Jurnal Serambi Engineering JSE
Volume XI, No.4, Oktober 2026 Hal 21797 - 21803
p-ISSN : 2528-3561
e-ISSN : 2541-1934

Analisis Kualitas dan Kesesuaian *Offtaker* Aktual dari *Refused Derived Fuel (RDF)* (Studi Kasus: TPST Sentiong Kota Cimahi)

Allyah Rajwa Andriana*, Siti Ainun

Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Nasional, Bandung Indonesia
***Koresponden email**: allyaahrajwa@gmail.com

Diterima: 2 September 2026 Disetujui: 7 September 2026

Abstract
Refuse Derived Fuel (RDF) from municipal solid waste is typically assessed based on its theoretical calorific potential, though offtaker acceptability depends on offtaker-specific quality specifications. This study combines literature review and laboratory testing to identify TPST Sentiong RDF's quality gap against cement/power plant (PLTU) offtaker requirements. Composition-based classification shows that 93,42% of household waste input is *combustible* and suitable as RDF feedstock, with theoretical residue floor of 6,58% meeting the residue target (≤12%), however, reported operational residue reaches 25%, indicating the sorting stage is not yet optimal. Laboratory analysis of three RDF samples, S1 (plastic), S2 (biomass + plastic), S3 (biomass), showed as-received moisture of 3,60-59,67% and Dulong-corrected calorific values of 2.183-5.045 kcal/kg. against offtaker specifications, S1 met all cement requirements but not PLTU, due to chlorine content. S2 met neither cement nor PLTU specifications, mainly due to high moisture content. S3 met all cement specifications but not PLTU, due to moisture content and calorific value. These findings indicate that Cimahi City's waste has considerable potential as RDF feedstock, with aktual product quality currently more suitable for cement industry as an offtaker.
Keywords: *rdf quality, offtaker suitability, cement co-processing, pltu co-firing*

Abstrak
Refuse Derived Fuel (RDF) dari sampah kota umumnya dinilai dari potensi nilai kalor teoritis, padahal pemenuhannya bergantung pada spesifikasi mutu spesifik-offtaker. Penelitian ini menggunakan kajian literatur untuk mengidentifikasi kesenjangan mutu RDF TPST Sentiong. Kota Cimahi, terhadap kebutuhan offtaker semen dan PLTU. Klasifikasi berbasis komposisi menunjukkan 93,42% input sampah rumah tangga bersifat *combustible* dan berpotensi menjadi bahan baku RDF, dengan potensi residu teoritis 6,58% telah memenuhi target residu (≤12%), namun residu operasional yang dilaporkan mencapai 25%, mengindikasikan sistem operasional yang belum optimal, terutama pada tahap pemilahan. Hasil analisis laboratorium terhadap tiga sampel RDF, S1 (plastik), S2 (biomassa + plastik), dan S3 (biomassa), menunjukkan kadar air 3,60-59,67% dan nilai kalor terkoreksi Dulong 2.183-5.045 kkal/kg. Hasil perbandingan terhadap pemenuhan spesifikasi offtaker, S1 memenuhi seluruh spesifikasi semen tetapi tidak memenuhi spesifikasi PLTU akibat kandungan klorida. S2 tidak memenuhi spesifikasi semen maupun PLTU terutama akibat kadar air yang tinggi. Sementara itu, S3 memenuhi seluruh spesifikasi semen tetapi tidak memenuhi spesifikasi PLTU akibat kadar air dan Nilai Kalor Bakar. Temuan ini menunjukkan bahwa sampah Kota Cimahi memiliki potensi bahan baku RDF dengan mutu produk aktual pemanfaatannya saat ini lebih sesuai untuk offtaker industri semen.
Kata Kunci: *kualitas rdf, kesesuaian offtaker, co-processing semen, co-firing pltu*

1. Pendahuluan

Produksi *Refuse Derived Fuel* (RDF) dari sampah kota *Municipal Solid Waste* (MSW) dipandang sebagai strategi penting untuk menyisihkan residu dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) sekaligus memulihkan energi, karena fraksi mudah terbakar dari MSW dapat dipisahkan dari fraksi organik, inert dan material yang dapat didaur ulang sehingga menghasilkan bahan bakar yang lebih homogen dan lebih sesuai untuk pemanfaatan termal dibandingkan sampah campuran [1], [2], [3], [4]. Dalam praktiknya, RDF umumnya dihasilkan melalui *Mechanical Biological Treatment* (MBT) atau *bio-drying*, dan kedua pendekatan ini bertujuan untuk menurunkan kadar air, mengurangi fraksi *non-combustible*, serta meningkatkan keseragaman ukuran dan mutu bahan bakar [3], [4], [5], [6].

Literatur menunjukkan bahwa proses pengolahan sampah menjadi RDF dapat meningkatkan kualitas bahan bakar secara signifikan. Hal ini terlihat dari nilai kalor RDF yang umumnya lebih tinggi dibandingkan MSW mentah, yaitu dari sekitar 8-11 MJ/kg pada MSW menjadi 15-20 MJ/kg pada RDF, bahkan dapat mencapai 18-24 MJ/kg atau lebih tinggi Ketika fraksi mudah terbakar lebih dominan [4], [7], [8]. Namun, peningkatan nilai kalor belum cukup untuk menentukan mutu dan pemenuhan spesifikasi RDF oleh offtaker. Kualitas RDF juga dipengaruhi oleh beberapa parameter lain, seperti kadar air, klorin, abu, ukuran partikel, sulfur dan logam berat. Tingkat kepentingan masing-masing parameter dapat berbeda, bergantung pada teknologi pembakaran dan sektor pengguna RDF [2], [5], [8]. Salah satu parameter yang perlu mendapat perhatian khusus adalah klorin, terutama pada penggunaan RDF untuk *co-processing* di industri semen. Kandungan klorin yang tinggi, khususnya berasal dari PVC dan fraksi berklorin lainnya, dapat meningkatkan risiko korosi dan pembentukan deposit pada sistem pembakaran serta berpotensi mengganggu mutu klinker. Oleh karena itu, RDF dengan kandungan klorin yang rendah lebih disukai untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada klin semen.[7], [9], [10].

Kadar air yang tinggi masih menjadi salah satu kendala utama dalam pengolahan MSW di Indonesia dan negara berkembang. Komposisi MSW yang heterogen dan dominasi fraksi organik basah dapat menurunkan nilai kalor efektif, sehingga diperlukan pra-treatment sebelum residu dapat dimanfaatkan sebagai RDF. Salah satu metode yang banyak dipertimbangkan adalah *bio-drying* karena dapat menurunkan kadar air sekaligus meningkatkan nilai kalor RDF. Namun, keberhasilkan proses tersebut tetap dipengaruhi oleh karakteristik sampah yang masuk dan efektivitas pemilahan [3], [7], [8], [11].

Dalam pemanfaatannya, RDF telah banyak dikaji sebagai bahan bakar substitusi pada industri semen maupun sebagai bahan bakar *co-firing* pada PLTU. Meskipun demikian, kebutuhan karakteristik bahan bakar pada masing-masing offtaker berbeda. Beberapa studi menunjukkan bahwa RDF dari MSW dapat memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, bahkan mencapai lebih dari 20 MJ/kg pada fraksi yang telah terpilah, tetapi nilai tersebut belum tentu menggambarkan kualitas RDF yang dihasilkan secara aktual pada suatu fasilitas. Kualitas aktual RDF sangat dipengaruhi oleh kadar air, karakteristik bahan baku, efektivitas pemilahan, desain proses, dan konsistensi operasional. Dengan demikian, terdapat kesenjangan antara potensi RDF berdasarkan karakteristik sampah dengan kualitas RDF yang benar-benar dihasilkan dan dimanfaatkan oleh offtaker [1], [3], [12], [13].

Kondisi tersebut menunjukkan bahwa penilaian RDF tidak cukup hanya berdasarkan potensi nilai kalor secara teoritis, tetapi perlu dibandingkan dengan kualitas aktual RDF dan kebutuhan spesifikasi dari masing-masing offtaker. Oleh karena itu, kajian ini diarahkan untuk membandingkan karakteristik RDF berdasarkan hasil kajian literatur dengan hasil uji laboratorium RDF TPST Sentiong serta kebutuhan mutu offtaker. Perbandingan tersebut diharapkan dapat menunjukkan sejauh mana RDF TPST Sentiong memenuhi spesifikasi teknis yang dibutuhkan, sekaligus mengidentifikasi kesenjangan antara potensi RDF secara teoritis dan kualitas aktual yang dihasilkan. Kajian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi seberapa besar potensi sampah Kota Cimahi yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF berdasarkan komposisinya, (2) memproyeksikan besarnya residu yang dihasilkan dari potensi tersebut dalam pemenuhan KPI residu ≤12%, dan (3) mengevaluasi kesesuaian kualitas RDF aktual yang dihasilkan TPST Sentiong terhadap spesifikasi teknis offtaker. Kajian ini tidak hanya menilai mutu produk RDF, tetapi juga potensi bahan baku yang tersedia serta capaian pengukuran residu terhadap target yang ditetapkan.

2. Metode Penelitian

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian yaitu di TPST Sentiong, sebuah fasilitas pengolahan sampah mekanis berkapasitas 50 ton/hari di Kota Cimahi, Jawa Barat, yang memproduksi RDF/Bahan Bakar Jumputan Padat (BBJP) untuk *co-processing* industri semen. Kajian ini menggunakan dua sumber data yang bersifat saling melengkapi.

2.2 Data kajian literatur

Data kajian literatur (*composition-based review*). Data komposisi sampah rumah tangga Kota Cimahi (organik 60%, anorganik 17%, residu 21%, B3 2%) mengacu pada Sandro dan Ainun [14], dengan pemecahan sub-fraksi mengacu data komposisi nasional Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) KLHK [15], serta *Standar Operasional Procedure* (SOP) internal TPST Sentiong [16] untuk sub-fraksi residu (popok, plastik multilayer, *bulk waste*). Setiap sub-fraksi dinilai kesesuaiannya terhadap dua spesifikasi offtaker: industri semen (NKB ≥3.000 kkal/kg, Cl ≤1%, kadar air ≤20%) [17] dan *co-firing* PLTU (NKB ≥4.780 kkal/kg, Cl ≤0,2%, kadar air <15%) [18] sesuai SNI 8966:2021, dengan data pendukung karakteristik *combustible* dari [19], [20].

2.3 Data uji laboratorium

Data primer uji laboratorium. Tiga sampel RDF diambil dari TPST Sentiong pada 31 Oktober 2024 dan dianalisis di Laboratorium Buangan Padat dan B3, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung (No. Lab. 024/BP/Lab.B3/XI/2024): (S1) Sampah Plastik RDF, (S2) Biomassa dan Plastik, dan (S3) Biomassa. Analisis proksimat meliputi kadar air *as received* (ASTM D2216-80), kadar air *air dried* (ASTM D3173-03), kadar volatil (ASTM D3175-07), kadar abu (ASTM D3174-02), dan fixed carbon (ASTM D3172-07a). Analisis ultimat (ASTM 3172-3175) meliputi kandungan karbon, hidrogen, oksigen, nitrogen, sulfida, dan klorida pada basis berat kering.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Potensi RDF dan Residu Berdasarkan Kajian Literatur

Tabel 1 menyajikan klasifikasi komponen sampah rumah tangga Kota Cimahi menjadi fraksi *combustible* dan *non-combustible* mengacu pada klasifikasi baku pengelolaan sampah [19], [20], terlepas dari kesesuaiannya terhadap ambang batas nilai kalor, klorida, maupun kadar air spesifik offtaker. Hasil klasifikasi menunjukkan bahwa 93,42% dari total input tergolong *combustible*, mencakup sisa makanan, sampah taman, plastik, kertas/karton, tekstil/kain, karet/kayu, plastik multilayer/sachet, dan *bulk waste*, sedangkan 6,58% tergolong *non-combustible*, yaitu logam, kaca, popok/pembalut, dan B3. Fraksi B3 tidak dimasukkan sebagai bahan baku RDF karena termasuk limbah berbahaya. Dengan demikian, sekitar 93,42% sampah Kota Cimahi secara komposisi masih berpotensi digunakan sebagai bahan baku RDF. Sisanya sebesar 6,58% merupakan material yang secara inheren tidak dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF.

Tabel 1. Kesesuaian komponen sampah terhadap spesifikasi tiga offtaker RDF berdasarkan kajian literatur

No	Komponen Sampah	% Input	Klasifikasi
1	Sisa makanan	42,7%	*Combustible* [20], [21]
2	Sampah taman	10,76%	*Combustible* [20], [21]
3	Plastik	18,77%	*Combustible* [20], [21]
4	Kertas/karton	11,96%	*Combustible* [20], [21]
5	Tekstil/kain	2,76%	*Combustible* [20], [21]
6	Karet/kayu	1,25%	*Combustible* [20], [21]
7	Logam	1,91%	*Non-combustible* [22]
8	Kaca	2,77%	*Non-combustible* [22]
9	Popok/pembalut	1,7%	*Combustible* [23]
10	Plastik multilayer/sachet	1,76%	*Combustible* [20], [21]
11	*Bulk waste*	1,76%	*Combustible* [24]
12	B3	2%	*Non-combustible* [3]
	TOTAL	100%	*Combustible*: 93,42% / *Non-combustible*: 6,58%

Sumber: Hasil Analisis, 2026

Ketersediaan bahan baku *combustible* belum menjamin kesesuaian mutu RDF terhadap spesifikasi teknis offtaker, mengingat TPST Sentiong menghasilkan beberapa jenis produk RDF (*fluff*/plastik, biomassa, dan campuran biomassa-plastik). Masing-masing produk memiliki karakteristik yang berbeda, sehingga kesesuaiannya perlu dilihat berdasarkan spesifikasi mutu dari offtaker yang dituju. Hal ini penting karena kebutuhan mutu industri semen dan PLTU memiliki batasan yang berbeda. Oleh karena itu, kesesuaian RDF yang diproduksi TPST Sentiong terhadap spesifikasi masing-masing offtaker selanjutnya dianalisis berdasarkan hasil uji laboratorium.

3.2 Gambaran Umum Operasional TPST Sentiong

TPST Sentiong merupakan fasilitas pengolahan sampah berbasis RDF di Kota Cimahi yang telah beroperasi sejak September 2024 dengan kapasitas desain 50 ton/hari. Sistem pengolahan di TPST Sentiong terbagi menjadi dua jalur proses yang beroperasi secara paralel dengan urutan proses yang sama. Berdasarkan data sekunder operasional periode Januari-Juli 2025, rata-rata sampah yang masuk ke fasilitas sebesar 23,93 ton/hari, sedangkan sampah yang berhasil diolah sebesar 16,74 ton/hari.

Alur pengolahan sampah di TPST Sentiong dimulai dari tahap penerimaan (*receiving*) menggunakan jembatan timbang, dilanjutkan dengan penanganan (*unloading & feeding*), pemisahan manual di sepanjang conveyor untuk memisahkan Material Daur Ulang (MDU), pengolahan fasa organik dan anorganik

menggunakan rangkaian mesin, hingga pengeringan di area guludan sebelum dikemas menjadi produk akhir. Dari proses tersebut, TPST Sentiong menghasilkan beberapa jenis produk, yaitu MDU, biomassa, *fluff*, organik *fresh*, organik *booster*, dan residu. Namun dari seluruh produk tersebut, hanya tiga jenis produk yang menjadi fokus dalam pengujian kualitas RDF pada penelitian ini, yaitu *fluff*, biomassa, dan campuran *fluff* biomassa.

Klasifikasi *combustible*/*non-combustible* pada Tabel 1 memperkirakan potensi residu dari sisi bahan baku sebesar 6,58% dari total input, jauh lebih rendah dibandingkan target residu ≤12% dan residu operasional TPST Sentiong yang dilaporkan sebesar 25% dari total input harian. Kondisi ini mengindikasikan bahwa 6,58% merepresentasikan residu minimum yang secara teoritis dapat dicapai apabila seluruh fraksi *combustible* berhasil dipilah dan diproses secara optimal, sedangkan selisihnya terhadap 25% yang dilaporkan mencerminkan inefisiensi proses di lapangan, seperti keterbatasan pemilahan manual maupun fraksi *combustible* yang ikut terbuang bersama fraksi residu akibat keterbatasan durasi pemilahan. Dengan demikian, potensi bahan baku RDF Kota Cimahi sebesar 93,42% belum sepenuhnya terealisasi secara optimal, dan strategi optimalisasi RDF di TPST Sentiong sebaiknya diprioritaskan pada peningkatan efektivitas pemilahan manual untuk mendekatkan residu minimum yang dapat dicapai secara teoritis.

3.3 Karakteristik Aktual RDF TPST Sentiong Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium

Tabel 2 dan Tabel 3 menyajikan hasil uji laboratorium proksimat dan ultimat tiga sampel RDF TPST Sentiong. Kadar air *as received* bervariasi tajam antar sampel: S1 (Sampah Plastik RDF) sebesar 3,60%, S3 (Biomassa) sebesar 17,85%, sedangkan S2 (Biomassa dan Plastik) mencapai 59,67%, jauh melampaui ambang toleransi kedua offtaker. Kandungan klorida ketiga sampel tergolong rendah (0,11-0,82% BK), hanya memenuhi untuk spesifikasi semen (≤1%).

Tabel 2. Hasil analisis proksimat sampel RDF TPST Sentiong

Parameter	Metode	Satuan	S1: Sampah Plastik RDF	S2: Biomassa + Plastik	S3: Biomassa
Kadar Air (*as received*)	ASTM D2216-80	% BK	3,60	59,67	17,85
Kadar Air (*air dried*)	ASTM D3173-03	% BK	1,57	41,69	10,90
Kadar Volatil (*air dried*)	ASTM D3175-07	% BK	76,25	44,51	68,31
Kadar Abu (*air dried*)	ASTM D3174-02	% BK	17,03	10,24	16,91
Fixed Carbon (*air dried*)	ASTM D3172-07a	% BK	5,15	3,56	3,88

Sumber: Hasil Uji Lab (Lab. Buangan Padat dan B3 FTSL ITB, No. 024/BP/Lab.B3/XI/2024)

Tabel 3. Hasil analisis ultimat sampel RDF TPST Sentiong

Parameter	Metode	Satuan	S1: Sampah Plastik RDF	S2: Biomassa + Plastik	S3: Biomassa
Carbon (C)	ASTM 3172-3175	% BK	47,43	44,92	52,29
Hidrogen (H)	ASTM 3172-3175	% BK	8,11	10,11	6,51
Oksigen (O)	ASTM 3172-3175	% BK	31,27	18,21	25,44
Nitrogen (N)	ASTM 3172-3175	% BK	0,63	0,87	2,25
Sulfida (S)	ASTM 3172-3175	% BK	0,07	0,39	0,21
Chlorida (Cl)	ASTM 3172-3175	% BK	0,82	0,56	0,11

Sumber: Hasil Uji Lab (Lab. Buangan Padat dan B3 FTSL ITB, No. 024/BP/Lab.B3/XI/2024)

3.3 Nilai Kalor Bakar dan Kesesuaian terhadap Spesifikasi Offtaker

Laboratorium tidak melakukan uji kalorimetri langsung terhadap sampel RDF, sehingga NKB pada penelitian ini diestimasikan dari data ultimat menggunakan korelasi Dulong, bukan hasil pengukuran kalorimetri. Nilai kalor bakar dihitung dari data ultimat menggunakan korelasi Dulong menghasilkan NKB basis kering yang tinggi untuk ketiga sampel (5.256-6.301 kkal/kg), konsisten dengan kandungan karbon dan hydrogen fraksi plastik yang dominan pada MSW [25]. Setelah dikoreksi terhadap kadar air aktual (**Tabel 4** dan **Gambar 1**), NKB *as received* S1 dan S3 tetap tinggi (5.045 dan 4.290 kkal/kg) dan melampaui ambang batas kedua offtaker, sedangkan NKB *as received* S2 menurun menjadi 2.183 kkal/kg, gagal memenuhi ambang untuk semen (≥3.000) dan PLTU (≥4.780).

Kesesuaian ketiga sampel RDF terhadap spesifikasi offtaker selanjutnya dianalisis per parameter, dimulai dari kadar air *as received* . Pada sampel berbasis plastik (S1), kadar air sebesar 3,60% berada jauh

di bawah ambang kedua offtaker (semen ≤20%; PLTU ≤15%), sehingga dari sisi kadar air S1 memenuhi baik untuk semen maupun PLTU. Pada sampel biomassa (S3), kadar air sebesar 17,85% masih memenuhi ambang semen namun telah melampaui ambang PLTU yang lebih ketat, sehingga dari sisi kadar air S3 hanya memenuhi untuk semen. Pada sampel campuran biomassa-plastik (S2) gagal memenuhi baik semen maupun PLTU. Hal ini sesuai dengan sifat higroskopis plastik yang jauh lebih rendah dibandingkan fraksi biomassa, dan menegaskan bahwa kadar air secara empiris menjadi penentu utama kesesuaian produk pada kedua offtaker.

Parameter kedua yang dibandingkan adalah kandungan klorida. Pada S1 (plastik), klorida sebesar 0,82% BK masih memenuhi ambang semen (≤1,0% BK) tetapi melampaui ambang PLTU yang jauh lebih ketat (≤0,2% BK), sehingga dari sisi klorida S1 hanya memenuhi untuk semen. Pada S3 (biomassa), klorida sebesar 0,56% BK memenuhi ambang semen namun melampaui ambang PLTU, sehingga dari sisi klorida S2 juga hanya memenuhi untuk semen. Sedangkan klorida S3 yang rendah sesuai dengan dominasi fraksi biomassa yang secara umum rendah klorin.

Parameter ketiga adalah nilai kalor bakar (NKB) *as received* . S1 (plastik) menghasilkan NKB tertinggi (5.045 kkal/kg) dan melampaui ambang kedua offtaker. S3 (biomassa) menghasilkan NKB 4.290 kkal/kg, memenuhi ambang semen (≥3.000 kkal/kg) namun berada di bawah ambang PLTU (≥4.780 kkal/kg). S2 (campuran) menghasilkan NKB terendah (2.183 kkal/kg) akibat kadar airnya yang sampah tinggi, sehingga gagal memenuhi ambang kedua offtaker. Rekapitulasi kesesuaian ketiga parameter tersebut per sampel terhadap masing-masing offtaker disajikan pada **Tabel 4**.

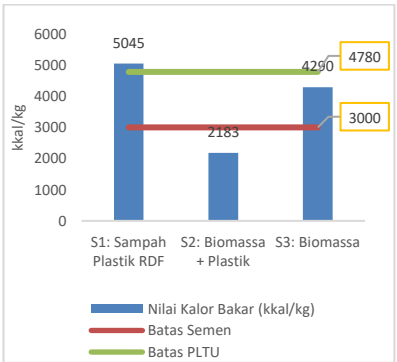
Tabel 4. Nilai kalor bakar (koreksi Dulong), klorida, dan kadar air sampel RDF terhadap ambang batas offtaker

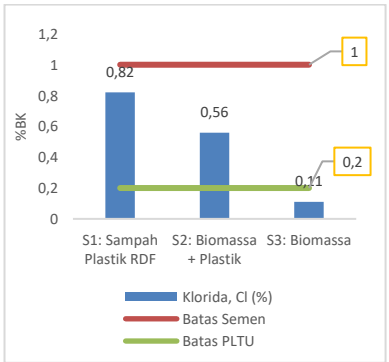
Parameter	Ambang Batas Offtaker	S1	S2	S3
NKB *as received* (kkal/kg)	Semen ≥3.000, PLTU ≥4.780	5.045	2.183	4.290
Klorida, Cl (% BK)	Semen ≤1,0, PLTU ≤0,2	0,82	0,56	0,11
Kadar air *as received* (%)	Semen ≤20, PLTU ≤15	3,60	59,67	17,85
Status kesesuaian	Semen / Tekstil / PLTU	✓/✓/✓	✗/✓/✗	✓/✓/✓

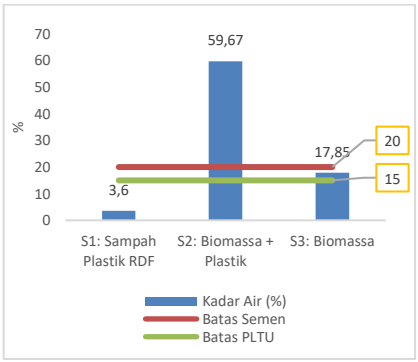
Sumber: Hasil analisis, 2026

Secara keseluruhan (**Tabel 4**), S1 dan S3 memenuhi seluruh tiga parameter (NKB, klorida, kadar air) untuk spesifikasi offtaker semen, sedangkan tidak satu pun sampel yang memenuhi spesifikasi PLTU secara utuh. Pola kegagalan terhadap PLTU bersifat spesifik per sampel: S1 gagal karena kadar klorida (0,82% BK) melampaui ambang PLTU yang ketat (≤0,2% BK) dibanding ambang semen. S3 gagal karena NKB (4.290 kkal/kg) berada di bawah ambang PLTU (≥4.780 kkal/kg) meski selisihnya relatif tipis, sementara S2 gagal pada kedua offtaker akibat kadar air yang sangat tinggi (59,67%). Temuan ini menunjukkan bahwa spesifikasi PLTU *co-firing* jauh lebih ketat dibanding semen pada dua parameter sekaligus (NKB dan klorida), sehingga RDF hasil TPST Sentiong pada kondisi eksisting hanya memungkinkan untuk offtaker semen, bukan PLTU. Implikasinya, klorida dianggap parameter kritis ketika offtaker yang dituju adalah PLTU dengan ambang yang lebih konservatif.

Ini mengindikasikan bahwa kelayakan RDF bersifat offtaker-spesifik, bukan generik: proses pemilahan eksisting di TPST Sentiong baik manual maupun mekanis melalui Turbo Separator cukup efektif menyisihkan fraksi berklorida tinggi untuk memenuhi ambang semen, namun belum cukup ketat untuk ambang PLTU. Parameter yang secara empiris tetap menjadi penentu utama kelulusan produk (pada kedua offtaker) adalah kadar air, sejalan dengan temuan literatur bahwa efektivitas *bio-drying* menentukan apakah NKB potensial suatu fraksi dapat direalisasikan [21].







Gambar 1. Kesesuaian karakteristik sampel RDF TPST Sentiong terhadap ambang batas spesifikasi dua offtaker
Sumber: (data uji laboratorium ITB, 2024; NKB = nilai terhitung, bukan hasil kalorimetri)

4. Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa potensi RDF tidak cukup dilihat dari nilai kalor teoritis saja. Potensi tersebut juga perlu dilihat dari ketersediaan bahan baku, kualitas RDF yang dihasilkan, dan kebutuhan masing-masing offtaker. Berdasarkan komposisi sampah Kota Cimahi, sekitar 93,42% sampah termasuk *combustible* dan berpotensi menjadi bahan baku RDF, sedangkan sekitar 6,58% merupakan residu yang memang tidak dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku RDF. Namun, kondisi di TPST Sentiong menunjukkan bahwa residu operasional yang dilaporkan mencapai 25% dari total input harian. Perbedaan ini mengindikasikan adanya sistem operasional yang belum berjalan optimal, terutama pada tahap pemilahan, sehingga sebagian sampah *combustible* belum sepenuhnya terealisasi menjadi RDF.

Hasil uji laboratorium terhadap tiga sampel RDF juga menunjukkan bahwa ketersediaan bahan baku belum tentu menghasilkan RDF yang sesuai dengan kebutuhan offtaker. Sampel S1 dan S3 memenuhi seluruh parameter untuk industri semen, sedangkan tidak ada sampel yang memenuhi seluruh persyaratan PLTU. Ketidaksesuaian pada setiap sampel juga berbeda, yaitu S1 pada klorida, S3 pada nilai kalor, dan S2 pada kadar air yang tinggi. Dari ketiga parameter tersebut, kadar air menjadi salah satu faktor penting yang memengaruhi kesesuaian RDF, terutama karena batas kadar air PLTU lebih ketat. Kadar klorida juga menjadi faktor penting untuk PLTU karena batas yang ditetapkan lebih rendah dibandingkan industri semen.

Secara keseluruhan, sampah Kota Cimahi memiliki potensi yang tinggi sebagai bahan baku RDF, tetapi kualitas RDF yang dihasilkan TPST Sentiong pada kondisi saat ini lebih sesuai untuk industri semen dibandingkan PLTU. Oleh karena itu, perbaikan sebaiknya difokuskan pada proses pemilahan manual yang lebih konsisten. Dengan perbaikan tersebut, potensi bahan baku yang tersedia dapat lebih banyak dimanfaatkan menjadi RDF yang memenuhi kebutuhan offtaker.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pengelola TPST Sentiong, Kota Cimahi, atas dukungan data dan akses lapangan dalam penelitian ini.

6. Singkatan

RDF	Refuse Derived Fuel
MSW	Municipal Solid Waste
MBT	Mechanical-Biological Treatment
TPST	Tempat Pengolahan Sampah Terpadu
NKB	Nilai Kalor Bakar
Cl	Klorida
BK	Berat Kering
PLTU	Pembangkit Listrik Tenaga Uap
KLHK	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
SIPSN	Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional

7. Daftar Pustaka

[1] I. W. K. Suryawan, I. M. W. Wijaya, N. K. Sari, I. Y. Septiariva, and N. L. Zahra, “Potential of Energy Municipal Solid Waste (MSW) to Become Refuse Derived Fuel (RDF) in Bali Province, Indonesia,” *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, vol. 10, no. 1, pp. 09–15, Sep. 2021, doi: 10.15294/JBAT.V10I1.29804.

[2] R. Sarc and K. E. Lorber, “Production, quality and quality assurance of Refuse Derived Fuels (RDFs),” *Waste Management*, vol. 33, no. 9, pp. 1825–1834, Sep. 2013, doi: 10.1016/J.WASMAN.2013.05.004.

[3] K. Sarquah *et al.*, “Characterization of Municipal Solid Waste and Assessment of Its Potential for Refuse-Derived Fuel (RDF) Valorization,” *Energies (Basel).*, vol. 16, no. 1, Jan. 2023, doi: 10.3390/en16010200.

[4] M. Alfè *et al.*, “Pyrolysis and Gasification of a Real Refuse-Derived Fuel (RDF): The Potential Use of the Products under a Circular Economy Vision,” *Molecules*, vol. 27, no. 23, Dec. 2022, doi: 10.3390/molecules27238114.

[5] N. Ahmed, "Refuse-derived fuel (RDF) production and analysis in mechanical-biological treatment (MBT) plant from the municipal solid waste," *Journal of Zankoy Sulaimani - Part A*, vol. 25, no. 2, p. 12, Dec. 2023, doi: 10.17656/JZS.10913.

[6] B. Zaman, N. Hardyanti, B. P. Samadikun, M. S. Restifani, and P. Purwono, "Conversion of municipal solid waste to refuse-derived fuel using biodrying," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 623, no. 1, Jan. 2021, doi: 10.1088/1755-1315/623/1/012003.

[7] A. Sakri, A. Aouabed, A. Nassour, and M. Nelles, "Refuse-derived fuel potential production for co-combustion in the cement industry in Algeria," *Waste Management and Research*, vol. 39, no. 9, pp. 1174–1184, Sep. 2021, doi: 10.1177/0734242X20982277.

[8] I. M. W. Widyarsana and D. Saraswati, "Comparative Analysis of Municipal Solid Waste to RDF Pretreatment Methods in Indonesia," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 1065, no. 1, p. 012058, Jul. 2022, doi: 10.1088/1755-1315/1065/1/012058.

[9] Zaherunaja, E. B. Demmalino, Nazaruddin, and A. Santi, "Potential Renewable Energy from Landfill Waste and Refuse-Derived Fuel at Bantargebang," *Engineering, Technology and Applied Science Research*, vol. 15, no. 4, pp. 24277–24284, Aug. 2025, doi: 10.48084/etasr.10250.

[10] Shumal, Mohammad, et al. "Comprehensive analysis of municipal solid waste rejected fractions as a source of Refused Derived Fuel in developing countries (case study of Isfahan-Iran): Environmental Impact and sustainable development." *Renewable Energy* 146 (2020): 404-413.

[11] P. Dianda, M. Mahidin, and E. Munawar, "Production and characterization refuse derived fuel (RDF) from high organic and moisture contents of municipal solid waste (MSW)," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 334, no. 1, Apr. 2018, doi: 10.1088/1757-899X/334/1/012035.

[12] G. Sagala, G. A. Kristanto, M. A. Kusuma, and S. Rizki, "Assessment of municipal solid waste as refuse derived fuel in the cement industry," *Int. J. Adv. Sci. Eng. Inf. Technol.*, vol. 8, no. 4, pp. 1062–1070, 2018, doi: 10.18517/IJASEIT.8.4.3469.

[13] T. T. Anasstasia, E. Lestianingrum, R. B. Cahyono, and M. M. Azis, "Life Cycle Assessment of Refuse Derived Fuel (RDF) for Municipal Solid Waste (MSW) Management: Case Study Area Around Cement Industry, Cirebon, Indonesia," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 778, no. 1, Apr. 2020, doi: 10.1088/1757-899X/778/1/012146.

[14] Sandro, Richard, And Siti Ainun. "Identifikasi Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kota Cimahi." *Prosiding FTSP Series* (2023): 2142-2147.

[15] SIPSN, "Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional." Accessed: May 05, 2026. [Online]. Available: https://sampahnasional.kemenlh.go.id/

[16] Oktafiani, Sintia. *Perancangan Standar Operasional Prosedur Pengelolaan Sampah Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi Mendalo*. Diss. Universitas Jambi, 2025.

[17] Kementerian Perindustrian, "Pedoman Spesifikasi Teknis Refuse Derived Fuel (RDF) sebagai Alternatif Bahan Bakar di Industri Semen," 2017.

[18] "Standar Nasional Indonesia (SNI) 8966:2021 Bahan bakar jumputan padat untuk pembangkit listrik," 2021, [Online]. Available: www.bsn.go.id

[19] Tchobanoglous, George, and Frank Kreith. "Handbook Of Solid Waste Manajemen." 2002.

[20] Jian, Tang, et al. "Research status and prospects of intelligent optimization control for municipal solid waste incineration process." *Acta Automatica Sinica* 49.10 (2023): 2019-2059.

[21] E. M. Maulidayanti, M. Yuliani, M. H. Robbani, W. Wiharja, E. Hambali, and D. Setyaningsih, "Evaluasi Produksi Refuse-Derived Fuel (RDF) dari Sampah Perkotaan (Studi Kasus: RDF Plant di Kabupaten Cilacap)," *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 25, no. 2, pp. 179–189, Jul. 2024, doi: 10.55981/JTL.2024.1008.

[22] Shaba Idris Hassan, Ojong Elias Ojong, Wosu Chimene Omeke, and Dagde Kenneth Kekpugile, "Conversion and analysis of incinerated Kano municipal solid wastes for management and control," *International Journal of Frontline Research in Engineering and Technology*, vol. 3, no. 2, pp. 001–024, Aug. 2025, doi: 10.56355/ijfret.2025.3.2.0024.

[23] A. Z. Abilmagzhanov, N. S. Ivanov, O. S. Kholkin, and I. E. Adelbaev, "Assessment of the Energetical and Biological Characteristics of Municipal Solid Waste from One of the Largest Landfills in Kazakhstan," *Recycling*, vol. 7, no. 5, Oct. 2022, doi: 10.3390/recycling7050080.

[24] Wahyono, S., F. L. Sahwan, and F. Suryanto. "Characterization of municipal solid waste for waste to energy feedstock in Jakarta." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. Vol. 1034. No. 1. IOP Publishing, 2022.

[25] S. Nanda and F. Berruti, “Thermochemical conversion of plastic waste to fuels: a review,” Feb. 01, 2021, *Springer Science and Business Media Deutschland GmbH*. doi: 10.1007/s10311-020-01094-7.