

COMPARISON OF TEMPERATURE VARIATIONS (60°C, 80°C, and 100°C) ON MESH 30 AND 250 DRYING OF COFFEE WOOD CHARCOAL BRIQUETTE ON CALORIAL VALUE AND HARDNESS

Jamiko Sakerengan¹, Nereus Tugur Redationo², Bernardus Crisanto Putra Mbulu³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Mesin-Fakultas Teknik-Universitas Widya Karya Malang-Jawa Timur

Email: 201731001@widyakarya.ac.id, tugur@widyakarya.ac.id, chris_bernardo666@widyakarya.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima:

09 Maret 2025

Naskah Disetujui:

28 Maret 2025

Naskah Diterbitkan:

30 Juni 2025

ABSTRACT

The selection of coffee wood in this study is based on the fact that coffee wood is waste and has not been utilized optimally and the availability of coffee wood is large and easy to obtain in the East Java region. Coffee wood is a type of wood that is not in demand by many people because this wood is relatively small and not straight. To reduce waste, researchers made briquettes made from coffee wood using mesh 30 and 250 with variations in drying temperatures (60 °C, 80 °C and 100 °C). After that was carried out Calorimeter Bomb Testing, and hardness. The highest calorific value resulting from temperature variations of 60°C, 80°C, and 100°C mesh 30 and 250 drying coffee wood briquettes is mesh 30 temperature 100°C of 6972.23 cal/g, and mesh 250 temperature 100°C of 6763.19 cal/g. The effect of the ratio of temperature variations (60°C, 80°C and 100°C) mesh 30 and 250 Drying coffee wood briquettes is: Grain and adhesive size. The smaller the grain size on the briquettes, namely mesh 250, it produces a high hardness value of 60 °C of 26.6 HA, a temperature of 80 °C of 27.7 HA, and a temperature of 100 °C of 27.4 HA, the larger the grain size in the briquette, namely mesh 30, the low hardness value of 60 °C of 25.6 HA, temperature of 80 °C of 26.4 HA, and a temperature of 100°C of 26.2 HA. The effect of the adhesive is that when drying the oven for 3 hours with temperature variations (60 °C, 80 °C and 100 °C) makes the adhesive react so that the adhesive evaporates and coagulates which causes the hardness value to rise and fall.

Keywords: Coffee Wood, Briquettes, Mesh, Drying Temperature, Calorific Value, Hardness.

PENDAHULUAN

yang terbarukan karena merupakan negara yang kaya akan sumber daya alam yang sangat melimpah, Salah satu jenis sumber daya yang dapat diperbarui adalah kayu kopi. Kayu kopi lebih baik dimanfaatkan menjadi sumber energi alternatif daripada menjadi limbah.

Pemilihan kayu kopi pada penelitian ini didasari karena kayu kopi yang menjadi limbah dan belum dimanfaatkan secara maksimal dan ketersediaan kayu kopi yang banyak dan mudah didapat daerah Jawa Timur. Kayu kopi merupakan jenis kayu yang kurang diminati oleh banyak masyarakat dikarenakan kayu ini tergolong kecil dan tidak lurus. Limbah kayu kopi ini hanya digunakan sebagai kayu bakar.

Untuk mengurangi limbah kayu kopi yang hanya digunakan sebagai kayu bakar maka perlu dibuat alternatif agar kayu kopi bisa bermanfaat dan memiliki nilai ekonomi. Salah satu alternatif yang dibuat yaitu briket. Mengacu pada latar

belakang di atas maka dilakukan penelitian briket dari bahan kayu kopi melalui metode pembuatan arang kayu kopi yang diawali dengan proses pembakaran berupa bentuk kayu yang telah dipotong kecil-kecil agar mempermudah pembakarannya waktu pengovenan menggunakan tungku dapur tinggi dengan temperatur 500°C. Proses penumbukan arang kayu kopi menggunakan lesung hingga mencapai ukuran sekecil mungkin untuk dapat di ayak menggunakan mesh 30 dan 250. Selanjutnya arang kayu kopi yang sudah di ayak dicampur dengan perekat hingga rata dan dicetak dengan menggunakan alat cetak briket dengan tekanan 5 kg untuk selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pengering dengan temperatur 60°C, 80°C, dan 100°C.

1. Biomassa

Biomassa merupakan sumber energi utama yang berasal dari hewan dan tumbuhan. Contoh biomassa antara lain yaitu tanaman,

pepohonan rumput, limbah pertanian, limbah hutan dan kotoran sapi. Salah satu sumber energi yang dijadikan sebagai bahan bakar adalah yang memiliki nilai ekonomis rendah atau merupakan limbah [1].

2. Kayu Kopi

Kayu kopi merupakan jenis kayu yang kurang diminati oleh banyak masyarakat dikarenakan kayu ini tergolong kecil dan tidak lurus. Ukuran kayu kopi yang tergolong kecil ini, merupakan salah satu faktor kecilnya permintaan pasar. Sehingga kayu ini hanya digunakan sebagai kayu bakar dan tidak memiliki nilai ekonomi bahkan dianggap sebagai limbah. Namun terdapat beberapa masyarakat yang telah menyadari potensi yang dimiliki kayu kopi ini, yaitu kelompok pengrajin yang ada di daerah Jawa Timur. Karakteristik kayu kopi memiliki sifat yang keras dan padat, sehingga memiliki volume yang berat dan memiliki cabang berbentuk dinamis tidak beraturan. Sebagai alternatif mengurangi limbah Salah satu yang dapat dibuat saat ini yaitu briket dari arang kayu kopi [2].

3. Briket Arang

Briket arang merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai kalori yang tinggi, dan dapat menyala dalam waktu yang lama. Bioarang adalah arang yang diperoleh dengan membakar biomassa kering tanpa udara (pirolisis). Sedangkan biomassa adalah bahan organik yang berasal dari jasad hidup. Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas untuk bahan bakar, tetapi kurang efisien. Nilai bakar biomassa hanya sekitar 3000 kal, sedangkan bioarang mampu menghasilkan 5000 kal [3]. Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung karbon, yang wujud sebelumnya masih berbentuk kayu yang dijadikan arang dengan pemanasan temperatur tinggi. Proses pembuatan arang dapat dilakukan di tempat terbuka atau menggunakan oven pembakaran [4].

4. Standar Mutu Briket

Berikut adalah Standar mutu briket arang kayu seperti yang tertera di bawah ini [5]:

Tabel 1. Standar Mutu Briket Arang Kayu

No	Jenis Uji	Satuan	Standar
1	Kadar air	%	Maksimum 8
2	Kadar Abu	%	Maksimum 15
3	Kadar Zat	%	Maksimum 8

4	Nilai Kalor	Cal/g	Minimum 5000
---	-------------	-------	--------------

5. Tepung Kanji

Tepung kanji adalah tepung yang diperoleh dari singkong atau ubi kayu yang memiliki banyak kegunaan. Tepung kanji memiliki sifat yang serupa dengan sagu, sehingga kegunaan keduanya dapat dipertukarkan. Kegunaan tepung ini yaitu untuk membuat makanan, bahan perekat, dan banyak makanan tradisional. Tepung kanji cukup baik dibandingkan dengan tepung jagung, kentang, dan gandum atau terigu dikarenakan komposisi zat gizi tepung kanji cukup baik sehingga mengurangi kerusakan tenun. Perekat adalah bahan yang dibuat sebagai campuran untuk mengikat dua benda atau lebih menjadi satu. Bahan pengikat digunakan sebagai campuran dalam pembuatan briket arang. Perekat berfungsi untuk merekatkan dan meyatukan butiran-butiran arang sehingga mudah untuk dibentuk [6].

6. Karbonisasi

Karbonisasi merupakan metode untuk memperoleh arang sebagai bahan utama untuk pembuatan briket yang mengandung unsur karbon. Dalam suatu proses pengarangan berkarbon, Karbonisasi dilakukan dengan cara membakar kayu kopi untuk menghilangkan kandungan air dan material-material lain dalam kayu kopi yang dibutuhkan oleh arang seperti hydrogen dan oksigen [7].

7. Nilai Kalor

Kalor adalah sebagai energi panas yang dapat diteruskan oleh suatu benda ke benda yang lain. Nilai kalor diperoleh dari briket dan dapat diketahui dengan menggunakan alat bomb kalorimeter atau data laboratorium [8].

8. Tekanan

Tekanan adalah besarnya gaya yang bekerja tiap satuan luas permukaan atau bidang tekanan. Tekanan sangat mempengaruhi kerapatan suatu bahan campuran. Semakin tinggi tekanan maka kerapatan akan semakin besar sehingga jarak antara butiran akan kecil, begitu juga sebaliknya jika tekanan semakin rendah maka kerapatan akan semakin kecil.

9. Temperatur

Temperatur atau suhu adalah ukuran tingkat atau derajat panas atau dingin pada benda. Semakin tinggi temperatur suatu benda maka semakin panas benda itu, dan semakin banyak energi kalor dalam benda itu [9].

10. Bomb Kalorimeter

Bomb kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai

kalor) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam oksigen berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, dan bahan bakar [10]. Berikut adalah perhitungan HHV dan HHV:

Nilai kalor atas (HHV) dapat digunakan dengan menggunakan rumus Bomb kalorimeter yaitu [11]:

Dari persamaan Dasar

$$HHV = (T_2 - T_1 - T_{kp}) \cdot C_v \dots\dots\dots (1)$$

Sedangkan nilai kalor bawah (LHV) dapat dihitung dengan persamaan rumus.

$$LHV = HHV - 3240 \text{ (Kj/Kg)} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

HHV = Nilai kalor atas (cal/g)

LHV = Nilai kalor bawah (cal/g)

T₁ = Temperatur air pendingin sebelum dinyalakan (°C)

T₂ = Temperatur air pendingin setelah dinyalakan (°C)

C_v = Nilai kalor jenis (cal/g°C)

T_{kp} = Temperatur kenaikan kawat pemanasan bomb kalorimeter = 0,05(°C)

Jika persamaan tersebut dihubungkan dengan hasil bomb kalorimeter pada massa yang sama, didapatkan:

$$HHV = \Delta T \cdot C_v \dots\dots\dots (3)$$

Sehingga nilai kalor jenis didapatkan dari:

$$C_v = HHV / (\Delta T) \dots\dots\dots (4)$$

Dimana:

HHV = Nilai kalor dari pengujian (cal/g)

C_v = Nilai kalor jenis (cal/g°C)

ΔT = Temperatur (°C)

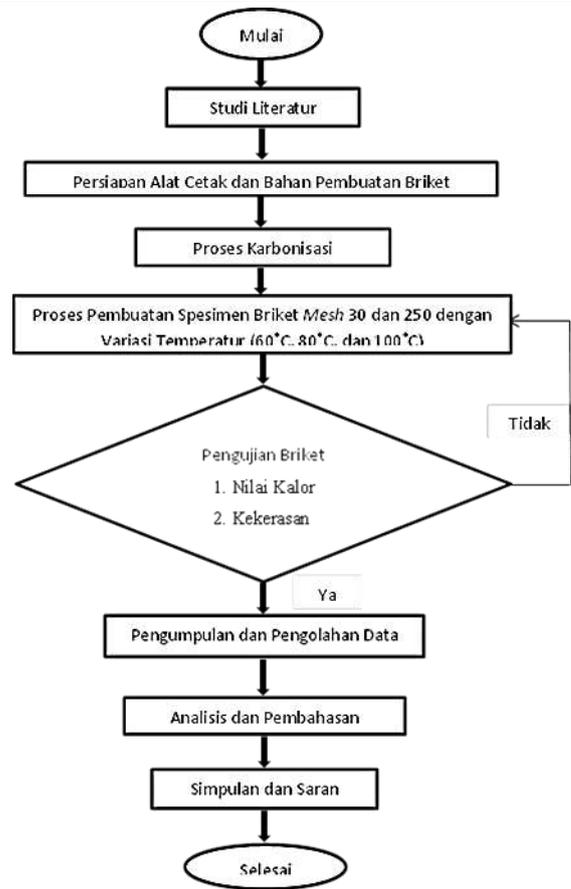
BAHAN DAN METODE

- Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan briket arang kayu kopi dalam penelitian ini yaitu kayu kopi dengan bahan pengikat yang digunakan yaitu tepung kanji. Adapun ukuran mesh yang di pakai yaitu mesh 30 dan 250. Pencetakan menggunakan tekanan 5 kg, dan pengeringan menggunakan temperatur 60°C, 80°C, dan 100°C.

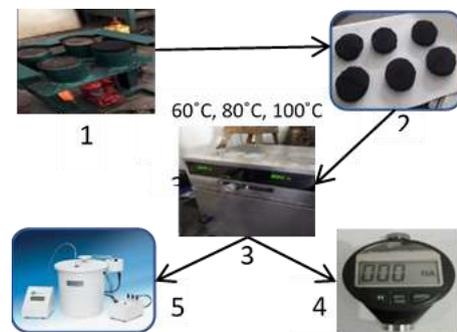
METODOLOGI PENELITIAN

- Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

- Skema Penelitian



Gambar 2. Skema Penelitian

Keterangan:

1. Alat Pres Hidrolik
2. Briket
3. Pengeringan oven
4. Durometer shore A
5. Bomb kalorimeter

Briket yang telah dicetak dengan alat pres hidrolik dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 60°C, 80°C, dan 100°C dengan lama waktu 3 jam, kemudian akan dilakukan uji bomb kalorimeter dan uji kekerasan dengan menggunakan alat durometer shore A.

HASIL DAN PEMBAHASAN

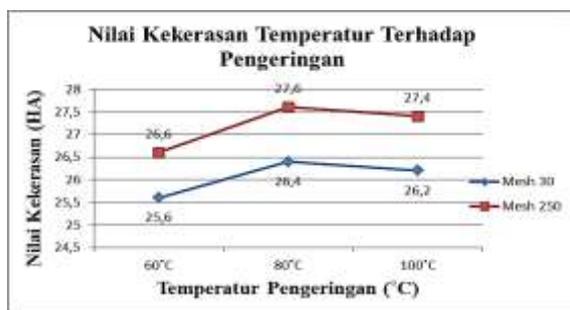
Briket akan diuji kualitasnya meliputi pengujian sifat fisik yaitu nilai kalor dan kekerasan. Hasil pengujian briket kayu kopi dijelaskan pada sub bab berikut:

a. Nilai Rata-Rata Uji Kekerasan Per Spesimen

Pengujian nilai kekerasan dilakukan dengan menggunakan alat uji durometer tipe A yang digunakan untuk mengukur nilai kekerasan pada briket kayu kopi. Proses pengambilan data dilakukan dengan membuat 20 lubang pada kertas agar mempermudah pada saat penekanan uji kekerasan pada briket. Setelah mengukur semua sampel kemudian dicari nilai rata-rata, kemudian dimasukkan ke dalam tabel. Berikut adalah tabel rata-rata nilai kekerasan terhadap temperatur pengeringan.

Tabel 2. Rata-rata Kekerasan Tiap Spesimen

Mesh	Temperatur Pengeringan	Nilai Kekerasan
30	60°C	25,6 HA
	80°C	26,4 HA
	100°C	26,2 HA
250	60°C	26,6 HA
	80°C	27,6 HA
	100°C	27,4 HA



Gambar 3. Grafik Nilai Kekerasan

Pada Gambar 3. di atas nilai kekerasan tertinggi pada mesh 250 didapatkan pada temperatur pengeringan 80°C dengan nilai kekerasan sebesar 27,6 HA (shore A), dan nilai kekerasan terendah didapatkan pada temperatur 60°C dengan nilai sebesar 26,6 HA (shore A). Untuk mesh 30 nilai kekerasan tertinggi didapatkan pada temperatur pengeringan 80°C sebesar 26,4 HA (shore A), sedangkan nilai kekerasan terendah didapatkan pada temperatur 60°C sebesar 25,6 HA (shore A). Dilihat dari data ini membuktikan bahwa komposisi ukuran butiran mesh 250 lebih keras. Hal ini dipengaruhi ukuran butiran, semakin kecil ukuran butiran pada briket yaitu mesh 250 maka jarak antar butiran semakin rapat sehingga, pada saat diuji kekerasannya yang terkena lebih

banyak terkena butiran briket. Semakin besar ukuran butiran yaitu mesh 30 maka jarak antar butiran semakin berongga sehingga pada saat diuji kekerasannya yang terkena kebanyakan rongga briket. Untuk pengeringan temperatur 100°C mesh 30 dan 250 kenapa nilai kekerasannya menurun karena dipengaruhi oleh ikatan perekat dipermukaan yang menggumpal dan masuk merata kerongga butiran sehingga pada saat dilakukan uji kekerasan yang terkena kebanyakan pengikat yang menggumpal akibatnya kekerasan menurun.

b. Hasil Uji Lab. Nilai Kalor Bomb Kalorimeter

Pengujian nilai kalor dilakukan dengan menggunakan alat uji bomb kalorimeter yang digunakan untuk menghitung nilai kalor pada briket kayu kopi. Berikut adalah tabel nilai kalor yang didapat dari pengujian bomb kalorimeter di Laboratorium Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Malang.

Tabel 3. Uji Nilai Kalor Tiap Spesimen Menggunakan Bomb Kalorimeter

No	Nama Sampel	Massa Sampel (g)	Temperatur (°C)			Nilai Kalor (cal/g)
			Awal	Akhir	ΔT	
1	Kayu kopi 60°C-Mesh 30	1	26,7	28,54	1,84	4777,40
2	Kayu kopi 60°C-Mesh 250	1	26,4	28,75	2,35	6109,97
3	Kayu kopi 80°C-Mesh 30	1	27,1	29,65	2,55	6632,55
4	Kayu kopi 80°C-Mesh 250	1	26,8	28,74	1,94	5038,69
5	Kayu kopi 100°C-Mesh 30	1	26,7	29,38	2,68	6972,23
6	Kayu kopi 100°C-Mesh 250	1	26,4	29	2,6	6763,19



Gambar 4. Grafik Nilai Kalor Terhadap Temperatur Pengeringan

Dilihat dari Gambar 4. Grafik Nilai Kalor di atas nilai kalor tertinggi pada mesh 30 didapatkan pada temperatur pengeringan 100°C dengan nilai kalor sebesar 6972,23 cal/g dan nilai kalor terendah didapatkan pada temperatur 60°C dengan nilai kalor sebesar 4777,40 cal/g. Untuk mesh 250 nilai kalor tertinggi didapatkan pada temperatur pengeringan 100°C sebesar 6763,19 cal/g. Sedangkan nilai kalor terendah didapatkan pada temperatur 80°C sebesar 5038,69 cal/g. Hal ini disebabkan oleh faktor pembakaran awal dan pengovenan di oven nabertherm dengan temperatur 500°C, yang menyebabkan kandungan karbon (C) meningkat namun memberikan pengaruh kandungan hidrogennya (H) berkurang dari kayu kopi (dari Uji SEM, Roni Fernando, dan Vinsensius Bulu). Untuk pengeringan mesh 250 temperatur 80°C kenapa nilai kalor menurun karena dipengaruhi oleh perbedaan temperatur (ΔT) dari yang lainnya akibat penggumpalan beberapa perekat, sehingga ketika terbakar perekat akan mudah menguap terlebih dahulu sehingga pada saat pengujian nilai kalornya menurun. Walaupun nilai kalor pada mesh 30 tertinggi daripada mesh 250, namun memiliki kekurangan dan kelebihan masing masing mesh yaitu di pembakaran yang mana untuk mesh 30 pada saat dilakukan pembakaran susah untuk dibakar dan menghasilkan temperatur yang rendah, sedangkan untuk mesh 250 pada saat pembakaran mudah terbakar dan menghasilkan temperatur tinggi. Dan dengan membandingkan nilai kalor untuk mesh 250 temperatur 60°C, 80°C, dan 100°C sudah memenuhi SNI (Tabel 2.1 Standar Mutu Briket Arang Kayu), tetapi untuk mesh 30 temperatur 60°C dan belum memenuhi SNI.

c. Menentukan Nilai Kalor Jenis Air Menggunakan Rumus (1)

Untuk menentukan nilai kalor jenis menggunakan rumus:

$$C_v = HHV/(\Delta T)$$

Dimana:

HHV = Nilai kalor dari pengujian (cal/g)

C_v = Nilai kalor jenis (cal/g°C)

ΔT = Perubahan temperatur yang diperoleh dari pengujian(°C)

Rumus di atas mengacu pada persamaan (3).

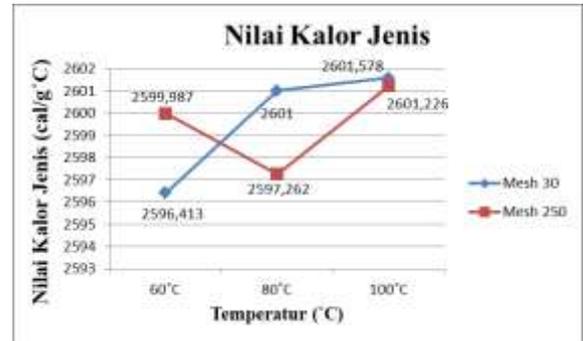
Berikut Contoh perhitungan Nilai kalor jenis (C_v) untuk briket arang kayu kopi mesh 30 temperatur 60°C dari nilai kalor dan ΔT .

$$C_v = 4777,40/1,84 = 2596,413 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Untuk keseluruhan jumlah perhitungan dapat dilihat di tabel.

Tabel 4. Perhitungan Keseluruhan Kalor Jenis

No	Kode	Kalor Jenis (cal/g°C)
	Nama Sampel	
1	Kayu kopi 60°C-Mesh 30	2596,413
2	Kayu kopi 60°C-Mesh 250	2599,987
3	Kayu kopi 80°C-Mesh 30	2601
4	Kayu kopi 80°C-Mesh 250	2597,262
5	Kayu kopi 100°C-Mesh 30	2601,578
6	Kayu kopi 100°C-Mesh 250	2601,226



Gambar 5. Grafik Nilai Kalor Jenis

Dari Gambar 5. grafik nilai kalor jenis di atas nilai kalor Jenis tertinggi pada mesh 30 didapatkan pada temperatur pengeringan 100°C dengan nilai kalor jenis sebesar 2601,578 cal/g°C dan nilai kalor jenis terendah didapatkan pada temperatur 60°C dengan nilai kalor jenis sebesar 2596,413 cal/g°C. Sedangkan untuk mesh 250 nilai kalor jenis tertinggi didapatkan pada temperatur pengeringan 100°C dengan nilai kalor jenis sebesar 2601,226 cal/g°C dan nilai kalor jenis terendah didapatkan pada temperatur 80°C dengan nilai kalor jenis sebesar 2597,262 cal/g°C. Hal ini bila dibandingkan dengan nilai kalor pada grafik 4.2 dilihat sama dengan grafik nilai kalor jenis. Untuk mesh 30 nilai kalor jenisnya meningkat dikarenakan temperatur (ΔT) di tabel 4.2 uji nilai kalor bomb kalorimeter yang meningkat, sehingga membuat nilai kalor jenis meningkat. Sedangkan untuk mesh 250 temperatur 80°C nilai kalor jenisnya menurun dikarenakan temperatur (ΔT) di tabel 4.2 uji nilai kalor bomb kalorimeter yang menurun sehingga nilai kalor jenis yang terkandung pada briket menurun.

PENUTUP

- Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik simpulan sebagai berikut:

1. Nilai kalor tertinggi yang dihasilkan dari variasi temperatur 60°C, 80°C, dan 100°C mesh 30 dan 250 pengeringan briket kayu kopi yaitu mesh 30 temperatur 100°C sebesar

6972,23 cal/g, dan mesh 250 temperatur 100°C sebesar 6763,19 cal/g.

2. Pengaruh perbandingan variasi temperatur (60°C, 80°C dan 100°C) mesh 30 dan 250 Pengeringan briket kayu kopi yaitu: Ukuran butiran dan perekat. Semakin kecil ukuran butiran pada briket yaitu mesh 250 maka menghasilkan nilai kekerasan yang tinggi yaitu temperatur 60°C sebesar 26,6 HA, temperatur 80°C sebesar 27,6 HA, dan temperatur 100°C sebesar 27,4 HA, semakin besar ukuran butiran pada briket yaitu mesh 30 maka nilai kekerasan yang dihasilkan rendah yaitu temperatur 60°C sebesar 25,6 HA, temperatur 80°C sebesar 26,4 HA, dan temperatur 100°C sebesar 26,2 HA. Pengaruh perekat yaitu pada saat dilakukan pengeringan oven selama 3 jam dengan variasi temperatur (60°C, 80°C dan 100°C) membuat perekat bereaksi sehingga perekat ada yang menguap dan menggumpal yang menyebabkan nilai kekerasannya naik turun.

- Saran

Berdasarkan hasil penelitian dapat dikemukakan saran:

1. Pembuatan briket dari kayu kopi memiliki manfaat untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar miyak (BBM).
2. Pembuatan briket berbahan dasar biomassa ini dapat diterapkan oleh masyarakat ataupun industri untuk memanfaatkan limbah kayu kopi sehingga menjadi lebih bernilai ekonomis tinggi.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pembuatan briket dari kayu kopi untuk mengetahui seluruh karakteristik agar informasi kualitas briket didapat lebih lengkap

DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. Parinduri and T. Parinduri, "Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan," *J. Electr. Technol.*, vol. 5, no. 2, pp. 88–92, 2020, [Online]. Available: <https://www.dosenpendidikan>.
- [2] N. Kusumaningrum, T. Ernawati, N. Fariz, A. B. Junianto, and B. J. Anshory, "Pemanfaatan Limbah Kayu dalam Perancangan Kursi Makan pada Perumahan Kota Podomoro Tenjo," *Ars J. Seni Rupa dan Desain*, vol. 25, no. 1, pp. 59–70, 2022, doi: 10.24821/ars.v25i1.6730.
- [3] B. Mardwianta, A. H. Subarjo, D. H. Setiabudi, and M. Husaini, "Pengolahan bioarang sebagai pengganti biogas untuk mendukung proses roasting pengolahan kopi arabica dan ketahanan energi," *Angkasa J. Ilm. Bid. Teknol.*, vol. 13, no. 2, pp. 143–152, 2021, doi: 10.28989/angkasa.v13i2.1091.
- [4] U. Kalsum, "Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Limbah," *Distilasi*, vol. 1, no. 1, pp. 42–50, 2016, [Online]. Available: [file:///C:/Users/Asus/Documents/FATHA N/PERPUSTAKAAN WINDOWS/Journal Pemanfaatan Pohon Aren/PEMBUATAN BRIKET ARANG DARI CAMPURAN LIMBAH.pdf](file:///C:/Users/Asus/Documents/FATHA%20N/PERPUSTAKAAN%20WINDOWS/Journal%20Pemanfaatan%20Pohon%20Aren/PEMBUATAN%20BRIKET%20ARANG%20DARI%20CAMPURAN%20LIMBAH.pdf)
- [5] Badan Standarisasi Nasional, "Standar Nasional Indonesia SNI 01-6235-2000 Briket arang kayu," *Standar Nas. Indones. 01-6235-2000*, pp. 1–8, 2000.
- [6] Z. Arifin and W. Nuriana, "Pengaruh Perekat Pembuatan Briket Limbah kayu Sengon Terhadap Kerapatan, Kadar Air dan Nilai Kalor," *Semin. Nas. Sains dan Teknol. Terap.*, pp. 555–560, 2018.
- [7] K. Ridhuan and J. Suranto, "Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori," *Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin*, vol. 5, no. 1, pp. 50–56, 2017, doi: 10.24127/trb.v5i1.119.
- [8] M. A. Almu, S. Syahrul, and Y. A. Padang, "ANALISA NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN PADA BRIKET CAMPURAN BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum Inophyllum*) DAN ABU SEKAM PADI," *Din. Tek. Mesin*, vol. 4, no. 2, pp. 117–122, 2014, doi: 10.29303/d.v4i2.61.
- [9] Jamilah, F. R. Oktavia, and S. W. Nafita, "Pengaruh Material yang Berbeda Terhadap Laju Perpindahan Panas," *J. Penelit. Fis. dan Ter.*, vol. 3, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.31851/jupiter.v3i1.5979.
- [10] C. W. Keenan, *Ilmu Kimia Untuk Universitas*. Erlangga, 1984.
- [11] R. P. Dewi, T. J. Saputra, and S. Widodo, "Karakterisasi briket campuran limbah serbuk gergaji kayu dan limbah tempurung kelapa sebagai sumber energi alternatif," *Senafter*, vol. 2, no. 1, pp. 1–5, 2020, [Online]. Available: <https://jurnal.untidar.ac.id/index.php/senafter/article/view/3817>