

STUDI PEMANFAATAN LIMBAH BAMBU DAN TEMPURUNG KELAPA DALAM PEMBUATAN BIOBRIKET MENJADI SUMBER ENERGI ALTERNATIF

Guntur Hadi Saputra¹⁾, Jumiati Ilham²⁾, Yasin Mohamad³⁾

^{1,2,3)}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik UNG

Email: jumiatiilham@ung.ac.id

Nomor Telp : +62 852-5589-0292

Asal Negara : Indonesia

ABSTRAK

Penggunaan bahan bakar fosil telah menyebabkan emisi gas rumah kaca, yang berpotensi menyebabkan perubahan iklim. Selain itu, penurunan terus-menerus cadangan energi fosil menimbulkan kekhawatiran tentang aspek ketahanan dan kelestariannya. Oleh karena itu, pengembangan energi terbarukan dan baru harus segera dimulai. Dalam upaya Indonesia untuk mencapai net zero emission di masa depan, penggunaan biomassa sebagai alternatif bahan bakar untuk pembangkit listrik tenaga uap (PLTU) akan sangat membantu. Selain meningkatkan kontribusi energi terbarukan pada bauran energi nasional, cofiring juga membantu ekonomi kerakyatan, atau ekonomi sirkular, karena dapat menyediakan lapangan kerja dan peluang bisnis di bidang biomassa, terutama limbah dan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar air, nilai kalor, laju pembakaran dan energi listrik yang dihasilkan dari limbah ranting bambu dan tempurung kelapa dengan variasi komposisi yang berbeda – beda. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode eksperimen untuk mengetahui nilai kalor menggunakan alat *bombcalorimeter*, dan untuk mengetahui laju pembakaran menggunakan kompor biomassa. Pada hasil penelitian didapatkan sampel yang paling baik dalam pemanfaatan limbah bambu dan tempurung kelapa dalam pembuatan biobriket menjadi sumber energi alternatif ada pada variasi arang tempurung 200 gram dan perekat sagu 10 gram (sampel 9) karena memiliki nilai kadar air 6.38%, nilai kalor 5663.9 kal/gram, laju pembakaran 0.227 gram/menit dan energi listrik yang dihasilkan dengan mengkonversi nilai kalor ke kWh sebanyak 6.5857 kWh/gram. Mengacu pada SNI 01-6235-2000 dimana kadar air tidak lebih dari 8% dan minimum nilai kalornya adalah 5000 kal/g .

Kata kunci: Biomassa, Biobriket, Kadar air, Kalor, Energi Listrik.

The use of fossil fuels has caused greenhouse gas emissions, which have the potential to cause climate change. In addition, the continuous decline in fossil energy reserves raises concerns about its resilience and sustainability aspects. Therefore, the development of renewable and new energy must begin immediately. In Indonesia's efforts to achieve net zero emissions in the future, the use of biomass as an alternative fuel for steam power plants (PLTU) will be very helpful. Apart from increasing the contribution of renewable energy to the national energy mix, cofiring also helps the people's economy, or circular economy, because it can provide jobs and business opportunities in the biomass sector, especially waste and waste. This research aims to determine the water content, calorific value, combustion rate, and electrical energy produced from bamboo twigs and coconut shell waste with different composition variations. The method used in this research is an experimental method to determine the heating value using a bomb calorimeter and to determine the combustion rate using a biomass stove. In the research results, it was found that the best samples for utilizing bamboo and coconut shell waste in making biobriquettes as an alternative energy source were variations of 200-gram shell charcoal and 10-gram sago adhesive (sample 9) because they had a water content value of 6.38%, a calorific value of 5663.9 cal. /gram, the combustion rate is 0.227 grams/minute and the electrical energy produced by converting the heating value to kWh is 6.5857 kWh/gram. Referring to SNI 01-6235-2000 where the water content is not more than 8% and the minimum heating value is 5000 cal/g

Keywords: Biomass, Bio-briquettes, Moisture Content, Electrical Energy.

I. PENDAHULUAN

Penggunaan bahan bakar fosil telah menyebabkan masalah yang berkaitan dengan ketahanan energi dan polusi lingkungan. Penggunaan bahan bakar fosil juga menyebabkan emisi gas rumah kaca, yang dapat menyebabkan

pemanasan global. Selain itu, penurunan terus-menerus cadangan energi fosil menimbulkan kekhawatiran tentang aspek ketahanan dan kelestariannya. Oleh karena itu, pengembangan sumber daya energi terbarukan dan baru harus segera dimulai [1] [2].

doi: <https://doi.org/10.56190/jree.v2i1.25> p-issn/e-issn: /2986-1063/2988-554X

Journal Of Renewable Energy Engineering, Program Vokasi-Universitas Negeri Gorontalo

Peraturan Pemerintah No.79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN) Indonesia menetapkan peraturan yang mengatur penggunaan energi terbarukan dan baru. Menurut dokumen tersebut, diharapkan energi baru dan terbarukan mencapai 23% pada tahun 2025 dan minimal 31% pada tahun 2050. Sebaliknya, diharapkan ketergantungan pada minyak bumi dan batu bara berkurang sebesar 20% dan 25%.[3] [4].

Pada umumnya di Indonesia bambu dan kelapa digunakan dalam upacara adat dan bahan alat musik tradisional, bambu sering dimanfaatkan sebagai bahan bangunan lainnya, selain itu bambu dan kelapa juga digunakan dalam bahan baku kriya atau kerajinan tangan masyarakat, akan tetapi untuk bambu yang digunakan hanya batang bambunya sedangkan ranting bambunya dibuang dan tidak dimanfaatkan. Sehingga dari limbah ranting bambu dan tempurung kelapa inilah dapat dijadikan biobriket sebagai sumber energi alternatif. Selain ranting bambu dan tempurung kelapa mudah di temukan disekitar pemukiman dengan sejumlah pemanfaatannya, ranting bambu dan tempurung kelapa belum banyak dimanfaatkan sebagai penunjang tanaman energi.

Berdasarkan uraian diatas, salah satu biomassa yang belum banyak dimanfaatkan adalah limbah ranting bambu dan tempurung kelapa, di provinsi Gorontalo limbah bambu dan tempurung kelapa juga pemanfaatannya belum maksimal maka dari itu perlu dilakukan penelitian tentang “Studi Pemanfaatan Limbah Bambu dan Tempurung Kelapa Dalam Pembuatan Biobriket Menjadi Sumber Energi Alternatif”.

II. METODE PENELITIAN

Metode Penelitian

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah metode eksperimen untuk mengetahui nilai kalor menggunakan alat bomb calorimeter, dan untuk mengetahui laju pembakaran menggunakan kompor biomassa pada pengujian beberapa sampel yaitu biobriket ranting bambu, biobriket tempurung kelapa, dan biobriket gabungan dari ranting bambu dan tempurung kelapa.

Analisis Data

Beberapa tahapan dalam penelitian ini adalah:

1. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan serangkaian kegiatan untuk mengumpulkan berbagai referensi melalui jurnal-jurnal yang berkaitan dengan penelitian ini dan beberapa artikel tentang objek penelitian yaitu bambu dan tempurung kelapa.

2. Studi Lapangan

Studi lapangan merupakan proses mencari dan mengumpulkan sampel uji yang dibutuhkan. Sampel yang diambil yaitu ranting bambu dan

tempurung kelapa, setelah itu ranting bambu dipotong menjadi kecil.

3. Eksperimen

Proses Pengeringan

Ranting Bambu dan tempurung kelapa yang telah dikumpulkan ada yang belum bisa langsung dilakukan pengolahan secara langsung karena kandungan air dari limbah tersebut masih tinggi dan ada juga yang sudah bisa langsung diolah menjadi arang. Selanjutnya bambu dipotong menjadi ukuran yang lebih kecil untuk mempermudah proses pengarangan, kemudian pengeringan limbah dengan cara menjemur langsung dibawah sinar matahari [5] [6].

Pengolahan Sampel

1. Biobriket

Pembuatan biobriket dilakukan dengan cara :

1) Proses karbonisasi

- a. Mempersiapkan Ranting Bambu dan tempurung kelapa yang telah kering.



(a)



(b)

Gambar 1. Persiapan pembakaran (a) Ranting dan (b) tempurung kelapa yang telah kering

- b. Memasukkan sampel ke dalam tabung pembakaran dan lakukan pembakaran pada tabung pembakaran agar sampel tidak terkena api langsung saat melakukan pembakaran. Pembakaran selesai ditandai dengan asap yang keluar telah menipis.



Gambar 2. Proses pembakaran limbah

- c. Memeriksa hasil pembakaran apakah sudah menjadi arang yang sempurna.



(a)



(b)

Gambar 3. Memeriksa Hasil Pengarangan (a) arang ranting bambu dan (b) arang tempurung kelapa

- d. Setelah sampel menjadi arang dinginkan sampel



(a)



(b)

Gambar 4. Pendinginan arang (a) arang ranting bambu dan (b) arang tempurung kelapa

- e. Sesuai SNI 01-6235-2000 arang ranting bambu dan tempurung kelapa dihaluskan sampai kehalusan dapat tersaring dari ayakan

60 mesh.

2) Proses pembuatan biobriket

Menurut jurnal SAINTIS Volume 1 Nomor 2 Oktober [7], arang yang dibuat dari serbuk arang dicampur dengan perekat tepung sagu dan tapioka memiliki komposisi 5 % dari massa perekat (dibuat menjadi lima variasi), dengan berat briket arang 200 gram, dan variasi perekat adalah sebagai berikut: sagu 2 gram dan tapioka 8 gram, sagu 3 gram dan tapioka 7 gram, sagu 5 gram dan tapioka 5 gram, sagu 7 gram dan tapioka 3 gram, sagu 8 gram dan tapioka 2 gram. Adapun perbandingan variasi akan diberikan nama :

- Sampel 1 : Arang Ranting Bambu 200 gram, dengan perekat Tapioka 10 gram
- Sampel 2 : Arang Ranting Bambu 200 gram, perekat Sagu 10 gram.
- Sampel 3 : Arang Ranting Bambu 100 gram, Arang Tempurung 100 gram, dengan perekat Tapioka 8 gram dan Sagu 2 gram.
- Sampel 4 : Arang Ranting Bambu 100 gram, Arang Tempurung 100 gram, dengan perekat Tapioka 2 gram dan Sagu 8 gram.
- Sampel 5 : Arang Ranting Bambu 100 gram, Arang Tempurung 100 gram, dengan perekat Tapioka 5 gram dan Sagu 5 gram.
- Sampel 6 : Arang Ranting Bambu 100 gram, Arang Tempurung 100 gram, dengan perekat Tapioka 7 gram dan Sagu 3 gram.
- Sampel 7 : Arang Ranting Bambu 100 gram, Arang Tempurung 100 gram, dengan perekat Tapioka 3 gram dan Sagu 7 gram.
- Sampel 8 : Arang Tempurung Kelapa 200 gram, dengan perekat Tapioka 10 gram.
- Sampel 9 : Arang Tempurung Kelapa 200 gram, dengan perekat Sagu 10 gram.
- Sampel 10 : Arang Ranting Bambu 200 gram, dengan perekat Tapioka 5 gram dan Sagu 5 gram.
- Sampel 11 : Arang Tempurung Kelapa 200 gram, dengan perekat Tapioka 5 gram dan Sagu 5 gram.

Tabel 1. Variasi Perbandingan Komposisi Biobriket

Variasi	Arang Bambu (gr)	Arang Tempurung (gr)	Perekat Tapioka (gr)	Perekat Sagu (gr)
Sampel 1	200		10	
Sampel 2	200			10
Sampel 3	100	100	8	2
Sampel 4	100	100	2	8
Sampel 5	100	100	5	5
Sampel 6	100	100	7	3
Sampel 7	100	100	3	7
Sampel 8		200	10	
Sampel 9		200		10
Sampel 10	200		5	5
Sampel 11		200	5	5

Setelah melakukan pembagian dan pencampuran komposisi biobriket maka akan dilakukan proses pencetakan atau pengepresan. Setelah pencetakan selesai keringkan biobriket dibawah sinar matahari



Gambar 5. Proses pengeringan biobriket dibawah sinar matahari langsung.

Pengujian dan perhitungan

Kadar Air

Untuk menentukan kadar air biobriket yang telah jadi akan dilakukan penjemuran dibawah sinar matahari langsung [8]. Kemudian untuk menghitung kadar air yang ada pada biobriket digunakan persamaan 1.

$$\text{Pengeringan kadar air} = \left(\frac{m_1 - m_2}{m_1} \right) \times 100\% \quad \dots(1)$$

Kalor

Untuk menentukan nilai kalor ranting bambu dan tempurung kelapa yang telah diolah menjadi biobriket dilakukan dengan pengujian menggunakan alat *bomb calorimeter* [9]. Adapun untuk langkah pengujian sebagai berikut:

- Timbang sampel yang sudah dihaluskan sekitar 1gr dan kemudian press sampai berbentuk pelet
- Ukur 10 cm *fuse wire*, hubungkan dengan masing – masing elektroda dan kenakan pada pelet sampel didalam *bomb*.
- Isi oksigen maksimum 30 atm kedalam *bomb*
- Tutup kontrol aliran gas, tunggu beberapa saat kemudian buang sisa oksigen dalam selang hingga regulator menunjukkan angka nol.
- isi *bucket* dengan air suling ± 1.5 liter.
- Letakkan *bucket* dalam *calorimeter*, masukkan *bomb* kedalam *bucket* hingga tepat kedudukannya lalu hubungkan terminal kabel pada *bomb*.
- Tutup *calorimeter* dan pengaduk, tunggu 5 menit hingga suhu air suling dalam *bucket* tidak berubah.
- Catat suhu awal pada termometer
- Tekan *ignition* unit hingga lampu indikator mati, lanjutkan menekan ± 5 menit.
- Catat kenaikan suhu pada termometer.
- Tunggu ± 3 menit lalu catat suhu akhir pada termometer.
- Buka *calorimeter* dan keluarkan *bomb*, buang sisa gas oksigen dari dalam *bomb* sehingga habis seluruhnya.
- Bilas permukaan *bomb*, pindahkan air dari *bucket* kedalam *erlenmeyer*.
- Ukur sisa *fuse wire* yang tidak terbakar Dengan adanya nilai kalor untuk menaikkan

suhu air maka dapat ditentukan nilai kalor untuk masing masing sampel menggunakan persamaan 2 [10].

$$Hg = \frac{T_w - t_1 - t_2 - t_3}{m} \quad \dots(2)$$

Dengan:

Hg = Kalori per gram (kalori/g)

T = Kenaikan temperatur pada termometer

W = 2426 kalori/ $^{\circ}\text{C}$

l_1 = ml Natrium karbonat terpakai untuk titrasi

l_2 = $13,7 \times 1,02 \times \text{berat sampel}$

l_3 = $2,3 \times \text{panjang fuse wire yang terbakar}$

m = berat sampel (g)

Laju Pembakaran

Untuk menentukan laju pembakaran bambu dan tempurung kelapa yang telah diolah menjadi biobriket dari beberapa sampel maka dilakukan dengan membakar sampel dalam tungku biomassa kemudian menggunakan *stopwatch* untuk menghitung berapa lama biobriket dibakar sampai menjadi debu [11]. Setelah itu untuk menghitung nilai laju pembakannya digunakan persamaan 3.

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{m}{t} \quad \dots(3)$$

Konversi Kalor ke kWh

Untuk mengkonversi nilai kalor ke kWh masing - masing sampel uji, menggunakan perhitungan matematis. Dimana menurut James Prescott Joule pada tahun 1914 dalam [12] bahwa 1 kWh sama dengan 859,9 kilo kalori.

$$\begin{aligned} \text{kWh per kg} &= \frac{\text{Nilai Kalor sampel 1}}{859.9} \\ \text{Massa per kWh} &= \frac{\text{Banyak nyakWh}}{\text{kWh per kg}} \end{aligned}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Kadar Air Biobriket

Berdasarkan Tabel 4.2 briket sebelum penjemuran diketahui massa briket sebelum penjemuran (m_1) dan pada Tabel 4.3 biobriket setelah penjemuran ± 3 hari dan diketahui massa setelah penjemuran (m_2), maka persentase pengeringan kadar air dapat dihitung dengan persamaan 1 dimana diketahui :

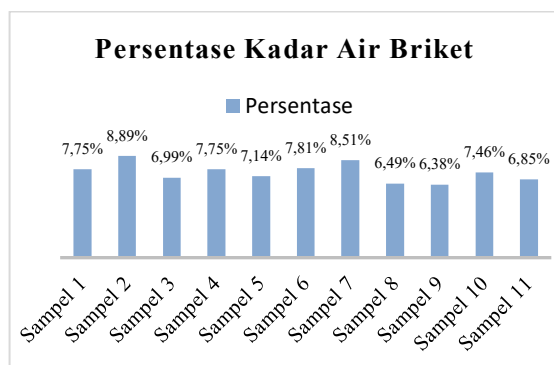
Maka nilai kadar air dapat dilihat dari Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Data Analisis Pengujian Kadar Air

Variasi	m1 (gr)	m2(gr)	Persentase Kadar Air %
Sampel 1	25.8	23.8	7.75 %
Sampel 2	27	24.6	8.89 %
Sampel 3	28.6	26.6	6.99 %
Sampel 4	25.8	23.8	7.75 %
Sampel 5	22.4	20.8	7.14 %
Sampel 6	25.6	23.6	7.81 %
Sampel 7	28.2	25.8	8.51 %
Sampel 8	30.8	28.8	6.49 %
Sampel 9	28.2	26.4	6.38 %
Sampel 10	26.8	24.8	7.46 %
Sampel 11	29.2	27.2	6.85 %

Hasil perhitungan kadar air biobriket dari arang bambu dan tempurung kelapa dengan

menggunakan perekat tepung tapioka dan tepung sagu dapat disimpulkan pada gambar 5 grafik persentase kadar air berikut ini:



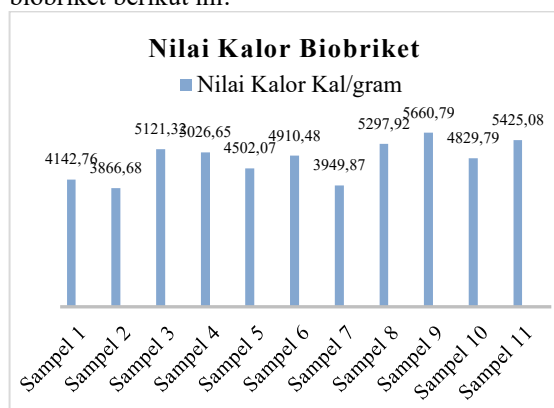
Gambar 5 Grafik Persentase Kadar Air

Dari Grafik diatas dijelaskan bahwa biobriket yang dijemur dibawah sinar matahari langsung selama ± 3 hari [7], untuk beberapa sampel telah memenuhi standar mutu biobriket berdasarkan SNI 01-6235-2000 dimana kadar airnya tidak melebihi 8% dan ada pula sampel yang melebihi angka 8% artinya tidak memenuhi standar mutu biobriket tersebut [13].

Pengujian Kalor Biobriket

Nilai kalor adalah jumlah satuan panas yang dihasilkan per satuan bobot dari proses pembakaran cukup oksigen dari suatu bahan yang mudah terbakar [14]. Setelah mendapatkan data berupa nilai perubahan suhu pada pengujian briket menggunakan *bomb calorimeter* maka, nilai kalor dapat dihitung menggunakan persamaan 2.

Hasil perhitungan nilai kalor biobriket dapat disimpulkan dengan gambar 6 grafik nilai kalor biobriket berikut ini:



Gambar 6. Grafik Nilai Kalor Biobriket

Berdasarkan Grafik diatas dijelaskan bahwa nilai kalor dengan pengujian *bomb calorimeter*, nilai kalor yang didapatkan dari hasil pengujian menggunakan *bomb calorimeter* terdapat beberapa sampel yang telah memenuhi syarat SNI 01-6235-2000 dimana pada sampel 9 nilai kalor yang

didapatkan 5663.9 kal/gram merupakan nilai kalor tertinggi dari beberapa sampel tersebut.

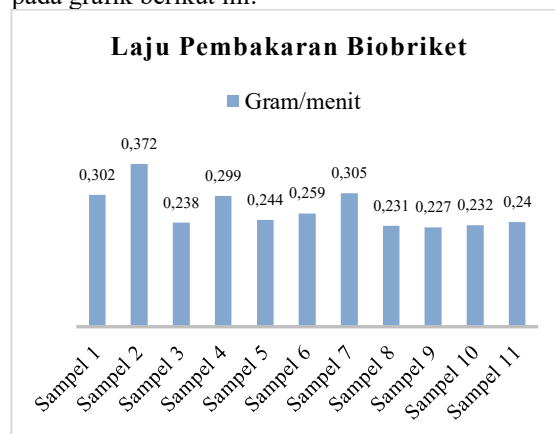
Pengujian Laju Pembakaran Biobriket

Berdasarkan tabel hasil pengujian laju pembakaran biobriket dari arang bambu dan tempurung kelapa menggunakan perekat tepung tapioka dan tepung sagu dengan kompor biomassa, dimana rata – rata massa bahan bakar awal yang digunakan, dan rata – rata bahan bakar sisa yang didapatkan , sehingga massa bahan bakar yang terbakar (m) yang didapatkan dengan mengurangkan massa bahan bakar awal dengan massa bahan bakar sisa [15]. Maka laju pembakaran biobriket dari arang bambu dan tempurung kelapa menggunakan perekat tepung tapioka dan tepung sagu dengan kompor biomassa dapat dihitung menggunakan persamaan 3.

Tabel 3. Data Rata – Rata Analisis Pengujian Laju Pembakaran

Variasi	m (gram)	t (menit)	(gram/menit)
Sampel 1	44.3	146.6	0.302
Sampel 2	44	118.3	0.372
Sampel 3	45.6	186.6	0.238
Sampel 4	44.3	148.3	0.299
Sampel 5	45.3	185.6	0.244
Sampel 6	46.6	180	0.259
Sampel 7	45.3	148.3	0.305
Sampel 8	46.6	201.6	0.231
Sampel 9	46.6	205	0.227
Sampel 10	42.6	184	0.232
Sampel 11	44.3	184.3	0.240

Hasil perhitungan laju pembakaran biobriket dari arang bambu dan tempurung kelapa dengan menggunakan perekat tepung tapioka dan tepung sagu dengan kompor biomassa dapat disimpulkan pada grafik berikut ini:



Gambar 7. Grafik Hasil Laju Pembakaran

Pada Grafik 3 diatas dijelaskan bahwa dimana laju pembakaran yang terlama dalam pengujian ini ada pada variasi arang tempurung 200 gram dan perekat sagu 10 gram (sampel 9) dengan hasil pembakaran 0.227 gram/menit, sedangkan hasil pembakaran yang cepat ada pada variasi arang

ranting bambu dan perekat tepung sagu dengan hasil pembakaran 0.372 gram/menit.

Energi Listrik yang dihasilkan

Menurut James Prescott Joule pada tahun 1914 yang dikutip dari tugas akhir [12] dinyatakan bahwa 1 kWh sama dengan 859,9 kilo kalori, jadi nilai kalor yang dihasilkan akan dikonversi ke energi listrik (kWh) secara matematis sebagai berikut:

Tabel 4. Hasil konversi energi listrik (kWh) cara matematis

Variasi	Nilai kWh	Untuk Mendapatkan 1 kWh
Sampel 1	4.8166 kWh/kg	0.207 kg
Sampe 2	4.4866 kWh/kg	0.222 kg
Sampe 3	5.9557 kWh/kg	0.166 kg
Sampe 4	5.8456 kWh/kg	0.171 kg
Sampe 5	5.2355 kWh/kg	0.191 kg
Sampe 6	4.8732 kWh/kg	0.205 kg
Sampe 7	4.5934 kWh/kg	0.217 kg
Sampe 8	6.1610 kWh/kg	0.162 kg
Sampe 9	6.5857 kWh/kg	0.151 kg
Sampe 10	5.6166 kWh/kg	0.178 kg
Sampe 11	6.3089 kWh/kg	0.158 kg

Dalam secara keseluruhan sampel yang digunakan sebagai objek penelitian didapatkan sampel yang paling baik dalam pemanfaatan limbah bambu dan tempurung kelapa dalam pembuatan biobriket menjadi sumber energi alternatif ada pada variasi arang tempurung 200 gram dan perekat sagu 10 gram (sampel 9) karena memiliki nilai kadar air 6.38%, nilai kalor 5663.9 kal/gram, laju pembakaran 0.227 gram/menit dan energi listrik yang dihasilkan dengan mengkonversi nilai kalor ke kWh sebanyak 6.5857 kWh/gram. Mengacu pada SNI 01-6235-2000 dimana kadar air tidak lebih dari 8% dan minimum nilai kalornya adalah 5000 kal/g.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian studi pemanfaatan limbah bambu dan tempurung kelapa dalam pembuatan biobriket menjadi sumber energi alternatif, pengujian nilai kadar air, nilai kalor, laju pembakaran dan energi listrik yang dihasilkan dengan mengkonversi nilai kalor ke kWh, dengan menggunakan 11 sampel yang menjadi objek penelitian ini dapat disimpulkan bahwa:

1. Persentase nilai kadar air terendah terdapat pada sampel dengan variasi arang tempurung 200 gram dan perekat sagu 10 gram (sampel 9) yaitu 6.38%, artinya nilai ini telah memenuhi SNI 01-6235-2000 kadar air untuk biobriket tidak lebih dari 8%, hal ini sebabkan nilai selulosa pada tempurung kelapa memiliki nilai sebesar 34%, nilai selulosa mempengaruhi kualitas biobriket, semakin tinggi selulosa maka semakin baik kualitas biobriket. Sedangkan persentase nilai kadar air tertinggi terdapat pada sampel dengan variasi arang ranting bambu dan perekat tepung sagu (sampel 2) dengan nilai 8,89%. Namun

secara keseluruhan dari 11 sampel yang diuji ada 9 sampel yang telah memiliki nilai persentase dibawah 8%.

2. Pengujian kalor menggunakan *bomb calorimeter* ada 5 sampel yang telah memenuhi syarat SNI 01-6235-2000 minimum nilai kalornya adalah 5000 kal/g. Dimana nilai kalor yang tertinggi ada pada variasi arang tempurung 200 gram dan perekat sagu 10 gram (sampel 9) nilai kalor yang didapatkan 5663.9 kal/gram dan nilai kalor terendah ada pada variasi arang ranting bambu dan perekat tepung sagu (sampel 2) dengan nilai kalor yang didapatkan 3866.69 kal/g.
3. Pada pengujian laju pembakaran dengan kompor biomassa, dimana laju pembakaran yang terlama dalam pengujian ini ada pada variasi arang tempurung 200 gram dan perekat sagu 10 gram (sampel 9) dengan hasil pembakaran 0.227 gram/menit, sedangkan hasil pembakaran yang cepat ada pada variasi arang ranting bambu dan perekat tepung sagu dengan hasil pembakaran 0.372 gram/menit.
4. Energi listrik yang dihasilkan dengan mengkonversi nilai kalor ke kWh secara matematis, dimana energi listrik yang tertinggi ada pada variasi arang tempurung 200 gram dan perekat sagu 10 gram (sampel 9) dengan nilai 6.5857 kWh/gram, sedangkan energi listrik yang terendah ada pada variasi arang ranting bambu dan perekat tepung sagu (sampel 2) dengan nilai 4.4866 kWh/gram.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Haryanto, Energi Terbarukan, Bandar Lampung: LPPM Universitas Lampung, 2017.
- [2] D. R. Putra, Y. Donny and T. Suyono, "Kebijakan Ketahanan Energi Berbasis Energi Listrik Pada Bidang Transportasi Guna Mendukung Pertahanan Negara Di Indonesia," *NUSANTARA: Jurnal Ilmu Pengetahuan Sosial*, vol. 7(3), pp. 658-672, 2020.
- [3] J. S. Setyo, F. H. Mardiansjah and M. F. K. Astuti, "Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang," *Jurnal Riptek*, pp. 177 - 186, 2019.
- [4] J. Ilham, Y. Mohammad and I. Oktaviani, "Pengujian Biobriket Dari Limbah Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, vol. 4(2), pp. 119-125, 2022.
- [5] J. Ilham, E. H. Harun and S. Kune, "Studi Nilai Kalor Briket Bioarang Dari Limbah Rumah Tangga Sebagai Sumber Energi Alternatif," *Studi Nilai Kalor Briket Bioarang*

- Dari Limbah Rumah Tangga Sebagai Sumber Energi Alternatif*, vol. 1(2), pp. 23-28, 2022.
- [6] I. Ihsan, "Pengaruh Komposisi Terhadap Karakteristik Briket Kombinasi Arang Tempurung Kelapa Dan Arang Bambu," *JFT: Jurnal Fisika Dan Terapannya*, vol. 6(1), pp. 89-93, 2019.
 - [7] Agnes, Hamsina and N. Ainy, "Penentuan Karakteristik Briket Arang Bambu Dengan Menggunakan Perekat Tepung Sagu Dan Tepung Tapioka," *Jurnal Saintis*, vol. 1(2), pp. 31-36, 2020.
 - [8] R. E. Putri and A. Andasuryani, "Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa," *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, vol. 21(2), pp. 143-151, 2017.
 - [9] M. A. Almu, S. Syahrul and A. P. Yesung, "Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi," *Dinamika Teknik Mesin: Jurnal Keilmuan dan Terapan Teknik Mesin*, vol. 4(2), 2014.
 - [10] Y. Yuliah, S. Suryaningsih and K. Ulfi, "Penentuan Kadar Air Hilang Dan Volatile Matter Pada Bio-Briket Dari Campuran Arang Sekam Padi Dan Batok Kelapa," *JlIF (Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika)*, vol. 1(1), pp. 51-57, 2017.
 - [11] M. A. Tahir, Pengaruh Variasi Komposisi Dan Ukuran Partikel Terhadap Karakteristik Briket Kombinasi Arang Tempurung Kelapa Dengan Arang Bambu, Makassar: Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2019.
 - [12] K. Seuselu, "Studi Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Pembangkit Listrik Biomassa Di Pt. Kurnia Luwuk Sejati," Gorontalo, 2020.
 - [13] "SNI 01-6235-2000," in *Briket arang kayu*, BSNI.
 - [14] B. Seo, Y. Susy And P. A. A. Sinar, "Pengaruh Kadar Amilum Dan Ukuran Partikel Terhadap Kualitas Briket Arang Dari Tempurung Kelap," *Eureka: Jurnal Penelitian Teknik Sipil Dan Teknik Kimia*, Vol. 1(1), 2017.
 - [15] D. Pangga, S. Ahzan, Habibi and L. S. Utami, "Analisis Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Briket Tongkol Jagung Sebagai Sumber Energi Alternatif," *urnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, vol. 7(2), pp. 382-386, 2021.