

KARATERISTIK MUTU BIOBRIKET LIMBAH KAYU KEMIRI, TEMPURUNG KELAPA DAN BONGKOL JAGUNG

Quality Characteristics of Biobriquettes Made from Candlenut Wood Waste, Coconut Shells, and Corncobs

Febriana Tri Wulandari^{1*}, Radjali Amin², Dhimas Mardiyanto Prasetyo³

^{1&3}Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. Jl. Pendidikan No.37 Mataram, Telp./Fax (0370) 7859363
²Pasca Sarjana, Institut Teknologi Yogyakarta, Jl. Raya Janti km.4, Gedong Kuning Kec. Banguntapan, Kab. Bantul, DIY 55198
*Email: febriana.wulandari@unram.ac.id

Diterima: 30 Juni 2024, direvisi: 1 Desember 2024, disetujui: 20 Desember 2024

ABSTRACT

Along with corn and coconut, the province of West Nusa Tenggara has a potential of 2,254.10 hectares for candlenut cultivation. In 2021, the area dedicated to coconut farming may reach 46,000 hectares 2020, the area devoted to corn cultivation may reach 91,000 hectares. Considering this potential, waste will be generated; therefore, efforts must be made to manage this waste so that it can be reprocessed into the raw material for charcoal briquettes. By conducting proximate tests and evaluating its feasibility as an alternative fuel according to the SNI 01-6235-2000 standard, this research aims to ensure the quality of charcoal briquettes produced from corn cob waste, coconut shell, and candlenut shell. Five different types of raw materials were treated in this experimental procedure using a completely randomized non-factorial design with three replications. The results show that the corn cob charcoal briquettes do not meet the standards. The ash content in the briquettes across all treatments does not meet the SNI 01-6235-2000 standard but falls within the American standard, except for the Corn Cob and Coconut Shell Charcoal Briquettes, which do not meet any quality standards. The testing of volatile matter content showed that only corn cobs met the SNI 01-6235-2000 standard, while other charcoal briquettes met the Japanese standard. The calorific value test of charcoal briquettes showed that only candlenut shells and corn cobs met the SNI 01-6235-2000 standard. Testing the bound carbon content in charcoal briquettes did not meet the SNI 01-6235-2000 standard but fell within the standards of Japan, America, and England. Based on quality standards, the charcoal briquettes made from candlenut shells and corn cobs are suitable because their calorific value and bound carbon meet the SNI 01-6235-2000 standard.

Keywords: waste, biomass, charcoal briquettes, quality

ABSTRAK

Bersama dengan jagung dan kelapa, propinsi NTB memiliki potensi 2.254,10 hektar untuk tanaman kemiri. Tahun 2021, area yang didedikasikan untuk pertanian kelapa mungkin mencapai 46.000 hektar, sedangkan pada tahun 2020, area yang didedikasikan untuk budidaya jagung mungkin mencapai 91.000 hektar. Mengingat potensi tersebut, limbah pasti akan dihasilkan; oleh karena itu, upaya harus dilakukan untuk mengelola limbah tersebut agar dapat diproses ulang menjadi bahan baku briket arang. Dengan melakukan uji proksimat dan mengevaluasi kelayakannya sebagai bahan bakar alternatif sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000, penelitian ini bertujuan untuk memastikan kualitas briket arang yang diproduksi dari limbah tongkol jagung, tempurung kelapa, dan tempurung kemiri. Lima jenis bahan baku yang berbeda diperlakukan dalam prosedur eksperimen ini menggunakan RAL non-faktorial dengan tiga ulangan. Hasil menunjukkan bahwa briket arang tongkol jagung yang tidak memenuhi standar. Kadar abu pada briket diseluruh perlakuan tidak memenuhi standar SNI 01-6235-2000 tetapi masuk dalam standar Amerika

kecuali briket arang Campuran Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa tidak memenuhi semua standar mutu. Pengujian kadar zat terbang hanya tongkol jagung yang memenuhi standar SNI 01-6235-2000 dan briket arang lainnya masuk dalam standar Jepang. Pengujian nilai kalor briket arang hanya cangkang kemiri dan tongkol jagung yang memenuhi standar SNI 01-6235-2000. Pengujian kadar karbon terikat briket arang tidak memenuhi standar SNI 01-6235-2000 tetapi masuk dalam standar Jepang, Amerika dan Inggris. Berdasarkan standar mutu maka briket arang cangkang kemiri dan tongkol jagung layak digunakan karena memiliki nilai kalor dan karbon terikat masuk dalam standar SNI 01-6235-2000.

Kata kunci: limbah, biomassa, briket arang, mutu

Note: There should be no nonstandard abbreviations, acknowledgments of support, references or footnotes in the abstract.

I. PENDAHULUAN¹

Semakin hari energi bumi semakin menipis akibat penggerukan seperti tambang, apabila pasokan dan permintaan energi masyarakat tidak seimbang maka kekurangan energi akan semakin terasa. Sifat minyak bumi yang tidak dapat diperbaharui menyebabkan kelangkaan dan kenaikan biaya. Sumber energi alternatif yang terbarukan, berlimpah, dan dengan harga yang terjangkau harus tersedia sekarang juga untuk mengatasi masalah ini dan membuatnya dapat diakses oleh masyarakat umum. Upaya manusia untuk menemukan sumber energi alternatif ini harus menggunakan bahan baku yang mudah didapat dan renewable serta produk yang ramah pengguna (Purwanto, 2015).

Peningkatan penggunaan sumber energi yang inovatif dan terbarukan diperlukan diatur sesuai dengan kebijakan pemerintah yang ditetapkan dalam Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Tujuan dari kebijakan energi nasional ini ingin mencapai fleksibilitas energi dan memaksimalkan energi campuran, yang mencakup pemanfaatan minyak bumi kurang dari 20%, adalah tujuan dari kebijakan energi nasional ini (Yuliza et.al, 2013).

Salah satu energi inovatif dapat digunakan untuk mengganti perlahan-lahan bahan bakar adalah briket arang. Biomassa adalah sumber energi terbarukan di seluruh dunia yang dapat digunakan untuk membantu orang beralih dari bahan bakar fosil. Aman karena tidak merusak ekosistem seperti sumber energi terbarukan lainnya. (Harahap & Jumiati, 2023). Kandungan karbon yang besar, kadar abu yang rendah, nyala api yang lebih lama, dan bentuk yang padat dan halus merupakan ciri-ciri kualitas briket yang unggul (Putri & Andasuryani, 2017). Briket dengan bentuk yang halus dan padat akan lebih mudah terbakar, menghasilkan panas yang banyak, dan nyala api yang tahan lama. Ciri-ciri briket yang berkualitas rendah antara lain berbau menyengat

saat dinyalakan, sulit dinyalakan, dan daya tahan apinya lebih pendek. Untuk briket arang, menghasilkan 5000 kalori dengan kadar abu sekitar 8% adalah nilai kalori yang baik (Amalinda & Jufri, 2018). Selain itu, penelitian sebelumnya telah melakukan riset briket arang dengan biomassa antara lain pemanfaatan limbah sisa biji salak, tongkol jagung, tempurung kelapa, kulit buah nipah yang diperuntukkan sebagai bahan baku briket arang (Anizar et al., 2020; Harahap & Jumiati, 2023; Wulandari et al., 2024).

Menurut data BPS (2021), Nusa Tenggara Barat memiliki potensi tanaman kemiri seluas 2.254,10 hektar yang dapat menghasilkan 1.878,00 ton gelondong setiap tahunnya. Jagung dan kelapa juga memiliki potensi yang cukup besar di NTB. Hingga tahun 2021, NTB memiliki 46 ribu hektar lahan kelapa sementara di tahun 2020, terdapat 91 ribu hektar lahan jagung (BPS NTB, 2021). Hal ini menunjukkan bahwa tempurung kelapa, tongkol jagung, dan cangkang kemiri dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan biobriket. Untuk membuat biobriket, penelitian ini akan memanfaatkan limbah tempurung kemiri, tongkol jagung, tempurung kelapa, dan serbuk batang kemiri sebagai bahan baku.

Menurut Amin et al. (2017), cangkang kelapa sawit terdiri dari 26,27% selulosa, 12,61% hemiselulosa, 42,96% lignin, 4,52% kelembaban, 82,86%, zat terbang (vm), 11,02% karbon terikat, 1,61% abu, 0,13% rasio bahan bakar, dan nilai kalor 3457.4232 Kkal/kg. Dengan nilai kalor 15.400 kJ/kg, komposisi tongkol jagung memiliki kandungan serat yang tinggi (29,89%) dan kadar abu 1,49%, yang membantu penyalaan awal dan mempercepat pembakaran (Iskandar, 2012). Sifat cangkang kemiri yang keras dan kandungan kalorinya yang mencapai 4164 kal/g memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan bakar (Jaswella et.al, 2022). Selain itu, komponen kimiawi dari cangkang kemiri adalah CaO, SiO₂, Al₂O₃, MgO, H₂O, dan Fe₂O₃ (Dewi & Huda, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui mutu briket arang dari tongkol jagung, tempurung

kelapa dan cangkang kemiri dengan menguji sifat fisisnya yaitu kadar air, kadar abu, nilai kalor, kadar zat terbang dan karbon terikat serta menentukan kelayakan penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif berdasarkan standar SNI 01-6235-2000

Penelitian ini memiliki tujuan untuk melihat karakteristik fisik biobriket yang terbuat dari tongkol jagung, tempurung kelapa, dan tempurung kemiri serta menguji kelayakan penggunaan bahan baku tersebut berdasarkan SNI 01-6235-2000.

II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. Bahan dan Lokasi

Penelitian dilaksanakan pada bulan November 2023 – Maret 2024 di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan dan Silvikultur Fakultas Pertanian dan Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Sipil Universitas Mataram.

B. Metode

Metode yang digunakan yaitu metode eksperimen. Menurut Hanafiah (2016), studi eksperimen adalah studi yang dilakukan untuk memastikan efek atau pengaruh dari beberapa variabel terhadap suatu sifat yang diprediksi. Terdapat satu factor yang digunakan adalah perbandingan komposisi, yang terdiri dari lima komposisi, yaitu: Serbuk Kemiri (SK), Campuran Bongkol Jagung dan Tempurung Kelapa (TT), Tempurung Kelapa (TK), Bongkol Jagung (TJ), Cangkang Kemiri (CK). Untuk setiap bahan baku, dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali, sehingga total sampel yang digunakan yaitu sebanyak 15 sampel.

C. Prosedur

1. Persiapan Bahan Baku

Bahan baku disiapkan lalu diarangkan menggunakan drum kiln. Setelah proses pengarangan, lalu di dinginkan dengan cara menimum drum kiln selama 24 jam, kemudian proses tersebut sampai seluruh bahan menjadi arang. Setelah pengarangan, lalu di haluskan menggunakan penggiling atau crusher hingga menjadi serbuk dengan ukuran partikel yang

diinginkan. Serbuk arang yang sudah dihaluskan disaring menggunakan -40+60 mesh untuk mendapatkan partikel yang seragam. Partikel yang terlalu besar bisa digiling kembali.

2. Pencampuran:

Siapkan perekat molase digunakan sebanyak 10%. Campurkan serbuk arang dengan larutan molase hingga merata. Pastikan semua partikel arang terlapisi dengan baik oleh larutan molase.

3. Pencetakan

Masukkan campuran arang dan molase ke dalam cetakan briket. Tekan dengan kuat untuk memastikan briket terbentuk dengan baik dan padat. Cetakan bisa berupa manual atau menggunakan mesin briket. Keluarkan briket dari cetakan dan biarkan mengering. Pengeringan biobriket dilakukan dengan menjemur di bawah sinar matahari atau menggunakan oven.

4. Penyimpanan

Briket yang sudah kering kemudian disimpan di tempat terlindung dan kering (tidak lembab) untuk menjaga kualitasnya.

D. Analysis

Penelitian ini menguji sifat fisis briket arang berdasarkan SNI No 01-6235-2000. Sifat tersebut antara lain kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, nilai kalor dan kadar karbon terikat. Menggunakan perangkat lunak R Studio 4.1 untuk menilai hasil analisis varian (ANOVA). Apabila hasil yang diperoleh menunjukkan nilai probabilitas (P) < 0,05, berarti faktor yang digunakan memberikan perbedaan yang nyata terhadap karakteristik (mutu) briket arang, sehingga perlu dilakukan uji lanjut dengan menggunakan taraf kepercayaan 95% atau $\alpha = 0,05$, setelah itu dilanjutkan dengan uji Duncan (Wahyukurnia, 2023).

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Fisika Kimia Briket Arang

Hasil pengujian sifat fisis briket arang dari beberapa limbah biomassa dan standarnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisis briket arang beberapa limbah biomassa
Table 1. Test results of physical properties of charcoal briquettes of several biomass wastes

Pengujian (Testing)	Perlakuan (Treatment)					Standar SNI 01-6235-2000
	TK	SK	CK	TJ	TT	
Kadar Air (%) (<i>Moisture content</i>)	0,6	0,29	0,4	0,87	0,62	<8
Kadar Abu (%) (<i>Ash content</i>)	14,65	16,94	7,09	9,48	22,76	<8
Kadar Zat Terbang (%) (<i>Volatile Matter</i>)	16,36	19,29	22,26	11,79	25,67	<15
Nilai Kalor (kal/g) (<i>Calorific Value</i>)	4616	3883,33	5974,67	5114	4227,67	>5000
Kadar Karbon Terikat (%) (<i>Fixed carbon</i>)	68,38	63,48	70,24	77,86	50,94	-

Keterangan (*remarks*):

SK= Serbuk Kemiri (100%) (*Candlenut Powder 100%*)

TT= Campuran Bongkol Jagung dan Tempurung Kelapa (50%:50%) (*Corn Cob and Coconut Shell Mixture 50%;50%*)

TK= Tempurung Kelapa (100%) (*coconut shell 100%*)

TJ= Bongkol Jagung (100%) (*corn cob 100%*)

CK= Cangkang Kemiri (100%) (*candlenut shell 100%*)

Tabel 2. Standarisasi briket arang di berbagai negara
Table 2. Standardization of charcoal briquettes in different countries

Sifat Kualitas Briket Arang (<i>Quality Properties of Charcoal Briquettes</i>)	Standarisasi (<i>standardization</i>)			
	SNI (01-6235-2000)	Jepang	Inggris	Amerika
Kerapatan (g/cm ³) (<i>Density</i>)	-	1-2	0,84	1
Kadar Air (%) (<i>Moisture content</i>)	<8	6-8	34	6
Keteguhan Tekan (Kg/cm ²) (<i>Compressed density</i>)	-	60	12,7	62
Zat Mudah Menguap (%) (<i>Volatile Matter</i>)	<15	15-30	16	19
Kadar Abu (%) (<i>Ash Content</i>)	<8	3-6	8-10	18
Karbon Terikat (%) (<i>Fixed carbon</i>)	-	60-80	75	58
Nilai Kalor (kal/g) (<i>Calorific value</i>)	>5.000	6.000-7.000	7.300	6.500

Sumber (*sources*): (Maryono, 2013)

1. Kadar Air

Briket arang serbuk kemiri memiliki nilai kadar air paling rendah yaitu 0,29%, sedangkan briket arang tongkol jagung memiliki nilai kadar air paling tinggi yaitu 0,87%. Hasil penelitian telah memenuhi standar mutu briket arang, nilai kadar air semua jenis briket biomassa telah mencapai standar SNI 01-6235-2000 yaitu <8%. Berbeda dengan penelitian Harahap dan Jumiaty (2023) pada briket arang biji salak yang memiliki nilai kadar air 5,17%, kadar air briket arang yang dibuat dari beberapa limbah biomassa ini lebih rendah.

Hal yang memengaruhi kadar air biobriket yaitu jumlah air dalam bahan baku, metode pengeringan, suhu karbonisasi, kadar air perekat, dan ukuran partikel arang (Putri & Andasuryani, 2017). Jumlah panas yang dibutuhkan untuk proses karbonisasi akan meningkat seiring dengan meningkatnya kadar air kayu karena jumlah panas yang dibutuhkan untuk menguapkan air semakin banyak dan akan mengurangi jumlah energi yang tersisa di dalam arang (Prihono, 2020). Namun, nilai kalor dengan nilai kadar air berkorelasi terbalik (Wulandari et al., 2024). Produksi panas

menurun dengan meningkatnya kadar air bahan bakar (Iriany, 2016).

Ketika arang berkarbonisasi dibuat, arang tersebut tidak memiliki kadar air karena telah menguap selama proses karbonisasi. Namun, setelah pencampuran, penyimpanan, dan terpapar udara lembab, briket akan memiliki kadar air, yang dapat membuat kandungan panas per kilogram arang menjadi turun (Halim & Rante, 2024). Karena energi dibutuhkan untuk menguapkan kadar air bahan bakar, semakin tinggi tingkat kelembapan briket, semakin sulit bahan bakar tersebut menyala pada awalnya (Wulandari et al., 2024). Pori-pori yang lebih besar menghasilkan kadar air yang lebih tinggi. Kadar air yang rendah meningkatkan nilai kalor dan memperpanjang daya penyalaan. Kadar air yang tinggi akan menurunkan temperatur penyalaan dan daya pembakaran, memuat briket dengan lambat, dan menghasilkan banyak asap (Jaswella et al., 2020).

Hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dalam kandungan kadar air di antara perlakuan yang dibuktikan nilai signifikansi 0,151 > 0,05.

Tabel 3. Hasil Analisis keragaman (ANOVA) Kadar Air
Table 3. Results of Analysis of Variance (ANOVA) of Water Content

Sumber Keragaman (Source of Variation)	Jumlah Kuadrat (Sum of Squares)	Db	Kuadrat Rata-rata (Mean Square)	Fhit.	Sig.
Perlakuan (treatment)	0,599	4	0,150	2,135	0,151
Galat (error)	0,702	10	0,070		
Total Koreksi (correction)	1,301	14			

2. Kadar Abu

Menurut Suryajaya et al. (2020), kandungan abu adalah bagian dari proses pembakaran yang tidak mengandung karbon dan nilai kalori. Briket arang yang dibuat dari kombinasi tongkol jagung dan tempurung kelapa memiliki nilai kandungan abu tertinggi (22,76%), sementara yang dibuat dari tempurung kemiri memiliki nilai kandungan abu terendah (7,09%). Hanya briket arang dari cangkang kemiri yang memiliki nilai kandungan abu kurang dari 8%, yang memenuhi standar SNI 01-6235-2000. Serbuk kemiri, briket tongkol jagung, dan briket arang tempurung kelapa semuanya memiliki kandungan abu sudah sesuai dibawah standar Amerika (18%). Kadar abu biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa belum sesuai standar. Hasil persentase kadar abu penelitian ini lebih besar dari penelitian yang dilakukan oleh Dewi & Huda (2022) tentang briket yang terbentuk dari arang serbuk kayu dan tempurung kelapa dengan tingkat abu sebesar 4,76%.

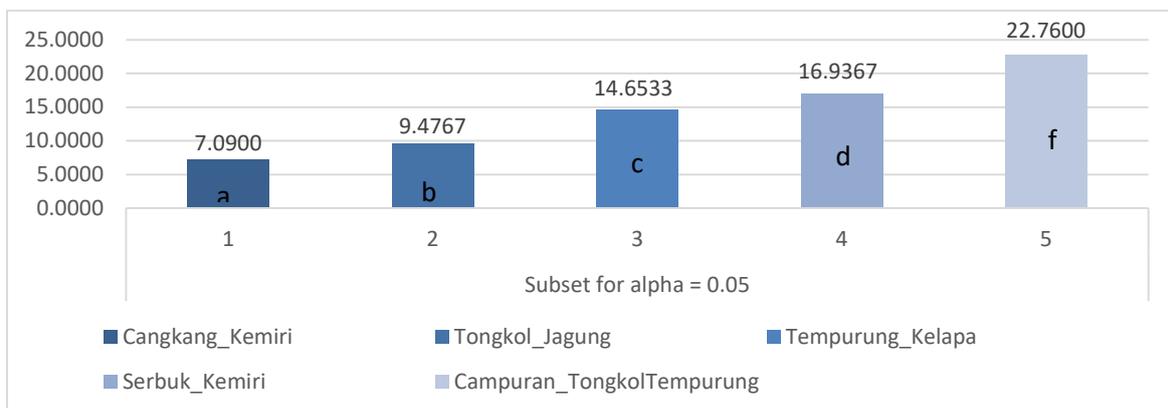
Kualitas raw material yang digunakan untuk membuat biobriket adalah salah satu elemen yang

mempengaruhi jumlah abu (Lestari & Hasan, 2017). Hasil penelitian Setiawan & Rahmana (2016) bahwa jenis bahan baku dan tingkat kesempurnaan selama proses karbonisasi mempengaruhi kandungan abu tinggi atau rendah pada briket. Biobriket dengan persentase abu tinggi memiliki nilai kalor yang lebih rendah sehingga kualitasnya lebih buruk (Iriany et al., 2016). Briket arang dengan kandungan abu yang lebih tinggi akan menyebabkan nilai kalor biobriket yang lebih rendah karena adanya mineral silika yang terdapat dalam abu (Dewi & Huda, 2022). Briket dengan kandungan abu yang rendah, juga mempengaruhi nilai karbon, dianggap berkualitas tinggi. Kandungan karbon dan nilai kalori meningkat seiring dengan menurunnya kandungan abu. Biobriket dengan nilai kalor yang tinggi dianggap berkualitas tinggi. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Jumiaty (2020), yang menemukan bahwa briket berkualitas lebih tinggi dihasilkan ketika kandungan abu rendah.

Hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam kandungan kadar abu di antara perlakuan yang dibuktikan nilai signifikansi $0,00 < 0,05$.

Tabel 3. Hasil Analisis keragaman (ANOVA) Kadar Abu
(Table 3. Results of Analysis of Variance (ANOVA) of Ash Content)

Sumber Keragaman (Source of Variation)	Jumlah Kuadrat (Sum of Squares)	db	Kuadrat Rata-rata (Mean Square)	Fhit.	Sig.
Perlakuan (treatment)	461,487	4	115,372	303,052	0,000
Galat (error)	3,807	10	0,381		
Total Koreksi (correction)	465,294	14			



Gambar 1. Hasil uji duncan kadar abu
Figure 1. Duncan test results for ash content

Keterangan :

a = Cangkang Kemiri (100%) (*candlenut shell*)

b = Bongkol Jagung (100%) (*corn cobs*)

c = Tempurung Kelapa (100%) (*coconut shell*)

d = Serbuk Kemiri (100%) (*candlenut shell*)

f = Campuran Bongkol Jagung dan Tempurung Kelapa (*mixed corn cobs and coconut shell*) (50%:50%)

Setiap perlakuan menunjukkan nilai yang sangat berbeda abu berdasarkan hasil ANOVA satu arah. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh perlakuan memiliki dampak pada kandungan, Semua perlakuan menerima notasi yang berbeda untuk setiap perlakuan yang menunjukkan dampak signifikan pada jumlah abu.

3. Kadar Zat Terbang

Akibat pengaruh bahan kimia yang mudah menguap yang termasuk dalam komposisi material, setiap material memiliki kandungan zat mudah menguap yang berbeda (Muhammad et al.). Amin et al. (2017) menyatakan bahwa jenis material mempengaruhi jumlah senyawa volatil yang dihasilkan sehingga briket memiliki kandungan zat volatil yang tinggi karena proses karbonisasi yang lama, waktu, dan suhu selama proses pembuatan. Suhu yang lebih tinggi dan waktu produksi arang yang lebih panjang akan menghasilkan lebih banyak senyawa volatil yang tidak terpakai, yang akan menurunkan konsentrasi zat volatil dalam percobaan (Yuliza et al., 2013). Menurut Sunardi et al. (2019), komposisi zat mudah menguap pada biomassa terdiri dari C, H, dan O. Ketika dipanaskan, elemen-elemen ini berubah menjadi uap, yang termasuk H₂, O₂, dan zat-zat lainnya. Salah satu cara untuk menilai kualitas briket arang adalah dengan melihat kandungan zat mudah menguapnya (Miskah, 2014).

Briket arang yang terbuat dari kombinasi tongkol jagung dan tempurung kelapa memiliki nilai kandungan tertinggi (25,67%), sementara briket arang yang terbuat dari tongkol jagung memiliki nilai kandungan terendah

(11,79%). Briket arang dari tongkol jagung adalah satu-satunya produk dengan tingkat zat mudah menguap di bawah 15% yang memenuhi standar SNI 01-6235-2000. Sebaliknya, biobriket lainnya berada dalam kisaran 15–30% yang ditentukan oleh standar Jepang. Jika dibandingkan dengan penelitian Halim & Rante (2024) tentang briket arang tempurung kelapa, yang memiliki kandungan zat mudah menguap sebesar 32,71%, nilai kandungan zat mudah menguapnya lebih rendah.

Pemilihan raw material memiliki dampak yang cukup signifikan terhadap kandungan zat volatil pada setiap briket arang, karena mempengaruhi tingkat tinggi dan rendahnya bahan kimia volatil (Prihono, 2020). Jumlah bahan organik dalam briket juga ditunjukkan oleh kandungan zat mudah menguap yang tinggi, yang juga dipengaruhi oleh zat kimia yang terkandung dalam arang dalam bentuk zat ekstraktif yang berasal dari bahan baku (Sunardi et al., 2019). Jumlah asap yang dihasilkan dan penyalaaan briket yang cepat akan bergantung pada komposisi bahan volatil. Lebih mudah bagi briket untuk menyala dan, akibatnya, menghasilkan lebih banyak asap ketika tingkat komponen volatil lebih tinggi. Namun, ketika menggunakan briket arang, semakin sedikit asap yang dihasilkan, semakin rendah konsentrasi bahan kimia volatil (Lestari & Hasan 2018). Menurut Qistina et al. (2016), persentase zat mudah menguap yang tinggi menunjukkan laju penyalaaan yang cepat dan produksi asap yang signifikan. Hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa tidak terdapat perbedaan signifikan dalam kandungan kadar zat terbang di antara perlakuan yang dibuktikan nilai signifikansi $0,82 < 0,05$.

Tabel 4. Hasil Analisis keragaman (ANOVA) Kadar Zat Terbang

Table 4. Results of Analysis of variance (ANOVA) of Volatile Matter Content

Sumber Keragaman (Source of Variation)	Jumlah Kuadrat (Sum of Squares)	Db	Kuadrat Rata-rata (Mean Square)	Fhit.	Sig.
Perlakuan (<i>treatment</i>)	342.686	4	85.671	2.837	.082
Galat (<i>error</i>)	301.932	10	30.193		
Total Koreksi (<i>correction</i>)	644.617	14			

4. Nilai Kalor

Menurut Anizar et al. (2020), kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas (kJ) yang dapat dikeluarkan per unit berat bahan bakar (kg) saat pembakaran sempurna. Ketika semua karbon (C) dari bahan bakar bergabung dengan oksigen untuk menghasilkan karbon dioksida (CO₂), pembakaran sempurna terjadi. Panas yang dilepaskan kemudian dapat dilepaskan ke atmosfer melalui radiasi, konveksi, atau konduksi (Yuliza et al., 2013).

Briket arang serbuk kayu jambu mete memiliki nilai kalor paling tinggi sebesar 3883,33 kal/gr, sementara biobriket cangkang jambu mete memiliki nilai kalor tertinggi sebesar 5974,67 kal/gr. Biobriket cangkang biji mete dan tongkol jagung memiliki kandungan kalori memenuhi SNI 01-6235-2000.

Studi ini memiliki nilai kalor yang lebih tinggi (2650,2 kal/gr) dibandingkan dengan penelitian tentang briket arang sekam padi oleh Petabang (2012). Namun, nilainya lebih rendah

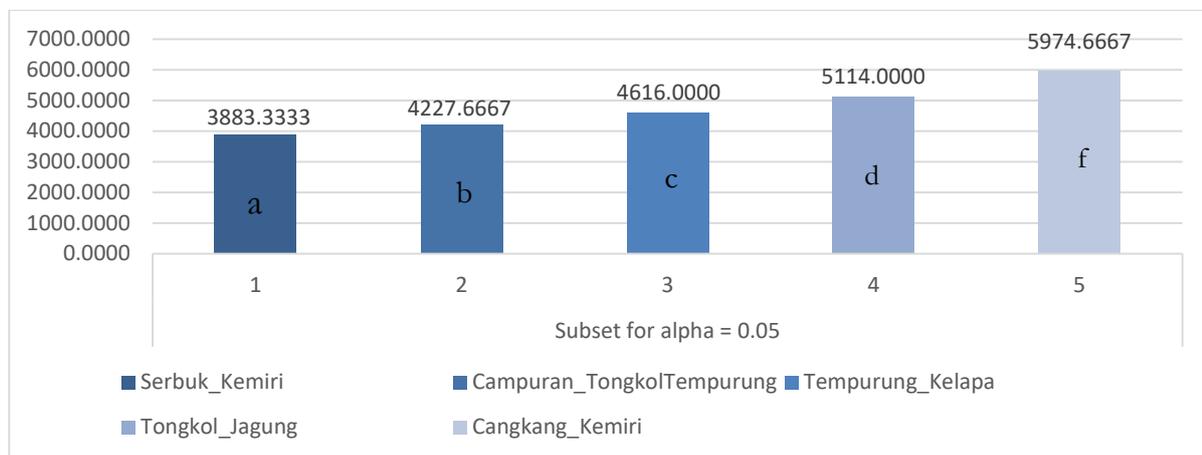
dibandingkan dengan penelitian Dewi & Huda (2022) tentang briket serbuk gergaji dan arang tempurung kelapa, yang memiliki nilai kalor 6.672,60 kal/gr.

Nilai kalor dari briket arang yang dihasilkan dipengaruhi secara signifikan oleh jenis dan karakter raw material yang digunakan (Wulandari et al., 2024). Karena setiap reaksi oksidasi menghasilkan panas, nilai kalor sangat dipengaruhi oleh konsentrasi karbon yang terikat; karena kandungan karbon terikat yang lebih tinggi akan menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi (Rindayatno & Lewar, 2017). Nilai kalor juga dapat dipengaruhi oleh kadar abu; konsentrasi abu yang semakin rendah akan menyebabkan kemungkinan nilai kalor menurun (Dewi & Huda, 2022).

Hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam kandungan nilai kalor di antara perlakuan yang dibuktikan nilai signifikansi $0,00 < 0,05$.

Tabel 5. Hasil Analisis keragaman (ANOVA) Nilai Kalor
Table 5. Results of Analysis of variance (ANOVA) of Calorific Value

Sumber Keragaman (Source of Variation)	Jumlah Kuadrat (Sum of Squares)	Db	Kuadrat Rata-rata (Mean Square)	Fhit.	Sig.
Perlakuan (treatment)	8020023.733	4	2005005.933	229.039	.000
Galat (error)	87540.000	10	8754.000		
Total Koreksi (correction)	8107563.733	14			



Gambar 2. Hasil uji duncan nilai kalor
Figure 2. Duncan test results for calorific value

Keterangan :

a = Serbuk Kemiri (100%) (candlenut powder)

b = Campuran Bongkol Jagung dan Tempurung Kelapa (50%:50%) (mixed corn cobs and coconut shell)

c = Tempurung Kelapa (100%) (coconut shell)

d = Bongkol Jagung (100%) (corn cobs)

f = Cangkang Kemiri (100%) (candlenut shell)

Setiap perlakuan memiliki nilai yang berbeda secara statistik berdasarkan hasil ANOVA One Way. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut berdampak pada nilai kalori. Semua perlakuan menerima notasi yang berbeda untuk setiap perlakuan yang menunjukkan dampak signifikan pada nilai kalor.

5. Kadar Karbon Terikat

Menurut Ristianingsih et al. (2015), karbon terikat adalah proporsi karbon yang masih ada dalam briket setelah pengujian zat mudah menguap. Kualitas arang ditentukan oleh kandungan karbon terikatnya; konsentrasi karbon terikat yang tinggi menunjukkan arang berkualitas tinggi (Amalinda & Jufry, 2018). Karbon dan senyawa lain yang mengandung oksigen, sulfur, hidrogen dan nitrogen yang terikat atau tidak bergerak oleh gas membentuk sebagian besar karbon terikat (Iskandar dan Rofiatun, 2017).

Briket arang tongkol jagung memiliki kandungan karbon terikat tertinggi (77,86%), sementara campuran tongkol jagung dan tempurung kelapa memiliki kandungan terendah (50,99%). Meskipun nilai karbon terikat berada dalam kriteria Inggris dan Jepang, nilai tersebut

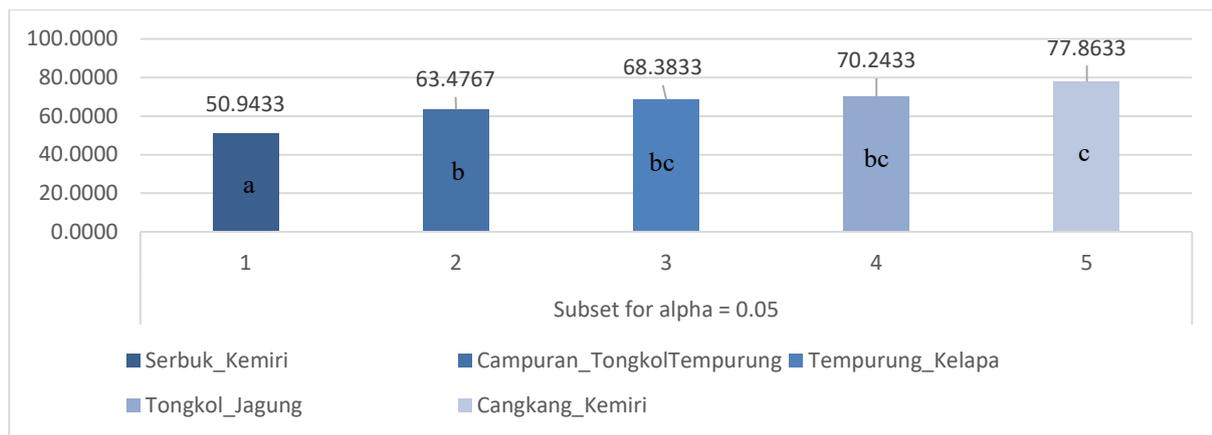
tidak termasuk dalam standar SNI 01-6235-2000. Angka ini dianggap lebih besar daripada penelitian yang dilakukan pada briket kulit biji jarak oleh Yuliza et al. (2013), yang menghasilkan kandungan bahan pengikat sebesar 73,45%.

Proses karbonisasi, berat jenis, dan zat yang volatil semuanya mempengaruhi karbon terikat; kepadatan material yang lebih tinggi akan memberikan konsentrasi karbon terikat yang lebih tinggi (Rindayatno & Lewar, 2017). Karbon terikat akan meningkat dengan rendahnya zat mudah menguap. Ketika jumlah abu dan zat mudah menguap minimal, jumlah karbon terikat akan besar. Menurut Sunardi et al. (2019), karbon terikat yang tinggi akan meningkatkan nilai kalor. Nilai kalor meningkat seiring dengan jumlah karbon terikat (Wulandari et al., 2024). Briket arang dianggap berkualitas baik jika memiliki nilai kalor tinggi dan kandungan karbon tetap yang tinggi tetapi kandungan kelembapan, abu, dan zat terbang yang rendah (Maryono et al., 2013).

Hasil analisis keragaman (ANOVA) menunjukkan bahwa terdapat perbedaan signifikan dalam kandungan kadar karbon terikat di antara perlakuan yang dibuktikan nilai signifikansi 0,02 < 0,05.

Tabel 6. Hasil Analisis keragaman (ANOVA) Kadar Karbon Terikat
Table 6. Results of analysis of variance (ANOVA) of fixed carbon content

Sumber Keragaman (Source of Variation)	Jumlah Kuadrat (Sum of Squares)	Db	Kuadrat Rata-rata (Mean Square)	Fhit.	Sig.
Perlakuan (treatment)	1191.989	4	297.997	9.769	.002
Galat (error)	305.032	10	30.503		
Total Koreksi (correction)	1497.021	14			



Gambar 3. Hasil uji LSD Kadar Karbon Terikat
Figure 3. LSD test results for fixed carbon

Keterangan :

a = Serbuk Kemiri (100%) (candlenut powder)

b = Campuran Bongkol Jagung dan Tempurung Kelapa (50%:50%) (mixed corn cobs and coconut shell)

c = Tempurung Kelapa (100%) (coconut shell)

d = Bongkol Jagung (100%) (corn cobs)

f = Cangkang Kemiri (100%) (candlenut shell)

Setiap perlakuan memiliki nilai yang berbeda secara signifikan, menurut temuan analisis satu arah menggunakan *One Way ANOVA*, yang menunjukkan bahwa kandungan karbon terikat terpengaruh. Keberadaan perbedaan signifikan antara perlakuan kemudian dinilai menggunakan uji BNT 5%. Pengaruh signifikan terhadap karbon terikat ditunjukkan oleh notasi yang berbeda yang diberikan pada perlakuan bubuk kemiri, campuran tongkol jagung dan cangkang kelapa, serta cangkang kemiri, menurut hasil uji BNT 5%. Notasi yang sama digunakan untuk perlakuan tongkol jagung dan tempurung kelapa, menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang jelas dalam jumlah karbon terikat.

III. KESIMPULAN

Dengan pengecualian briket arang tongkol jagung, semua briket arang memenuhi persyaratan karena kadar air briket arang. Sementara biobriket Campuran Tongkol Jagung dan Tempurung Kelapa tidak memenuhi semua persyaratan mutu, kadar abu briket arang menunjukkan bahwa semua briket arang belum memenuhi SNI 01-6235-2000 tetapi memenuhi standar Amerika. Sementara briket lainnya didasarkan pada standar Jepang, tongkol jagung adalah satu-satunya kadar zat terbang yang sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000. Hanya cangkang kemiri dan jagung tongkol yang sesuai dengan SNI 01-6235-2000 yang termasuk dalam Pengujian nilai kalor briket arang. Meskipun pengujian kandungan karbon terikat dalam briket arang tidak memenuhi standar SNI 01-6235-2000, namun briket pada penelitian ini sesuai dengan standar AS, Inggris, dan Jepang. Nilai kalori yang tinggi dan karbon terikat dari briket arang yang dihasilkan dari cangkang kemiri dan tongkol jagung sudah sesuai dengan standar kualitas namun perlu penelitian lebih lanjut terkait perbandingan komposisi, perekat, dan tekanan kempa agar dapat menghasilkan penelitian briket yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pertama kami ucapkan terima kasih kepada LPPM Unram yang sudah membantu pendanaan penelitian, tidak luput kami haturkan terimakasih juga kepada tim peneliti dalam keahlian dan dedikasinya yang telah berperan penting dalam membentuk penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Halim, & Milka Rante. (2024). Pengaruh Dua Jenis Perekat Terhadap Briket Arang Tempurung Kelapa. *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 4(1), 8–18.
- Amalinda F., & Jufri M. (2018). Formulasi Briket Biorang Sekam Padi dan Biji Salak sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Sains Terapan*, 4(2), 99–103.
- Amin A.Z, Pramono P., & Sunyoto S. (2017). Pengaruh variasi jumlah perekat tepung tapioka terhadap karakteristik briket arang tempurung kelapa. *Saintekno: Jurnal Sains Dan Teknologi*, 15(2), 111–118.
- BSN. (2000). SNI 01-6235-2000: Briket Arang Kayu. Jakarta, Indonesia
- Dany Cahyadi, Anita Firmanti, & Bambang Subiyanto. (2012). Sifat Fisis Dan Mekanis Bambu Laminasi Bahan Berbentuk Pelupuh (Zephyr) Dengan Penambahan Metanol Sebagai Pengencer Perekat. *Jurnal Permukiman*, 7(1), 1–4.
- Dau Patabang. (2012). Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat. *Jurnal Mekanikal*, 3(2), 1–8.
- Dewi R.K., & Hudha M.I. (2022). Kualitas Biobriket Cangkang Kemiri Melalui Proses Karbonisasi Microwave dengan Bahan Perekat Tepung Gembili (*Dioscorea esculenta* L) dan Tepung Mbote (*Colocasia esculenta*). *Jurnal Teknik Kimia Dan Lingkungan*, 3(2), 76–83.
- Djoko Purwanto. (2015). Pembuatan briket tempurung kelapa sawit dengan perlakuan waktu pengurangan dan konsentrasi perekat. *Jurnal Industri Hasil Hutan*, 7(1), 1–8.
- Eka Putri R., & Andasuryani A. (2017). Studi Mutu Briket Arang dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 143.
- Hanafiah, K. (2016). *Rancangan Percobaan*. PT. Raja Grafindo Persada.
- Hasan, H. and B. T. (2005). Effect of Compaction on Physical and Mechanical Properties of Wood Palapi. *Civil Engineering Communication*, 13(1), 1–15.
- Hendra D. (2007). Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa dan Tempurung Kelapa sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 21(2), 242–255.
- Heny Anizar, Evi Sribudiani, & Sonia Somadona. (2016). Pengaruh Perbandingan Tempurung Kelapa Dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(3), 56–61.
- Iriany, Firman Abednego, Sarwedi Sibarani, & Meliza. (2016). Pengaruh Perbandingan Tempurung

- Kelapa Dan Eceng Gondok Serta Variasi Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia*, 5(1), 32–35.
- Iskandar T. (2013). Identifikasi Nilai Kalor Biochar Dari Bongkol Jagung Dan Sekam Padi Pada Proses Pirolisis. *Jurnal Teknik Kimia*, 7(1), 32–35.
- Jumiati E. (2020). Pengaruh Sifat Mekanik Dan Laju Pembakaran Pada Briket Bioarang Kulit Durian Dengan Perikat Tepung Tapioka. *Journal of Islamic Science and Technology*, 5(1), 62–70.
- M. Setiawan, & I. Rahmana. (2016). *Pengaruh Rasio Perikat Damar Dan Ukuran Serbuk Arang Pada Biobriket Cangkang Biji Karet Dan LDPE*.
- Maryono, Sudding, & Rahmawati. (2013). Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Cangkang Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Chemica*, 14, 74–83.
- Miskah, Siti, Suhirman, & Ramadhona. (2014). Pembuatan Biobriket dari Campuran Arang Kulit Kacang Tanah dan Arang Ampas Tebu dengan Aditif. *Jurnal Sylva Scientiae*, 6(1), 23–26.
- muhammad D.R.A, Parnanto N.H.R, & Widadie F. (2013). Kajian Peningkatan Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Dengan Alat Pengering Tipe Rak Berbahan Bakar Biomassa. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(1), 23–26.
- Nilma Yuliza, Novizar, Nazir, & Masrul Djalal. (2013). Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi Dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar Terhadap Mutu Briket Arang. *Jurnal Litbang Industri*, 3(1), 21–30.
- Nurlaila Sari Harahap, & Ety jumiati. (2023). Analisis Sifat Fisika dan Kimia terhadap Pembuatan Briket Arang Limbah Biji Salak dengan Variasi Perikat Tepung Tapioka dan Tepung Sagu. *Jurnal Fisika Unand*, 12(1), 1–9.
- Prihono. (2020). Karakteristik Briket Campuran Arang Serbuk Gergaji Dengan Arang Cangkang Kelapa. *Jurnal Bina Wakya*, 14(9), 3117–3122.
- Qistina I., Sukandar D., & Trilaksono. (2016). Kajian kualitas briket biomassa dari sekam padi dan tempurung kelapa. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Ilmu Kimia*, 2(2), 136–142.
- Rindayatno, & Lewar D.O. (2017). Kualitas Briket Arang Berdasarkan Komposisi Campuran Arang Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri* Teijsm dan Binn) dan Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) (L). Nielsen). *Jurnal Hutan Tropika*, 1(1), 39–48.
- Rini Widya Ayu Jaswella, Sudding, & Ramdani. (2022). Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kualitas Briket Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Chemical*, 23(1), 7–19.
- Ristianingsih Y., Ulfa A., Rahmi K.S., & Syafitri. (2015). Pengaruh Suhu Dan Konsentrasi Perikat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Proses Pirolisis. *Jurnal Konversi*, 4(2), 16–20.
- Sunardi S., Djuanda D., & Mandra M.A.S. (2019). Characteristics of charcoal briquettes from agricultural waste with compaction pressure and particle size variation as alternative fuel. . *International Energy Journal*, 19(3), 139–148.
- Suryajaya Henry Wardhana, N. Hadi Hardiyanti, & H. Wardhana. (2017). Pengaruh Tekanan Pada Briket Arang Alaban Ukuran Partikel Kecil. *Jurnal Risal. Fis.*, 4(1), 19–26.
- Suryaningsih S., Nurhilal O., Widyarini R.A., Suhendi N., & Rukiah. (2019). The analysis of ignition and combustion properties of the burning briquettes made from mixed biomass of rice husk and corn cob. *In: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1–6.
- Tamilvanan A., (2013). Preparation of biomass briquettes using various agro residues and waste papers. *Journal of Biofuels* 4(2): 47-55.
- Wulandari, F.T, H. & R. V. Ningsih. (2022). Karakteristik Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Laminasi Bambu Petung (*Dendrocalamus Asper*.Backer) Dengan Susunan Bilah Ke Arah Tebal. *Jurnal Hutan Tropika*, 17(2), 207–214.