

THE EFFECT OF COATING TEMPERATURE AND PARTICLE SIZE ON THE BURNING TIME OF KEMPI SHELL BRIQUETTES

Narsisius Vianus Ndopo Role¹, Danang Murdiyanto², Bernardus Crisanto Putra Mbulu³

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

Email: amvshellzero@gmail.com, danang_t.mesin@widyakarya.ac.id, chris_bernardo666@widyakarya.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Naskah Diterima:

24 Mei 2024

Naskah Disetujui:

31 Mei 2024

Naskah Diterbitkan:

30 Juni 2024

ABSTRACT

The current fuel is still sourced from fossil fuels, namely oil, coal and gas, which have many impacts on the environment. As an agricultural country located in the tropics, Indonesia is rich in biomass energy sources. In this research, the use of candlenut shells will be used or processed into alternative fuel, namely briquettes, with the aim of determining the value of combustion time and temperature produced through variations in composition and mesh size. The results of the research show that the effect of the burning temperature has an impact on the burning time of the briquettes and the resulting temperature, where the best burning time and temperature values of the briquettes are produced by a burning temperature of 400°C with a grain size of 100 mesh, namely 177 minutes with an average burning temperature briquettes 193.9°C.

Keywords: Biomass, Briquettes, Candlenut Shells, Burning Temperature, Burning Time.

PENDAHULUAN

Bahan bakar saat ini masih bersumber dari bahan bakar fosil yaitu bahan bakar minyak, batu bara dan gas yang memiliki banyak dampak bagi lingkungan disamping itu juga tidak terbarukan dan berkelanjutan, maka dari itu dibutuhkan sumber bahan bakar yang mudah dan banyak tersedia di alam atau dengan memanfaatkan limbah. Pemanfaatan biomassa untuk menggantikan bahan bakar fosil dapat menurunkan emisi CO₂ [1].

Biomassa juga adalah energi yang paling umum dan dijumpai dan dapat digunakan menjadi bioenergi. Biomassa memiliki jumlah yang banyak karena dihasilkan dari proses alam dan aktivitas manusia dan mempunyai potensi memiliki energi yang besar. Potensi energi biomassa 50.000 MW akan tetapi hanya 320 MW atau 0,64% yang sudah dimanfaatkan. Ini menunjukkan bahwa energi biomassa belum dimanfaatkan dengan maksimal. Biasanya hanya dibuang begitu saja dan dibiarkan menjadi sebagai limbah. Salah satu limbah biomassa yang keberadaannya melimpah tetapi belum banyak dimanfaatkan secara optimal adalah limbah biomassa tempurung atau cangkang kemiri. Cangkang kemiri memiliki potensi yang cukup besar untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Salah satu pengolahan cangkang kemiri

yang dapat dibuat menjadi bahan bakar yaitu sebagai briket arang [2].

Minyak yang diekstrak dari biji kemiri dapat digunakan untuk bidang industri sebagai bahan campuran cat. Pohon kemiri dapat hidup pada ketinggian 150-1000 meter. Tinggi tanaman kemiri dapat mencapai 15-40 meter, daunnya bewarna hijau pucat, bertangkai panjang dan bentuknya melengkung dengan ujung meruncing. Biji kemiri memiliki diameter 4-6 cm berbentuk seperti telur dan berdaging. Kemiri mempunyai cangkang yang teksturnya keras dan kaku dan juga dapat dimanfaatkan sebagai suatu bahan bakar [3].

Porositas merupakan susunan material berbentuk serbuk dalam suatu volume ruang yang memiliki ruang kosong. Faktor yang mempengaruhi suatu porositas ialah ukuran partikel serbuk, semakin kecil ukuran partikel akan meningkatkan kerapatannya serta nilai porositas dan luas permukaannya akan semakin besar, sehingga laju reaksi yang dihasilkan semakin cepat. Suatu porositas juga dapat diartikan menjadi susunan serbuk terhadap volume dari suatu ruang kosong [4].

Briket arang adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber temperatur yang mempunyai bentuk tertentu. Pembuatan briket bertujuan untuk memperoleh

suatu bahan bakar yang berkualitas yang dapat digunakan untuk semua sebagai sumber energi alternatif. Briket arang juga merupakan bahan bakar padat yang mengandung karbon, mempunyai nilai kalor tinggi dan dapat menyala dalam waktu yang lama [5].

Proses Pembuatan Briket Cangkang kemiri dalam penelitian ini, melalui beberapa tahap diantaranya:

1. Proses Pengarangan Cangkang Kemiri

Cangkang/kulit kemiri dibersihkan kemudian dimasukkan ke dalam wadah keramik untuk dilakukan proses pembakaran menggunakan mesin oven pembakaran cangkang kemiri agar menjadi arang, selama waktu yang ditentukan dan temperatur yang ditentukan.

2. Proses Penggilingan Arang Cangkang Kemiri

Cangkang kemiri yang telah menjadi arang dihancurkan menggunakan alat pengancur/penggilingan hingga hancur menjadi butiran kasar, kemudian dilanjutkan menggunakan lesung batu agar hasil dari arang cangkang kemiri menjadi serbuk yang lebih kecil.

3. Proses Pencampuran Bahan

Proses ini adalah pencampuran bahan perekat dan serbuk arang cangkang kemiri secara merata. Serbuk arang yang telah diayak dicampur dengan perekat tapioka. kemudian dicampur secara merata dan kemudian dicetak.

4. Proses Pengeringan Briket

Proses ini bertujuan untuk menguatkan tekstur briket dan mengurangi kadar air. dilakukan menggunakan pengeringan oven, briket di masukan ke dalam oven dengan suhu yang ditentukan dengan lama waktu pengeringan 70°C selama 3 jam.

5. Proses Pembuatan Perekat

Penelitian ini menggunakan perekat tepung tapioka yang memiliki daya rekat tinggi, tepung tapioka dicampur dengan air dan di panaskan. Serbuk tepung tapioka ditimbang sebanyak 30 gram, lalu campurkan dengan air sebanyak 500 ml kemudian dipanaskan menggunakan kompor gas kecil dan diaduk hingga mengental.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lama waktu pembakaran dan nilai temperatur pembakaran dari briket cangkang kemiri, melalui variasi temperatur pengarangan dan ukuran mesh, sehingga nantinya dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif serta pemakaiannya bisa digunakan dalam jangka

panjang. Pengambilan data dan perhitungan dalam penelitian ini, diantaranya:

1. Lama Waktu dan Temperatur Pembakaran

Lama waktu sebuah briket terbakar hingga benar-benar habis dan menjadi abu, merupakan tujuan untuk mengetahui lama waktu pembakaran yang diukur menggunakan *stopwatch*, sedangkan temperatur tertinggi dari briket habis terbakar hingga menjadi abu, merupakan tujuan untuk mengetahui temperatur tertinggi pembakaran briket menggunakan bantuan alat ukur *thermocouple tipe-K* yang dihubungkan dengan *thermocontol* [6].

2. Nilai Kalor Teoritis

Perhitungan kalor teoritis merupakan pendekatan perhitungan yang dilakukan melalui pemanasan air, yang nantinya dibandingkan dengan hasil data pengujian dari alat *bomb calorimeter*. Persamaan yang digunakan untuk mencari nilai kalor teoritis, diantaranya:

a. Interpolasi

$$\frac{T_2 - T}{T_2 - T_1} = \frac{cp_2 - cp}{cp_2 - cp_1} \quad (1)$$

Di mana:

T = Temperatur pemanasan tertinggi (°C)

T_1 = Nilai Temperatur bawah tabel *appendix* (°C)

T_2 = Nilai Temperatur atas tabel *appendix* (°C)

cp = Nilai kalor jenis yang dicari tabel *appendix* [J/(kg.K)]

cp_1 = Nilai kalor jenis bawah tabel *appendix* (*Vapor*) [J/(kg.K)]

cp_2 = Nilai kalor jenis atas tabel *appendix* (*Vapor*) [J/(kg.K)]

b. Energi Kalor

Kalor merupakan berpindahnya suatu energi dari benda yang bertemperatur tinggi ke benda yang bertemperatur rendah, sedangkan nilai kalor adalah jumlah temperatur panas maksimum yang dilepaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna per satuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Persamaan untuk menentukan nilai kalor [7]:

$$Q = m \cdot cp \cdot \Delta T \quad (2)$$

Di mana:

Q = Energi kalor (J)

m = Massa air yang dipanaskan (0,05kg)

cp = jenis pada saat menguap/*vapor* [J/(kg.K)]

ΔT = Rata-rata kenaikan temperatur air hingga menguap (°C)
 Konversi 4,186 joule = 1 cal
 Konversi 1 celcius = 274,15 K

c. Kalor teoritis

Jika kalor tersebut digunakan untuk tiap 1 gram massa briket yang terbakar, maka nilai kalor jenis dapat ditulis menjadi [8]:

$$HHV_T = \frac{Q \cdot P}{m_b} \tag{3}$$

Di mana:

- Q = Energi kalor (J)
- P = Persentase sisa briket terbakar (%)
- m_b = Massa briket terbakar [1 gram]
- HHV_T = Nilai kalor teoritis (cal/g)

d. Tingkat kesalahan

Perkiraan Tingkat kesalahan atau nilai *error* dari nilai kalor yang dicari dari tiap variasi, dihitung dengan persamaan sebagai berikut [9]:

$$E = \frac{HHV_T - HHV}{HHV} \tag{4}$$

Di mana:

- E =Tingkat kesalahan (%)
- HHV_T =Nilai kalor dari perhitungan teoritis (cal/g)
- HHV =Nilai kalor dari *bomb calorimeter* (cal/g)

METODOLOGI PENELITIAN

Rancangan penelitian

Penelitian dilakukan melalui perbandingan variasi temperatur pengarangan 400°C, 500°C, dan 600°C serta ukuran partikel menggunakan mesh 30 dan 100. Briket jadi yang sudah dikeringkan pada mesin oven selanjutnya dilakukan pengujian pembakaran, untuk mendapatkan data lama waktu dan temperatur tertinggi yang dihasilkan. Metode kuantitatif dan analisis digunakan dalam penelitian ini, yang selanjutnya data yang sudah didapatkan diolah dan digunakan pada pembahasan.

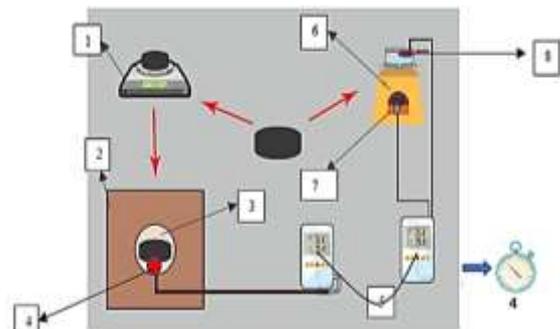
Diagram alir penelitian ini, disajikan pada Gambar 1. di samping:

Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Skema Penelitian



Gambar 2. Skema Penelitian

Keterangan:

1. Timbangan
2. Kotak Bakar Briket
3. Keramik
4. *Thermocople Tipe-K* dan *stopwatch*
5. *Thermocontrol*
6. Tungku Pembakaran briket untuk pemanasan air
7. Batu Tahan Api
8. Wadah Air

Teknik Pengambilan Data

Sebelum spesimen briket dibakar, berat spesimen akan ditimbang menggunakan timbangan (1) dan akan dimasukan ke dalam kotak bakar briket (2) dengan media alas

keramik (3), selanjutnya briket dibakar dan sensor *thermocople* ditempelkan pada briket serta lama waktu diukur dengan menggunakan *stopwatch* (4). Data lama waktu dari *sopwatch* dan temperatur dari *thermocontrol* (5) selanjutnya dicatat agar diketahui lama waktu pembakaran briket hingga habis dan temperatur tertinggi yang dihasilkan.

Pengujian lain dilakukan pada briket yaitu pengujian pemanasan air (8), di mana briket dimasukan ke dalam tungku (6) dengan alas dari batu tahan api (7). Hasil temperatur yang terbaca dari *thermocontrol* (5) kemudian dicatat agar diketahui temperatur dan waktu yang dibutuhkan untuk mendidihkan air. Proses pengujian kedua ini nantinya dijadikan pembandingan terhadap hasil uji menggunakan alat *bomb calorimeter*, agar diketahui variasi briket yang terbaik.

Variabel Penelitian

Penentuan variabel penelitian ini, terbagi atas:

- Variabel Bebas: Temperatur pengarangan dan ukuran butiran;
- Variabel Terikat: serbuk arang cangkan kemiri;
- Variabel Terkontrol: massa briket dan massa air yang dipanaskan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

Data yang didapatkan dari hasil pembakaran, pengujian kadar air dan kadar abu dari masing-masing briket dari berbagai variasi yang digunakan, ditampilkan pada Tabel di bawah ini:

Tabel 1. Rata-rata Waktu dan Temperatur Pembakaran Briket Tiap Variasi Pengarangan dan Ukuran Pertikel

Waktu (Menit)	Mesh 30			Mesh 100		
	Temperatur Pengarangan					
	400°C	500°C	600°C	400°C	500°C	600°C
3	31,3	33,0	30,7	31,0	41,0	27,3
6	57,0	55,0	56,7	66,3	88,7	82,7
9	77,0	72,0	66,7	95,7	130,3	115,3
12	95,0	84,0	79,0	123,3	140,3	133,0
15	93,3	84,3	67,3	144,7	156,0	129,3
18	87,3	87,0	59,7	169,0	175,3	139,7
21	87,0	72,3	59,0	177,0	191,0	143,7
24	76,0	67,7	62,7	199,0	198,3	136,3
27	61,7	72,5	74,0	214,3	228,0	158,7
30	57,5	52,0	55,0	223,0	222,7	177,3
33	39,0	44,0	42,0	232,7	217,0	181,0
36				242,7	219,3	187,0
39				247,0	235,3	200,3
42				249,7	241,3	207,0
45				246,7	238,0	217,0
48				243,7	249,0	217,0
51				245,7	235,0	221,3
54				254,3	238,7	227,3
57				259,0	237,3	231,0
60				261,0	235,0	240,7
63				280,7	233,0	239,7
66				295,3	226,3	247,7
69				291,0	233,7	267,7
72				294,3	232,7	285,3
75				316,7	224,7	288,3
78				315,7	218,0	286,3
81				314,7	213,7	283,7
84				306,3	204,0	279,3
87				295,3	197,3	278,3
90				300,7	193,0	266,0
93				297,3	188,7	249,7
96				298,3	188,3	239,0
99				285,7	202,3	256,7
102				289,0	202,3	248,7
105				277,0	206,3	245,3
108				272,7	218,7	244,3
111				266,3	240,0	231,3
114				252,3	246,7	227,7
117				225,7	248,0	227,3
120				207,7	247,0	220,0
123				201,7	246,0	201,7
126				193,3	244,0	184,7
129				173,3	247,0	176,7
132				157,0	228,0	165,3
135				139,0	213,7	146,7
138				125,0	207,3	129,3
141				113,7	192,3	113,3
144				98,7	179,0	102,7
147				89,0	165,0	82,3
150				86,7	153,0	66,7
153				75,7	131,7	53,3
156				72,0	113,0	43,0
159				53,0	91,3	35,0
162				55,0	101,0	
165				49,0	80,0	
168				41,0	64,0	
171				38,0	46,0	
174				37,0		
177				34,0		
Rata-rata	69,29	65,80	59,33	193,90	192,71	188,42

Tabel 2. Hasil Interpolasi Temperatur Pemanasan Air

Mesh	Temp. Pengarangan °C	Temp. pemanasan tertinggi °C	Rata-rata kenaikan Temp.	Nilai Tabel Appendix		Nilai Interpolasi (cp) J/kg.K	Persent. sisa briket terbakar (P) %
				Temp. air °C	Specific Heat Vapor J/kg.K		
Mesh 30	400	34	1,111111 1	30	1875	1879	0,88
				35	1880		
	500	33	1,285714 4	30	1875	1878	0,88
35				1880			
600	32	1,666666 7	30	1875	1876	0,96	
			35	1880			
Mesh 100	400	86	3,111111 1	85	1977	1980,2	0,38
				90	1993		
	500	83	2,458333 3	80	1962	1971	0,5
				85	1977		
	600	79	2,434783 3	75	1948	1959,2	0,5
				80	1962		

Tabel 3. Nilai Kalor Teoritis, Bomb Calorimeter dan Tingkat Kesalahan

Ukuran mesh	Variasi Pengarangan	HHV _T	HHV	E
	(°C)	(cal/gram)	(cal/gram)	(%)
Mesh 30	400	5879,518	5253,25	11,92
	500	6799,822	5391,63	26,12
	600	6880,34	6461,67	6,48
Mesh 100	400	7665,971	6576,36	16,57
	500	7933,347	7389,55	7,36
	600	7810,305	6655,70	17,35

Contoh perhitungan pada temperatur pengarangan 400°C dan mesh 100:

$$Q = m \cdot cp \cdot \Delta T$$

$$= 0,05 \text{ kg} \cdot 1980,2 \frac{\text{J}}{\text{kg.K}} \cdot 3,111111^\circ\text{C}$$

$$\frac{274,15 \text{ K}}{1^\circ\text{C}} \cdot \frac{1 \text{ cal}}{4,186 \text{ J}}$$

$$Q = 20173,61 \text{ cal}$$

$$HHV_T = \frac{Q \cdot P}{m_b}$$

$$HHV_T = \frac{20173,61 \text{ cal} \cdot 0,38}{1 \text{ gram}}$$

$$HHV_T = 7665,971 \text{ cal/gram}$$

Pembahasan

1. Pengujian Lama Pembakaran dan Temperatur Pembakaran

Hasil pengujian lama dan temperatur pembakaran briket dari masing-masing variasi yang didapatkan, akan disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Waktu dan Temperatur Pembakaran Briket

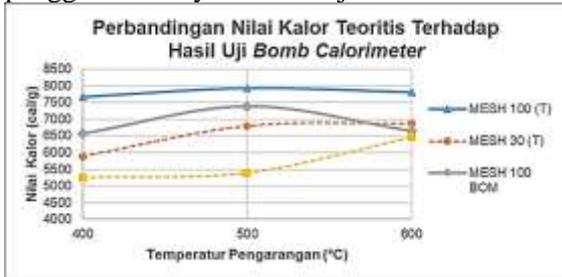
Di lihat dari Gambar 3. Nilai rata-rata variasi temperatur pengarangan dan ukuran serbuk mesh pada temperatur 400°C dengan mesh 100 memiliki rata-rata temperatur terbaik sebesar 193,904°C, ketika mencapai temperatur tertinggi briketnya akan habis dan temperturnya akan menurun secara teratur. Hal ini dikarenakan oleh kadar abu yang lebih sedikit, akan mempercepat proses pembakaran atau waktu pembakaran. Pada temperatur 500°C nilai temperatur 192,7135°C, turunnya temperatur dikarenakan kadar abu yang dimiliki sedikit lebih banyak sehingga menunjukkan proses pembakaran sedikit sulit, sehingga waktu pembakaran akan lebih lama. Sedangkan pada temperatur 600°C nilai temperatur 188,4151°C, dikarenakan kadar abu yang dihasilkan lebih tinggi sehingga pada saat pembakaran, abunya akan menahan panas dari briket menyebabkan turunya temperatur, faktor lain yang mempengaruhi yaitu temperatur pengarangan, semakin kecil temperatur pengarangan nilai temperatur semakin baik.

Pada variasi temperatur yang sama tapi dengan ukuran mesh 30, nilai rata-rata yang dihasilkan pada variasi temperatur pengarangan 400°C sebesar 69,28788°C, 500°C nilai rata-rata sebesar 65,80303°C, terakhir 600°C rata-rata 59,33333°C, ini dikarenakan mengalami sulitnya terbakar sehingga temperatur yang dihasilkan berkurang atau tidak mencapai temperatur tertinggi karena tingginya kadar air yang dihasilkan. faktor lain yang mempengaruhi adalah ukuran mesh juga dapat berpengaruh terhadap waktu dan temperatur pembakaran. Semakin kecil ukuran mesh semakin sedikit rongga antara serbuk dan semakin baik nilai temperatur dan waktu yang dihasilkan, semakin besar ukuran mesh maka semakin banyak rongga antara serbuk sehingga kerapatannya berkurang.

2. Perbandingan Nilai Kesalahan dari Perhitungan Nilai Kalor Teoritis dan Pengujian Bomb Calorimeter

Data massa yang dibakar pada alat uji bomb calorimeter adalah bervariasi, sehingga terlebih dahulu dilakukan penyamaan massa menjadi 1 gram, agar dapat diketahui nilai tingkat kesalahan (E) perhitungan teoritis melalui perbandingan hasil perhitungan nilai kalor teoritis (HHV_T) terhadap nilai kalor bomb calorimeter (HHV). Hasil perhitungan tersebut

dapat dilihat pada Tabel 3. di atas, sedangkan penggambarannya akan disajikan di bawah ini:



Gambar 4. Grafik Perbandingan Nilai teoritis dan Bomb Calorimeter

Dari Gambar 4. dapat di lihat perhitungan teoritis menghasilkan nilai kalor tertinggi pada mesh 100 dengan temperatur pengarangan 500°C sebesar 7933,347 cal/g, sedangkan nilai kalor tertinggi pada bomb calorimeter dihasilkan juga pada temperatur yang sama sebesar 7389,55 cal/g. Untuk mesh 30 perhitungan teoritis menghasilkan nilai kalor tertinggi pada temperatur pengarangan 600°C sebesar 6880,34 cal/g, sedangkan nilai kalor tertinggi pada bomb calorimeter dihasilkan juga pada temperatur yang sama sebesar 6461,67 cal/g. Hasil ini memang menunjukkan perbedaan, namun jika dilihat pada trend kenaikan atau penurunan hasil keduanya menunjukkan trend yang sama.

Pada pengujian menggunakan termokopel mesh 30 menghasilkan nilai kalor baik, namun pada kenyataannya susah terbakar, hal ini selain disebabkan kadar air dan kadar abu yang dihasilkan tinggi, juga dikarenakan pada pengujian bomb calorimeter hanya sedikit massa dari briket yang dibakar yaitu 1 gram serta hanya melihat perbedaan naiknya temperatur pada menit pertama. Oleh karena itu untuk waktu lama briket tersebut dapat menyala serta temperatur tertinggi yang dapat dihasilkan, tidak dapat diketahui dari data hasil pengujian ini. Faktor pengarangan juga mempengaruhi nilai kalor, di mana semakin tinggi suatu temperatur pengarangan maka akan meningkatkan nilai kalor.

PENUTUP

Simpulan

Mengacu pada hasil penelitian dan pengujian briket dengan variasi pengarangan dan ukuran partikel, dapat disimpulkan bahwa:

1. Temperatur pembakaran terbaik didapatkan pada temperatur pengarangan 400°C ukuran mesh 100 dengan nilai rata-rata sebesar 193,904°C dan lama waktu pembakaran 177 menit. Hal ini diakibatkan ukuran partikel

yang semakin rapat akan memperpanjang proses/waktu pembakaran sehingga mengawetkan bahan bakar, serta semakin kecil temperatur pengarangan nilai temperatur pembakaran akan semakin baik.

2. Nilai kalor terbaik didapatkan pada mesh 100 dengan temperatur pengarangan 500°C sebesar 7389,55 cal/g, namun pada mesh 30 nilai kalor yang dihasilkan tidak selaras dengan kemudahan briket tersebut untuk dibakar. Disini terlihat bahwa ukuran mesh mempengaruhi nilai kalor, di mana semakin besar suatu ukuran serbuk akan menurunkan nilai kalor dan semakin kecil ukuran partikel akan meningkatkan nilai kalor. Nilai kalor pada penelitian ini telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6235-2000 minimal 5000 cal/g), serta standar luar negeri (Jepang 6000-7000 cal/g dan Amerika 6230 cal/g).

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Utomo Muhajir, "Dampak lingkungan pusat listrik tenaga fosil dan prospek pltn sebagai sumber energi listrik nasional .," J. BATAN, no. 1, pp. 39–50, 2018.
- [2] Samsul Samrin, "Karakteristik Briket Arang Cangkang Kemiri (*Aleurites Moluccana*) Dengan Menggunakan Perekat Tapioka Dari Ekstraksi Ampas Ubi Kayu Dan Penambahan Getah Pinus," Universitas Muhammadiyah Makasar, 2019.
- [3] Juliati, "Analisis Nilai Manfaat Ekonomi Tanaman Kemiri (*Aleurites Moluccana*) Di Desa Bungin Kecamatan Bungin Kabupaten Enrekang," Universitas Muhammadiyah Makassar, 2019.
- [4] B. Crisanto Putra, I. N. G. Wardana, and E. Siswanto, "Produksi Hidrogen dari Campuran Air dan Minyak Kelapa Murni (VCO) melalui Porous Media Tembaga menggunakan Prinsip Hydrogen Reformer," J. Rekayasa Mesin, vol. 7, no. 2, pp. 87–93, 2016, doi: 10.21776/ub.jrm.2016.007.02.6.
- [5] Minarwati, "Pengaruh Konsentrasi Perekat Getah Pinus Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Sekam Padi Dengan Tempurung Kelapa," Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2012.
- [6] Muhammad Asrianto Tahir, Pengaruh Variasi Komposisi Dan Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket Kombinasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Arang Bambu. 2019.

- [7] Petri Reni Sasmita, Suhu, Kalor, Dan Perpindahan Kalor. Padang, 2015. [Online]. Available:
[Http://Danaseknginden1.Blogspot.Com/](http://Danaseknginden1.Blogspot.Com/)
- [8] E. Elfiano, P. Subekti, and A. Sadil, “Analisa Proksimat dan Nilai Kalor pada Briket Bioarang Limbah Ampas Tebu dan Arang Kayu,” J. Aptek, vol. 6, no. 1, pp. 57–64, 2014.
- [9] Syam Widiyanto, “Analisa Nllai Kalor Pengujian Bahan Bakar Biomassa Terhadap Korelasi HHV (High Heating Value)”, 2017.