

Pemanfaatan Limbah Kayu dan Kulit Kopi Menjadi Bahan Bakar *Refuse Derived Fuel (RDF)*

Wahyudi^{1*}, La Ode M. Firman²

¹Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Raflesia, Jakarta, Indonesia

²Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pancasila, Jakarta, Indonesia

* Email Corresponding Author: wahyudi@polraf.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah kulit kopi menjadi briket sebagai pengganti biogas untuk mendukung proses roasting pengolahan kopi robusta adalah inovasi energi alternatif sebagai pengganti arang konvensional yang berasal dari kayu dan biogas dari LPG serta untuk mendukung ketahanan energi. Briket RDF merupakan material yang sangat dipengaruhi oleh karakteristik dan jenis dari bahan yang menjadi komposisi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi briket dengan campuran limbah kulit kopi dan serbuk kayu terhadap nilai kalor, kadar air, kadar abu, *Volatile Matter* dan *fixed carbon*. Metode yang digunakan adalah eksperimen. Penelitian ini membuat 5 (lima) sampel yang dilakukan dengan berbagai komposisi dan diuji masing-masing 3 kali. Hasil penelitian menunjukkan sampel 3 menghasilkan rata-rata nilai kalor 7092 kkal/kg, Kadar Air 7,87%, Kadar Abu 7,86%, *Volatile Matter* 14,73% dan *Fixed Carbon* 15,1%, sesuai dengan standar SNI No.1/6235/2000 untuk briket arang kayu.

Kata kunci: RDF, Kulit Kopi, Serbuk Kayu Kopi, Nilai Kalor, *Volatile Matter*

ABSTRACT

Utilization of coffee skin waste into briquettes as a substitute for biogas to support the roasting process of robusta coffee processing is an alternative energy innovation as a substitute for conventional charcoal from wood and biogas from LPG as well as to support energy security. RDF briquettes are a material that is greatly influenced by the characteristic and type of materials that make up the composition. This research aims to determine the effect of the composition of briquettes with a mixture of coffee husk waste and wood dust on calorific value, water content, ash content and Volatile Matter. The method used is experimental. This research made 5 (five) samples that were carried out with various compositions and tested 3 times each. The results showed that sample 3 produced an average calorific value of 7092 kcal/kg, Water Content 7.87%, Ash Content 7.86%, Volatile Matter 14.73% and Fixed Carbon 15.1%, in accordance with the SNI No.1 / 6235 / 2000 standard for wood charcoal briquettes.

.Keywords: RDF, Coffee Skin, Coffee Sawdust, Calorific Value, Volatile Matter

PENDAHULUAN

Kopi merupakan salah satu hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya dan berperan penting sebagai sumber devisa negara. Data pusat statistik tahun 2000 menunjukkan bahwa rata-rata tingkat konsumsi kopi instan di Indonesia adalah 12,5 gram per minggu, sedangkan rata-rata konsumsi Teh adalah 11,2 gram per kapita per minggu. Berdasarkan data statistik tersebut, kopi bahkan dikonsumsi paling banyak dibandingkan dengan bahan minuman lainnya seperti coklat instan, coklat bubuk dan sirup. Perkembangan kopi di Indonesia selama delapan tahun dengan laju pertumbuhan sebesar 4,73% per tahun [1].

Sedangkan kulit kopi masih banyak digunakan sebagai berikut:

1. Pupuk kompos: Kulit kopi dapat dijadikan bahan baku untuk membuat pupuk kompos organik.
2. Pakan ternak: Kulit kopi dapat digunakan sebagai bahan pakan ternak karena mengandung protein kasar yang tinggi.
3. Minuman Cascara: Kulit kopi dapat diolah menjadi minuman cascara.
4. Pengobatan tradisional: Ekstrak kulit kopi robusta dapat digunakan sebagai pengobatan tradisional untuk mengendalikan penyakit asam urat.

Maka peneliti akan melakukan Penelitian pembuatan dan penelitian kulit kopi dan serbuk kayu kopi sebagai briket pengganti bahan

bakar minyak yang terbarukan seperti biomassa. Perlu diketahui daerah Kab Rejang Lebong memiliki luas tanaman kopi robusta berdasarkan kantor Statistik perkebunan tahun 2023 mencapai 29.854 ha yang penanamannya tersebar pada empat belas kecamatan dan jenis arabika seluas 536 ha yang tersebar pada empat kecamatan yang pada ketinggian 900-1.100 mdpl. Maka banyak berdiri industri penggilingan kopi yang tersebar di berbagai kecamatan sehingga peneliti berkesimpulan untuk melakukan eksperimen agar limbah kulit kopi dan kayu kopi dapat lebih bermanfaat sebagai pengganti bahan bakar fosil di desa – desa khususnya di Kab. Rejang Lebong, Bengkulu.

Kebutuhan akan energi yang tinggi terjadi karena pertumbuhan populasi manusia yang semakin pesat. Bahan bakar fosil seperti produk minyak bumi, batu bara, gas alam dan sebagainya, adalah sumber energi terpenting, yang memasok sekitar 80% dari kebutuhan energi primer global. Penggunaan bahan bakar fosil yang semakin tinggi mengakibatkan ketersediaannya semakin menipis, disebabkan bahan bakar fosil tidak berkelanjutan dan tidak terbarukan, selain itu hasil emisi CO₂, SO₂ dan NO_x dll, selama pembakaran sumber daya tak terbarukan membuat dampak lingkungan yang berbahaya [2].

Menipisnya bahan bakar fosil yang tidak terbarukan telah menjadi isu global, dengan demikian pemanfaatan yang berkembang saat ini menghadirkan tantangan baru dan besar [3]. Dari permasalahan yang telah dipaparkan, cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah ini yaitu dengan mencari energi alternatif yang merupakan sumber energi terbarukan, salah satu caranya yaitu dengan pemanfaatan biomassa. Dari semua sumber energi, biomassa merupakan sumber energi terbesar ketiga di dunia [4]. Energi dari biomassa ini menyumbang sekitar 14% dari total penggunaan energi global [5].

Biomassa muncul sebagai sumber energi utama di banyak negara karena kekurangan bahan bakar fosil. Limbah biomassa yang diolah menjadi bahan bakar sangat ideal, karena mendaur ulang residu pertanian atau perkebunan. Biomassa dapat dimanfaatkan sebagai pengganti beberapa batu bara di pembangkit listrik, selain itu juga dapat mengurangi emisi karbon dan efek gas rumah kaca.

Proses pemadatan residu menjadi produk dengan kepadatan lebih besar dari bahan baku aslinya dikenal sebagai densifikasi atau briket. Briket bahan bakar adalah cakram padat dari bahan

limbah organik yang dipadatkan, dibentuk menjadi balok yang digunakan untuk memasak dan atau memanaskan. Tergantung pada bahan yang digunakan untuk briket, mereka dapat membakar lebih bersih daripada arang dan kayu bakar. Jika kita menggunakan briket biomassa sebagai pengganti batu bara maka kelangkaan bahan bakar dapat dikurangi karena sifatnya yang terbarukan.

Briket juga dikenal sebagai batu bara putih dan sangat ideal sebagai pengganti batubara dan lignit dan tidak menimbulkan polusi saat dibakar sehingga mengurangi polusi udara [6]. Selama ini biomassa yang dimanfaatkan membuat briket sebagai sumber energi diantaranya, bambo [7], campuran batubara Kalimantan dan arang kayu mangrove [8], limbah gergaji dan cangkang telur ayam [9], tempurung kelapa [10], ampas kelapa [11], campuran sekam padi dan kulit biji jarak [12].

Selain itu, limbah batang kayu dan kulit buah kopi yang merupakan limbah perkebunan, berpotensi juga sebagai energi alternatif yaitu briket arang. Daerah penghasil kopi yaitu, salah satunya di Buleleng Bali, dimana menurut Kepala Dinas Pertanian Buleleng tahun 2021, luas lahan kebun kopi di Buleleng mencapai 11.033,87 hektare. Dari luas tersebut, sebanyak 9.422,87 hektare merupakan lahan perkebunan kopi robusta dan 1.611 hektare lainnya digunakan untuk menanam kopi arabika. Pengolahan kopi umumnya akan menghasilkan 35% kulit buah kopi dan 65% biji kopi. Limbah kulit buah kopi pada umumnya dimanfaatkan sebagai pakan ternak, pupuk tanaman dan biogas.

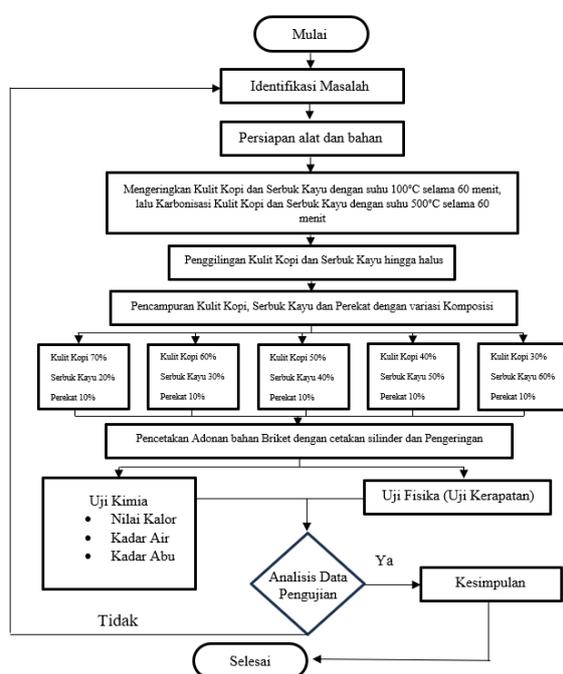
Buah kopi memiliki nilai kalor yang tinggi, kadar air yang rendah dan kandungan sulfur yang relatif rendah, imaka sangat diperlukan untuk memanfaatkan limbah kulit buah kopi untuk membuat briket [13]. Pemeriksaan parameter-parameter uji dilakukan dengan menekankan pada atribut-atribut utama bahan bakar padat seperti data analisis proksimat (kadar air, abu, *volatile matter* dan *fixed carbon*), nilai kalor dan laju pembakaran. Penelitian ini diharapkan mampu untuk menyediakan bahan bakar alternatif untuk pemanasan menggunakan limbah biomassa menjadi briket bahan bakar yang bermanfaat. Oleh karena itu kebutuhan penggunaan briket biomassa terutama, untuk lingkungan yang lebih baik dengan menggunakan limbah padat organik, untuk mencapai tujuan kebersihan, mencegah sumber daya yang tidak terbarukan tidak habis, menjaga keseimbangan lingkungan, juga merupakan pilihan energi ramah lingkungan karena memanfaatkan bahan baku limbah. Sesuai dengan permasalahan

yang telah dirumuskan, tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pemanfaatan Limbah kayu dan kulit kopi menjadi RDF dengan variasi komposisi.
2. Melakukan pengujian nilai kalor, nilai kadar air, kadar abu, *volatile matter* dan *fix carbon* briket RDF bahan berasal dari kulit Kopi, kayu dan perekat dan mencari RDF dengan komposisi bagaimana yang sesuai standar.

METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian ini berdasarkan *flow chart* seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Tahapan Penelitian

Metode penelitian yang digunakan penelitian merupakan penelitian experimental deskriptif dengan menggunakan kombinasi komposisi kulit kopi, serbuk kayu dan tepung kanji/perekat sebagai bahan baku briket bioarang yang dengan proses karbonisasi. Penelitian menggunakan perbedaan komposisi kulit kopi dengan variasi 70:20(%), 60:30(%), 50:40(%), 40:50 (%) 30:60 (%) dan perekat/tepung kanji masing-masing 10(%), dilakukan pengulangan 3 Kali pada setiap komposisi kulit kopi sehingga diperoleh 15 percobaan. Data diperoleh dengan proses pengujian nilai kalor, kadar air, dan kadar abu. Kemudian dilakukan analisa pada presentase grafik hasil pengujian pada setiap penelitian.

Tahapan proses pembuatan briket bioarang yaitu mengeringkan kulit kopi dan serbuk kayu menggunakan oven pada suhu 100°C selama 1 jam. Haluskan kulit kopi dan serbuk kayu dengan mesin penghalus kemudian disaring dengan ayakan 100 mesh. Setelah proses penyaringan dilanjutkan pengadonan bahan baku sesuai perlakuan komposisi tiap variasi dengan berat masing-masing 35 gram. Kemudian lakukan pencetakan briket bioarang dan ditekan dengan alat tekan mesin press hidrolik 10 Ton. Setelah dicetak, bioarang dikeringkan dengan proses penjemuran dibawah terik matahari 3 jam per hari selama 1 minggu.

Teknik Pengumpulan Data dan Metode Pengolahan Data

1. Identifikasi Variabel

Variabel yang digunakan untuk penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Variabel Bebas
Variabel bebas dalam penelitian ini adalah variasi jenis bahan baku RDF dari Kulit kopi, Serbuk Kayu kopi dan Tepung Kanji.
- b. Variabel Terikat
Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:
 - Nilai kalor
 - Kadar Abu
 - Kadar Air
 - *Volatile Matter*
 - *Fix Carbon*
- c. Variabel kontrol
Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah sebagai berikut
 - Prosentase komposisi bahan baku
 - Perekat/Tepung Kanji

Peralatan Pembuatan dan Pengujian

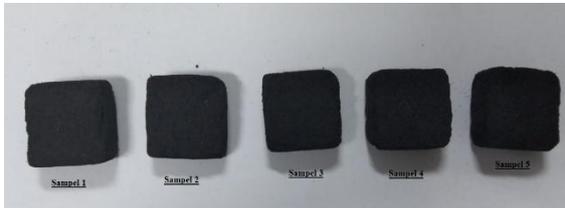
1. Alat Pencetak Briket RDF
2. Timbangan Digital
3. Alat Pengujian Kadar Air
4. Alat uji *Bomb Calorimeter* ASTM D5865 19 untuk mengetahui nilai kalor pada RDF

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sample RDF

Struktur RDF dari limbah kulit kopi, yang semuanya dikomposisikan oleh limbah kulit kopi, kayu kopi dan tepung kanji. Selain itu,

analisis dilakukan untuk menentukan nilai kalor, kadar air, kadar abu, *fix carbon*, dan *volatile matter*. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai potensi pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai sumber energi terbarukan.



Gambar 2. Lima Sampel RDF dari Limbah Kulit Kopi pada Komposisinya

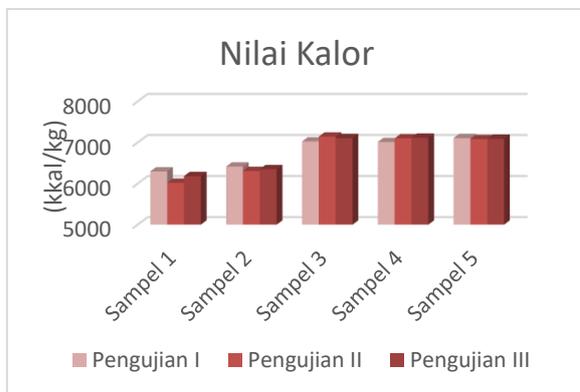
Perbandingan Nilai Kalor dari Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Data Nilai Kalor Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Tabel 1 Hasil Pengujian Nilai Kalor RDF

No	Sampel RDF	Nilai Kalor I	Nilai Kalor II	Nilai Kalor III
1	Sampel 1 (Kulit Kopi 70% + Serbuk Kayu 20% + Tepung Kanji 10%)	6296 kkal/kg	6020 kkal/kg	6183 kkal/kg
2	Sampel 2 (Kulit Kopi 60% + Serbuk Kayu 30% + Tepung Kanji 10%)	6414 kkal/kg	6307 kkal/kg	6351 kkal/kg
3	Sampel 3 (Kulit Kopi 50% + Serbuk Kayu 40% + Tepung Kanji 10%)	7025 kkal/kg	7145 kkal/kg	7108 kkal/kg
4	Sampel 4 (Kulit Kopi 40% + Serbuk Kayu 50% + Tepung Kanji 10%)	7011 kkal/kg	7103 kkal/kg	7118 kkal/kg
5	Sampel 5 (Kulit Kopi 30% + Serbuk Kayu 60% + Tepung Kanji 10%)	7108 kkal/kg	7084 kkal/kg	7092 kkal/kg

Analisis Nilai Kalor Bahan RDF Limbah Kulit Kopi



Gambar 3. Grafik Hasil Pengujian Nilai Kalor RDF Limbah Kulit Kopi

Rentang nilai kalor sebesar 1.125 kkal/kg menunjukkan adanya variasi yang cukup dalam nilai kalor antara sampel-sampel yang diuji. Variasi ini mungkin disebabkan oleh perbedaan komposisi limbah kulit kopi atau kondisi pengolahan yang berbeda. Pengujian nilai kalor dari 5 sampel bahan RDF limbah kulit kopi menunjukkan bahwa bahan ini memiliki nilai kalor rata-rata sebesar 6757.2 kkal/kg dengan rentang nilai 1.125 kkal/kg. Hasil ini mengindikasikan bahwa bahan RDF dari limbah kulit kopi memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yang cukup baik sesuai Standar SNI No.1/6235/2000 kualitas nilai kalor yang baik minimal 5000 kkal/kg. Namun, untuk memastikan kualitas dan konsistensi bahan bakar ini, perlu dilakukan pengolahan yang lebih homogen dan kontrol kualitas yang ketat. Dengan memahami karakteristik nilai kalor bahan RDF limbah kulit kopi, dapat dioptimalkan penggunaannya dalam berbagai aplikasi energi dan mendukung upaya pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan.

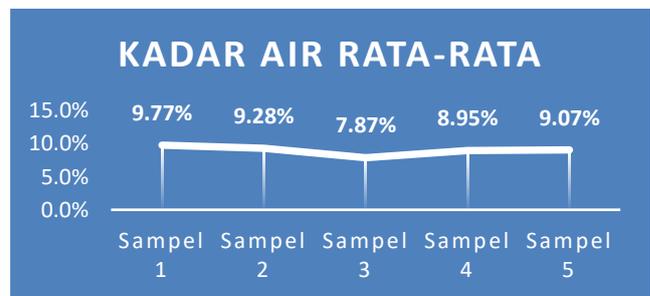
Perbandingan Kadar Air dari Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Data Kadar Air Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Tabel 2 Hasil Pengujian Kadar Air RDF

No	Sampel RDF	Kadar Air I	Kadar Air II	Kadar Air III
1	Sampel 1 (Kulit Kopi 70% + Serbuk Kayu 20% + Tepung Kanji 10%)	9.80%	10.10%	9.40%
2	Sampel 2 (Kulit Kopi 60% + Serbuk Kayu 30% + Tepung Kanji 10%)	9.50%	9.15%	9.20%
3	Sampel 3 (Kulit Kopi 50% + Serbuk Kayu 40% + Tepung Kanji 10%)	7.85%	7.85%	7.90%
4	Sampel 4 (Kulit Kopi 40% + Serbuk Kayu 50% + Tepung Kanji 10%)	8.75%	9.40%	8.70%
5	Sampel 5 (Kulit Kopi 30% + Serbuk Kayu 60% + Tepung Kanji 10%)	9.20%	9.10%	8.90%

Analisis Kadar Air Bahan RDF Limbah Kulit Kopi



Gambar 4. Grafik Hasil Pengujian Kadar Air Rata-rata

Pengujian kadar air dari 5 sampel bahan RDF limbah kulit kopi menunjukkan bahwa bahan ini memiliki kadar air rata-rata sebesar 8,99% dengan rentang nilai 2,25%. Hasil ini mengindikasikan bahwa bahan RDF dari limbah kulit kopi memiliki kadar air yang cukup rendah dan konsisten, yang baik untuk efisiensi pembakaran sesuai dengan Standar SNI No.1/6235/2000 kualitas kadar air yang baik maksimal 8%. Dengan memahami karakteristik kadar air bahan RDF limbah kulit kopi, dapat dioptimalkan penggunaannya dalam berbagai aplikasi energi dan mendukung upaya pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan. Kontrol kualitas yang ketat dalam proses pengolahan dan penyimpanan limbah kulit kopi sangat penting untuk memastikan kadar air yang optimal dalam bahan RDF. Hal ini akan meningkatkan efisiensi proses konversi energi dan meminimalkan dampak lingkungan yang dihasilkan dari limbah tersebut.

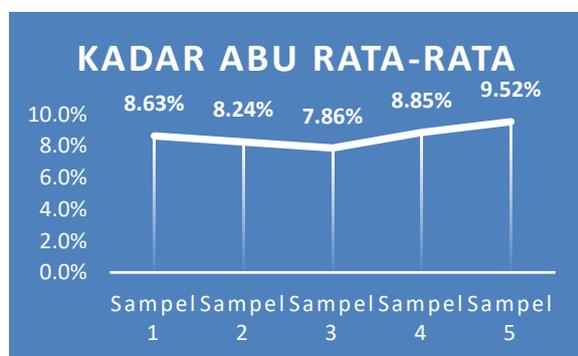
Perbandingan Kadar Abu dari Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Data Kadar Abu Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Tabel 3 Hasil Pengujian Kadar Abu RDF

No	Sampel RDF	Kadar Abu I	Kadar Abu II	Kadar Abu III
1	Sampel 1 (Kulit Kopi 70% + Serbuk Kayu 20% + Tepung Kanji 10%)	8,76 %	8,53 %	8,62 %
2	Sampel 2 (Kulit Kopi 60% + Serbuk Kayu 30% + Tepung Kanji 10%)	8,22 %	8,34 %	8,18 %
3	Sampel 3 (Kulit Kopi 50% + Serbuk Kayu 40% + Tepung Kanji 10%)	7,92 %	7,76 %	7,89 %
4	Sampel 4 (Kulit Kopi 40% + Serbuk Kayu 50% + Tepung Kanji 10%)	8,79 %	8,90 %	8,87 %
5	Sampel 5 (Kulit Kopi 30% + Serbuk Kayu 60% + Tepung Kanji 10%)	9,48 %	9,56 %	9,52 %

Analisis Kadar Abu Bahan RDF Limbah Kulit Kopi



Gambar 5. Grafik Hasil Pengujian Kadar Abu Rata-rata

Pengujian kadar abu dari 5 sampel bahan RDF limbah kulit kopi menunjukkan bahwa bahan ini memiliki kadar abu rata-rata sebesar 8,62 % dengan rentang nilai 1,8 %. Hasil ini mengindikasikan bahwa bahan RDF dari limbah kulit kopi memiliki kadar abu yang cukup rendah dan konsisten, yang baik untuk efisiensi pembakaran dan mengurangi dampak lingkungan. Dengan memahami karakteristik kadar abu bahan RDF limbah kulit kopi, dapat dioptimalkan penggunaannya dalam berbagai aplikasi energi dan mendukung upaya pengelolaan sampah yang lebih berkelanjutan sesuai Standar SNI No.1/6235/2000 kualitas kadar abu harus kurang dari 8%. Kontrol kualitas yang ketat dalam proses pengolahan limbah kulit kopi sangat penting untuk memastikan kadar abu yang optimal dalam bahan RDF.

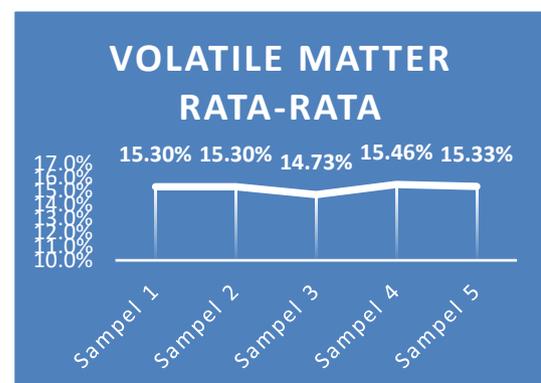
Perbandingan Volatile Matter dari Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Data Volatile Matter pada Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Tabel 4 Hasil Pengujian *Volatile Matter* RDF

No	Sampel RDF	<i>Volatile Matter</i> I	<i>Volatile Matter</i> II	<i>Volatile Matter</i> III
1	Sampel 1 (Kulit Kopi 70% + Serbuk Kayu 20% + Tepung Kanji 10%)	15.10%	15.40%	15.40%
2	Sampel 2 (Kulit Kopi 60% + Serbuk Kayu 30% + Tepung Kanji 10%)	15.14%	15.46%	15.30%
3	Sampel 3 (Kulit Kopi 50% + Serbuk Kayu 40% + Tepung Kanji 10%)	14.90%	14.60%	14.70%
4	Sampel 4 (Kulit Kopi 40% + Serbuk Kayu 50% + Tepung Kanji 10%)	15.99%	15.17%	15.21%
5	Sampel 5 (Kulit Kopi 30% + Serbuk Kayu 60% + Tepung Kanji 10%)	15.58%	15.24%	15.18%

Analisis Volatile Matter pada Bahan RDF Limbah Kulit Kopi



Gambar 6 Grafik Nilai Persentase Volatile Matter Rata-rata

Nilai *Volatile matter* yang tinggi pada RDF Limbah kulit kopi menunjukkan bahwa bahan ini memiliki potensi yang baik untuk pembakaran. Bahan mudah menguap cenderung terbakar dengan cepat dan menghasilkan nyala api yang kuat, yang dapat meningkatkan efisiensi pembakaran. Variasi *volatile matter* antar sampel dapat disebabkan oleh perbedaan komposisi kimia dan struktur fisik limbah kulit kopi. Pengendalian kualitas bahan baku dan proses pengolahan dapat membantu meningkatkan konsistensi dan kualitas RDF. Selain itu, tingginya *volatile matter* juga menunjukkan potensi pembentukan gas selama pembakaran, yang harus dikelola dengan baik untuk mencegah emisi polutan berbahaya.

Dari pengujian 5 sampel RDF limbah kulit kopi, diperoleh rata-rata *volatile matter* sebesar 15,22 %. Hasil ini menunjukkan bahwa limbah kulit kopi memiliki kandungan bahan mudah menguap, yang membuatnya cocok sebagai bahan bakar alternatif. Pengembangan lebih lanjut dalam teknologi pengolahan dan pemanfaatan limbah kulit kopi dapat mendukung upaya pemanfaatan energi Terbarukan.

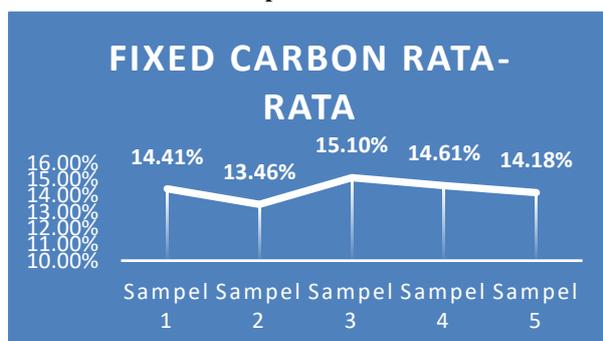
Perbandingan Fix Carbon dari Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Data Fix Carbon pada Bahan RDF Limbah Kulit Kopi

Tabel 5 Hasil Pengujian Fixed Carbon RDF

No	Sampel RDF	Fix Carbon I	Fix Carbon II	Fix Carbon III
1	Sampel 1 (Kulit Kopi 70% + Serbuk Kayu 20% + Tepung Kanji 10%)	14,74 %	14,21 %	14,28 %
2	Sampel 2 (Kulit Kopi 60% + Serbuk Kayu 30% + Tepung Kanji 10%)	13,26 %	13,66 %	13,47 %
3	Sampel 3 (Kulit Kopi 50% + Serbuk Kayu 40% + Tepung Kanji 10%)	14,91 %	15,17 %	15,24 %
4	Sampel 4 (Kulit Kopi 40% + Serbuk Kayu 50% + Tepung Kanji 10%)	14,82 %	14,28 %	14,74 %
5	Sampel 5 (Kulit Kopi 30% + Serbuk Kayu 60% + Tepung Kanji 10%)	14,09 %	14,42 %	14,04 %

Analisis Fix Carbon pada Bahan RDF Limbah Kulit Kopi



Gambar 7. Grafik Hasil Pengujian Fixed Carbon Rata-rata

Nilai *fixed carbon* yang cukup tinggi pada RDF limbah kulit kopi menunjukkan bahwa bahan ini memiliki potensi yang baik untuk pembakaran yang efisien. *Fixed carbon* merupakan indikator dari residu padat yang dapat terbakar pada tahap akhir pembakaran, memberikan kontribusi terhadap total energi yang dihasilkan. Variasi nilai *fixed carbon* antar sampel dapat disebabkan oleh perbedaan dalam komposisi kimia dan struktur fisik dari limbah kulit kopi. Faktor-faktor seperti kandungan mineral, kadar air, dan metode pengolahan limbah juga dapat mempengaruhi nilai *fixed carbon*.

Untuk meningkatkan efisiensi penggunaan RDF dari limbah kulit kopi, pengendalian kualitas bahan baku dan standarisasi proses pengolahan sangat penting. Proses yang optimal akan memastikan bahwa RDF memiliki kandungan karbon tetap yang konsisten dan dapat diandalkan sebagai sumber energi. Dengan demikian, pemanfaatan RDF dapat lebih kompetitif dan berkontribusi pada pengurangan ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Selain itu, penerapan teknologi pengolahan yang tepat dapat meminimalkan emisi gas rumah kaca dan dampak negatif terhadap lingkungan. Dari pengujian delapan sampel RDF limbah kulit kopi, diperoleh rata-rata *fixed carbon* sebesar 14,35 %. Hasil ini menunjukkan bahwa limbah kulit kopi memiliki kandungan karbon tetap yang cukup tinggi, menjadikannya sebagai bahan bakar alternatif yang efisien. Pengembangan teknologi pengolahan dan pemanfaatan limbah kulit kopi sebagai RDF dapat mendukung upaya pemanfaatan energi terbarukan.

Hasil Perhitungan Limbah Kulit Kopi di Perkebunan Kopi Rejang Lebong

Kabupaten Rejang Penghasil Kopi yang besar dari data Dinas Pertanian Dan Perikanan tahun 2023 Kabupaten Rejang Lebong adalah 231.950 Ton/Tahun dari survei penelitian untuk penggilingan kopi dari 1 kg kopi masih berbentuk butir/kering akan menghasilkan 600 gram kopi dan 400 gram kulit maka:

$$\text{Jumlah kopi} = 231.950 \times 1.000 = 231.950.000 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah kopi} = 231.950.000 \text{ kg} : 600 \text{ gram} = 386.583.333 \text{ kg}$$

$$\text{Jumlah kulit kopi} = 231.950.000 : 400 \text{ gram} = 579.875 \text{ kg}$$

Dari hasil perhitungan, terlalu banyak limbah kulit kopi yang tidak dapat dipergunakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan kombinasi komposisi kulit kopi, serbuk kayu dan tepung kanji/perekat sebagai bahan baku briket bioarang yang dengan proses karbonisasi. Penelitian menggunakan perbedaan komposisi kulit kopi dengan variasi 70:20(%), 60:30(%), 50:40(%), 40:50 (%) 30:60 (%) dan perekat/tepung kanji masing-masing 10(%).
2. Hasil dari 3 kali pengujian masing-masing sampel menunjukkan bahwa:

No	Sampel	Rata - Rata				
		Nilai Kalor (kkal/kg)	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Volatiles Matter (%)	Fix Carbon (%)
1	Sampel 1	6166	9.77	8,63	15.3	14,41
2	Sampel 2	6357	9.28	8,24	15.3	13,46
3	Sampel 3	7092	7.87	7,86	14.73	15,1
4	Sampel 4	7077	8.95	8,85	15.46	14,61
5	Sampel 5	7094	9.07	9,52	15.33	14,18

Mengacu pada Standar SNI No.01/6235/2000, Sampel 3 menunjukkan kesesuaian standar dan memiliki potensi yang tinggi untuk diolah menjadi bahan bakar alternatif yang efisien, serta memungkinkan optimalisasi lebih lanjut dalam proses produksinya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sansaniwal, S. K., Pal, K., Rosen, M. A., & Tyagi, S. K. (2017). Recent advances in the development of biomass gasification technology, 72(December 2016), 363–384. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.01.038>
- [2] Chandra, M. (2021). *Renewable Energy Engineering*. New Delhi: AkiNik Publications.
- [3] Tumuluru, J. S., Wright, C. T., Hess, J. R., & Kenney, K. L. (2011). A review of biomass densification systems to develop uniform feedstock commodities for bioenergy application. *Biofuels, Bioprod. Bioref*, 5, 683–707. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bb.b.324>
- [4] Baqir, M., Kothari, R., & Singh, R. P. (2018). Fuel wood consumption, and its influence on forest biomass carbon stock and emission of carbon dioxide, II, 1–10. <https://doi.org/10.1080/17597269.2018.1442666>
- [5] Kpalo, S. Y., Zainuddin, M. F., & Manaf, L. A. (2020). Technical and Economic Aspects of Biomass Briquetting. *MDPI*, 12(4609), 2–30. <https://doi.org/10.3390/su12114609>
- [6] Mulindwa, P., Egesa, D., Osinde, A., & Nyanzi, E. (2021). Production of Fuel Briquettes from Bamboo and Agricultural Residue as an Alternative to Charcoal, 11, 105–117. <https://doi.org/10.4236/jsbs.2021.113008>
- [7] Rahman, R., Azikin, B., Tahir, D., & Widodo, S. (2021). Analysis mixed characterization of Kalimantan coal and mangrove wood charcoal character as briquette raw material, 2(921). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/921/1/012055>
- [8] Affandi, K., Suryaningsih, & Otong. (2018). Analisa Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi dengan Cangkang Kopi terhadap Laju Pembakaran dan Emisi Karbon Monoksida (CO). *Material Dan Energi Indonesia*, 08(01), 44–48.
- [9] Serevina, V., Pambudi, R. D., & Nugroho, D. A. (2021). Pelatihan Pemanfaatan Limbah Gergaji dan Cangkang Telur Ayam untuk Membuka Usaha Briket Biomassa, 1(1), 1–5.
- [10] Ningsih, A., & Hajar, I. (2019). Analisis Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Bahan Perekat Tepung Kanji Dan Tepung Sagu Sebagai Bahan Bakar Alternatif, 7(2), 101–110.
- [11] Chusniyah, D. A., & Pratiwi, R. (2022). Uji Kualitas Briket Berbahan Arang Ampas Kelapa Berdasarkan Nilai, 7, 14–23.
- [12] Yuliza, N., Nazir, N., & Djalal, M. (2013). Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar Terhadap Mutu Briket Arang, 3(1), 21–30.
- [13] Dewi, R. P., Saputra, T. J., & Widodo, S. (2021). Studi Potensi Limbah Kulit Kopi Sebagai Sumber Energi Terbarukan di Wilayah Jawa Tengah. *Mechanical Engineering*, 5(1), 41–45.