

Pengujian Biobriket Dari Limbah Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif

Jumiati Ilham
Prodi Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
jumiatiiilham@ung.ac.id

Yasin Mohamad
Prodi Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
yasinmohamad@ung.ac.id

Indah Oktaviani
Prodi Teknik Elektro
Universitas Negeri Gorontalo
Gorontalo, Indonesia
indahs1elektro2017@gmail.com

Diterima : Desember 2021
Disetujui : Juni 2022
Dipublikasi : Juli 2022

Abstrak—Meningkatnya kebutuhan terhadap energi dari tahun ke tahun maka perlu adanya suplay dari energi alternatif penyediaan energi karena minyak bumi dan batu bara akan habis. Salah satu potensi sumber Energi Baru dan Terbarukan (EBT) yang dapat diolah menjadi bahan bakar yaitu limbah kayu seperti kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar air, nilai kalor, laju pembakaran, dan energi listrik yang dihasilkan dari bahan bakar kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra, dan untuk mengetahui kadar air, nilai kalor, laju pembakaran, dan energi yang dihasilkan dari bahan bakar biobriket kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra, dan gabungan dari ketiga jenis kayu. Metode penelitian dilakukan dengan metode eksperimen yaitu pengujian pembakaran secara langsung dan pengujian setelah dijadikan biobriket. Pengujian nilai kalor dan laju pembakaran dilakukan dengan menggunakan kompor biomassa dan dikonversi ke energi listrik menggunakan perhitungan matematis. Hasil penelitian yang didapatkan yaitu kualitas kayu terbaik diperoleh pada kayu kaliandra dengan kadar air 32%, nilai kalor 93,95 kal/g, laju pembakaran 1,62 g/menit, dan dapat menghasilkan energi listrik 0,109 kWh/kg serta kualitas biobriket terbaik diperoleh pada biobriket kayu kaliandra dengan kadar air 7,40%, nilai kalor 111,68 kal/g, laju pembakaran 0,66 g/m, dan dapat menghasilkan energi listrik 0,129 kWh/kg.

Kata Kunci—Biomassa; Limbah Kayu; Energi Alternatif

Abstract—As the demand for energy increases from year to year, it is necessary to supply alternative energy to provide energy as oil and coal will run out. One of the potential sources of New Renewable energy (EBT) that can be processed into fuel is wood waste, namely lamtoro, gamal, and kaliandra wood. The research aims to identify the water content, calorific (heating) value, burning rate, electrical energy generated from the fuel of lamtoro wood, gamal wood, and kaliandra wood, as well as the figure out the water content, calorific (heating) value, burning rate, electrical energy produced from the biobriquette fuel of lamtoro, gamal, and kaliandra wood, and a combination of the three types of wood. Besides, this research employs direct testing and testing after being made into biobriquette. The calorific value and burning rate tests are done using a biomass stove and are converted to electrical energy using mathematical calculations. The research finding reveals that the best wood quality is kaliandra wood with the water

content of 32%, calorific value of 93,95 cal/g, burning rate of 1,62 g/minute, and can produce electrical energy vaule of 0,109 kWh/kg. on the other hand, the best quality of biobriquette is kaliandra wood biobriquette with a water content of 7,40%, calorific value of 11,68 cal/g, burning rate of 0,66 g/minute, and can produce electrical energy of 0,129 kWh/kg.

Keywords—Biomass; Wood Waste; Alternative Energy

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di Indonesia yang mengalami peningkatan dari tahun ke tahun menyebabkan kebutuhan terhadap energi juga terus meningkat. Kebutuhan energi diperkirakan terus meningkat, sementara sumber cadangan minyak bumi dan batu bara jumlahnya semakin menipis. Oleh karenanya perlu adanya suplai dari energi alternatif penyediaan energi, karena minyak bumi dan batu bara akan habis. Energi Baru dan Energi Terbarukan (EBT) menjadi salah satu sumber alternatif penyediaan energi, karena selain memiliki dampak yang rendah terhadap kerusakan lingkungan, juga menjamin berkelanjutan energi hingga masa mendatang [4][7].

Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan di Indonesia yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 79 tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional (KEN). Dalam dokumen tersebut, Energi Baru dan Terbarukan ditargetkan mencapai 23% pada tahun 2025, serta pada tahun 2050 minimal mencapai 31%. Salah satu sumber energi alternatif yang dapat memenuhi kebutuhan terhadap kebutuhan sumber energi yaitu Biomassa. Biomassa merupakan keseluruhan materi yang berasal dari makhluk hidup, termasuk bahan organik yang hidup maupun yang mati, baik di atas permukaan tanah maupun yang ada di bawah permukaan tanah. Potensi limbah biomassa terbesar adalah dari limbah kayu hutan, kemudian diikuti oleh limbah padi, jagung, ubi kayu, kelapa, kelapa sawit dan tebu. Secara umum bahan baku biomassa dibedakan menjadi dua jenis utama, yaitu pohon berkayu (woody) dan rumput-rumputan (herbaceous) [7].

Menurut Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan (DLHK) Provinsi Gorontalo kayu hutan yang mulai banyak dikembangkan di Provinsi Gorontalo yaitu kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra. Jenis-jenis kayu ini banyak digunakan sebagai pakan ternak karena mempunyai pertumbuhan yang cepat, adaptif, dan mudah dikembangkan dengan sistem pangkas. Akan tetapi, yang digunakan untuk pakan ternak hanya daunnya saja dan kayunya akan dibuang begitu saja, padahal dari limbah hutan inilah merupakan potensi untuk dijadikannya biomassa sebagai salah satu alternatif penyediaan energi di masa mendatang. Dimana saat ini sudah banyak PLTU yang sudah memanfaatkan kayu lamtoro sebagai bahan campuran batubara, salah satunya yaitu PLTU Anggrek 2x25 MW yang sudah melakukan co-firing dengan memanfaatkan kayu lamtoro sebagai bahan campuran batubara, yaitu sebanyak 1% hingga 5% perhari dari 1000 ton batubara [9].

Berdasarkan uraian diatas, banyaknya limbah hutan dari kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra di Provinsi Gorontalo yang pemanfaatannya belum maksimal maka perlu dilakukan penelitian tentang “Pengujian Biobriket Dari Limbah Kayu Sebagai Sumber Energi Alternatif”. Harapannya dari penelitian ini dapat mengembangkan potensi-potensi yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil.

II. METODE

A. Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen yang bertujuan untuk melakukan pengujian nilai kalor dan laju pembakaran menggunakan kompor biomassa dari setiap sampel yaitu kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra, biobriket kayu lamtoro, biobriket kayu gamal, biobriket kayu kaliandra, dan biobriket gabungan dari kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra.[1] [3].

B. Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahap yaitu :

1. Studi Literature

Studi literatur yaitu mengumpulkan referensi melalui jurnal-jurnal yang berkaitan tentang pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar energi alternatif, pengaruh kadar air, uji nilai pembakaran dan nilai kalor, konversi biomassa sebagai energi listrik, pembuatan biobriket berdasarkan SNI serta artikel yang berkaitan tentang kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra [11].

2. Studi Lapangan

Studi lapangan yaitu mengumpulkan Sampel uji yang dibutuhkan yang didapatkan di Limboto Barat, Kabupaten Gorontalo, Provinsi Gorontalo. Sampel yang di ambil yaitu sampel bagian ranting yang masih basah dan langsung diambil dari pohonnya. Untuk memperoleh sampel dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Kayu lamtoro ditebang bagian rantingnya kemudian di pisahkan antara kayu dan daunnya dan kayu dipotong-potong menjadi kecil-kecil.
 - Lakukan cara seperti pada kayu lamtoro untuk ke 2 sampel berikutnya (kayu gamal dan kayu kaliandra).
- #### 3. Studi Eksperimen
- ##### a. Proses Pengerinan

Kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra yang diambil dari pohonnya belum bisa langsung dilakukan pengolahan karena masih tinggi kandungan kadar airnya. Kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra dilakukan pengeringan dengan menjemur dibawah sinar matahari langsung seperti gambar 1.



Gambar 1. Proses pengeringan sampel

b. Pengolahan Sampel

Pengolahan sampel dibagi menjadi dua, yaitu :

1) Pembakaran langsung

Kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra sebelum dilakukan pembakaran di potong-potong menjadi kecil-kecil untuk mempermudah pada saat pembakaran. kemudian dibakar didalam kompor biomassa untuk diukur nilai kalor dan laju pembakarannya. Pengujian kalor dan laju pembakaran dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Pengujian Kalor Dan Laju Pembakaran Dengan Pembakaran Langsung

2) Biobriket

Pembuatan biobriket dilakukan dengan cara :

a) Proses Karbonisasi

1. Mempersiapkan kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra yang sudah dikeringkan
2. Memasukkan kayu ke dalam tabung pembakaran dan dibakar diperlihatkan pada gambar 3.



Gambar 3. Pembakaran Sampel di Tabung Pembakaran

3. Menunggu hasil pembakaran sampai sampel menjadi arang yang sempurna atau bagus pada gambar 4.



Gambar 4. Pembakaran Sampai Menjadi Arang Yang Sempurna

- Setelah sampel menjadi arang maka didinginkan gambar 5



Gambar 5. Proses Pendinginan Arang

- Sesuai SNI 01-6235-2000 Arang kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra dihaluskan sampai kehalusan lolos dari ayakan 60 mesh, seperti gambar 6.



(a)



(b)

Gambar 6. (a) Proses Penghalusan (b) Proses Pengayakan

b) Proses Pembuatan Biobriket

- Mencampurkan adonan bubuk arang dan perekat tepung tapioka yang sudah dimasak dengan perbandingan 6:1 (1,5 kg air dan 250 g tepung tapioka)/ proses pencampuran gambar 7.



Gambar 7. Proses Pencampuran Arang Dan Tepung Tapioka

- Memasukkan adonan kedalam alat cetak, lalu mulai proses pengepresan pada gambar 8.



Gambar 8. Proses Pengepresan Biobriket

- Kemudian melakukan proses pengeringan selama 6 jam dibawah sinar matahari pada gambar 9.



Gambar 9. Penjemuran Biobriket

c. Pengujian dan Perhitungan

1) Kadar Air

Dalam menentukan kadar air kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra dilakukan dengan menjemur dibawah sinar matahari langsung selama 18 jam kemudian limbah padat dikeringkan dengan waktu diatas 12 jam dan kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra yang sudah dijadikan biobriket dilakukan dengan melakukan penjemuran dibawah sinar matahari langsung selama 6 jam seperti pada gambar 10. Pengujian menggunakan 5 sampel perobaan dengan massa yang berbeda. Kemudian untuk menghitung nilai persentasi kadar airnya digunakan persamaan berikut [4] :

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

Dimana :

m_1 = massa awal (gr)

m_2 = massa setelah dikeringkan (gr)



Gambar 10. Proses Pengeringan Untuk Menentukan Kadar Air

2) Kalor

Dalam menentukan kalor kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra baik yang sudah diolah menjadi biobriket atau belum diolah dilakukan dengan membakar sampel di kompor biomassa kemudian diukur suhu awal air dan suhu akhir air menggunakan thermometer. Pengujian dilakukan sebanyak 5 kali percobaan. Selanjutnya dihitung banyaknya kalor digunakan untuk menaikkan suhu air. Dengan diketahuinya banyaknya energi atau kalor untuk menaikkan suhu air maka dapat ditentukan nilai kalor untuk masing-masing bahan bakar menggunakan persamaan berikut :

Besarnya kalor dapat dirumuskan [5]:

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

$$\Delta T = T_2 - T_1 \quad (3)$$

Dimana :

Q = jumlah kalor untuk menaikkan suhu air (kal)

c = kalor jenis air (kal/gram⁰C) (dimana c = 1 kal/gram⁰C)

m = massa air (gram) (dimana 1 gram air = 1 ml air)

ΔT = perubahan suhu (⁰C)

T1 = suhu awal (⁰C)

T2 = suhu akhir (⁰C)

Dengan diketahuinya banyaknya jumlah kalor untuk menaikkan suhu air maka dapat ditentukan nilai kalor untuk masing masing bahan bakar menggunakan persamaan berikut:

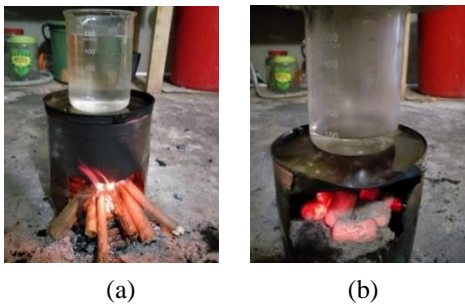
$$K = \frac{Q}{m_{\text{bahan bakar biomassa}}} \quad (4)$$

Dimana :

k = nilai kalor (kalori/kg)

Q = jumlah panas untuk mendidihkan air (kal)

m_{bahan bakar} = massa (gram)



Gambar 11. Pengujian Kalor Dengan Kompor Biomassa (a) kayu (b) biobriket

3) Konversi kalor ke kWh

Setelah mendapatkan nilai kalor masing-masing sampel uji, selanjutnya dikonversikan langsung menggunakan perhitungan matematis, dimana 1 kWh sama dengan 859,9 kilo kalori.

4) Laju Pembakaran

Dalam menentukan laju pembakaran kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra baik yang belum atau yang sudah diolah menjadi biobriket dilakukan dengan membakar sampel kedalam tungku biomassa kemudian diukur waktu pembakaran biobriket sampai menjadi abu menggunakan stopwatch dengan melakukan 5 kali percobaan. Selanjutnya untuk menghitung nilai laju pembakarannya digunakan persamaan berikut : [1]

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{m}{t} \quad (6)$$

Dimana :

m = massa briket terbakar (massa briket awal - massa briket sisa) (gram)

t = waktu pembakaran (menit)

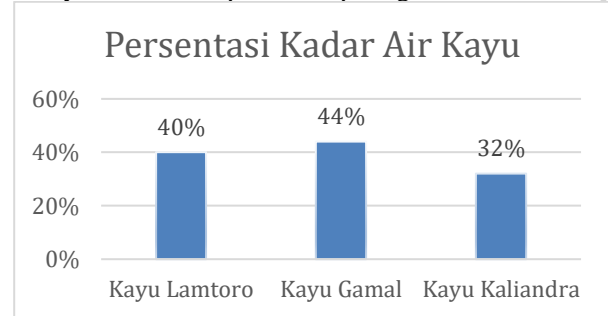


Gambar 12. Pengujian Laju Pembakaran

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pengujian Kadar Air Kayu

Hasil perhitungan kadar air kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra dapat dilihat pada grafik dibawah ini [8] :

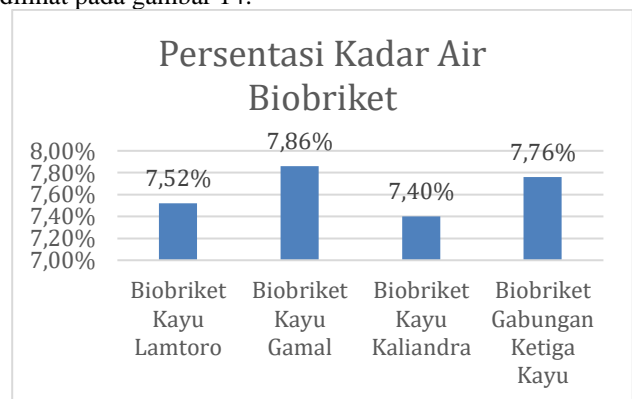


Gambar 13. Persentasi Kadar Air Kayu

Dari Grafik diatas dijelaskan bahwa kayu lamtoro yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 18 jam mendapatkan kadar air 40%, kayu gamal yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 18 jam mendapatkan kadar air 44%, dan kayu kaliandra yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 18 jam mendapatkan kadar air 32%.

B. Pengujian Kadar Air Biobriket

Hasil perhitungan kadar air biobriket kayu lamtoro, biobriket kayu gamal, biobriket kayu kaliandra, dan biobriket gabungan kayu lamtoro, kayugamal, kaya kaliandra dapat dilihat pada gambar 14.



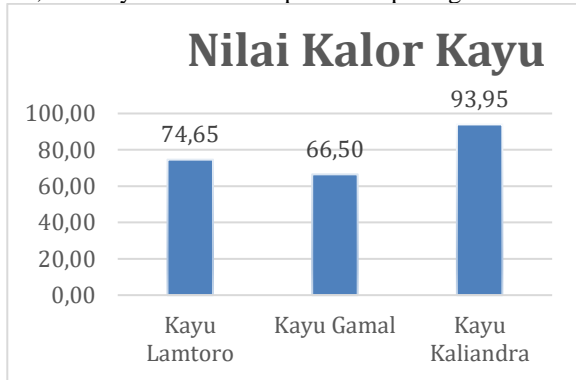
Gambar 14. Persentasi Kadar Air Biobriket

Dari Grafik diatas dijelaskan bahwa biobriket kayu lamtoro yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 6 jam mendapatkan kadar air 7,52%, kayu gamal yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 6 jam mendapatkan kadar air 7,86%, kayu kaliandra yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran

selama 6 jam mendapatkan kadar air 7,40%, dan biobriket gabungan dari ketiga kayu yang dijemur dibawah sinar matahari langsung dengan waktu penjemuran selama 6 jam mendapatkan kadar air 7,76%. Kadar air pada biobriket kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra, dan gabungan dari ketiga kayu memenuhi standar mutu biobriket berdasarkan SNI 01-6235-2000 dimana kadar airnya tidak melebihi 8%.

C. Pengujian Kalor Kayu

Hasil perhitungan pengujian kalor kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra dapat dilihat pada gambar 15.

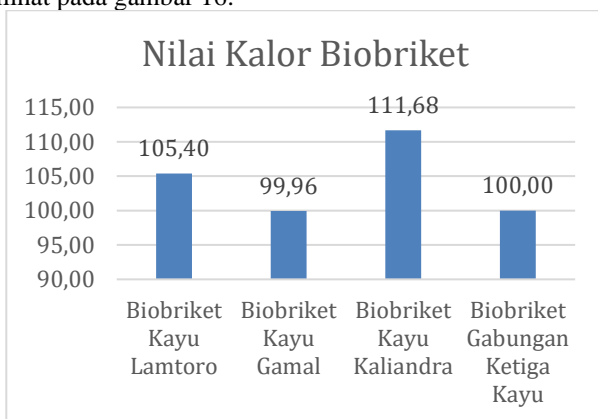


Gambar 15. Nilai Kalor Kayu

Pada grafik diatas dijelaskan bahwa nilai kalor menggunakan kompor biomassa pada kayu lamtoro didapatkan 74,65 kal/gram, nilai kalor menggunakan kompor biomassa pada kayu gamal didapatkan 66,50 kal/gram, dan nilai kalor menggunakan kompor biomassa pada kayu kaliandra didapatkan 93,95 kal/gram.

D. Pengujian Kalor Biobriket

Hasil perhitungan kalor biobriket kayu lamtoro, biobriket kayu gamal, biobriket kayu kaliandra, dan biobriket gabungan kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra dapat dilihat pada gambar 16.



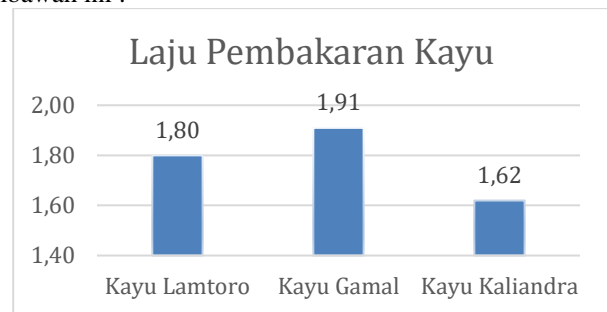
Gambar 16. Nilai Kalor Biobriket

Pada gambar 16 dijelaskan bahwa nilai kalor menggunakan kompor biomassa pada biobriket kayu lamtoro didapatkan 105,40 kal/gram, nilai kalor menggunakan kompor biomassa pada biobriket kayu gamal didapatkan 99,96 kal/gram, nilai kalor menggunakan kompor biomassa pada biobriket kayu kaliandra didapatkan 111,68 kal/gram, dan nilai kalor menggunakan kompor biomassa pada biobriket gabungan ketiga kayu didapatkan 100 kal/gram. Nilai kalor pada biobriket kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra, dan gabungan ketiga kayu tidak memenuhi standar mutu

biobriket berdasarkan SNI 01-6235-2000 dimana syarat kalor yang diizinkan minimal 5000 kal/gram.

E. Pengujian Laju Pembakaran Kayu

Hasil perhitungan laju pembakaran kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra dapat disimpulkan pada grafik dibawah ini :

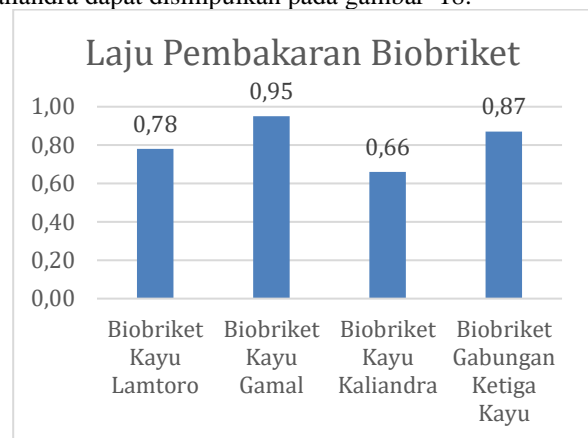


Gambar 17. Laju Pembakaran Kayu

Pada grafik diatas dijelaskan bahwa laju pembakaran menggunakan kompor biomassa pada kayu lamtoro didapatkan 1,80 gram/menit, laju pembakaran menggunakan kompor biomassa pada kayu gamal didapatkan 1,91 gram/menit, dan laju pembakaran menggunakan kompor biomassa pada kayu kaliandra didapatkan 1,62 gram/menit.

F. Pengujian Laju Pembakaran Biobriket

Hasil perhitungan laju pembakaran biobriket kayu lamtoro, biobriket kayu gamal, biobriket kayu kaliandra, dan biobriket gabungan kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra dapat disimpulkan pada gambar 18.



Gambar 18. Laju Pembakaran Biobriket

Pada grafik diatas dijelaskan bahwa laju pembakaran menggunakan kompor biomassa pada kayu lamtoro didapatkan 0,78 gram/menit, laju pembakaran menggunakan kompor biomassa pada kayu gamal didapatkan 0,95 gram/menit, laju pembakaran menggunakan kompor biomassa pada kayu kaliandra didapatkan 0,66 gram/menit, dan laju pembakaran menggunakan kompor biomassa pada gabungan ketiga kayu didapatkan 0,87 gram/menit.

G. Konversi Kalor Ke kWh

Menurut James Prescott Joule bahwa 1 kWh sama dengan 859,9 kilo kalori, sehingga nilai kalor yang dihasilkan dapat dikonversi dalam bentuk energi listrik (kWh) secara matematis yaitu sebagai berikut:

1. Konversi kalor kayu lamtoro ke Energi Listrik (kWh)

$$\begin{aligned} \text{kWh per kg} &= \frac{\text{kalor kayu lamtoro}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= \frac{74,65 \text{ kkalori}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= 0,0868 \text{ kWh/kg} \end{aligned}$$

Jadi, 1 kg kayu lamtoro dapat menghasilkan energi listrik 0,0868 kWh.

2. Konversi kalor kayu gamal ke Energi Listrik (kWh)

$$\begin{aligned} \text{kWh per kg} &= \frac{\text{kalor kayu gamal}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= \frac{66,5 \text{ kkalori}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= 0,0773 \text{ kWh/kg} \end{aligned}$$

Jadi, 1 kg kayu gamal dapat menghasilkan energi listrik 0,0773 kWh.

3. Konversi kalor kayu kaliandra ke Energi Listrik (kWh)

$$\begin{aligned} \text{kWh per kg} &= \frac{\text{kalor kayu kaliandra}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= \frac{93,95 \text{ kkalori}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= 0,1092 \text{ kWh/kg} \end{aligned}$$

Jadi, 1 kg kayu kaliandra dapat menghasilkan energi listrik 0,1092 kWh.

4. Konversi kalor biobriket kayu lamtoro ke Energi Listrik (kWh)

$$\begin{aligned} \text{kWh per kg} &= \frac{\text{kalor biobriket}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= \frac{105,4 \text{ kkalori}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= 0,1225 \text{ kWh/kg} \end{aligned}$$

Jadi, 1 kg biobriket kayu lamtoro dapat menghasilkan energi listrik 0,1225 kWh.

5. Konversi kalor biobriket kayu gamal ke Energi Listrik (kWh)

$$\begin{aligned} \text{kWh per kg} &= \frac{\text{kalor biobriket}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= \frac{99,96 \text{ kkalori}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= 0,1162 \text{ kWh/kg} \end{aligned}$$

Jadi, 1 kg biobriket kayu gamal dapat menghasilkan energi listrik 0,1162 kWh.

6. Konversi kalor biobriket kayu kaliandra ke Energi Listrik (kWh)

$$\begin{aligned} \text{kWh per kg} &= \frac{\text{kalor biobriket}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= \frac{111,68 \text{ kkalori}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= 0,1298 \text{ kWh/kg} \end{aligned}$$

Jadi, 1 kg biobriket kayu kaliandra dapat menghasilkan energi listrik 0,1298 kWh.

7. Konversi kalor gabungan kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra ke Energi Listrik (kWh)

$$\begin{aligned} \text{kWh per kg} &= \frac{\text{kalor biobriket}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= \frac{100 \text{ kkalori}}{859,9 \text{ kkalori}} \\ &= 0,1162 \text{ kWh/kg} \end{aligned}$$

Jadi, 1 kg biobriket kayu lamtoro, kayu gamal, dan kayu kaliandra dapat menghasilkan energi listrik 0,1162 kWh.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap pengujian biobriket dari limbah hutan sebagai sumber energi alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Biomassa (PLTB) dapat disimpulkan bahwa : 1). Persentase kadar air yang terkandung dalam kayu lamtoro sebanyak 40%, kayu gamal sebanyak 44%, dan kayu

kaliandra sebanyak 32%, sedangkan persentase kadar air yang terandung dalam biobriket kayu lamtoro sebanyak 7,52%, biobriket kayu gamal sebanyak 7,86%, biobriket kayu kaliandra sebanyak 7,40%, serta biobriket gabungan kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra sebanyak 7,76%. Kadar air pada biobriket kayu lamtoro, biobriket kayu gamal, biobriket kayu kaliandra, serta biobriket gabungan kayu lamtoro, kayu gamal dan kayu kaliandra sudah memenuhi syarat mutu biobriket berdasarkan SNI 01-6235-2000 dimana kadar air tidak melebihi 8%; 2). Pengujian nilai kalor dengan kompor biomassa menghasilkan nilai kalor kayu lamtoro sebanyak 74,65 kal/gram, kayu gamal sebanyak 66,50 kal/gram, kayu kaliandra sebanyak 93,95 kal/gram, sedangkan pengujian nilai kalor dengan kompor biomassa menghasilkan nilai kalor biobriket kayu lamtoro sebanyak 105,40 kal/gram, biobriket kayu gamal sebanyak 99,96 kal/gram, biobriket kayu kaliandra sebanyak 111,68 kal/gram, serta biobriket gabungan kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra sebanyak 100 kal/gram. Nilai kalor pada biobriket kayu lamtoro, biobriket kayu gamal, biobriket kayu kaliandra, serta biobriket gabungan kayu lamtoro, kayu gamal dan kayu kaliandra tidak memenuhi syarat mutu biobriket berdasarkan SNI 01-6235-2000 dimana nilai kalor yang diizinkan minimum 5000 kal/g; 3). Pengujian laju pembakaran dengan kompor biomassa menghasilkan laju pembakaran kayu lamtoro sebanyak 1,80 gram/menit, kayu gamal sebanyak 1,91 gram/menit, kayu kaliandra sebanyak 1,62 gram/menit, sedangkan pengujian laju pembakaran dengan kompor biomassa menghasilkan laju pembakaran biobriket kayu lamtoro sebanyak 0,78 gram/menit, biobriket kayu gamal sebanyak 0,95 gram/menit, biobriket kayu kaliandra sebanyak 0,66 gram/menit, serta biobriket gabungan kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra sebanyak 0,87 gram/menit; 4). Energi listrik yang dihasilkan dengan mengkonversi nilai kalor ke kWh pada kayu lamtoro sebanyak 0,0868 kWh/gram, kayu gamal sebanyak 0,0773 kWh/gram, kayu kaliandra sebanyak 0,1092 kWh/gram, sedangkan pada biobriket kayu lamtoro sebanyak 0,1225 kWh/gram, biobriket kayu gamal sebanyak 0,1162 kWh/gram, biobriket kayu kaliandra sebanyak 0,1162 kWh/gram, serta biobriket gabungan kayu lamtoro, kayu gamal, kayu kaliandra sebanyak 0,1298 kWh/gram.

REFERENSI

- [1]. Almu, M. A., Syahrul, & Padang, Y. A. (2014). Analisa Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran Pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) Dan Abu Sekam Padi. *Dinamika Teknik Mesin*, 117-122.
- [2]. Amin, A. Z., Pramono, & Sunyoto. (2017). Pengaruh Variasi Jumlah Perekat Tepung Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Sain dan Teknologi*, 111-118.
- [3]. Aljarwi, M. A., Pangga, D., & Ahzan, S. (2020, November). Uji Nilai Pembakaran Dan Uji Nilai Kalor Briket Wafer Sekam Padi Dengan Variasi Tekanan. *ORBITA. Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 200-206.
- [4]. Arhamsyah. (2010). Pemanfaatan Biomassa Kayu Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 42-48.

- [5]. Multazam, M. A. (2018). Analisis Tingkat Efektifitas Pembakaran Pada Briket Sampah Daun. *Jurnal Technology*, 11-17.
- [6]. Nurwidayati, A., Sulastri, P. A., Ardiyati, D., & Aktawan, A. (2018). Gasifikasi Biomassa Serbuk Gergaji Kayu Mahoni (*Swietenia Mahagoni*) untuk Menghasilkan Bahan Bakar Gas sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Teknik Kimia*, 67-72.
- [7]. Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 88-92.
- [8]. Prabawa, I. G. (2018). Pengaruh Kadar Air Biomassa Dan Suhu Proses Terhadap Kualitas Biopellet Dari Cangkang Buah Karet Dan Bambu Air (*Gigantochloa atter*). *Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru*, 63-74.
- [9]. Redaksi. (2020, Juli 24). *PLTU Anggrek-UPDK Gorontalo Uji Coba co-fering memanfaatkan kayu lamtoro sebagai bahan campuran Batubara*. Retrieved from Koran BUMN: <https://koranbumn.com/00/07/pltu-nggrek-updk-gorontalo-uji-coba-co-fering-manfaatkan-kayu-lamtoro-sebagai-bahan-campuran-batubara>
- [10]. Samsinar. (2014). *Penentuan Nilai Kalor Briket Dengan Memvariasikan Berbagai Bahan Baku*. Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makasar, Makasar.
- [11]. Surono, U. B. (2010). Peningkatan Kualitas Pembakaran Biomassa Limbah Tongkol Jagung sebagai Bahan Bakar Alternatif dengan Proses Karbonisasi dan Pembriketan. *Jurnal Rekayasa Proses*, 13-18
- [12]. Seuselu, K. (2020). *Studi Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Pembangkit Listrik Biomassa Di PT. Kurnia Luwuk Sejati*. Skripsi, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo
- [13]. Setyono, J. S., Mardiansjah, F. H., & Astuti, M. F. (2019). Potensi Pengembangan Energi Baru Dan Energi Terbarukan Di Kota Semarang. *Jurnal Riptek*, 177- 186
- [14]. SNI 01-6235-2000 . (n.d.). Briket Arang Kayu.
- [15]. Tiana, A. (2016, Agustus 9). *Mengenal Kaliandra Merah: Tanaman Anti Gulma Serbaguna*. Retrieved from Alam Periang: <https://alampriangan.com/kaliandra-merah-anti-gulma/>