



Department of Digital Business

Journal of Artificial Intelligence and Digital Business (RIGGS)

Homepage: <https://journal.ilmudata.co.id/index.php/RIGGS>

Vol. 4 No. 3 (2025) pp: 7015-7023

P-ISSN: 2963-9298, e-ISSN: 2963-914X

Analisis Kualitas RDF dengan Bahan Baku Sampah Anorganik dalam Pemenuhan Parameter Fisik Berdasarkan SNI 01-6235-2000 (Studi Kasus : TPS 3R Kedung Cowek)

Nadhira Putri Amalia Firdaus¹, Praditya Sigit Ardisty Sitogasa²

Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik dan Sains, Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
praditya.s.tl@upnjatim.ac.id

Abstrak

Sampah anorganik semakin bertambah dan menjadi permasalahan di daerah perkotaan. Menggunakan sampah anorganik terutama jenis plastik multilayer sebagai bahan baku Refuse Derived Fuel (RDF) adalah salah satu cara alternatif untuk membantu memenuhi kebutuhan energi yang berkelanjutan sekaligus mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA. Penelitian ini menggunakan plastik multilayer sebagai bahan dasar karena memiliki kandungan energi yang besar dan kadar air yang rendah. Hasil analisis menunjukkan bahwa RDF dari plastik multilayer dengan perekat tapioka dan tanah liat memiliki nilai kalor ≥ 5.000 kcal/kg ini sesuai dengan SNI 01-6235-2000 yang mengacu pada SNI 8966-2021. Penggunaan plastik multilayer sebagai RDF berpotensi mengurangi jumlah sampah plastik yang dihasilkan sekaligus menyediakan sumber energi yang dapat terbarukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air RDF berkisar antara 0,33-0,90%. Nilai terendah didapatkan saat menggunakan tanah liat yang cepat kering dan tidak mudah menyerap air. Kadar abu RDF berada di antara 2,02-14,63%, dengan tanah liat cenderung meningkatkan kadar abu karena sifat mineraliknya. Kadar volatile matter berkisar antara 0,53-0,99%, dan nilai lebih tinggi diperoleh dari penggunaan tapioka karena kandungan organiknya. Secara umum, jenis dan jumlah bahan perekat memengaruhi kualitas RDF yang dihasilkan. Hasil ini menunjukkan bahwa pemilihan bahan perekat yang tepat sangat penting untuk menentukan karakteristik RDF, terutama dalam mencapai kadar air rendah, kadar abu yang optimal serta kandungan volatile yang mendukung nilai kalor dan potensi energi

Kata kunci: RDF, Sampah Anorganik Multilayer, TPS 3R Kedung Cowek, Parameter Fisik RDF

1. Latar Belakang

Permasalahan sampah di Indonesia semakin kompleks karena peningkatan jumlah penduduk dan pola konsumsi masyarakat yang dipengaruhi kemudahan atau akses plastik sekali pakai. Sampah secara sederhana bisa dibagi menjadi tiga jenis utama, yaitu sampah organik, anorganik, dan residu. Masing-masing jenis sampah memiliki sifat dan tantangan tersendiri dalam pengelolaannya. Menurut Aulia (2024), sampah organik seperti sisa makanan dan daun mudah hancur tetapi kalau tidak diolah dengan benar bisa menghasilkan gas rumah kaca terutama metana yang menyebabkan pemanasan global. Sampah anorganik seperti plastik, kertas, logam, dan kaca tidak bisa hancur, sulit terurai, dan bisa mencemari tanah, air, dan laut. Sampah residu seperti popok sekali pakai, kemasan berlapis, dan limbah beracun mengandung bahan berbahaya dan perlu dikelola dengan cara khusus karena sulit didaur ulang (Fitriani, 2022).

Dari data Dinas Lingkungan Hidup Kota Makassar (2024), DLH Kota Makassar mengoptimalkan 9 TPS 3R. Laporan tersebut menyebutkan angka pengurangan harian sampah hingga 200 ton/hari pada program tertentu yang dimana sebanyak 54,70% sampah organik, 27,85% sampah anorganik dan sisanya 17,45% adalah sampah residu. Dan berdasarkan data Dinas Lingkungan Hidup Kota Palangka Raya (2022), menunjukkan bahwa sampah organik menyumbang 50% dari total sampah yang dihasilkan sedangkan sampah anorganik (termasuk plastik, logam, dan kertas) menyumbang 35% dan sebanyak 15% sampah lainnya dapat dikategorikan sebagai residu untuk diangkut ke TPA. Maka dari itu, adanya TPS 3R Kedung Cowek memudahkan untuk pemilahan sampah. Karena pemilahan sampah di tempat asal masih rendah, ketiga jenis sampah tersebut sering dicampur, menyulitkan pengolahan, dan membuat tempat pembuangan akhir cepat penuh (Anonim, 2025). Salah satu cara untuk mengurangi sampah, terutama sampah anorganik, sekaligus memanfaatkan energi dari sampah itu adalah membuat Refuse Derived Fuel (RDF).

RDF adalah bahan bakar alternatif yang dibuat dari pengolahan sampah padat, terutama sampah anorganik dan sampah bernilai kalor tinggi seperti plastik (Abbasi, 2020). RDF dianggap sebagai solusi untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil sekaligus mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke TPA (Suryaningsih, 2020). Pemanfaatan RDF di Indonesia mulai berkembang karena meningkatnya kebutuhan akan energi yang berkelanjutan. Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2021), potensi besar untuk substitusi batubara dapat diperkirakan dengan beberapa dokumen menyebutkan bahwa industri semen dapat memanfaatkan ribuan ton RDF per hari dengan angka agregat industri semen mencapai sekitar 8.000 ton RDF/hari sebagai potensi sektoral sementara pembangkit listrik memiliki potensi terpisah yang lebih tinggi.

Menurut Standar Nasional Indonesia (2000), Untuk memastikan bahwa RDF digunakan dengan baik dan aman sebagai bahan bakar alternatif diperlukan pemeriksaan terhadap parameter fisik seperti kandungan air, kandungan abu, dan kandungan volatile. Adapun beberapa teknologi yang bisa dipakai dalam produksi RDF yaitu mechanical sorting untuk memisahkan sampah anorganik dari organik, shredding dan drying untuk menghancurkan dan mengeringkan sampah, serta pelletizing atau briquetting untuk memadatkan RDF agar mudah dibawa dan digunakan (Zamrud, 2019). Menurut (Rania, 2019) jumlah sampah bisa berubah-ubah tergantung kegiatan masyarakat, hari, atau musim. Tingginya jumlah sampah plastik sekali pakai menyebabkan tantangan dalam pengelolannya, karena plastik sulit terurai dan bisa merusak lingkungan.

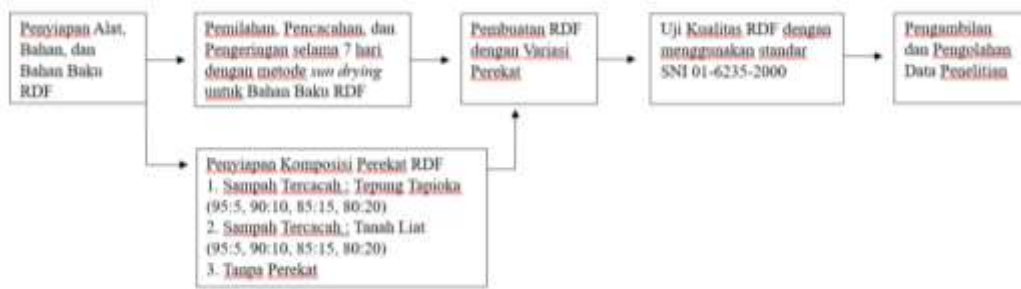
Menurut laporan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (2025), total sampah yang masuk ke TPS 3R Kedung Cowek setiap hari sekitar 3,5-4 ton terdapat 10,27% sampah anorganik. Sementara itu, 81,60% adalah sampah organik yang sebagian besar diolah menjadi kompos lewat proses pengomposan di unit pengelolaan. Sisanya 8,13% merupakan residu, seperti kertas, kayu, karet, dan kain, yang kemudian dibawa ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) karena tidak bisa dimanfaatkan lagi. Komposisi ini menunjukkan bahwa meskipun program pemilahan sampah sudah berjalan, dominasi sampah organik masih menjadi hambatan utama dalam meningkatkan nilai ekonomi sampah di TPS 3R Kedung Cowek. Oleh karena itu, pada penelitian ini yang dihasilkan dari bahan baku sampah anorganik jenis multilayer. Yang menjadi fokus utama penelitian ini terkait penentuan parameter fisik berdasarkan SNI 01-6235-2000 yang mengacu pada SNI 8966-2021. Hal ini dilakukan untuk mengetahui potensi sampah anorganik residu (multilayer) sebagai bahan baku RDF untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis karakteristik fisik sampah anorganik multilayer, mengevaluasi kualitas RDF berdasarkan parameter fisik SNI 01-6235-2000, dan menemukan teknologi yang paling tepat untuk memproduksi RDF dari sampah anorganik multilayer serta Refuse Derived Fuel (RDF) memiliki manfaat untuk mengurangi volume sampah di TPA, menggantikan batubara sebagai bahan bakar industri, serta menekan emisi gas rumah kaca. Dengan nilai kalor yang tinggi, RDF mendukung pemanfaatan energi terbarukan dan penerapan ekonomi sirkular melalui pengolahan limbah menjadi sumber energi.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di TPS 3R Kedung Cowek, Surabaya dengan menggunakan sampah anorganik yang tidak dapat didaur ulang. Bahan baku yang dicacah, dikeringkan, dan dicetak menjadi RDF. Penelitian yang dilakukan oleh Tamrin (2015) menggunakan tepung tapioka dan tanah liat sebagai bahan perekat dalam proses pembuatan RDF. Dalam penelitian tersebut, variasi konsentrasi perekat yang diuji adalah kombinasi dari tepung tapioka dan tanah liat dengan perbandingan yang berbeda, yaitu mulai dari 2-8% tepung tapioka dan 6-18% tanah liat. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa penggunaan perekat berpengaruh terhadap kualitas RDF, terutama pada kadar air dan kadar abu. Penambahan perekat dengan kadar tanah liat yang lebih tinggi cenderung meningkatkan waktu awal pembakaran dan kadar abu, namun memperpanjang durasi pembakaran. Oleh karena itu, formulasi perekat perlu disesuaikan agar dapat menghasilkan RDF yang kuat dan memiliki kualitas energi yang optimal. Sehingga dilakukan variasi RDF dengan tiga jenis variasi yakni tanpa perekat, perekat tapioka 5-20%, dan perekat tanah liat 5-20%. Sampel RDF kemudian diuji di laboratorium untuk mengetahui kadar air, kadar abu, dan kadar volatil, Hasil uji lalu diuji dan dibandingkan dengan standar SNI 01-6235-2000 yang mengacu pada SNI 8966-2021 untuk menilai kualitas RDF sebagai alternatif bahan bakar.

Gambar 1. Diagram Alir Proses Pembuatan RDF



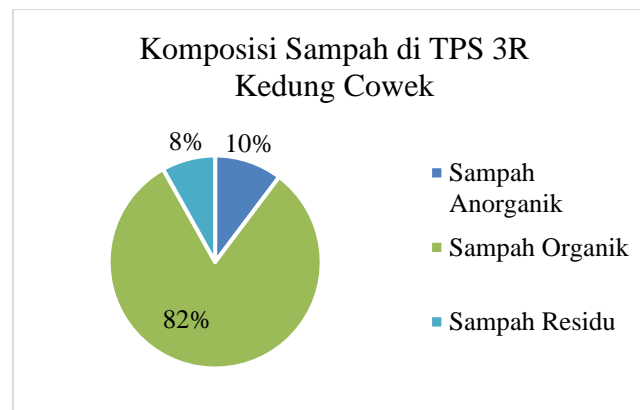
3. Hasil dan Diskusi

1. Komposisi, Karakteristik dan Timbulan Sampah Anorganik di TPS 3R Kedung Cowek.

A. Hasil Pengamatan di TPS 3R Kedung Cowek

Berdasarkan data pengelolaan sampah di TPS 3R Kedung Cowek, dari total timbulan sampah sekitar 4 ton/hari, sebanyak 411 kg/hari merupakan sampah anorganik yang sebagian dapat didaur ulang atau dijual kembali. Sementara itu, sebanyak 3.264 kg/hari terdiri dari sampah organik yang sebagian besar berupa sisa makanan dan daun, sehingga berpotensi diolah menjadi kompos. Dari sisi lain, sekitar 325 kg per hari merupakan residu seperti kertas, kayu, karet, dan kain yang tidak dapat diolah lebih lanjut dan akhirnya dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA). Data ini menunjukkan bahwa sampah organik masih mendominasi sampah di TPS 3R Kedung Cowek, sehingga pemrosesan sampah organik menjadi kompos menjadi langkah penting dalam pengurangan beban TPA.

Komposisi Sampah Anorganik di TPS 3R Kedung Cowek ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Diagram Komposisi Sampah di TPS 3R Kedung Cowek

Dari total sampah yang masuk ke TPS 3R Kedung Cowek, sekitar 10,27% merupakan anorganik. Sisanya 81,60% merupakan sampah organik yang akhirnya akan diolah menjadi kompos. Dan sebanyak 8,13% merupakan residu lain berupa kertas, kayu, karet, serta kain. Di TPS 3R Kedung Cowek, Surabaya, pengelolaan sampah dilakukan dengan menerapkan prinsip *Reduce*, *Reuse*, dan *Recycle* (3R) secara teratur untuk mengurangi sampah yang dibuang ke TPA. Sebanyak 0,325 ton/hari atau setara dengan 325 kg/hari sampah residu yang dibuang ke TPA Benowo. Sampah yang masuk dikelompokkan berdasarkan jenis dan nilai ekonomi serta pemanfaatannya, yaitu organik, anorganik, dan plastik. Dikarenakan komposisi sampah di TPS 3R Kedung Cowek di dominasi sampah organik. Dimana sesuai dengan kondisi sampah di Indonesia secara umum. Penelitian Damanhuri (2019), menunjukkan bahwa komposisi sampah di Indonesia masih didominasi oleh sampah organik sekitar 60–70%, yang berasal dari sisa makanan dan bahan nabati. Dominasi fraksi organik ini mencerminkan pola konsumsi masyarakat yang tinggi terhadap bahan pangan segar serta sistem pengelolaan yang masih mengandalkan pengumpulan campur tanpa pemilahan awal.

Sampah yang bisa diolah berbentuk multilayer berasal dari sampah anorganik yang dihasilkan di TPS 3R sebanyak 74 kg/hari. Sampah ini memiliki nilai kalor yang tinggi, sehingga potensi pemanfaatannya sebagai bahan baku Refuse Derived Fuel (RDF) sangat relevan. Sampah anorganik seperti plastik multilayer dapat

diubah menjadi bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan memiliki nilai energi. Sampah multilayer adalah jenis sampah anorganik yang datang dari kemasan yang memiliki lapisan berlapis, biasanya terdiri dari beberapa bahan seperti plastik, kertas, dan foil aluminium yang digabungkan menjadi satu kesatuan (Setiawan, 2020). Karena itu, sampah multilayer bisa dimanfaatkan sebagai bahan baku Refuse Derived Fuel (RDF), karena mengandung komponen plastik yang memiliki nilai kalor tinggi, sehingga bisa diubah menjadi sumber energi alternatif. Pada sub bab berikutnya akan dibahas proses pembuatan RDF sebagai upaya pengelolaan sampah yang tidak hanya membantu mengurangi penumpukan sampah di TPA, tetapi juga menghasilkan sumber energi terbarukan yang bisa menggantikan sebagian kebutuhan bahan bakar fosil.

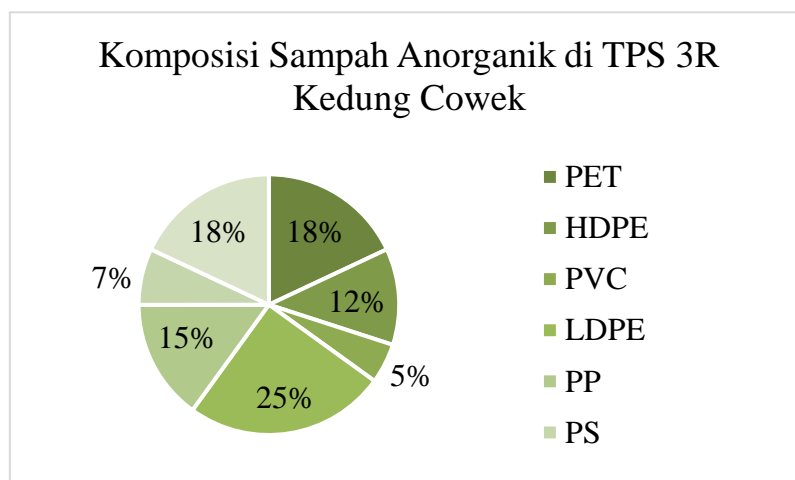
B. Analisis Potensi Bahan Baku RDF

Analisis potensi bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF) dilakukan untuk mengevaluasi ketersediaan dan karakteristik sampah yang memiliki nilai kalor tinggi, sehingga dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif. Berdasarkan komposisi sampah di TPS 3R Kedung Cowek, fraksi anorganik yang berjumlah 411 kg/hari menjadi fokus utama. Pemanfaatan fraksi anorganik sebagai RDF tidak hanya membantu mengurangi volume sampah yang dibuang ke TPA, tetapi juga mendukung pengembangan energi terbarukan serta penerapan konsep ekonomi sirkular dalam pengelolaan sampah perkotaan.

Dengan potensi bahan baku RDF yang cukup besar, tahap selanjutnya adalah pembahasan mengenai proses pembuatan RDF, yang meliputi pemilahan material anorganik bernilai kalor tinggi. Proses ini menjadi langkah penting dalam mengubah sampah anorganik, khususnya plastik multilayer, menjadi bahan bakar alternatif yang siap dimanfaatkan pada berbagai sektor industri. Proses pemisahan ini bertujuan untuk mengurangi volume sampah yang harus dibuang ke Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan memaksimalkan pemanfaatan sampah yang masih memiliki nilai ekonomis. Dengan sistem pemilahan dan pemanfaatan yang dilakukan di TPS 3R Kedung Cowek, sampah yang dibuang ke TPA berkurang hingga 50%.

Tabel 1. Komposisi Sampah Anorganik di TPS 3R Kedung Cowek

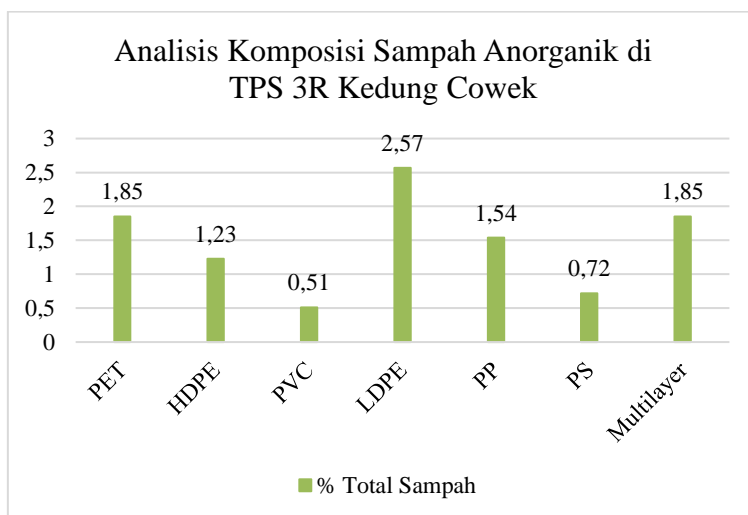
No.	Jenis Plastik	Sumber	% Total Sampah
1.	PET	Botol	1,85
2.	HDPE	Botol Minyak, Jerigen	1,23
3.	PVC	Botol Detergen, Selang	0,51
4.	LDPE	Kresek, Plastik Es	2,57
5.	PP	Tutup Botol, Wadah Makanan	1,54
6.	PS	Styrofoam	0,72
7.	Other/ Multilayer	Sachet Kopi/Snack/Detergen	1,85
Total			10,27



Gambar 3. Komposisi Sampah Anorganik di TPS 3R Kedung Cowek

Berdasarkan hasil analisis komposisi, sampah anorganik di TPS 3R Kedung Cowek didominasi oleh plastik dengan persentase total sebesar 10,27% dari total sampah yang masuk. Jenis plastik yang paling banyak ditemukan adalah LDPE sebesar 2,57%, diikuti oleh PET 1,85%, Multilayer 1,85%, PP 1,54%, HDPE 1,23%, PS 0,72%, dan PVC 0,51%. Sumber plastik ini berasal dari berbagai kemasan sehari-hari, seperti botol minuman, kantong kresek, tutup botol, styrofoam, hingga kemasan multilayer seperti sachet kopi atau deterjen.

Karakteristik plastik-plastik tersebut secara umum bersifat ringan, sulit terurai, dan memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, sehingga sangat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku *Refuse Derived Fuel* (RDF). LDPE dan PP merupakan jenis plastik yang mudah terbakar dan memberikan nilai energi yang tinggi, sedangkan multilayer meskipun cukup besar persentasenya, relatif sulit diolah karena strukturnya yang kompleks. Dengan komposisi ini, sampah anorganik dari TPS 3R Kedung Cowek dapat menjadi sumber energi alternatif yang berkelanjutan jika diolah menjadi RDF.



Gambar 4. Analisis Komposisi Sampah Anorganik di TPS 3R Kedung Cowek

Menurut hasil penelitian, jenis sampah anorganik yang paling banyak ditemukan adalah plastik dengan berbagai jenis polimer seperti PET, HDPE, PVC, LDPE, PP, PS, serta plastik bertumpuk. Selain plastik, juga ada kertas, logam, kaca, dan sampah lainnya, tetapi jumlahnya lebih sedikit. Jenis plastik yang paling banyak ditemukan adalah plastik bertumpuk dan LDPE, yang biasanya berasal dari kantong belanja dan kemasan makanan, sedangkan PET terdapat dalam jumlah besar dari botol minuman. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat masih sangat bergantung pada produk plastik yang digunakan sekali saja. Sejalan dengan penelitian Bachrul (2025), dimana jumlah sampah anorganik yang disumbangkan ke TPS 3R sebesar 12,15% dan pemilahan sampah berdasarkan karakteristik sampah anorganik. Jumlah sampah anorganik yang dibuang di TPS 3R Kedung Cowek cukup besar, rata-ratanya mencapai puluhan kilogram setiap hari.

2. Pengujian Kualitas RDF Bahan Baku Sampah Anorganik Multilayer

Bahan baku utama *Refuse Derived Fuel* (RDF) berasal dari sampah anorganik bernilai kalor tinggi seperti plastik multilayer yang diperoleh dari proses pemilahan sampah di TPS 3R Kedung Cowek. Sampah ini dipilih karena sulit didaur ulang secara konvensional, memiliki kandungan energi yang tinggi, serta sifat mudah terbakar, sehingga cocok digunakan sebagai bahan bakar alternatif (Tejaswini, 2023).

A. Proses Pembuatan RDF

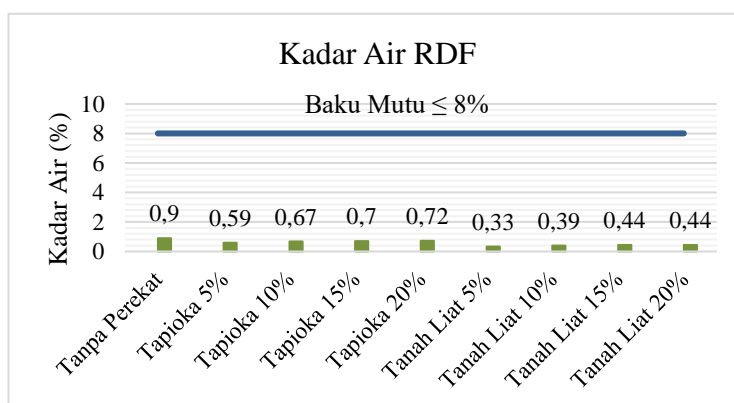
Tahap pertama adalah pemilahan manual dan mekanis untuk memisahkan sampah anorganik dari sampah organik serta residu yang tidak dapat dimanfaatkan dilakukan oleh pihak TPS 3R Kedung Cowek. Selanjutnya, sampah anorganik dikumpulkan, dicacah hingga ukuran lebih kecil, dan dikeringkan untuk menurunkan kadar air selama 7 hari, sehingga nilai kalor meningkat. Tahap terakhir adalah pencetakan, di mana sampah yang telah kering dipadatkan menjadi bentuk tabung. Dengan demikian, RDF yang dihasilkan memiliki nilai kalor optimal, emisi yang terkendali, dan siap digunakan sebagai pengganti batubara di berbagai sektor industri. Gambar hasil akhir RDF bisa dilihat di Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Akhir RDF

B. Hasil dan Analisis Pengujian Kadar Air

Pengujian parameter fisik RDF di TPS 3R Kedung Cowek menekankan pentingnya kadar abu, kadar air, dan kepadatan sebagai kualitas bahan bakar alternatif. Beberapa jenis perekat, seperti tepung tapioka dan tanah liat, bisa meningkatkan kadar abu, jadi perlu dilakukan pemilahan sampah sejak awal untuk menjaga kualitas RDF. Mengendalikan parameter fisik ini penting agar RDF memiliki daya tahan mekanis, konsistensi, dan efisiensi pembakaran yang baik, serta mengurangi limbah dan dampak terhadap lingkungan. Hasil pengujian Kadar Air RDF ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil Uji Kadar Air RDF

Hasil uji menunjukkan bahwa variasi komposisi RDF dan jenis perekat berpengaruh pada hasil RDF yang telah diuji. RDF tanpa perekat mempunyai kualitas yang ditentukan oleh kadar air, kadar abu, dan kadar zat volatil. Ketiga faktor ini memengaruhi langsung proses pembakaran, nilai kalor, serta jumlah sisa yang dihasilkan.

Pengujian kadar air pada berbagai jenis RDF menunjukkan bahwa semua sampel memiliki kadar air yang sangat rendah, jauh di bawah batas standar 8% yang ditetapkan dalam SNI 01-6235-2000 yang mengacu pada SNI 8966-2021. RDF tanpa perekat memiliki kadar air sebesar 0,90%, yang merupakan nilai tertinggi dari semua variasi. RDF dengan perekat tapioka 5% menunjukkan kadar air 0,59%, sedangkan penambahan tapioka 10% menghasilkan kadar air 0,67%. Pada variasi tepung tapioka 15%, kadar air tercatat 0,70%, dan untuk 20% kadar air sedikit meningkat menjadi 0,72%.

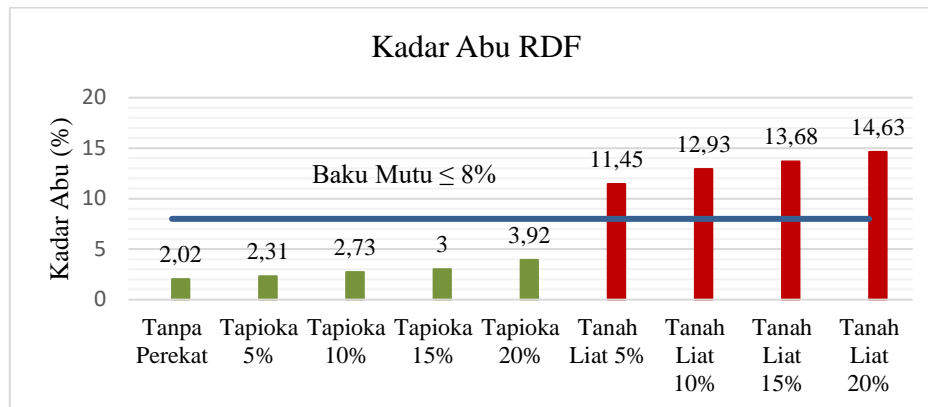
Penggunaan perekat tanah liat 5% memberikan kadar air terendah, yaitu 0,33%. Variasi tanah liat 10% memiliki kadar air 0,39%, tanah liat 15% sebesar 0,44%, dan tanah liat 20% juga 0,44%. Dari data ini, terlihat bahwa RDF dengan perekat tanah liat secara konsisten menghasilkan kadar air lebih rendah dibandingkan RDF dengan perekat tapioka.

Menurut penelitian Phuket (2023), kadar air yang dihasilkan pada penelitian tersebut berkisar $\leq 4-5\%$ menggunakan komposisi sampah anorganik, dimana sejalan dengan penelitian ini yang menghasilkan kadar air $\leq 1\%$ yang menunjukkan bahwa RDF dalam penelitian ini relatif sangat kering dibanding banyak studi lain.

Meskipun demikian, kadar air dari semua sampel masih jauh di bawah batas maksimum 8%. Hal ini menunjukkan bahwa sifat menyerap air dari perekat memengaruhi kemampuan RDF dalam menyerap atau melepaskan air selama pengeringan. Perekat tanah liat memiliki kemampuan menahan air yang lebih rendah dibandingkan perekat tepung tapioka, sehingga kadar air pada produk akhir lebih rendah.

C. Hasil dan Analisis Pengujian Kadar Abu

Selanjutnya hasil pengujian Kadar Abu di jelaskan pada Gambar 7.



Gambar 7. Hasil Uji Kadar Abu RDF

Hasil uji kadar abu dari RDF menunjukkan perbedaan yang signifikan antara menggunakan perekat tapioka dan tanah liat. RDF yang tidak menggunakan perekat memiliki kadar abu terendah, yaitu 2,02% sedangkan variasi perekat tapioka memberikan kadar abu lebih tinggi, berkisar antara 2,31%-3,92%, semakin meningkat seiring peningkatan konsentrasi perekat (5%-20%). Penambahan tapioka tidak terlalu meningkatkan kadar abu karena komponen utamanya, yaitu pati, dapat terbakar hampir sempurna sehingga hanya meningkatkan sedikit abu.

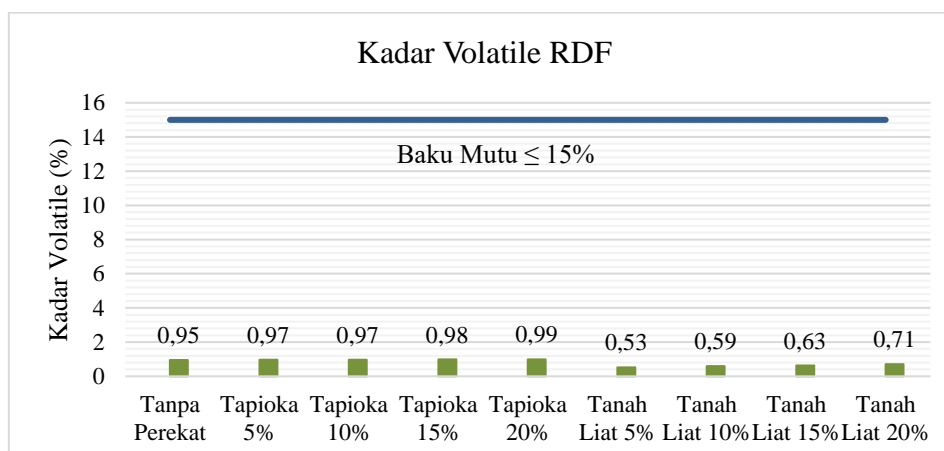
Di sisi lain, RDF yang menggunakan perekat tanah liat menunjukkan kadar abu yang jauh lebih tinggi, mulai dari 11,45% pada penambahan 5% hingga mencapai 14,63% pada penambahan 20%. Kenaikan ini disebabkan oleh sifat mineral tanah liat yang bersifat anorganik dan tidak bisa terbakar sempurna, sehingga meninggalkan lebih banyak residu padat setelah proses pembakaran.

Menurut penelitian Endang Suhendi (2023), kadar abu dalam RDF memiliki nilai sekitar 14,68% dikarenakan tanah liat memiliki sifat alami yang kaya akan mineral anorganik seperti silika (SiO_2), alumina (Al_2O_3), kalsium, dan besi. Saat RDF diuji kadar abunya, komponen organik dan volatilnya akan habis terbakar, tetapi mineral-mineral dalam tanah liat tidak bisa terbakar, sehingga tetap tersisa sebagai abu padat. Hal tersebut sama dengan hasil nilai kadar uji abu yang di lakukan pada penelitian ini.

SNI 01-6235-2000 yang mengacu pada SNI 8966-2021, kadar abu maksimum yang diizinkan untuk RDF adalah 8%. Dengan standar ini, semua sampel RDF tanpa perekat dan dengan perekat tapioka (2,02–3,92%) masih memenuhi syarat, sedangkan RDF dengan perekat tanah liat (11,45–14,63%) tidak memenuhi syarat karena melebihi batas. Kadar abu yang tinggi bisa mengurangi efisiensi pembakaran, menurunkan nilai kalor, dan meningkatkan jumlah sisa pembakaran yang harus dikelola.

D. Hasil dan Analisis Uji Kadar Volatile

Terakhir, uji Kadar *Volatile* pada Gambar 8.



Gambar 8. Hasil Uji Kadar Volatile

Pengujian kadar zat mudah menguap pada RDF menunjukkan bahwa semua sampel memiliki kadar zat volatil yang sangat rendah, yaitu sekitar 0,71–0,95%. Nilai ini hampir sama di semua variasi komposisi, baik RDF tanpa perekat (0,95%), maupun RDF dengan penambahan perekat tapioka sebanyak 5% (0,97%), 10% (0,97%), 15% (0,98%), dan 20% (0,99%). Selain itu, variasi perekat tanah liat sebanyak 5% (0,53%), 10% (0,59%), 15% (0,63%), dan 20% (0,71%). RDF ini menghasilkan kadar volatile yang rendah menandakan bahwa sebagian besar fraksi organik yang mudah menguap telah hilang selama proses pengeringan (*sun drying*) dan pencetakan. Kondisi ini memberikan keuntungan berupa proses pembakaran yang lebih terkendali dan emisi gas yang lebih rendah.

Berdasarkan SNI 01-6235-2000 yang mengacu pada SNI 8966-2021, kadar zat volatile RDF yang disyaratkan berada pada rentang maksimum 15% untuk memastikan proses pembakaran yang stabil dan menghasilkan emisi yang terkendali. Dengan nilai hasil pengujian yang hanya sekitar 1%, seluruh sampel RDF jauh berada di bawah batas maksimum yang ditetapkan standar nasional, sehingga memenuhi kriteria mutu yang dipersyaratkan. Dengan kadar volatil yang sangat rendah, RDF hasil penelitian ini sangat cocok digunakan sebagai bahan bakar pengganti batubara di berbagai industri seperti semen, PLTU, atau fasilitas waste to energy yang memerlukan bahan bakar dengan karakteristik pembakaran stabil dan bersih.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan perekat memengaruhi karakteristik pengujian RDF di TPS 3R Kedung Cowek. RDF tanpa perekat memiliki kadar air rendah dan kadar abu minimal, tetapi kurang stabil secara fisik. Perekat tapioka meningkatkan kadar air dan kadar volatil, sementara perekat tanah liat meningkatkan kadar abu. Hal ini menunjukkan perlunya pengoptimalan komposisi perekat agar kualitas RDF tidak hanya baik secara fisik, tetapi juga efisien dalam aspek termal dan ramah lingkungan ketika digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Untuk hasil dari pengujian ini sudah memenuhi baku mutu SNI 01-6235-2000 yang mengacu pada SNI 8966-2021 memperbolehkan kadar air di bawah 8%, kadar abu dibawah 8% dan kadar volatile dibawah 15%

Sementara itu, adapun hasil uji menunjukkan bahwa komposisi RDF tanpa perekat memiliki bentuk yang kurang stabil dan mudah pecah karena tidak adanya bahan pengikat yang menggabungkan partikel plastik, sehingga briket mudah hancur saat dikeringkan atau disimpan. Sebaliknya, RDF yang ditambahkan perekat menunjukkan bentuk yang lebih padat dan stabil. Perekat tepung tapioka menghasilkan RDF dengan kekuatan mekanik yang lebih baik karena sifat lengketnya yang mampu mengikat partikel plastik. Namun, kadar air pada RDF dengan tepung tapioka lebih tinggi, sehingga memerlukan waktu pengeringan lebih lama. Sementara itu, perekat tanah liat memberikan stabilitas fisik yang cukup baik, tetapi menghasilkan densitas yang lebih besar serta meningkatkan kadar abu.

4. Kesimpulan

Sampah anorganik di TPS 3R Kedung Cowek didominasi oleh plastik seperti PET, LDPE, PP, dan multilayer yang memiliki kadar air alami rendah dan kandungan energi yang baik. Komposisi ini menjadikan sampah anorganik berpotensi tinggi sebagai bahan baku RDF karena mudah dikeringkan dan memiliki nilai kalor yang memadai. Hasil pengujian menunjukkan RDF tanpa perekat dan dengan perekat tapioka mampu memenuhi ketentuan SNI 01-6235-2000 yang mengacu pada SNI 8966-2021, dengan kadar air <8% dan kadar abu <8%. Penggunaan perekat tanah liat meningkatkan kadar abu hingga >11%, sehingga tidak memenuhi batas standar dan dapat menurunkan nilai kalor. Sementara itu, kadar volatile seluruh sampel sangat rendah (<1%), jauh di bawah ambang batas 15% sehingga mendukung stabilitas pembakaran dan penyimpanan. Untuk menghasilkan RDF berkualitas tinggi, disarankan penerapan teknologi pemilahan perekat untuk mengurangi fraksi mineral/abu, pengeringan terkontrol (misalnya kombinasi sun drying dan oven), serta penggunaan perekat organik rendah abu seperti tapioka atau yang lainnya. Penerapan proses densifikasi seperti pelletizing atau briquetting juga direkomendasikan agar RDF memiliki kepadatan tinggi, kadar air stabil, dan nilai kalor yang lebih baik untuk aplikasi sebagai bahan bakar alternatif industri.

Referensi

1. Abbasi. (2020). "Characterization of refuse derived fuel (RDF) from municipal solid waste: a case study in an urban area".
2. Anonim. (2025). *Data TPS 3R Kedung Cowek*.
3. Arena, U. (2012). *Process and technological aspects of municipal solid waste gasification. A review. Waste Management, 32(4), 625–639.*
4. Aulia, S. (2024). *Evaluasi Kinerja Pengelolaan Sampah di TPS 3R Gunung Anyar, TPS 3R Karang Pilang, dan TPS 3R Kedung Cowek. Skripsi, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur.*
5. Bachrul, U. A. (2025). *Pengelolaan Sampah di Tempat Pengolahan Sampah Reduce, Reuse, dan Recycle (TPS 3R) Tenggilis, Kota Surabaya.*

6. Demirbas, A. (2017). *Pyrolysis of municipal plastic wastes for recovery of gasoline-range hydrocarbons*. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 79(1), 147–153.
7. DLH. (2022). *Laporan kinerja pengelolaan sampah Kota Palangka Raya tahun 2022 [Laporan tahunan]*. Pemerintah Kota Palangka Raya. <https://dlh.palangkaraya.go.id/>.
8. DLH. (2024). *DLH Makassar optimalkan sembilan TPS3R untuk kurangi sampah ke TPA hingga 200 ton per hari*. ANTARA News Makassar. <https://makassar.antaranews.com/berita/607669/dlh-makassar-optimalkan-semilan-tps3r-untuk-kurangi-sampah>.
9. Endang Suhendi, H. H. (2023). *Characteristics of Refuse-Derived Fuel (RDF) at The Waste Processing Facility (WPF) of The Faculty of Engineering, Untirta*.
10. Fitriani, A. R. (2022). *Analisis karakteristik sampah organik dan anorganik di Kota Baubau (Kelurahan Tomba)*. *Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, 24(2), 100–108. <https://ejournal.lppmunidayan.ac.id/index.php/sipil/article/view/1003>.
11. Harpi, H. (2023). *Evaluasi Program TPS 3R (Reduce, Reuse dan Recycle) di Pasar Baru Baserah*. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 23(1), 228–238.
12. Indonesia, K. L. (2000). *Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6235-2000: Pengujian dan Pengukuran Kadar Air, Zat Mudah Menguap, dan Kadar Abu pada Bahan Bakar Padat*. Jakarta: BSN.
13. Kehutanan., K. L. (2021). *Rencana Aksi Nasional Pengelolaan Sampah 2020–2025*. Jakarta: KLHK.
14. KLHK. (2021). *Studi potensi pemanfaatan refuse derived fuel (RDF) sebagai bahan bakar alternatif industri semen dan pembangkit listrik [Laporan kajian nasional]*. Direktorat Jenderal Pengelolaan Sampah, Limbah, dan B3, KLHK. <https://perpustakaan.klhk.go.id/>.
15. Made Widiadnyana Wardiha, P. S. (2013). *Pengelolaan sampah terpadu berbasis 3r di kawasan. (Studi Kasus: Werdhapura Village Center, Kota Denpasar, Provinsi Bali)*.
16. Naufa, N. A. (2023). *Pengelolaan sampah organik menjadi pupuk kompos di Desa Sumpersari*. *An-Nizam*, 2(1), 175–182.
17. Niu, Y. T. (2016). *Ash-related issues during biomass and coal co-firing: A review*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 53, 1202–1229.
18. Nurhayati, S. P. (2022). *Analisis emisi gas buang dari pembakaran RDF berbasis plastik*. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 28(2), 115–124.
19. Phuket, K. R. (2023). *Prototype System for Production of Refuse Derived Fuel (RDF-5) from Municipal Solid Waste Using Natural Rubber as Binder*. *ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports*, 26(3), 63–71.
20. Pratama, A. N. (2021). *Pemanfaatan Metode Sun Drying dalam Pengolahan Briket Biomassa Sebagai Energi Alternatif*. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 15(2), 45–52.
21. Pratama, R. L. (2022). *Efektivitas metode penjemuran matahari dalam menurunkan kadar air pada bahan bakar RDF*. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 5(1), 40–48.
22. Putri, R. S. (2021). *Analisis nilai kalor RDF berbasis sampah plastik dengan variasi perekat*. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 9(1), 22–30.
23. Rania, M. F. (2019). *Analisis potensi refuse derived fuel (rdf) dari sampah pada tempat pembuangan akhir (tpa) di kabupaten Tegal sebagai bahan bakar incinerator pirolisis*. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, 13(1), 51–59.
24. Saidur, R. A. (2011). *A review on biomass as a fuel for boilers*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(5), 2262–2289.
25. Sari, D. P. (2019). *Pengaruh Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Briket Sampah Plastik Menggunakan Metode Sun Drying*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(1), 33–40.
26. Setiawan. (2020). *Pemanfaatan sampah plastik multilayer sebagai bahan bakar alternatif RDF*. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan*, 12(2), 145–154.
27. Setiawan, A. &. (2020). *Potensi nilai kalor RDF sebagai substitusi energi batubara di industri semen*. *Jurnal Teknologi Energi*, 6(2), 75–83.
28. SIPSN. (2025). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>.
29. Sukandar, S. &. (2019). *Karakteristik termal RDF dari sampah kota sebagai bahan bakar alternatif*. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 15(1), 33–41.
30. Suryaningsih, D. W. (2020). *Pemanfaatan sampah perkotaan sebagai RDF untuk substitusi energi*. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 10(3), 451–460.
31. Tamrin, T. (2015). *Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Dan Tanah Liat Terhadap Mutu Briket Batu Bara*. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 5(3), 134890.
32. Tejaswini. (2023). *Co-combustion of multilayered plastic waste blend with biomass: Thermokinetics and synergistic effect*.
33. Velis, C. A. (2009). *Biodrying for mechanical–biological treatment of wastes: A review of process science and engineering*. *Bioresource Technology*, 100(11), 2747–2761.
34. Wahyudi, S. &. (2020). *Analisis Metode Pengeringan Briket dengan Sun Drying untuk Aplikasi Energi Terbarukan*. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 7(3), 112–118.
35. Widodo, A. &. (2021). *Perbandingan metode pengeringan matahari dan oven pada pengolahan biomassa*. *Jurnal Teknologi Energi Bersih*, 4(2), 88–96.
36. Yuliani, T. S. (2021). *Komposisi dan potensi energi sampah anorganik perkotaan*. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*, 13(2), 89–97.
37. Zamrudu, W. S. (2019). *A review of drying technologies for refuse derived fuel (RDF) and possible implementation for cement industry*. *International Journal of ChemTech Research*, 12(01), 307–315.