

THE EFFECT OF PRESSURE VARIATIONS (3 KG, 4KG, 5 KG, 5.5 KG) AND MESH (30, 100) ON THE HARDNESS AND COMBUSTION VALUE OF CANDLECRON SHELL BRIQUETTE

Paulo De Jesus Moreira ¹, Nereus Tugur Redationo ², Bernardus Crisanto Putra Mbulu ³

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

Email: patriciusraditta14@gmail.com, tugur@widyakarya.ac.id, chris_bernardo666@widyakarya.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima:

28 April 2025

Naskah Disetujui:

16 Mei 2025

Naskah Diterbitkan:

30 Juni 2025

ABSTRACT

Through this research there are two variables observed, namely the effect of variations in briquette charcoal pressure and specific heat value on the composition of carbonisation of hazelnut shell charcoal with tapioca adhesive on specific heat value. The initial process of research in the form of making charcoal on hazelnut shell briquettes, hazelnut shells are carbonised at 500 °, sieved with mesh 30 and 100 sieves, given a compressive load of 3 kg, 4 kg, 5 kg and 5.5 kg, the adhesive on hazelnut shell briquettes is starch and drying is carried out with a drying oven for 3 hours at a temperature of 80 °. The purpose of this study was to determine the effect of variations in pressure and particle size on the quality of hazelnut shell briquettes when viewed from the combustion rate and calorific value. The methodology used in the research is by using hazelnut shell briquette experiments, hazelnut shell briquette testing includes testing through hardness and briquette calorimeter bomb value. Through the research, it was found that the highest calorific value was in the 4 kg pressure specimen on mesh 30, namely 9221.09 cal/gram while the lowest combustion rate was produced by the hazelnut shell briquette specimen with a pressure of 5 kg and 5.5 kg, which was 4076.17 g/min. Giving different compressive loads and mesh sieves can provide advantages to briquettes including increasing specific calorific value, reducing water content and slowing the combustion rate.

Keywords: variation; sieve mesh against. pressure on hazelnut shell briquettes

PENDAHULUAN

Kemiri adalah salah satu komoditi yang banyak ditanam di Indonesia dengan perkembangannya demikian pesat. Tumbuhan kemiri hidup di daerah tropis dan subtropik sehingga dapat ditanam di tanah rendah dan pegunungan, baik yang subur maupun tanah yang kurang subur. Pemanfaatan buah kemiri sebenarnya sudah banyak diteliti terutama bijinya yaitu untuk minyak rambut dan minyak lampu, sedangkan cangkangnya dibuang. Cangkang kemiri merupakan limbah organik memiliki tekstur keras dan memiliki unsur karbon yang tinggi, sebagian cangkang kemiri digunakan sebagai bahan bakar. Jumlah cangkang kemiri yang dihasilkan dari tiap pengolahan biji kemiri sangat banyak tetapi belum dimanfaatkan secara optimal.

Latar belakang di atas dilakukan penelitian tentang pembuatan briket cangkang kemiri melalui variasi tekanan (3 kg, 4 kg, 5 kg,

5,5 kg) dan ukuran butiran (mesh 30 dan 100), untuk mendapatkan kualitas briket yang baik.

BAHAN PENELITIAN

- Kemiri

Kemiri merupakan salah satu pohon serbaguna yang dibudidayakan secara luas di dunia. kemiri telah lama ditanam, baik untuk tujuan komersial maupun subsistem untuk menunjang kehidupan masyarakat sehari-hari, jenis ini digunakan untuk berbagai tujuan; bijinya dapat digunakan sebagai bahan media penerangan, masakan dan obat-obatan, sedangkan batangnya dapat digunakan untuk kayu Pohon kemiri merupakan jenis tanaman yang mudah ditanam, cepat tumbuh dan tidak banyak faktor pembatas untuk dapat tumbuh kembang dengan baik. Produk utama pohon kemiri adalah kemiri isi, namun bagian-bagian lainnya pun dapat dimanfaatkan. Sehingga pohon kemiri sering disebut pohon serbaguna. Buah kemiri isi memiliki banyak manfaat dalam

kehidupan sehari-hari selain digunakan untuk keperluan bumbu dapur, kemiri isi juga dapat digunakan untuk obat-obatan dan kecantikan, dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi dan bahan bakar nabati [1].

- Briket

Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang mempunyai bentuk tertentu. Pembuatan briket bertujuan untuk memperoleh suatu bahan bakar yang berkualitas yang dapat digunakan untuk semua sektor sebagai sumber pengganti energi alternatif. Briket yang kualitasnya baik adalah yang memiliki kadar karbon tinggi dan kadar abu rendah, karena dengan kadar karbon tinggi maka energi yang dihasilkan juga tinggi Briket dengan kualitas yang baik diantaranya memiliki tekstur yang halus, tidak mudah pecah, keras, aman bagi manusia dan lingkungan dan juga memiliki sifat-sifat penyalaan yang baik, diantaranya adalah mudah menyala, waktu nyala cukup lama, tidak menimbulkan jelaga, asap sedikit serta cepat hilang dan nilai kalor yang cukup tinggi. Lama tidaknya menyala akan mempengaruhi kualitas dan efisiensi pembakaran, semakin lama menyala dengan nyala api konstan maka briket tersebut akan semakin baik [2].

Tabel 1. Standar Mutu Briket

Sifat briket arang	Jepang	Ingris	Amerika	SNI
Kandungan air (%)	6-8	3.6	6.2	8
Kadar air (%)	15-30	16.4	19-24	15
Kadar zat menguap (%)	3-6	5.9	8.3	8
Kadar abu (%)	60-80	75.3	60	77
kerapatan(g/cm ³)	1-12	0.46	1	-
Keteguhan tekan(kg/cm ²)	60-65	12-7	62	-
Nilai kalor(cal/gram)	4200-7000	7289	6230	5000

- Karbonisasi

Karbonisasi adalah istilah untuk konversi dari zat organik menjadi karbon atau residu yang mengandung karbon melalui pirolisis atau destilasi destruktif. Hal ini sering digunakan dalam kimia organik dengan mengacu pada generasi gas batubara serta aspal batubara dari batubara mentah. Karbonisasi juga merupakan suatu tahap dalam proses pembuatan arang, dan dianggap sebagai langkah yang paling penting dari semuanya karena memiliki kekuatan untuk mempengaruhi seluruh proses mulai dari pohon yang tumbuh hingga distribusi akhir arang ke berbagai sumber [3]. Proses karbonisasi dapat merupakan reaksi endotermik atau eksotermik

tergantung pada temperatur dan proses reaksi kimia yang sedang terjadi.

- Nilai kalor

Nilai adalah istilah lain dari panas pembakaran secara eksperimental. Nilai kalor dapat diukur dengan melakukan pengujian pada “*Oxygen Bomb Kalorimeter*”. Berbagai data dari pengujian nilai kalor dapat digunakan untuk membentuk persamaan briket. Untuk menentukan kualitas arang briket, Semakin tinggi nilai kalor arang briket, maka semakin baik pula kualitas arang briket yang dihasilkan. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu arang briket, maka akan menurunkan nilai kalor bakar arang briket yang dihasilkan. Nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu arang briket. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu arang briket, maka akan menurunkan nilai kalor briket yang dihasilkan. Secara statistik pencampuran serbuk briket cangkang kemiri berpengaruh tidak nyata terhadap nilai kalor arang briket [1].

- Rumus perhitungan nilai kalor jenis (C_v)

Untuk menghitung nilai kalor jenis sebagai berikut [4]:

Nilai kalor atas (HHV) yang didapatkan dari pengujian menggunakan alat bomb kalorimeter, kemudian dilakukan penurunan rumus untuk mencari nilai kalor jenis.

$$HHV = (T_2 - T_1 - T_{KP}) \cdot C_v$$

Jika persamaan di atas dihubungkan dengan nilai hasil bomb kalorimeter maka menjadi:

$$HHV = \Delta T \cdot C_v$$

Sehingga nilai kalor jenis dihasilkan menjadi:

$$C_v = \frac{HHV}{\Delta t} \left(\frac{\text{cal}}{\text{g} \cdot ^\circ\text{C}} \right)$$

Keterangan:

HHV = Nilai kalor (cal/gram)

C_v = kalor Jenis (cal/gram)

T₂ = Temperatur akhir (°C)

T₁ = Temperatur awal (°C)

ΔT = Rata rata perbedaan kenaikan air hingga mendidih (°C)

Untuk menyamakan hasil nilai massa yang dibakar pada alat uji bom kalorimeter menggunakan persamaan berikut:

$$\frac{m_0}{m_1} = \frac{HHV_0}{HHV_1}$$

Persaan di atas dapat diatur kembali menjadi:

$$HHV_1 = \frac{HHV_0 \cdot m_1}{m_0}$$

m₁ = massa penyetaran (1gram)

m₀ = massa yang di bakar pada bomb kalorimeter (gram)

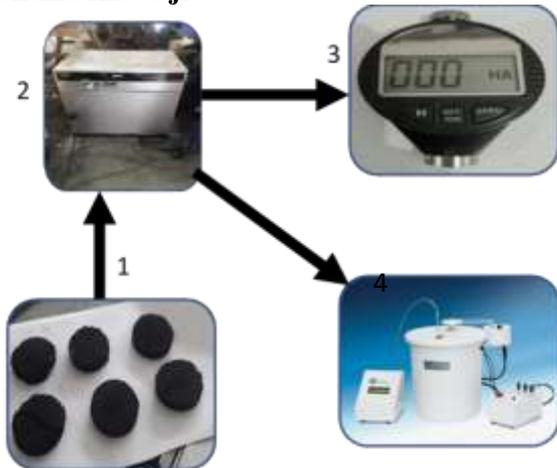
HHV₁ = nilai kalor penyetaraan (cal/gram)

HHV₀ = nilai kalor yang didapatkan pada bomb kalorimeter (gram)

- Uji kekerasan

Kekerasan suatu benda dapat diketahui dengan menggunakan alat pengujian kekerasan (Hardness tester) dapat digunakan dengan tiga metode atau teknik yang umum dilakukan yaitu metode Brinell, Rockwell, dan Vickers [5] untuk penelitian ini di gunakan durometer tipe short A, dengan titik pengujian sebanyak 20 titik uji.

Skema Alat Uji



Gambar 1. Skema Alat Uji

Keterangan:

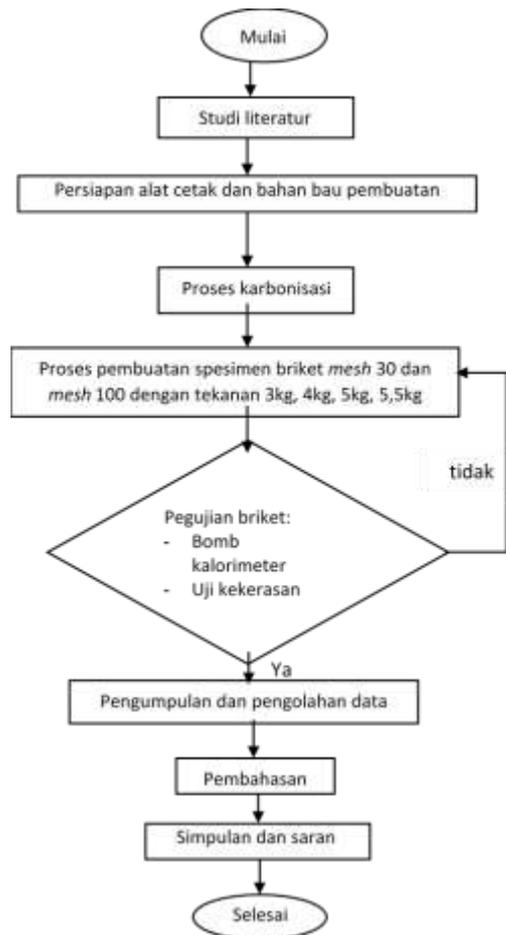
1. Briket yang telah dicetak
2. Oven pengeringan
3. Alat uji kekerasan Durometer
4. Alat uji bomb kalorimeter

Metode Pengambilan Data

1. Variabel penelitian kotoran ternak dan air
 - Variabel bebas:
 - a. Peneliti menggunakan ukuran mesh 30, dan mesh 100.
 - b. Tekanan yang digunakan adalah tekanan 3 kg, 4 kg, 5 kg, 5,5 kg
 - Variabel tetap:
 - a. Jumlah perekat yang di gunakan 10 gram.
 - b. Jumlah bahan arang cangkang kemiri yang digunakan 20 gram.
3. Variable terkontrol:
 - a. Proses pengeringan briket menggunakan oven dengan temperatur 80°C dan waktu penahanan selama 3 jam.
 - b. Proses pengarangan arang cangkang kemiri dengan temperatur 500°C.

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

1. Pengujian Nilai Kekerasan Pada Arang Briket Cangkang Kemiri.

Pengujian nilai kekerasan briket arang cangkang kemiri dilakukan dengan menggunakan alat uji durometer tipe short A, sebanyak 20 titik setiap spesimen. Hasil pengujian dari 20 titik tersebut kemudian di rata-rata, dan hasilnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Hasil Uji Nilai Kekerasan

Mesh	Tekanan (kg)	Nilai Rata-rata Uji Kekerasan (cal/gram)
30	3	43.2
	4	54.8
	5	32.3
	5,5	45.3
100	3	47.3
	4	23.6
	5	42.3
	5,5	48.0

Data hasil rata-rata kekerasan pada tabel di atas, selanjutnya digambarkan dan dibahas sebagai berikut:



Gambar 3. Nilai kekerasan terhadap tekanan dan ukuran mesh

Berdasarkan dari Gambar 3. di atas dapat dilihat, nilai tertinggi pada mesh 100 dengan angka terbesar 54,8 HA, sedangkan nilai terendah pada mesh 30 pada tekanan 4 kg dengan nilai 23,6 HA. Hal ini disebabkan karena ukuran butiran semakin kecil maka jarak antara butiran akan semakin rapat, sehingga menyebabkan nilai kekerasan pada mesh 100 semakin tinggi. Sedangkan nilai terendah pada mesh 30, disebabkan karena rongga butiran yang kurang rapat `menyebabkan nilai kekerasan semakin rendah.

Pada mesh 100 ketika tekanan 3 kg dinaikkan menjadi 4 kg menyebabkan ukuran butiran menjadi lebih rapat, sehingga nilai kekerasannya semakin meningkat. Selanjutnya tekanan dinaikkan menjadi 5 kg namun nilai kekerasannya turun, hal itu disebabkan oleh adanya perekat yang keluar melapisi permukaan, sehingga dalam proses pengujian kekerasan lebih banyak terkena perekat dan menyebabkan nilai uji kekerasannya menjadi menurun. Selanjutnya tekanan dinaikkan menjadi 5,5 kg yang mengakibatkan butiran semakin rapat lagi, dan perekatan menjadi merata serta semakin tipis perekat yang melapisi permukaan akibat sulit keluar dari rongga yang semakin sempit, oleh sebab itu pada saat uji kekerasan kebanyakan terkena butiran sehingga nilainya lebih besar dari sebelumnya.

Pada mesh 30 ketika tekanan 3 kg dinaikkan menjadi tekanan 4 kg dimana butiran di mesh tersebut lebih besar, maka ketika diberikan penekanan menyebabkan butiran semakin rapat serta beberapa perekat keluar melapisi permukaan, sehingga pada saat dilakukan uji kekerasan banyak yang mengenai perekat dan rongga serta menyebabkan nilai kekerasan turun. Selanjutnya tekanan dinaikkan lagi menjadi 5 kg dan 5,5 kg, butiran semakin rapat lagi dan menyebabkan perekat yang keluar melalui

rongga dan melapisi di permukaan semakin tipis, oleh karena itu pada saat dilakukan uji kekerasan kebanyakan terkena butiran serta menyebabkan nilainya lebih besar dari sebelumnya.

2. Uji Nilai Bomb kalorimeter

Nilai kalor didapatkan melalui pengujian menggunakan alat bomb kalorimeter yang dilakukan pada setiap variasi spesimen briket. Hasil nilai kalor dari alat bomb kalorimeter dapat di lihat pada tabel di bawah:

Tabel 3. Hasil Uji Nilai Kalor (cal/gram)

Data Hasil Perhitungan						
Mesh	Tekanan (kg)	Massa (g)	Temperatur (°C)			HHV (cal/gram)
			Awal	Akhir	ΔT	
30	3	0,89	26,3	28,4	2,10	6131,18
	4	0,91	26,5	28,92	2,42	6915,25
	5	0,9	26,4	28,51	2,11	6092,09
	5,5	0,76	26,4	28,45	2,05	7008,03
100	3	0,88	26,5	27,72	1,22	3587,03
	4	0,93	26,4	28,88	2,48	6935,1
	5	0,9	26,2	27,84	1,64	4727,58
	5,5	0,92	25,7	27,94	2,24	6328,86

Hasil nilai kalor di atas memiliki perbedaan massa yang dibakar, untuk mengetahui nilai kalor jika massa yang dibakar adalah sama, maka dilakukan penyetaraan nilai massa pada setiap variasi yaitu 1gram serta dilakukan perhitungan menggunakan persamaan (2.4) di bawah ini:

$$HHV_1 = \frac{HHV_0 \cdot m_1}{m_0}$$

Berikut contoh perhitungan penyetaraan pada mesh 30 tekanan 3 kg:

Diketahui

$$m_1 = 1 \text{ gram}$$

$$m_0 = 0,89 \text{ gram}$$

$$HHV_0 = 6131,18 \text{ cal/gram}$$

Sehingga nilai kalor penyetarannya didapatkan yaitu:

$$HHV_1 = \frac{6131,18 \frac{\text{cal}}{\text{gram}} \cdot 1 \text{ gram}}{0,89 \text{ gram}} = 6888,966292$$

cal/gram

Untuk hasil variasi lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah:

Tabel 4. Hasil Nilai Penyetaraan Massa Uji Bomb Kalorimeter (cal/gram)

Data Hasil Perhitungan						
Mesh	Tekanan (kg)	Massa (g)	Temperatur (°C)			HHV ₁ (cal/gram)
			Awal	Akhir	Δt	
30	3	1	26,3	28,4	2,1	6888,966292
	4	1	26,5	28,92	2,42	7599,175824

	5	1	26,4	28,51	2,11	6768,888889
	5,5	1	26,4	28,45	2,05	9221,092105
100	3	1	26,5	27,72	1,22	4076,170455
	4	1	26,4	28,88	2,48	7457,096774
	5	1	26,2	27,84	1,64	5252,866667
	5,5	1	25,7	27,94	2,24	6879,195652



Gambar 4. Hasil Penyetaraan Massa Nilai Uji Bomb kalorimeter Terhadap Tekanan

Pada gambar 4. di atas hasil nilai kalor tertinggi untuk mesh 30 pada tekanan 5,5 kg dengan nilai 9221,092 cal/gram, dan nilai yang terendah pada pada tekanan 5 kg dengan nilai 6768,888 cal/gram. Nilai kalor tertinggi pada mesh 100 pada tekanan 4 kg dengan nilai 7457,097 cal/gram, dan nilai terendah pada tekanan 3 kg dengan nilai 4076,1704 cal/gram. Jika dilihat pada gambar di atas nilai kalor ukuran mesh 30 lebih besar dari mesh 100, hal itu dipengaruhi oleh laju pembakaran yang semakin rendah yang dapat dilihat dari perbedaan temperatur (Δt) yang memiliki nilai rata-rata lebih besar dari pada mesh 100. Jika dilihat dari faktor persamaan dimana pengaruh (Δt) semakin besar, maka nilai kalor akan semakin tinggi. Faktor lain sebagai penyebab nilai mesh 100 lebih kecil dari pada mesh 30 yaitu ketika dilakukan pengeringan pada oven dengan temperatur 80°C selama 3 jam, ukuran butiran yang semakin rapat menyebabkan perekat banyak yang menguap, sehingga ketika dilakukan uji pembakaran maka faktor pendukung yang terkandung dalam perekat tidak banyak yang membantu untuk meningkatkan nilai kalor. Sedangkan tekanan yang lebih tinggi lagi (5,5 kg) dapat menghasilkan nilai kalor yang lebih tinggi dari tekanan 5 kg, disebabkan karena perekat yang masuk di dalam rongga antar butiran, banyak yang tidak bisa keluar ke permukaan karena jarak butiran yang semakin rapat. Terjebaknya perekat tersebut mengurangi

jumlah yang melebihi di permukaan dan menyebabkan perekat antara butiran menjadi semakin merata, serta membantu meningkatkan nilai kalor ketika dilakukan pengujian bomb kalorimeter.

Untuk mengetahui nilai kalor jenis (C_v) didapatkan dari penyetaraan nilai kalor yang mengacu pada persamaan (2.2), dimana contoh perhitungan dilakukan pada mesh 30 tekanan 3 kg sebagai berikut:

$$C_v = \frac{HHV_1}{\Delta t}$$

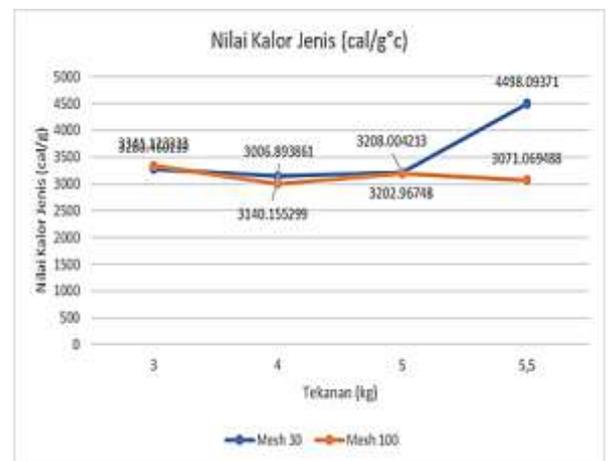
$$C_v = \frac{6888,966292 \frac{\text{cal}}{\text{g}}}{(2,10^\circ\text{C})} = 3280,460139 \text{ cal/g}^\circ\text{C}$$

Dengan, HHV_1 = Nilai kalor penyetaraan (cal/gram)

Untuk hasil variasi lainnya dapat dilihat pada tabel di bawah:

Tabel 5. Nilai Perhitungan kalor jenis (C_v)

Mesh	Tekanan	Massa Sampel (gram)	Nilai HHV (cal/g)	Δt	Nilai C_v (cal/g $^\circ\text{C}$)
30	3	1	6888,966292	2,10	3280,460139
	4	1	7599,175824	2,42	3140,155299
	5	1	6768,888889	2,11	3208,004213
	5,5	1	9221,092105	2,05	4498,09371
100	3	1	4076,170455	1,22	3341,123323
	4	1	7457,096774	2,48	3006,893861
	5	1	5252,866667	1,64	3202,96748
	5,5	1	6879,195652	2,24	3071,069488



Gambar 5. Nilai Kalor Jenis C_v (cal/g $^\circ\text{C}$)

Dari hasil penelitian dengan melihat dari gambar 5. dapat dilihat kalor di atas dapat dilihat bawah didapatkan nilai tertinggi pada mesh 30 tekanan 5,5 kg dengan nilai 4498,09371 cal/g $^\circ\text{C}$, sedangkan nilai terendah pada mesh 100 tekanan 3 kg dengan nilai 3071,069488 cal/g $^\circ\text{C}$. Naik turunnya nilai kalor jenis yang didapatkan dikarenakan, jika nilai ΔT semakin besar maka nilai C_v semakin kecil, begitu sebaliknya jika

nilai Δt semakin kecil maka nilai C_v semakin besar.

Untuk nilai kalor pada penelitian ini rata-rata sudah memenuhi standar SNI maupun luar negeri yang dapat dilihat pada tabel 2.1, hanya satu yang belum memenuhi standar yaitu pada *mesh* 100 tekanan 3 kg. kesimpulannya bahwa cangkang kemiri sangat baik untuk dijadikan sebagai bahan pembuat briket.

PENUTUP

Simpulan

1. Nilai kekerasan terendah terdapat pada *mesh* 100 tekanan 4 kg yang memiliki nilai kekerasan 23,6HA sedangkan nilai tertinggi terdapat pada *mesh* 30 tekanan 4 kg yang mempunyai nilai kekerasan sebesar 54,8 HA. Pengaruhi ukuran partikel yang kasar sehingga dalam proses pencampuran perekat partikel tersebut tercampur secara merata dan ketika di berikan tekanan maka partikel tersebut semakin padat dan tidak mudah rapuh ketika dipindahkan.
2. Nilai kalor jenis tertinggi pada *mesh* 30 pada tekanan 5,5 kg dengan nilai 7436.36 cal/g°C, terendah didapatkan pada *mesh* 100 tekanan 3 kg dengan nilai 1941.03cal/g°C. Nilai kalor jenis ini sangat berperan penting dalam briket, Jika nilai kalor jenis yang dihasil tinggi, maka nilai kalor dari briket akan semakin tinggi juga.

Saran

- 1 Hendaknya dilakukan penelitian lanjutan pembuatan briket arang cangkang kemiri untuk mengetahui karakteristik lain briket, meliputi: kerapatan, laju pembakaran, lama nyala bara api briket, dan ketahanan tempa.
- 2 Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pembuatan briket arang campuran biomassa dengan penambahan cangkang kemiri, karena briket cangkang kemiri menghasilkan nilai kalor yang cukup tinggi.
- 3 Untuk penelitian lanjutan sebaiknya diteliti seluruh karakteristik agar informasi kualitas briket didapatkan lebih baik dari sebelumnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Elfiano, P. Subekti, and A. Sadil, "Analisa Proksimat dan Nilai Kalor Briket Bioarang Ampas Tebu dan Arang Kayu," *J. APTEK*, vol. 6, no. 1, pp. 57–64, 2014.
- [2] U. S. Dharma, "Pemanfaatan Biomassa Limbah Jamur Tiram Sebagai Bahan Bakar Alternatif Untuk Proses Sterilisasi Jamur Tiram," *Turbo*, vol. 2, no. 2, pp. 17–22, 2013, [Online]. Available: <https://www.ojs.ummetro.ac.id/index.php/turbo/article/view/642>
- [3] U. B. Surono, "Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan," *Rekayasa Proses*, vol. 4, no. 1, pp. 13–18, 2010.
- [4] E. Simbolon, A. H. Nasution, T. B. Sitorus, Andianto Pintoro, and Himsar Ambarita, "Kajian Performansi Torsi Dan Konsumsi Bahan Bakar (Sfc) Mesin Genset Otto Satu Silinder Dengan Bahan Bakar Campuran Premium Dan Super Fuel," *Dinamis*, vol. 3, no. 1, pp. 61–69, 2015, doi: 10.32734/dinamis.v3i1.6970.
- [5] S. Gunawan and S. B. Harton, "Analisis Pengaruh Media Pack Carburizing Terhadap Keausan Dan Kekerasan Sproket Sepeda Motor," *TRAKSI*, vol. 15, no. 2, pp. 52–59, 2015.