

Characteristics of Charcoal Briquettes from Rajumas Wood Saw Waste (*Duabanga moluccana* Blume.) with Comparison of Molass Adhesive Composition

M. Kudsi Rosadi^{1*}, FebrianaTri Wulandari¹, Rima Vera Ningsih¹

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : January 04th, 2025

Revised : January 23th, 2025

Accepted : January 29th, 2025

*Corresponding Author: M.

Kudsi Rosadi, Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Email:

Kudsimaeda@gmail.com

Abstract : The demand for energy continues to increase along with the growth of the human population, therefore alternative energy sources such as biomass energy are needed. The aim of this research is to determine the characteristics and the effect of adhesive composition on charcoal made from sawdust waste of rajumas wood (*Duabanga moluccana* Blume). Carbonization, combining with molasses binder in 50%:50, 60%:40, and 70%:30 ratios, and testing in accordance with Indonesian National Standard (SNI) 01-6235-2000 are all steps in the briquette-making process. Moisture content, density, ash content, volatile matter content, fixed carbon content, burn rate, and calorific value are among the criteria that are examined. The findings indicate that the highest-quality briquettes have a mix of 70%:30%. In terms of composition, the briquette is composed of 3.33% moisture, 0.58 g/cm³, 5.52% ash, 3.52% volatile matter, 87.49% fixed carbon, 0.053 g/min burning rate, and 5256 cal/g calorific value. The moisture content is strongly influenced by the binder's composition; the higher the binder composition, the higher the moisture content. The calorific value, bound carbon, and combustion rate are all negatively correlated with the high moisture content, which lowers the quality of charcoal briquettes.

Keywords: Briquettes, molasses, rajumas.

Pendahuluan

Kebutuhan akan bahan bakar dan energi terus meningkat sebagai akibat dari transportasi, ekspansi ekonomi, dan kemajuan teknologi. Batubara akan habis pada tahun 2090, gas alam pada tahun 2060, dan bahan bakar fosil pada tahun 2052, menurut proyeksi. (Paraduri, 2020). Oleh karena itu, hal ini harus segera diimbangi dengan akses masyarakat terhadap sumber energi alternatif yang terjangkau, melimpah, dan terbarukan (Elfiano *et al.*, 2014). Energi biomassa merupakan salah satu sumber energi alternatif yang mudah diperoleh, berkelanjutan, dan terbarukan.

Biomassa adalah bahan organik muda yang berasal dari tumbuhan, hewan, dan limbah produk pertanian (Anizar *et al.*, 2020). Biomassa dapat digunakan langsung sebagai

bahan bakar tanpa memerlukan proses lain seperti produksi briket, tetapi biasanya digunakan untuk bahan bangunan, makanan, pakan ternak, minyak sayur, dan penggunaan lainnya. Salah satu jenis limbah pengolahan kayu yang dapat digunakan sebagai energi terbarukan melalui pembriketan adalah limbah kayu rajumas. Membuat briket dari limbah serbuk gergaji adalah metode untuk mengurangi polusi dan ketergantungan pada bahan bakar fosil. Ini memberikan nilai tambah secara ekonomis dan merupakan sumber energi yang berkelanjutan. Penggunaan briket arang sebagai sumber Energi menawarkan sejumlah manfaat, termasuk keluaran panas yang lebih besar, tanpa asap, waktu pembakaran yang lebih lama, dan ramah lingkungan (Saksono *et al.*, 2023). Salah satu jenis limbah pengolahan kayu sebagai energi terbarukan adalah limbah

kayu rajumas.

Limbah kayu rajumas merupakan sumber daya potensial yang belum sepenuhnya dimanfaatkan dengan baik. Limbah kayu berupa serbuk gergaji dapat diolah menjadi berbagai produk, salah satunya menjadi briket arang. Briket arang yang dihasilkan dari limbah kayu yang tumbuh dengan cepat dapat memiliki mutu yang tinggi (Ridjayanti *et al.*, 2021). Pembuatan briket dari limbah gergaji menjadi salah satu upaya dalam mengurangi pencemaran lingkungan serta ketergantungan pada bahan bakar fosil sehingga dapat menciptakan energi yang berkelanjutan serta memiliki nilai tambah secara ekonomis.

Briket arang dari bahan baku alami memiliki kalor lebih rendah dibandingkan briket batu bara, sehingga diperlukan bahan tambahan untuk meningkatkan nilainya. Pemilihan perekat, seperti tapioka, dapat meningkatkan kualitas briket, dibandingkan dengan perekat alami lainnya seperti molase. Menurut Hendra (2007), briket dengan perekat molase memiliki kualitas lebih baik dibandingkan dengan tapioka. Sari & Prasetyo (2021) menambahkan bahwa molase dapat meningkatkan nilai kalor briket arang dikarenakan kandungan karbohidratnya yang terbakar bersama arang. Jenis bahan baku dan perekat merupakan dua faktor penting yang memengaruhi kualitas briket; briket arang berkualitas tinggi memerlukan komposisi yang tepat (Ridjayanti, 2021).

Variasi kadar perekat dalam pembuatan briket arang menunjukkan bahwa komposisi perekat dapat mempengaruhi kualitas briket, penggunaan komposisi bahan perekat sangat penting untuk menghasilkan briket arang berkualitas yang efisien dan ramah lingkungan (Ryan, 2015). Variasi komposisi perekat merupakan perbandingan komponen bahan baku dan perekat yang dinyatakan dalam persen berdasarkan proporsi berat total. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pengaruh komposisi perekat terhadap briket arang limbah gergaji kayu rajumas dengan perekat molase.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat penelitian

Proses penelitian ini berlangsung dari September hingga November 2024. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Teknik Sipil untuk proses pencetakan briket, Laboratorium Teknologi Hasil Hutan untuk proses pengujian kadar air dan kerapatan. Laboratorium Kimia Tanah untuk proses pengujian kadar zat terbang dan kadar abu, dan Laboratorium Teknik Bioproses untuk pengujian kalor.

Alat dan bahan

Alat penelitian ini yaitu drum klin, furnace, desikator, timbangan analitik, bomcalorimeter, kempa hidrolis, ayakan 60 mesh, penumbuk, cetakan briket berdiameter 5cm. Bahan yang digunakan adalah serbuk gergaji kayu rajumas dan perekat molase.

Prosedur Penelitian

Persiapan bahan baku

Bahan baku berupa serbuk sisa gergajian kayu rajumas yang diperoleh dari industri penggergajian sebanyak 10kg kemudian di kering udarakan hingga mencapai berat yang konstan.

Proses karbonisasi

Serbuk kayu yang telah kering udara di masukkan ke dalam drum klin kemudian dilakukan proses pengarang selama 3 jam. Setelah proses karbonisasi, dilakukan proses pendinginan dengan menimbun drum klin di dalam tanah selama 24 jam.

Pembuatan serbuk arang

Arang serbuk gergaji ditumbuk menggunakan cawan porselin kemudian di ayak menggunakan ayakan berukuran 60 mesh.

Pembuatan briket arang

Serbuk arang limbah kayu rajumas yang telah ditumbuk kemudian dicampur dengan perekat molase di dalam wadah dengan berat total 80gram. Komposisi berat arang limbah kayu rajumas dan perekat molase adalah 50%:50%, 60%:40%, dan 70%:30%. Campuran molase dan serbuk arang harus dicampur merata sebelum dimasukkan ke dalam cetakan besi.

Pencetakan briket arang

Briket dicetak menggunakan alat kempa hidrolis. Bahan baku dan perekat yang tercampur merata kemudian dimasukkan ke dalam cetakan berukuran diameter 5 cm dan di kempa dengan hidrolis bertekanan 400 psi selama 5 menit.

Pengondisian briket arang

Briket arang yang telah dicetak kemudian dikering udarkan selama 14 hari. Selanjutnya dilakukan pengujian briket yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-6235-2000. Pengujian Briket Arang

Kadar air

Kadar air diperoleh dengan mengeringkan cawan yang telah dibersihkan dan di oven pada suhu 105°C selama 10-20 menit. Cawan yang telah dalam kondisi dingin diisikan dengan sampel briket sebanyak 5gram kemudian dioven hingga mencapai berat yang konstan. Persamaan 1 digunakan untuk perhitungan kadar air.

$$\text{Kadar Air \%} = (a-b)/a \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

- a = Massa awal briket (gram)
- b = Massa briket setelah konstan (gram)

Kerapatan

Kerapatan dapat diketahui dengan pengukuran menggunakan alat kaliver. Briket arang ditimbang dan diukur dimensi dari briket arang untuk mengetahui volume briket kemudian kerapatan briket arang dihitung dengan persamaan 2.

$$\rho = m/v \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

- ρ = kerapatan (g/cm²)
- m = massa (g)
- v = volume (cm³)

Kadar Abu

Tungku digunakan untuk menguji jumlah abu yang ada. Setelah dipanggang dalam oven dan diisi dengan dua gram sampel briket, cawan tersebut ditempatkan dalam tungku yang diatur pada suhu 85°derajat Celsius hingga semua karbon telah dihilangkan. Selain itu, sampel dan

cawan tersebut ditempatkan dalam desikator dan ditimbang untuk memastikan jumlah abu yang dikandungnya. Persamaan 3 untuk menghitung kadar abu.

$$\text{Kadar abu \%} = d/a \times 100\% \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

- d : massa briket setelah pengabuan (gr)
- a : massa awal briket (gr)

Kadar zat terbang

Kadar zat diuji menggunakan alat furnace. Sampel briket seberat 2 gram telah dimasukkan dalam cawan yang sebelumnya dioven, kemudian dipanaskan dalam furnace pada suhu 950°C. Setelah proses tersebut, cawan bersama sampel dipindahkan dalam desikator untuk didinginkan, lalu ditimbang guna mengetahui kandungan kadar zat terbang. Kadar zat terbang dihitung menggunakan persamaan 4.

$$\text{Kadar zat terbang \%} = (b-c) / a \times 100\% \dots\dots(4)$$

Keterangan:

- a = massa awal briket (gr)
- b = massa briket setelah pemanasan 105°C (gr)
- c = massa briket setelah pemanasan 950oC. (gr)

Karbon terikat

Penentuan kadar karbon terikat dilakukan dengan menghitung fraksi karbon yang terdapat dalam briket arang, dengan mengecualikan kandungan air, zat yang mudah menguap, dan abu. Rumus untuk menghitung kadar karbon terikat pada persamaan 5.

$$\text{KKT} = 100\% - (\text{KA} + \text{KB} + \text{KZM}) \% \dots\dots(5)$$

Keterangan:

- KKT = Kadar karbon terikat (%)
- KA = Kadar Air (%)
- KB = Kadar abu (%)
- KZM = Kadar zat menguap (%)

Laju pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan dengan cara membakar sampel briket arang, mencatat durasi pembakaran menggunakan *stopwatch*, kemudian menimbang residu pembakaran dan menghitung laju pembakaran menggunakan persamaan 6.

$$\text{Laju pembakaran (gr)/(menit)} = b/a \dots (6)$$

Keterangan :

a = lama briket menyala (menit)

b = massa briket yang terbakar (gram)

Nilai kalor

Kalor (*heating value*) suatu briket diukur menggunakan *bomb calorimeter* dengan sampel uji sekitar ± 2 gram. Panas yang diserap oleh air dalam *bomb calorimeter* dihitung menggunakan persamaan 7.

$$\text{Nilai kalor (kal/g)} = (W.t)/M \times B \dots (7)$$

Keterangan:

W = Nilai air kalorimeter (kal/°C)

M = Massa bahan bakar (gram)

ΔT = Perbedaan temperatur (°C)

B = Koreksi panas pada kawat besi (kal/g)

Rancangan penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) non faktorial dengan 3 perlakuan yaitu perbandingan komposisi bahan baku dengan perekat 50%:50%, 60%:40%, dan 70%:30% dengan tiga kali ulangan.

Tabel 1. Pengacakan sampel

Perlakuan	Ulangan		
	U1	U2	U3
R1	R1U1	R1U2	R1U3
R2	R2U1	R2U2	R2U3
R3	R3U1	R3U2	R3U3

Keterangan :

R1= Komposisi bahan baku dan perekat 50%:50%

R2= Komposisi bahan baku dan perekat 60%:40%

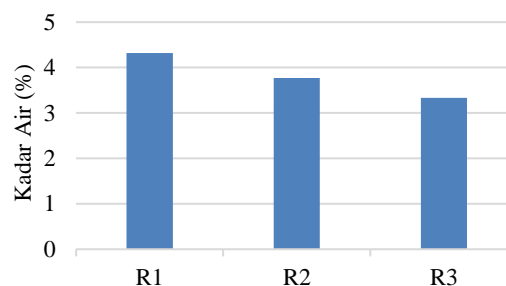
R3= Komposisi bahan baku dan perekat 70%:30%

Hasil dan Pembahasan

Kadar air

Jumlah air yang tersisa dalam briket setelah proses pengeringan dikenal sebagai kadar airnya. Faktor yang memengaruhi kualitas briket adalah metrik ini. Gambar 1 menampilkan hasil uji kadar air briket arang yang terbuat dari limbah serbuk gergaji. Nilai kadar air tertinggi terdapat pada briket arang R1 dengan perbandingan komposisi 50%:50% yaitu sebesar 4,32% sedangkan nilai kadar air terendah terdapat pada briket arang R3 dengan perbandingan komposisi

70%:30% yaitu sebesar 3,33%. Tingginya nilai kadar air briket arang disebabkan dengan pemberian komposisi perekat molase lebih banyak, sementara bahan perekat molase memiliki kandungan air yang tinggi.



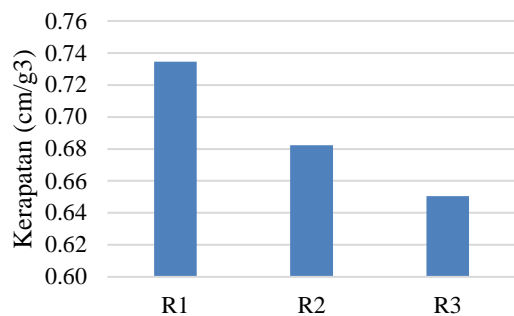
Gambar. 1. Hasil uji Kadar Air

Kandungan kadar air pada perekat molase berkisar antara 15%-25%, sehingga nilai kadar air briket dengan perbandingan komposisi serbuk arang dan perekat molase pada komposisi 50%:50% lebih tinggi dari R2 dan R3 (Nurhilal & Suryaningsih, 2018). Sebagian panas yang dihasilkan oleh briket arang akan digunakan untuk menguapkan air di dalamnya, kadar air briket akan memengaruhi nilai kalornya. Kadar air briket arang meningkat seiring dengan komposisi perekat yang digunakan dibandingkan dengan bahan bakunya. Temuan analisis keanekaragaman menunjukkan bahwa nilai kadar air dipengaruhi secara signifikan oleh komposisi perekat. Nilai kadar air yang berkisar pada 3,33% – 4,32%. Briket arang yang terbuat dari limbah gergaji kayu Rajumas dengan tambahan perekat molase telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu kurang dari 8%.

Kerapatan

Kerapatan termasuk parameter yang berpengaruh terhadap kualitas briket. Kerapatan dihitung berdasarkan rasio antara massa dan volume briket. Hasil pengujian kerapatan briket arang kayu Rajumas ditampilkan pada gambar 2. Briket arang yang terbuat dari limbah serbuk gergaji biasanya memiliki kepadatan antara 0,735 dan 0,651 gram per sentimeter kubik. Briket arang dengan campuran 50%:50%, atau R1, memiliki nilai kepadatan tertinggi sebesar 0,73 gram per sentimeter kubik, sedangkan briket dengan komposisi 70%:30%, atau R3, memiliki

nilai kepadatan terendah sebesar 0,65 gram per sentimeter kubik.



Gambar 2. Hasil uji Kerapatan

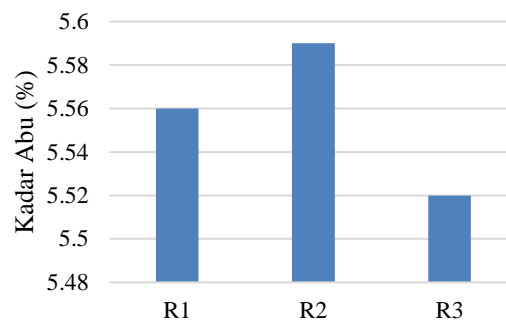
Jumlah lem yang digunakan memengaruhi kepadatan; jika komposisi perekat meningkat, kepadatan juga akan cenderung meningkat. Hal tersebut dikarenakan sifat dari suatu perekat yang akan mengikat partikel dan dapat membentuk tekstur padat melalui pori-pori briket (Ansyori, 2024). Kepadatan yang tinggi pada briket dapat memengaruhi laju pembakarannya, di mana semakin tinggi kepadatan briket, laju pembakaran cenderung menurun. Hal ini disebabkan oleh struktur briket yang lebih padat, sehingga aliran oksigen yang diperlukan untuk proses pembakaran menjadi terbatas. (Rinanda *et al.*, 2021).

Kadar Abu

Kadar abu adalah bagian briket yang tidak mengandung unsur karbon dan tersisa setelah proses pembakaran briket. Gambar 3 menunjukkan hasil uji kadar abu yang dilakukan pada briket arang limbah serbuk gergaji dari Rajumas. Briket arang limbah serbuk gergaji Rajumas memiliki persentase abu rata-rata antara 5,52% dan 5,64%. Dengan rasio 70%:30%, briket arang limbah serbuk gergaji Rajumas memiliki kadar abu terendah, sedangkan briket arang limbah serbuk gergaji Rajumas memiliki kadar abu tertinggi, yaitu 50%:50%, atau 5,64%.

Peningkatan komposisi perekat pada briket arang limbah serbuk gergaji kayu Rajumas dapat meningkatkan kadar abu pada briket. Perekat sebagai bahan tambahan dalam pembuatan briket akan terurai menjadi abu. Oleh karena itu penggunaan perekat yang berlebihan dapat meningkatkan kadar abu pada briket (Harlina *et al.*, 2021). Kadar abu briket arang pada briket arang limbah gergaji kayu rajumas

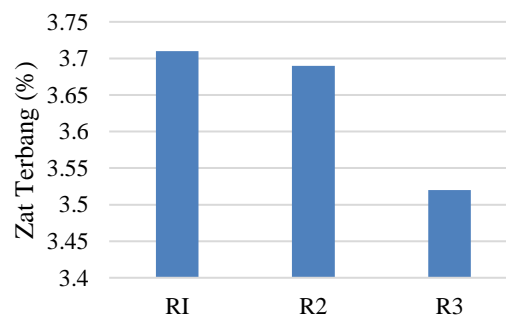
berkisar pada 5,52-5,64% telah memenuhi kada abu Standar Nasional Indonesia (SNI) yakni maksimal 8%.



Gambar 3. Hasil uji Kadar Abu

Kadar Zat Terbang

Senyawa yang dapat menguap akibat penguraian unsur selain karbon atau arang yang masih ada di dalam briket disebut sebagai kandungan zat volatil. Gambar 3 menunjukkan hasil analisis konsentrasi zat volatil briket arang kayu Rajumas. Kisaran rata-rata konsentrasi zat volatil adalah 3,52% hingga 3,71%. Dengan rasio 50%:50% atau 3,71%, briket arang R1 memiliki kadar zat volatil tertinggi, sedangkan briket arang R3 memiliki kadar terendah, yaitu 70%:30% atau 3,52%. Meningkatnya penggunaan lem menjadi penyebab tingginya konsentrasi zat volatil (Smith & Idrus, 2017).



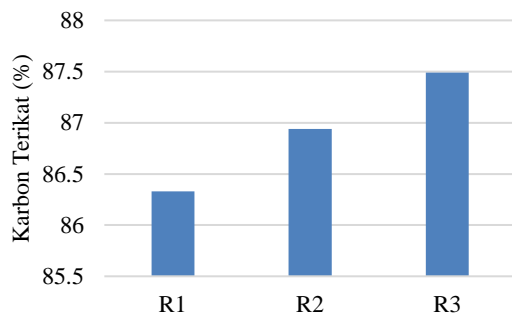
Gambar 3. Hasil uji Kadar Zat Terbang

Semakin banyak zat volatil dalam bahan baku, maka akan semakin mudah terbakar dan terbakar, sehingga meningkatkan laju pembakaran (Herlina *et al.*, 2021). Rendahnya jumlah karbon terikat merupakan salah satu kelemahan dari konsentrasi zat volatil yang tinggi, meskipun ada pula manfaatnya, seperti penyalan dan pembakaran yang lebih sederhana. Hasil pengujian zat terbang pada

penelitian ini yang berkisar pada 3,52-3,71 % telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yakni < 15%.

Karbon Terikat

Kadar karbon terikat dihitung dari selisih antara berat total briket arang dengan kadar air, zat terbang, dan abu. Apabila kadar air, abu, dan zat terbang yang dihasilkan tinggi, maka kadar karbon terikat akan rendah, dan sebaliknya. Hasil pengujian kadar karbon terikat pada briket arang kayu rajumas tersaji pada gambar 4.



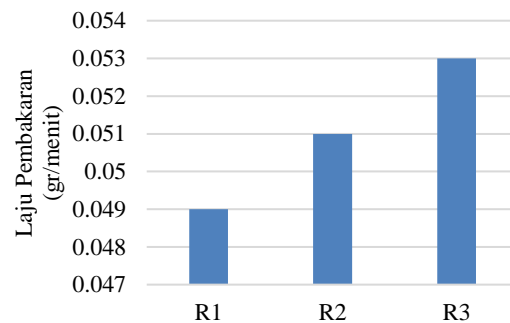
Gambar 4. Hasil Uji Karbon Terikat

Briket arang limbah serbuk gergaji memiliki nilai karbon terikat antara 86,33% sampai dengan 87,49%. Nilai kandungan karbon terendah pada briket arang R1 dengan perbandingan 50%:50% yaitu sebesar 86,33%, sedangkan nilai kandungan karbon terbesar terdapat pada briket arang R3 dengan perbandingan 70%:30% yaitu sebesar 87,49%. Kadar karbon terikat yang tinggi merupakan tanda arang berkualitas tinggi (Rumiyanti, 2018). Semakin banyak jumlah karbon terikat dalam arang, semakin tinggi pula kualitasnya. Semakin banyak perekat yang digunakan, semakin sedikit jumlah karbon terikat. Jumlah perekat dapat mempengaruhi penurunan karbon terikat dikarenakan kandungan air pada molase yang cukup tinggi (Nurhilal, 2018). Kadar air yang tinggi dalam briket dapat menurunkan karbon terikat dikarenakan air yang mengisi rongga briket yang seharusnya diisi oleh karbon (Junary *et.al.* 2015).

Laju Pembakaran

Kehilangan massa briket per menit selama proses pembakaran disebut sebagai laju pembakaran. Api briket akan menyala dalam waktu yang lebih singkat jika massa briket terbakar lebih

cepat, yang menunjukkan laju pembakaran yang cepat. Hasil pengujian laju pembakaran pada briket arang kayu Rajumas dapat dilihat pada gambar 5.

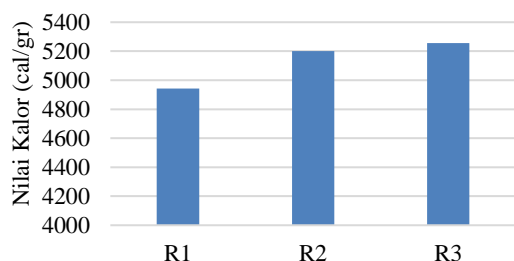


Gambar 5. Hasil Uji Laju Pembakaran

Rata-rata laju pembakaran briket arang limbah gergaji kayu rajumas berkisar 0,049 gr/menit-0,053 gr/menit. R1 menunjukkan laju pembakaran sebesar 0,049 gram per menit dengan rasio 50%:50%, sedangkan R3 menunjukkan laju pembakaran sebesar 0,053 gram per menit dengan rasio 70%:30%. Hal ini disebabkan karena laju pembakaran briket akan menurun seiring dengan bertambahnya kepadatan. Kepadatan merupakan salah satu variabel yang mempengaruhi laju pembakaran (Hidayat *et al.*, 2022). Selain itu, briket dengan kepadatan yang lebih besar dapat memperlambat laju pembakaran karena rongga udara yang terbentuk akan berkurang (Riseanggara, 2008).

Nilai Kalor

Nilai kalor salah satu statistik yang digunakan untuk menentukan seberapa banyak panas yang dihasilkan oleh briket arang. Semakin tinggi nilai kalor briket arang, semakin tinggi pula kualitasnya. Gambar 6 menampilkan temuan uji nilai kalor briket arang kayu Rajumas. Briket arang R1 memiliki nilai kalor terendah, dengan rasio 50%:50%, sedangkan briket R3 memiliki nilai kalor tertinggi, dengan rasio 50%:30%. Hal ini karena perlakuan pertama memiliki kadar air yang lebih tinggi daripada perlakuan kedua dan ketiga karena jumlah perekat yang dapat menaikannya. Nilai kalor yang dihasilkan menurun seiring dengan meningkatnya kadar air. Di sisi lain, karena proses pembakaran briket difasilitasi oleh kadar air yang rendah, nilai kalor akan lebih tinggi. Selain itu, kepadatan berdampak pada nilai kalor.



Gambar 6. Hasil Uji Kalor

Kepadatan tinggi dan ikatan kuat antara partikel arang akan meningkatkan nilai kalor. Namun, persentase abu yang lebih tinggi akan memiliki nilai kalor yang lebih rendah. Hal ini karena kandungan zat volatil yang tinggi biasanya mengikuti kandungan abu yang tinggi, yang menurunkan kandungan karbon terikat dan nilai kalor secara keseluruhan (Hermawan 2023 dikutip dalam Basuki *et al.*, 2020). Kepadatan, efisiensi pembakaran, dan emisi yang dihasilkan oleh briket yang dibuat dengan perekat molase semuanya dipengaruhi secara signifikan oleh nilai kalornya; semakin tinggi nilai kalor, semakin efisien proses pembakaran terjadi, memungkinkan produksi lebih banyak energi dalam waktu yang lebih singkat (Sari & Prasetyo, 2021). Nilai kalor briket pada perlakuan pertama sebesar 4943 cal/gr belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) yaitu > 5000 cal/gr.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai karakteristik briket arang dari limbah gergajian kayu rajumas, dapat disimpulkan sifat fisis briket arang limbah gergaji kayu rajumas terbaik ditunjukkan pada komposisi R3 70%:30% dengan nilai kadar air sebesar 3,33%, nilai kerapatan sebesar $0,58 \text{ gr/cm}^3$, kadar abu sebesar 5,52%, kadar zat terbang sebesar 3,52%, laju pembakaran sebesar 0,053 gr/menit, dan nilai kalor sebesar 5256 cal/gr. Komposisi perekat berpengaruh signifikan terhadap nilai kadar air briket, semakin tinggi komposisi perekat maka semakin tinggi nilai kadar air. Tingginya nilai kadar air akan berbanding terbalik dengan nilai kalor, karbon terikat, dan laju pembakaran sehingga dapat menurunkan kualitas briket arang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih saya berikan kepada kedua orang tua saya dan dosen pembimbing yang telah membimbing selama proses penelitian ini dilakukan serta semua teman-teman yang ikut membantu dalam proses penelitian ini.

Referensi

- Afriyanto, M. R. (2011). Pengaruh Jenis dan Kadar perekat pada Pembuatan Briket Blotong sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Skripsi*. Bogor; Intitut Pertanian Bogor.
- Anizar, H., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Pengaruh bahan perekat tapioka dan sagu terhadap kualitas briket arang kulit buah nipah. *Perennial*, 16(1), 11-17. DOI: <http://dx.doi.org/10.24259/perennial.v16i1.9159>
- Ansyori, F. (2024). Pengaruh Variasi Komposisi pada Briket Kulit Kacang dan Cangkang Kemiri dengan Perekat Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Briket Biomassa (*Doctoral dissertation, Institut Teknologi Nasional Malang*). <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/15052>
- Elfiano, E., Subekti, P., & Sadil, A. (2014). Analisa proksimat dan nilai kalor pada briket bioarang limbah ampas tebu dan arang kayu. *Jurnal Aptek*, 6(1), 57-64. ISSN: 2085-2630
- Harlina, A. C., & Ropiudin, A. M. R. (2021). Pengaruh Kadar Perekat Molase dan Lama Pengeringan terhadap Kualitas Biobriket dari Tempurung Kelapa dan Sekam Padi. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 2(2), 19-27. DOI: <https://doi.org/10.20884/1.jaber.2021.2.2.4984>
- Hendra, D. (2007). Pembuatan Briket Arang dari Campuran Kayu, Bambu, Sabut Kelapa, dan Tempurung Kelapa sebagai Energi Alternatif. *Bul. Penelitian Hasil Hutan*. Vol. 25 :242-255.
- Hermawan, R., Mawarsih, E., Iswahyudi, S., & Rahman, A. (2023). Karakteristik Proksimat Briket Kulit Singkong dan Tempurung Kelapa dengan Variasi Perekat Tetes Tebu (Molase). *Jurnal Foundry*,

- 6(2), 36-44.
- Junary, E., Pane, J. P., & Herlina, N. (2015). Pengaruh suhu dan waktu karbonisasi terhadap nilai kalor dan karakteristik pada pembuatan bioarang berbahan baku pelepah aren (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(2), 46-52. DOI: <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i2>
- Nurhilal, O., & Suryaningsih, S. (2018). Pengaruh komposisi campuran sabut dan tempurung kelapa terhadap nilai kalor biobriket dengan perekat molase. *JIIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, 2(1), 8-14. ISSN: 2549-0516
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi biomassa sebagai sumber energi terbarukan. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(2), 88-92. DOI: <https://doi.org/10.30743/jet.v5i2>
- Ridjayanti, S.M., Bazenet, R.A., Hidayat, W., Banuwa, I.S., dan Riniarti, M. (2021). Pengaruh Variasi Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria moluccana*). *Jurnal Perennial*, 17(1): 5-10
DOI : <https://doi.org/10.24259/perennial.v17i1.13504>
- Rinanda, A. D., Nuriana, W., & Sutrisno, S., (2021). Pengaruh variasi Tekanan Terhadap Kerapatan, Kadar Air, dan Laju Pembakaran pada Biobriket Limbah Kayu Mahoni. *Jurnal Pilar Teknologi: Jurnal Ilmu-ilmu Teknik*, 6(1),21-24. DOI: <https://doi.org/10.33319/piltek.v6i1.67>
- Rumiyanti, L., Irnanda, A., & Hendronursito, Y. (2018). Analisis Proksimat Pada Briket Arang Limbah Pertanian. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 3(1), 15-22. DOI: <https://doi.org/10.21009/SPEKTRA.031.03>
- Ryan N, D. (2015). *Uji Variasi Kadar Perekat Briket Arang Sekam Padi*. Digital Repository Universitas Jember, Jember.
- Saksono, A. Y., Yuniarti, T., & Saepudin, S. (2023). Pengelolaan Pemanfaatan Arang Tempurung Kelapa Menjadi Briket Sederhana. *Ikra-Ith Abdimas*, 6(2), 154-160. DOI: <https://doi.org/10.37817/ikra-ithabdimas.v6i2>
- Sari, D. L., & Prasetyo, B. (2021). Optimasi komposisi molase dalam pembuatan briket arang untuk menghasilkan pembakaran efisien dan minim emisi. *Jurnal Energi Terbarukan*, 10(1), 12-19.
- Smith, H., & Idrus, S. (2017). Pengaruh penggunaan perekat sago dan tapioka terhadap karakteristik briket Dari biomassa limbah penyulingan minyak kayu putih di maluku. *Majalah Biam*, 13(2), 21-32.
- Susanto, A & Yanto, T. (2013). Pembuatan Briket Bioarang dari Cangkang dan Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 6(2): 68-81. DOI: <https://doi.org/10.70124/at.v16i2.1139>