

Potensi Limbah Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, dan Daun Trembesi di Olah Menjadi Briket Bioarang

Muhamad Farhan Hidayat

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhamadfarhan.20051@mhs.unesa.ac.id

Muhaji

Program Studi S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhaji61@unesa.ac.id

Abstrak

Indonesia sedang meningkatkan sumber energi baru terbarukan (EBT), salah satu sumber energi baru terbarukan (EBT) adalah energi biomassa. Indonesia memiliki potensi energi biomassa, dikarenakan jumlah lahan pertanian yang cukup luas. Lahan pertanian yang cukup luas menghasilkan limbah pertanian yang banyak terutama untuk limbah tempurung kelapa, tongkol jagung, serta dedaunan seperti daun trembesi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui potensi dari bahan baku tempurung kelapa, tongkol jagung, dan daun trembesi sebelum diolah menjadi sebuah briket bioarang, serta menghitung nilai ekonomis dari briket bioarang. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen. Metode yang dilakukan bahan sebelum dikarbonisasi, dilakukan penghalusan, dan penyaringan 60 mesh, kemudian dilakukan uji laboratorium karakteristik (kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, nilai kalor, dan kadar karbon terikat). Hasil dari penelitian ini ialah kadar air tertinggi pada tepung tapioka sebesar 12,2%, sedangkan terendah pada daun trembesi sebesar 6,1%. Kadar abu tertinggi pada tongkol jagung sebesar 6,6%, sedangkan terendah pada tepung tapioka sebesar 2%. Kadar zat mudah menguap tertinggi pada tepung tapioka sebesar 0,995%, sedangkan terendah pada tempurung kelapa 0,878%. Nilai kalor tertinggi pada daun trembesi 4600,67 kal/g, sedangkan terendah pada tepung tapioka sebesar 3460,05 kal/g. Kadar karbon terikat tertinggi pada daun trembesi sebesar 88,866%, sedangkan terendah pada tepung tapioka sebesar 84,805%. Serta nilai ekonomi yang didapatkan Rp. 16.460,-, secara keseluruhan hasil karakteristik sangat bagus jika diolah menjadi sebuah briket bioarang serta mampu bersaing dengan harga dipasaran.

Kata Kunci: Potensi limbah, Tempurung Kelapa, Tongkol Jagung, Daun Trembesi

Abstract

Indonesia is increasing new renewable energy sources, one of the new renewable energy sources is biomass energy. Indonesia has the potential for biomass energy, due to the large amount of agricultural land. The vast agricultural land produces a lot of agricultural waste, especially for coconut shell waste, corn cobs, and leaves such as trembesi leaves. The purpose of this study was to determine the potential of coconut shell, corn cob, and trembesi leaves before being processed into a biocharcoal briquette, and to calculate the economic value of biocharcoal briquettes. This research is an experimental research. The method was carried out before carbonizing the material, pulverizing, and filtering 60 mesh, then conducting laboratory tests of characteristics (moisture content, ash content, volatile substance content, calorific value, and bound carbon content). The results of this study are the highest moisture content in tapioca flour at 12.2%, while the lowest in trembesi leaves at 6.1%. The highest ash content in corn cob was 6.6%, while the lowest in tapioca flour was 2%. The highest volatile substance content in tapioca starch was 0.995%, while the lowest in coconut shell was 0.878%. The highest calorific value in trembesi leaves was 4600.67 cal/g, while the lowest in tapioca starch was 3460.05 cal/g. The highest bound carbon content in trembesi leaves was 88.866%, while the lowest in tapioca flour is 84.805%. As well as the economic value obtained Rp. 16 460, -, overall the results of the characteristics are very good if processed into a biocharcoal briquette and are able to compete with market prices.

Keywords: Potential waste, Coconut Shell, Corn Cob, Trembesi Leaf

PENDAHULUAN

Seiring bertambahnya jumlah penduduk, konsumsi energi di Indonesia ikut meningkat dan dapat menyebabkan krisis energi (Pamudiarini, 2021). Energi merupakan faktor penting dalam pembangunan (Khan, 2020). Krisis energi mendesak dorongan untuk pencarian sumber energi alternatif. Energi dibagi menjadi dua energi terbarukan dan energi tak terbarukan, Indonesia memiliki potensi yang besar di dua sumber tersebut. Rata-rata penggunaan energi fosil di Indonesia setiap tahunnya mengalami peningkatan 36 juta *barrel oil equivalent* (BOE) dari tahun 2000 hingga 2014 (Sa'adah et al., 2017). Diperkirakan pada tahun 2019 cadangan minyak di Indonesia sebesar 3,8 *milliar barrel oil*, sedangkan cadangan gas bumi sebesar 14 *milliar barrel* (Setyono dan Kiono, 2021). Energi baru terbarukan (EBT) memiliki sumber yang melimpah. Oleh karena itu pengembangan Energi Baru Terbarukan (EBT) sedang ditingkatkan oleh pemerintah Indonesia (Denny, 2021). Terbukti dengan adanya Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014 dan Peraturan Presiden No. 22 tahun 2017 tentang rancangan target penggunaan EBT pada tahun 2025 dan 2050 masing-masing sebesar 23% dan 31%, dan telah terealisasi sebesar 11,31% pada tahun 2020 (Setyono dan Kiono, 2021).

Salah satu contoh energi baru terbarukan (EBT) adalah energi biomassa. Energi biomassa merupakan salah satu energi baru berasal dari bahan organik tanaman atau makhluk hidup (Wu et al., 2022). Energi biomassa memiliki potensi di Indonesia sebesar 49.810MW limbah gas, limbah padat, dan limbah cair (Pribadyo dan Hanif, 2020). Indonesia memiliki potensi energi biomassa yang berasal dari limbah zona kehutanan. Limbah pertanian di Indonesia sangatlah melimpah. Limbah pertanian yang melimpah jika dibiarkan begitu saja dapat menimbulkan permasalahan baru terutama pada lingkungan (Alawiyah, 2022). Hasil pertanian dan perkebunan menghasilkan beberapa limbah organik, yang dapat digunakan untuk menjadi energi biomassa berupa produk biomassa bio gas, bio fuel, dan juga briket (Febrianti, 2020). Salah satu limbah pertanian berupa tempurung kelapa, tongkol jagung, sekam padi, kayu bekas, serta dedaunan. Menurut Ortega (2015) pemanfaatan biomassa menjadi briket baik dikarenakan sumber berasal dari tanaman sehingga dapat diperbarui, dapat mengurangi sisa dari limbah pertanian, dan dapat diadopsi dalam berbagai sektor energi.

Kelapa memiliki sebutan tumbuhan 1001 manfaat, secara umum komposisi pembentukan kelapa berupa sabut kelapa 25,1%, daging kelapa 28,1%, air kelapa 32,7%, dan tempurung kelapa 14,1% dari berat total buah kelapa 1,64 kg (Pratama, 2020). Menurut penelitian Khabir et al., (2022) mengujikan komposisi kimia tempurung kelapa yang berasal dari negara Malaysia, mendapatkan hasil karbon (C) 40,08%, oksigen (O) 54,31%, hidrogen (H) 1,4%, sulfur (S) 0,17%, dan hasil proksimat bahan kadar air 5,56%, kadar abu 1,80%, kadar zat mudah menguap 70,82%, kadar karbon terikat 21,80%.

Menurut (Klaas et al., 2020) tongkol jagung berasal dari London terkandung komposisi kimia terdiri dari karbon (C) 36,4%, hidrogen (H) 6,2%, nitrogen (N) 0,5%, sulfur (S) 0,05%, oksigen (O) 47,1%, dan kandungan proksimat

kadar air sebesar 11%, kadar abu 9,8%, kadar karbon terikat 9,2%, kadar zat mudah menguap 70%.

Menurut A'la (2017) kandungan karbon daun trembesi (C) 50,26%, sedangkan setelah terjadi pengeringan menjadi karbon terikat 12,43%.

Studi penelitian ini bertujuan untuk melakukan uji karakteristik dari bahan baku tempurung kelapa, tongkol jagung, dan daun trembesi sebelum diolah menjadi sebuah briket bioarang, serta menghitung nilai jual (nilai ekonomis) dari briket bioarang yang dihasilkan. Melalui penelitian ini, diharapkan hasil uji karakteristik bahan baku tersebut dapat diolah menjadi briket bioarang serta memberikan kontribusi melalui pengembangan teknologi baru dibidang energi terbarukan.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen, dengan analisis data deskriptif kuantitatif. Metode eksperimen yang dilakukan meneliti karakteristik dari bahan baku penyusun briket bioarang berupa tempurung kelapa, tongkol jagung, dan daun trembesi, serta menghitung nilai ekonomis dari briket bioarang. Penelitian ini dilakukan dalam kondisi dan peralatan yang telah dikondisikan.

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 18 April 2024 sampai dengan 31 Mei 2024.

Tempat Penelitian

Tempat persiapan penelitian dilakukan di laboratorium bahan bakar A8, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya tempat pengujian karakteristik bahan baku di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang. Tempat pengujian karakteristik bahan baku di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang.

Objek Penelitian

Penelitian ini menggunakan objek penelitian berupa bahan baku penyusun briket bioarang yaitu tempurung kelapa, tongkol jagung, dan daun trembesi.

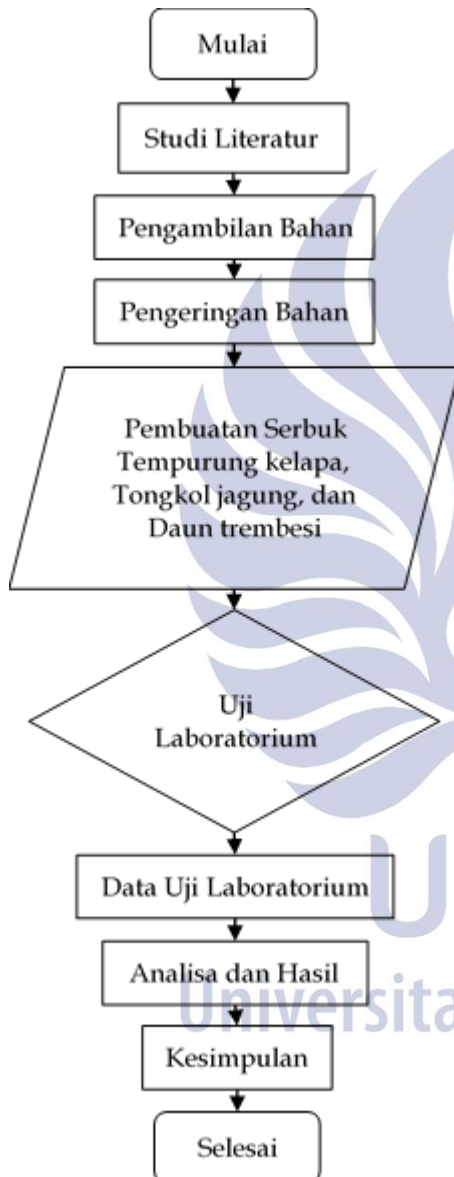
Variabel

- Variabel Bebas: tempurung kelapa, tongkol jagung, daun trembesi, dan nilai ekonomis.
- Variabel Terikat: uji karakteristik kadar air, kadar abu, nilai kalor, kadar zat mudah menguap, dan kadar karbon terikat.
- Variabel Kontrol:
 - a. Bahan tempurung kelapa dan tongkol jagung berasal dari Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, Indonesia.
 - b. Bahan daun trembesi berasal dari Kecamatan Driyorejo, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur, Indonesia.
 - c. Pengeringan di bawah sinar matahari selama 2 hari.

- d. Bahan yang diujikan belum dilakukan karbonisasi.
- e. Bahan yang diujikan telah dihaluskan dengan ukuran partikel 60 mesh.
- f. Tempurung dan tongkol jagung dihaluskan menggunakan hammer mills.
- g. Daun trembesi dihaluskan menggunakan blender.

- b. Melakukan pengeringan bahan dibawah sinar matahari selama 2 hari.
- c. Menghaluskan tempurung kelapa dan tongkol jagung menggunakan hammer mills
- d. Menghaluskan daun trembesi menggunakan blender.
- e. Menyaring partikel serbuk dengan ukuran partikel sebesar 60 mesh.
- f. Bahan siap diujikan karakteristik
- Proses penghitungan nilai ekonomis dari hasil briket bioarang sebagai berikut:
 - a. Menyiapkan bahan yang telah dikarbonisasi.
 - b. Menghitung harga bahan baku.
 - c. Menghitung proses karbonisasi.
 - d. Menghitung biaya pengeringan, jika menggunakan oven listrik.

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Proses Penelitian

- Proses pembuatan spesimen uji karakteristik sebagai berikut ini:
 - a. Bahan yang akan diujikan (tempurung kelapa, tongkol jagung, dan daun trembesi) diambil dari bahan yang telah disebutkan.

Uji Karakteristik

- Kadar air
Uji karakteristik air bertujuan untuk mengetahui kandungan air pada bahan tersebut, sehingga jika diolah menjadi briket bioarang mendapatkan hasil yang baik. Kadar air dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{A - B}{B} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Bahan sebelum dikeringkan (gram)

B = Bahan setelah dilakukan pengeringan (gram)

- Kadar abu
Uji karakteristik abu bertujuan untuk mengetahui abu yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan tersebut, sehingga jika diolah menjadi briket bioarang mendapatkan kadar abu yang kecil atau sedikit. Kadar abu dihitung menggunakan persamaan:

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{B - A}{C} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat cawan kosong (gram)

B = Berat cawan kosong dan kadar abu (gram)

C = Berat awal sampel (gram)

- Kadar Zat Mudah Menguap
Uji kadar zat mudah menguap bertujuan untuk mengetahui persentase senyawa yang dapat menguap pada suhu rendah pada bahan baku, hal tersebut untuk meningkatkan karakteristik briket bioarang yang akan diolah. Kadar zat mudah menguap dihitung menggunakan rumus:

$$\text{KZM (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

W1 = Bahan yang telah dilakukan pengeringan (gram)

W2 = Bahan yang telah dilakukan pemanasan 950 °C

KZM = Kadar zat mudah menguap (%)

- **Nilai Kalor**

Uji nilai kalor bertujuan untuk mengetahui panas yang dihasilkan dari bahan tersebut, sehingga jika diolah menjadi briket mendapatkan kadar panas yang baik sesuai dengan standar briket di Indonesia. Nilai kalor dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Nilai Kalor (kal/g)} = \frac{\Delta T w - l1 - l2 - l3}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

ΔT = Kenaikan suhu pada termometer

w = 2426 kal/°C (seuai dengan konversi alat yang digunakan)

$l1$ = Kandungan Na₂CO₃ yang digunakan titrasi

$l2$ = 13,7 x 1,02 x berat sampel

$l3$ = 2,3 x panjang fuse wire yang terbakar

- **Kadar Karbon Terikat**

Uji kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon (C) pada bahan baku. Kadar karbon terikat berbanding lurus dengan nilai kalor, sehingga kadar karbon terikat yang tinggi menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Kadar karbon terikat dihitung menggunakan rumus:

$$FC (\%) = 100\% - (KZM \mp KAB + KA)\%$$

Keterangan Rumus Perhitungan Kadar Karbon Terikat:

KZM = Kadar zat mudah menguap (%)

KAB = Kadar abu (%)

KA = Kadar air (%)

FC = Kadar karbon terikat (%)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

- **Uji Karakteristik**

Pada penelitian ini menggunakan bahan baku tempurung kelapa, tongkol jagung, tepung tapioka, dan daun trembesi kering. Uji karakteristik bahan baku briket bioarang memiliki tujuan untuk mengetahui karakteristik awal (bahan sebelum karbonisasi) atau karakteristik sebelum dicetak menjadi briket bioarang. Hasil pengujian bahan baku disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji karakteristik laboratorium

Jenis Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Nilai Kalor (kal/g)	Kadar Zat Mudah Menguap (%)	Karbon Terikat (%)
Tongkol Jagung	7,2	6,6	3569,32	0,959	85,241
Tempurung Kelapa	7,5	4,2	3652,00	0,878	87,422
Daun Trembesi	6,1	4,1	4600,67	0,934	88,866
Tepung Tapioka	12,2	2,0	3460,05	0,995	84,805

- **Nilai Ekonomis Briket Bioarang**

Berdasarkan perhitungan biaya-biaya dalam pembuatan briket bioarang, didapatkan hasil perhitungan nilai ekonomis untuk 500 gram disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Nilai Ekonomis Briket Bioarang

No	Komponen	Daya dan Massa	Waktu (jam)	Harga (Rupiah)
1.	Tempurung Kelapa	1500 gram	-	2.000
2.	Tongkol Jagung	1200 gram	-	-
3.	Oven Listrik	1,8 kWh	6	2.600
4.	Lpg	1000 gram	4	2.830
5.	Tepung Tapioka	50gram	-	800
Total				8.230

Pembahasan

- **Karakteristik bahan baku**

Karakteristik bahan baku briket bioarang dapat dipengaruhi oleh asal bahan baku tersebut, sehingga peneliti membatasi tempurung kelapa dan tongkol jagung berasal dari Kecamatan Cerme, daun trembesi kering berasal dari Kecamatan Driyorejo, dan untuk tepung tapioka menggunakan merk rosebrand.

Geografis dari sumber bahan baku dapat mempengaruhi hasil karakteristik bahan baku (Li et al., 2023). Pada proses karbonisasi senyawa yang mempengaruhi selulosa (C₆H₁₀O₅) dan lignin (C₉H₁₀O₃). Selulosa (C₆H₁₀O₅) dan lignin (C₉H₁₀O₃) yang tinggi menghasilkan kadar karbon yang tinggi. Suhu pada proses pirolisis juga mempengaruhi kualitas karbon yang dihasilkan.

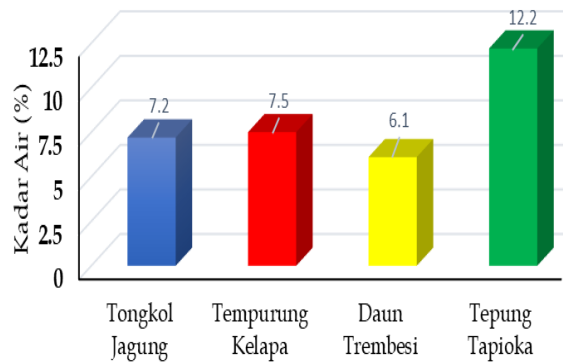
Menurut Olatunji (2023) tempurung kelapa mulai terurai pada suhu 200 °C hingga 400 °C, sedangkan untuk tongkol jagung terurai pada suhu 300 °C hingga 400 °C (Kluska, 2020). Kualitas karbon juga dipengaruhi oleh suhu pirolisis, akan tetapi suhu yang berlebih akan menyebabkan nilai abu yang tinggi.

Bahan baku briket bioarang melalui uji karakteristik di laboratorium untuk mengetahui kandungan dasar sebelum dibentuk menjadi briket bioarang. Bahan baku briket bioarang antara lain tempurung kelapa, tongkol jagung, daun trembesi, dan tepung tapioka, uji yang dilakukan antara lain kadar air, kadar abu, nilai kalor, kadar zat mudah menguap, dan kadar karbon terikat. Hasil tabel dikonversi menjadi gambar diagram batang 1 – 5.

1. Kadar air

Kadar air dalam bahan baku akan mempengaruhi kualitas dari briket (Ridjayanti et al., 2021). Hasil pengujian kadar air disajikan

diagram batang dapat dilihat pada gambar 1 sebagai berikut:

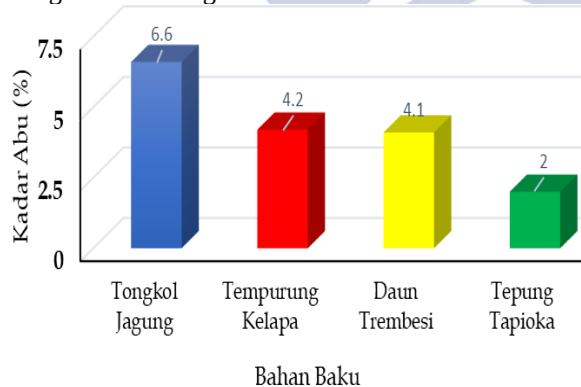


Gambar 2. Diagram batang kadar air bahan baku briket bioarang

Berdasarkan tabel 1 dan gambar diagram batang 1 hasil kadar air bahan baku bioaditif memiliki kadar air yang rendah sebesar 6,1%. Daun trembesi memiliki kadar air yang kecil dapat dijadikan bioaditif. Kadar air tertinggi pada bahan baku tepung tapioka sebesar 12,2%, hal tersebut dikarenakan tepung tapioka merupakan kandungan utama adalah pati, dan dalam pati memiliki kandungan gugus hidroksil yang tinggi sehingga memiliki kemampuan mengikat dan mempertahankan air (Hartanti, 2018).

2. Kadar Abu

Kadar abu akan mempengaruhi kualitas briket, hal tersebut akan mempengaruhi dalam proses pembakaran (sisa pembakaran) (Ridjayanti *et al.*, 2021). Hasil pengujian kadar abu disajikan diagram batang dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut:

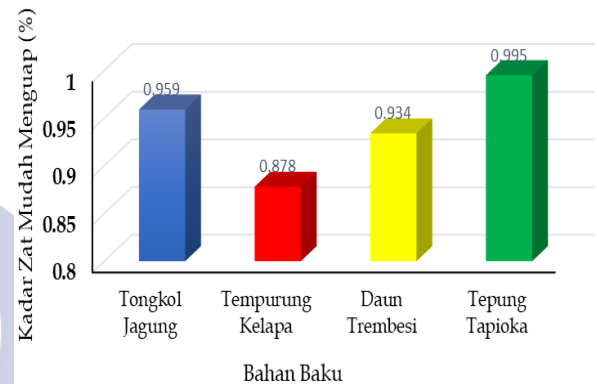


Gambar 3. Diagram batang kadar abu bahan baku briket bioarang

Berdasarkan tabel 1 dan gambar diagram batang 2, hasil kadar abu yang terendah pada bahan baku tepung tapioka sebesar 2%, hal tersebut dikarenakan kandungan mineral (kalium 0,2%, fosfor 0,2%, kalsium 2%, magnesium 0,05%) tergolong cukup rendah, sehingga menghasilkan kadar abu yang sedikit (Mumtazah, 2021). Sedangkan kadar abu tertinggi pada tongkol jagung sebesar 6,6%.

3. Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap merupakan kandungan senyawa yang mudah menguap dalam keadaan terbakar suhu rendah. Kadar zat mudah menguap mempengaruhi sukar dan mudahnya bahan itu terbakar, karena mengandung senyawa hidrokarbon (Anizar, 2020). Hasil pengujian kadar zat mudah menguap disajikan diagram batang dapat dilihat pada gambar 3 sebagai berikut:

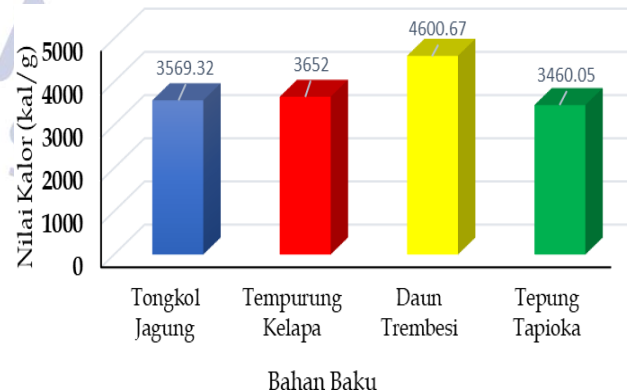


Gambar 4. Diagram batang kadar zat mudah menguap bahan baku briket bioarang

Berdasarkan tabel 1 dan gambar diagram batang 3, kadar zat mudah menguap terendah pada bahan baku tempurung kelapa sebesar 0,878%, sedangkan untuk kadar zat mudah menguap tertinggi pada tepung tapioka sebesar 0,995%.

4. Nilai Kalor

Nilai kalor bahan baku merupakan hal terpenting dalam mempengaruhi kualitas dari briket, semakin baik nilai kalor yang dihasilkan dalam bahan baku briket bioarang, hasil briket bioarang akan baik pula (Kusniawati, 2023). Hasil pengujian nilai kalor disajikan diagram batang dapat dilihat pada gambar 4 sebagai berikut:



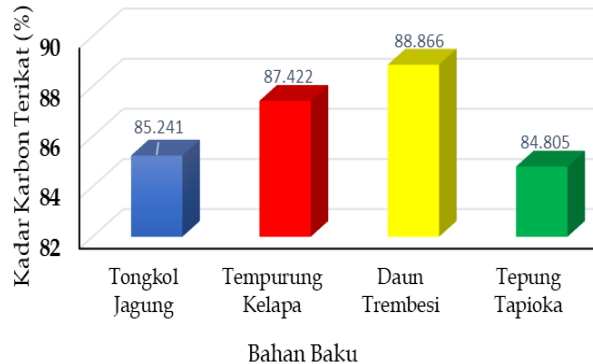
Gambar 5. Diagram batang nilai kalor bahan baku briket bioarang

Berdasarkan tabel 1 dan gambar diagram batang 4, nilai kalor terbaik pada bahan baku daun trembesi sebesar 4600,67 kal/gram. Nilai kalor yang tinggi dapat dijadikan bahan baku ataupun bahan bioaditif yang dapat menaikkan kualitas dari briket bioarang. Sedangkan nilai

kalor terendah pada bahan baku tepung tapioka sebesar 3460,05 kal/gram.

5. Kadar Karbon Terikat

Kadar karbon terikat berbanding lurus dengan nilai kalor, ketika kadar karbon terikat yang dihasilkan tinggi maka nilai kalor yang dihasilkan pun tinggi (Anizar, 2020). Hasil pengujian kadar karbon terikat disajikan diagram batang dapat dilihat pada gambar 5 berikut:



Gambar 6. Kadar Karbon Terikat Bahan Baku Briket Bioarang

Berdasarkan tabel 1 dan gambar diagram batang 5, kadar karbon terikat dari bahan baku bioarang terendah pada tepung tapioka sebesar 84,805%, sedangkan kadar karbon terikat tertinggi pada bahan baku briket bioarang daun trembesi sebesar 88,866%.

• Nilai Ekonomis

Rincian biaya yang digunakan sebagai berikut ini.

• Biaya Oven Listrik

Listrik yang digunakan pada kapasitas daya listrik 1.300 VA

Listrik 1 kWh = Rp. 1.444,70,- per jam

$$\text{Oven listrik 300 watt} = \frac{300 \text{ W}}{1000 \text{ kW}} \times 6 \text{ jam}$$

$$\text{Oven listrik 300 watt} = 1,8 \text{ kWh}$$

• Tempurung Kelapa

Tempurung kelapa yang diambil dari Kecamatan Cerme, Kabupaten Gresik Jawa Timur untuk proses karbonisasi dibutuhkan seberat 1,5 kg, dan untuk harga 1,5 kg sebesar Rp. 2.000,-. Tempurung kelapa memiliki harga jual, dikarenakan untuk bahan baku arang tempurung kelapa. Sedangkan untuk tongkol jagung tidak ada harga jualnya.

• Tepung Tapioka

Satu bungkus tepung tapioka memiliki berat 500 gram, harga satu bungkus sebesar Rp. 8.000, jadi harga setiap gram tepung tapioka yaitu Rp. 8.000 : 500 gram = Rp. 16,- per gram

• Tabung Gas LPG

Harga tabung gas LPG 3 kg yaitu Rp. 17.000, didapatkan harga untuk 1 gram yaitu Rp. 17.000 : 3000 gram = Rp. 5,66,- per gram. Proses karbonisasi dibutuhkan waktu 4 jam untuk menghasilkan 1kg bioarang. Proses 4 jam

akan habis selama 6 hari, sehingga berat 3000 gram : 6 hari = 500 gram gas yang dibutuhkan.

Berdasarkan tabel 2 dapat diketahui untuk menghasilkan 42 buah seberat 500 gram membutuhkan biaya Rp. 8.230,-. Untuk harga per 1 kilogram briket bioarang adalah:

$$\frac{1000 \text{ gram}}{500 \text{ gram}} \times \text{Rp. 8.230} = \text{Rp. 16.460}$$

Jadi harga briket bioarang adalah Rp. 16.460,- per 1 kilogram.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, hasil pengujian, dan analisa pembahasan, maka kesimpulan sebagai berikut ini:

- Bahan baku dilakukan uji karakteristik (tempurung kelapa, tongkol jagung, daun trembesi, dan tepung tapioka) menghasilkan karakteristik yang cukup baik jika diolah menjadi briket bioarang. Hasil kadar air tertinggi pada tepung tapioka sebesar 12,2%, sedangkan terendah pada daun trembesi sebesar 6,6%. Hasil kadar abu tertinggi pada tongkol jagung sebesar 6,6%, sedangkan terendah pada tepung tapioka 2,0%. Hasil kadar zat mudah menguap tertinggi pada tepung tapioka sebesar 0,995%, sedangkan terendah pada tempurung kelapa 0,878%. Hasil nilai kalor tertinggi pada daun trembesi 4600,67 kal/g, sedangkan terendah pada tepung tapioka sebesar 3460,05 kal/g. Hasil kadar karbon terikat tertinggi pada daun trembesi sebesar 88,866%, sedangkan terendah pada tepung tapioka sebesar 84,805%.
- Hasil perhitungan nilai ekonomis briket bioarang untuk 1 kilogram didapatkan harga Rp. 16.460,-

Saran

Berdasarkan hasil, analisa, dan kesimpulan didapatkan saran sebagai berikut ini:

- Bahan baku yang diujikan menghasilkan karakteristik yang baik, sehingga dapat diolah menjadi briket bioarang.
- Perlu adanya uji karakteristik briket bioarang menggunakan bahan tersebut.
- Nilai ekonomis briket bioarang yang dihitung dapat bersaing dengan harga jual di pasar.
- Dilakukan pengujian karakteristik dengan pencampuran bahan tersebut.
- Perlu dilakukan uji *ultimate* pada bahan tersebut, sehingga mengetahui kandungan kimia.
- Perlu adanya sosialisasi tentang pemanfaatan pengolahan limbah pertanian, bentuk implementasi dari nilai ekonomis.

DAFTAR PUSTAKA

- A'la, M. (2017). Pengurangan Karbon (C) pada Serasah Daun Angsana (*Pterocarpus indicus*) dan Daun Trembesi (*Samanea saman*) Melalui Metode Pengomposan Lubang Resapan Biopori Inovatif. 10.

- Alawiyah, S., Ulva, S. M., Christyanti, R. D., & Sulaiman, D. (2022). Pemanfaatan Limbah Produksi Kayu Dan Pertanian Sebagai Sumber Energi Alternatif Desa Salimbatu. *JURNAL APLIKASI DAN INOVASI IPTEKS "SOLIDITAS" (J-SOLID)*, 5(1), 58. <https://doi.org/10.31328/js.v5i1.3269>
- Anizar, H., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Pengaruh Bahan Perekat Tapioka Dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah.
- Denny Haryanto Sinaga, Riz Rifai Oktavianus Sasue, & Harvei Desmon Hutahaean. (2021). Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan: Pemanfaatan Energi Terbarukan Dengan Menerapkan Smart Grid Sebagai Jaringan Listrik Masa Depan. *JOURNAL ZETROEM*, 3(1), 11–17. <https://doi.org/10.36526/ztr.v3i1.1251>
- Febrianti, N., Filiana, F., & Hasanah, P. (2020). Potential of Renewable Energy Resources from Biomass Derived by Natural Resources In Balikpapan. *Jurnal Presipitasi: Media Komunikasi dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, 17(3), 316–323. <https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i3.316-323>
- Hartanti, L., Syamsunihar, A., & Wijaya, K. A. (2018). Kajian Agronomis dan Kualitas Tepung Berbahan Ubi Kayu Lokal. *Pro Food*, 3(2), 247–255. <https://doi.org/10.29303/profood.v3i2.57>
- Kabir Ahmad, R., Anwar Sulaiman, S., Yusup, S., Sham Dol, S., Inayat, M., & Aminu Umar, H. (2022). Exploring the potential of coconut shell biomass for charcoal production. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(1), 101499. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.05.013>
- Khan, H., Khan, I., & Binh, T. T. (2020). The heterogeneity of renewable energy consumption, carbon emission and financial development in the globe: A panel quantile regression approach. *Energy Reports*, 6, 859–867. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2020.04.002>
- Klaas, M., Greenhalf, C., Ouadi, M., Jahangiri, H., Hornung, A., Briens, C., & Berruti, F. (2020). The effect of torrefaction pre-treatment on the pyrolysis of corn cobs. *Results in Engineering*, 7, 100165. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2020.100165>
- Kluska, J., Ochnio, M., & Kardaś, D. (2020). Carbonization of corncobs for the preparation of barbecue charcoal and combustion characteristics of corncob char. *Waste Management*, 105, 560–565. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.02.036>
- Kusniawati, E., Indah Pratiwi, & Sasya Nanda Yonika. (2023). Analisa Pengaruh Nilai Total Moisture Terhadap Gross Calorific Value Pada Batubara Jenis X Di Pt Bukit Asam Tbk Unit Pelabuhan Tarahan. *Journal Of Innovation Research And Knowledge*, 2(8), 3211–3222. <https://doi.org/10.53625/Jirk.V2i8.4652>
- Li, Y., Liu, F., Zhou, Y., Liu, X., & Wang, Q. (2024). Geographic patterns and environmental correlates of taxonomic, phylogenetic and functional β -diversity of wetland plants in the Qinghai-Tibet Plateau. *Ecological Indicators*, 160, 111889. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111889>
- Mumtazah, S., Romadhon, R., & Suharto, S. (2021). Pengaruh Konsentrasi Dan Kombinasi Jenis Tepung Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Mutu Petis Dari Air Rebusan Rajungan. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, 3(2), 105–112. <https://doi.org/10.14710/Jitpi.2021.13147>
- Olatunji, O. O., Adedeji, P. A., & Madushele, N. (2023). Thermokinetic analysis of coconut husk conversion by pyrolysis process. *Materials Today: Proceedings*, S2214785323045558. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2023.08.285>
- Ortega, C. (2015). Biomass as a sustainable energy source for the future: Fundamentals of conversion processes. *Green Processing and Synthesis*, 4(3). <https://doi.org/10.1515/gps-2015-0028>
- Pamudiarini, R. D., & Ivontianti, W. D. (2021.). Potensi Briket Arang Dari Tongkol Jagung Dan Ampas Teh Sebagai Energi Terbarukan.
- Pratama, O. S., & Noor, A. (2020). Valuasi Ekonomi Limbah Pada Pedagang Kelapa Parut Di Pasar Tradisional Kecamatan Samarinda Ilir, Kecamatan Samarinda Utara Dan Kecamatan Sungai Pinang Kota Samarinda.
- Pribadyo, D., & Hanif, P. (2020). Pengaruh Komposisi Dan Kuat Tekan terhadap Tingkat Kerapuhan Briket Arang Biomasa Campur Batubara dengan Tepung Kanji sebagai Perekat. *Technology Journal*, 2(2), 67–72. <https://doi.org/10.15575/jw.xxx.xxx>
- Ridjayanti, S. M., Bazenet, R. A., Hidayat, W., Banuwa, I. S., & Riniarti, M. (2021). Pengaruh Variasi Kadar Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria Moluccana*).

- Sa'adah, A. F., Fauzi, A., & Juanda, B. (2017). Peramalan Penyediaan dan Konsumsi Bahan Bakar Minyak Indonesia dengan Model Sistem Dinamik. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 17(2), 118–137. <https://doi.org/10.21002/jepi.v17i2.661>
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Wu, Y., Ghalkhani, M., Ashrafzadeh Afshar, E., Karimi, F., Xia, C., Le, Q. van, & Vasseghian, Y. (2022). Recent progress in Biomass-derived nanoelectrocatalysts for the sustainable energy development. *Fuel*, 323, 124349. <https://doi.org/10.1016/J.FUEL.2022.124349>