., Wardhana, I. W., & Hadiwidodo, M. (2018). Potensi Material Sampah Combustible pada Zona Pasif TPA Jatibarang Semarang sebagai Bahan Baku RDF (Refuse Derived Fuel). *Jurnal Teknik Mesin*, 7(1), 24. <https://doi.org/10.22441/jtm.v7i1.2241>
- Ismawati, Y., Proboretno, N., Septiono, M., & Zaki, K. (2022). Refuse-derived fuel in Indonesia. *Nexus3 Foundation/IPEN, Denpasar*.
- Izaty, F. N., Putra, H. P., & Lokahita, B. (2018). Analisis Karakteristik dan Komposisi Sampah Zona 1 TPA Piyungan Bantul Sebagai Bahan Baku RDF. *Indonesian Islamic University*.
- Kementerian Perindustrian. (2017). *Pedoman Spesifikasi Teknis: Refuse Derived Fuel (RDF) Sebagai Alternatif Bahan Bakar di Industri Semen*.
- Rhoshenia, D., Utami, R., & Khair, H. (2021). A Preliminary Study of a Landfill as a Raw Material for RDF: A Case Study in Medan City. *Journal of Physics: Conference Series*, 2049(1), 012044.
- Rizki, M., Dian, K., Jati, R., Fitria, L., Studi, P., Lingkungan, T., Teknik, J., Fakultas, S., & Universitas, T. (2015). *INVENTARISASI EMISI CH 4 DI TPA BATU LAYANG KOTA PONTIANAK PROVINSI Berdasarkan laporan Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) tahun 2006 sektor limbah (waste sector) turut menyumbang GRK ke atmosfer dimana khusus dari TPA Batu Layang di Kot. 1–10*.
- Sari, M. M., Septiariva, I. Y., Fauziah, E. N., Ummatin, K. K., Arifianti, Q. A. M. O., Faria, N., Lim, J. W., & Suryawan, I. W. K. (2023). Prediction of recovery energy from ultimate analysis of waste generation in Depok City, Indonesia. *International Journal of Electrical and Computer Engineering*, 13(1), 1–8. <https://doi.org/10.11591/ijece.v13i1.pp1-8>
- Widiyanti, F. S. M. (2022). *Identifikasi Karakteristik Fisik Sampah Berdasarkan Umur Timbunan Sampah Di Tpst Piyungan, Di Yogyakarta*. UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA YOGYAKARTA.
- Zaman, B., Oktiawan, W., Hadiwidodo, M., Sutrisno, E., & Purwono, P. (2021). Calorific and greenhouse gas emission in municipal solid waste treatment using biodrying. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 7(1), 33–46.