



PEMBUATAN BRIKET BIOARANG DARI CAMPURAN ECENG GONDOK KERING DAN LIMBAH PLASTIK HDPE MENGGUNAKAN MESIN PRESS SEDERHANA

Edi Tri Astuti¹, Yosef Maulana²

^{1,2}Program Studi Teknik Mesin, Universitas Pamulang, Jl. Surya Kencana No. 1, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : dosen01544@unpam.ac.id¹, maulanayosef233@gmail.com²

Masuk : 18 Agustus 2023

Direvisi: 14 September 2023

Disetujui: 23 Oktober 2023

Abstract: *The use of fossil fuels in Indonesia is increasing and resulting in the depletion of fuel reserves. Meanwhile, the potential for renewable energy sources from biomass is very abundant, one of which is water hyacinth (Eichornia crassipe). Water hyacinths contain caloric source compounds such as cellulose, lignin, pentose, and some minerals, but the quality of hyacinth briquettes is still substandard. The increasing generation of plastic waste poses environmental problems because plastic is difficult to decompose by nature. On the other hand, plastic waste, especially High Density Polyethylene (HDPE) has the potential to increase the calorific value of hyacinth briquettes. This study was conducted to determine the effect of HDPE tar on the physical and chemical characteristics of hyacinth biocharcoal briquettes, as well as to determine the quality of hyacinth briquettes with the addition of HDPE tar. The variations of briquette mixture used are 20 EG:80 HDPE, 40 EG:60 HDPE, and 60 EG:40 HDPE. The make charcoal process without of oxygen is used to process biomass so that there is a shrinkage from 50 kg of wet water hyacinth to 1 kg of charcoal and 1.5 kg of plastic waste to 1 kg of charcoal. Briquette mold with dimensions of 2.5 cm x 3 cm x 2.5 cm with a felt pressure of 3 tons for 4 minutes. The research results showed that biocharcoal briquettes with a composition of 20 EG: 80 HDPE has a calorific value of 5240 cal / g, a flame of 1.93 minutes and a combustion rate of 0.50 g / minute. The composition of 40 EG:60 HDPE has a calorific value of 556 cal/g, a flame of 1.95 minutes and a combustion rate of 0.57 g/min. While the composition of 60 EG: 40 HDPE has a calorific value of 5325cal / g, a flame of 1.93 minutes and a combustion rate of 0.55 g/minute.*

Keywords: *Eichornia Crassipes; HDPE Plastic Waste; Briquettes; Composition; Authorship.*

Abstrak: Penggunaan bahan bakar fosil di Indonesia semakin meningkat dan berakibat pada menipisnya cadangan bahan bakar. Sementara itu, potensi sumber energi terbarukan dari biomassa sangat melimpah, salah satunya adalah eceng gondok (*Eichornia crassipes*). Eceng gondok mengandung senyawa sumber kalori seperti selulosa, lignin, pentosa, dan beberapa mineral, namun kualitas briket eceng gondok masih di bawah standar. Meningkatnya timbunan limbah plastik menimbulkan masalah lingkungan karena plastik sulit terurai oleh alam. Di sisi lain, limbah plastik khususnya High Density Polyethylene (HDPE) memiliki potensi untuk meningkatkan nilai kalor briket eceng gondok. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh tar HDPE terhadap karakteristik fisik dan kimia briket bioarang eceng gondok, serta mengetahui kualitas briket eceng gondok dengan tambahan tar HDPE. Variasi campuran briket yang digunakan adalah 20 EG:80 HDPE, 40 EG:60 HDPE, dan 60 EG:40 HDPE. Proses pengarangan tanpa adanya oksigen digunakan untuk memproses biomassa sehingga terjadi penyusutan dari 50 kg eceng gondok basah menjadi 1 kg arang dan 1,5 kg limbah plastik menjadi 1 kg arang. Cetakan briket berdimensi 2,5 cm x 3 cm x 2,5cm dengan tekanan kempa 3 ton selama 4 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket bioarang eceng gondok komposisi 20 EG:80 HDPE memiliki nilai kalor 5240 kal/g, nyala api 1,93 menit dan laju pembakaran 0,50 g/menit. Komposisi 40 EG:60 HDPE memiliki nilai kalor 5567 kal/g, nyala api 1,95 menit dan laju pembakaran 0,57 g/menit. Sedangkan komposisi 60 EG:40 HDPE memiliki nilai kalor 5325 kal/g, nyala api 1,93 menit dan laju pembakaran 0,55 g/menit.

Kata Kunci: Eceng Gondok; Limbah Plastik HDPE; Briket; Komposisi; Pengarangan.

PENDAHULUAN

Energi bahan bakar tidak terbarukan yang semakin lama semakin menipis menjadi perhatian banyak kalangan dan mulai banyak praktisi maupun akademisi mulai mencoba membuat bahan bakar alternatif yang berasal dari sumber daya yang terbarukan. Hal ini menjadi penting dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil. Salah satu bahan bakar alternatif yang mulai banyak diproduksi adalah pembuatan briket. Briket merupakan sebuah blok yang digunakan sebagai bahan bakar untuk membuat api. Selama ini briket yang digunakan sebagian besar masih berasal dari batubara dan sumber daya alam ini akan semakin habis jika terus dieksploitasi. Maka dari itu perlu adanya alternatif lain pembuatan briket yang berbahan dasar dari sumber daya yang terbarukan yaitu pembuatan briket arang dari limbah biomassa [1].

Biomassa adalah komposisi bahan organik yang kompleks terdiri dari karbohidrat, lemak, protein, dan mineral lain seperti sodium, fosfor, kalsium, dan besi [2]. Sedangkan komponen utama biomassa terdiri dari selulosa dan lignin [3]. Limbah biomassa umumnya terdiri dari limbah padat, limbah cair, dan limbah gas.

Eceng gondok memiliki komposisi kimia yang tergantung pada kandungan unsur hara pada tempat tumbuhnya, serta sifat dari daya serap tanaman tersebut. Sifat-sifat baik dari eceng gondok yakni dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, dan mempunyai kandungan protein lebih dari 11,5%. Untuk kandungan kimia dari serat eceng gondok ini memiliki Selulosa sebesar 60%, Hemiselulosa 8%, dan Lignin 17% [4]. Kandungan kimia eceng gondok tentu memiliki perbedaan antara eceng gondok dalam keadaan segar dengan eceng gondok dalam keadaan kering [5]. Untuk penjelasan lebih lanjut akan ditampilkan melalui Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Kimia Eceng Gondok

Kandungan Kimia Eceng Gondok Segar		Kandungan Kimia Eceng Gondok Kering	
Senyawa Kimia	Persentase (%)	Senyawa Kimia	Persentase (%)
Air	95,85	Selulosa	59,14
Abu	0,44	Pentosa	15,61
Serat kasar	2,09	Ligni	7,69
Karbohidrat	0,17	Silika	5,56
Lemak	0,35	Abu	12
Protein	0,16		
Fospor	0,52		
Kalium	0,42		
Klorida	0,26		
Alkonoid	2,22		

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kandungan kimia eceng gondok kering sebagian besar didalamnya terdapat senyawa kimia selulosa dan senyawa lainnya yang berpotensi memberikan nilai kalor yang cukup baik. Dengan demikian briket bioarang dari eceng gondok ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif. Tanaman eceng gondok memiliki kandungan selulosa dan senyawa organik sehingga berpotensi memberikan nilai kalor yang cukup baik

Plastik merupakan bahan hasil produk turunan dari bahan yang dinamakan polimer. Polimer dibangun dengan pengulangan molekul sederhana yang disebut monomer. Salah satu jenis limbah plastik adalah plastik HDPE (*High Density Polyethylene*) dari keluarga polimer PE. Limbah plastik HDPE memiliki nilai kalor yang tinggi sehingga berpotensi meningkatkan nilai kalor pada arang eceng gondok. Perekat adalah suatu zat atau bahan yang memiliki kemampuan untuk mengikat dua benda melalui ikatan permukaan.

Untuk merekatkan partikel-partikel zat dalam bahan baku pada proses pembuatan briket, diperlukan zat perekat sehingga dihasilkan briket yang mengikat. Dengan adanya penggunaan bahan perekat maka ikatan antar partikel akan semakin kuat, butir-butir arang akan saling menyatu, susunan partikel juga akan semakin baik sehingga dalam proses pengempaan briket akan semakin baik. Syarat utama dari bahan perekat adalah harus dapat ikut terbakar dan dapat menambah nilai kalor [6]. Salah satu jenis perekat yang sering digunakan dalam pembuatan briket adalah tapioka. Bahan perekat yang terbuat dari tepung tapioca. Jenis perekat yang mudah dan murah untuk pembuatan briket ini adalah tepung tapioka.

Berdasarkan penelitian Rifdah dan Tahdid, dengan menambahkan plastik dan perekat kanji akan berpengaruh terhadap nilai kalor. Hal ini disebabkan karena adanya komponen plastik yang mengandung unsur Hidrogen yang terikat pada setiap atom C dimana Hidrogen mempunyai nilai kalor yang tinggi jika dibandingkan unsur Karbon. Kondisi optimal nilai kalor berada pada komposisi 32% PET, 68% Eceng Gondok dan 20% Perekat. Namun pada komposisi tersebut tekstur dari briketarag akan mudah hancur atau retak, hal ini

dikarenakan terdapat senyawa pada plastik yang bersifat polar sedangkan gugus pada perekat tepung kanji ini terdapat banyak karbohidrat yang rantainya bersifat nonpolar dan mengandung air yang cukup banyak [5].

Pada pembuatan briket, biomassa terlebih dahulu dikarbonisasi untuk dijadikan arang. Proses karbonisasi atau pengarangan adalah proses mengubah bahan baku menjadi karbon berwarna hitam melalui pembakaran dalam ruang tertutup dengan udara yang terbatas atau seminimal mungkin. Proses karbonisasi atau pengarangan bertujuan untuk menaikkan nilai kalor biomassa serta menghasilkan pembakaran yang bersih dengan sedikit asap. Hasil karbonisasi berupa arang yang tersusun atas karbon berwarna hitam.

Briket adalah bahan bakar yang dipadatkan dan dicetak bisa berbentuk kubus ataupun silinder dengan ukuran yang beragam. Briket sangat cocok digunakan untuk industri kecil dan masyarakat umum karena murah dan pembakarannya cukup bersih. Briket bioarang adalah briket yang dibuat dari batangan-batangan arang yang berasal dari bioarang (bahan lunak), kualitas bioarang ini tidak kalah dengan briket yang terbuat dari batubara atau bahan bakar lainnya.

Briket berkualitas baik berdasarkan SNI 01-6235-2000 memiliki nilai kalor di atas 5000 kal/g, nilai kadar abu maksimum 8%, nilai kadar air maksimum 8% seperti diperlihatkan pada Tabel 2. Ciri-ciri briket yang baik memiliki nilai suhu yang membakar briket yang bertahan pada suhu 350 °C dalam waktu yang lama dan mudah terbakar [7]. Pembuatan briket tentunya harus mengukur nilai kalor untuk mengetahui tingkat kualitas briket yang dihasilkan. Nilai kalor inilah yang harus diketahui untuk menentukan kualitas briket Kalor dapat diukur dengan menggunakan kalorimeter. Kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur panas yang dihasilkan selama reaksi atau pembakaran. Bomb kalorimeter adalah alat yang dirancang dapat mengisolasi sistem didalamnya sehingga panas yang keluar dari benda sama dengan panas yang masuk ke air dan wadahnya.

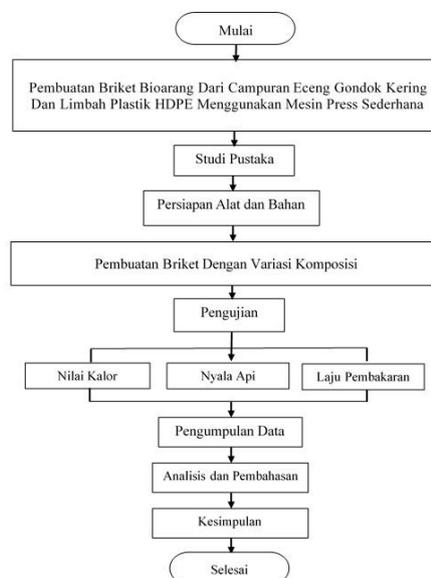
Tabel 2. Sifat briket

No	Sifat Arang Briket	Jepang	Inggris	USA	SNI 01-6235- 2000
1	Kadar air (%)	6 – 8	3,6	6,2	<8
2	Kadar Zat Menguap (%)	15 – 30	16,4	19 – 28	<15
3	Kadar abu (%)	3 – 6	5,9	8,3	<8
4	Kadar Karbon Terikat (%)	60 – 80	75,3	60	-
5	Nilai Kalor	6000-7000	7289	6230	>5000

Sumber: Badan Litbang Kehutanan (1994) dalam Suprpti (2013)

METODOLOGI

Langkah-langkah penelitian dengan judul Pembuatan Briket Bioarang Dari Campuran Eceng Gondok Kering Dan Limbah Plastik HDPE Menggunakan Mesin Press Sederhana dijelaskan secara ringkas melalui diagram alir yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

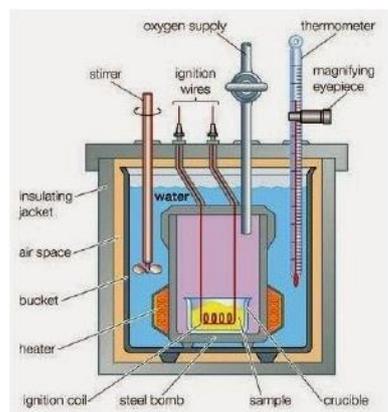
Prosedur Kerja

1. Eceng gondok dicuci kemudian dimasukkan kedalam kiln karbonisasi lalu dibakar. Selama proses pengarang, asap akan keluar dari bagian pipa asap yang sekaligus digunakan untuk pasokan masuknya udara kedalam proses pembakaran. Dari proses ini terjadi penyusutan massa dari ± 50 kg eceng gondok basah menjadi 1 kg arang. Untuk limbah plastik HDPE setelah dicuci kemudian dicacah menjadi butiran kecil-kecil lalu dimasukkan kedalam reactor, lalu dipanaskan. Penyusutan massa terjadi dari ± 1,5 kg menjadi 1 kg arang.
2. Setelah proses pengarang selesai maka karbon aktif eceng gondok dan plastik HDPE dihaluskan menjadi serbuk lalu diayak dengan menggunakan ayakan masing-masing ukuran sebesar 90 mesh dan 50 mesh sesuai dengan SNI 01-6235-2000.
3. Selanjutnya proses perekatan menggunakan tepung kanji karena lebih mudah didapat dan harganya relatif murah. Ketentuan penggunaannya sebanyak 10% dari berat/satuan briket sesuai dengan pedoman Permen ESDM No. 047 Tahun 2006 sebesar 5% - 10%. Tepung kanji sebanyak 10% tersebut kemudian dilarutkan dalam air, konsentrasi pencampuran air dengan tepung kanji dinyatakan dalam rasio 1:20. Campuran serbuk arang eceng gondok dan serbuk plastik HDPE terkarbonisasi yang telah disaring kemudian dicampur dengan perekat divariasikan menjadi 3 komposisi.

Tabel 3. Variasi komposisi briket

Komposisi	Rasio (%)	
	Eceng Gondok	Plastik HDPE
1	20	80
2	40	60
3	60	40

4. Masing-masing komposisi dimasukkan kedalam cetakan untuk dibuat briket sebanyak 2 buah dengan massa 500 g dan dimensi 2,5 cm x 3 cm x 2,5cm. Tekanan yang diberikan oleh dongkrak hidrolik selama ± 5 menit sebesar 3 ton. Proses selanjutnya adalah pengeringan di udara dengan bantuan sinar matahari selama 5 hari.
5. Pengujian
 - a. Nilai Kalor
 Nilai kalor adalah jumlah energi panas maksimum yang dilepaskan atau ditimbulkan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna per satuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Nilai kalor diperoleh dari briket dengan data laboratorium menggunakan bom kalorimeter.



Gambar 2. Bom Kalorimeter [8]

Rumus untuk menentukan nilai kalor yaitu:

$$Q = m \times c \times \Delta T \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

Q = Nilai kalor (Joule)

c = Kalor jenis air (J/kgK)

m = Massa air (kg)

ΔT = Perubahan suhu (K)

- b. Nyala Api
Pembakaran briket tanpa karbonasi akan menyebabkan penyalaan briket menjadi lebih mudah dibandingkan dengan yang sudah dikarbonasi. Hal ini dikarenakan briket tanpa karbonasi masih mengandung kadar zat menguap yang cukup banyak. Pengujian nyala api dilakukan di laboratorium Program Studi Teknik Mesin Unpam.
- c. Laju Pembakaran
Pengujian laju pembakaran dilakukan dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian ditimbang massa briket yang terbakar. Persamaan yang digunakan untuk mengetahui nilai laju pembakaran briket adalah:

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{\Delta m}{\Delta t} \dots\dots\dots(2)$$

dimana:

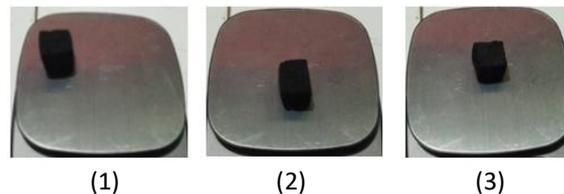
Δm = laju pengurangan massa = massa briket terbakar (massa briket awal - massa briket sisa) (g)

Δt = waktu pembakaran (sekon).

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Briket Bioarang

Briket dari campuran eceng gondok kering dan limbah plastik HDPE ditambah dengan perekat tepung kanji dibentuk empat persegi panjang dengan dimensi 2,5 cm x 3 cm x 2,5 cm seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Briket Dengan Variasi Komposisi

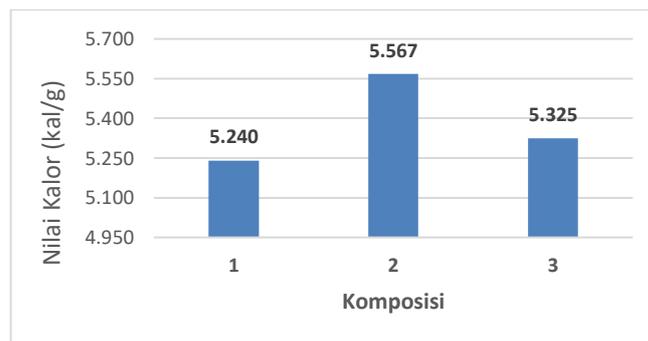
2. Pengujian Nilai Kalor

Untuk menentukan nilai kalor briket bioarang campuran eceng gondok kering dan limbah plastik HDPE digunakan alat *Bomb Calorimeter*. Pengujiannya dilakukan di laboratorium Balai Besar Pengujian Mineral dan Batubara (Tekmira) Jl. Jendral Sudirman No. 623 Bandung dan hasil pengujiannya berdasarkan standar ASTM D5865-5865M-19 ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil nilai kalor briket

Komposisi	Rasio (%)		Nilai Kalor (kal/g)
	Eceng Gondok	Plastik HDPE	
1	20	80	5.240
2	40	60	5.567
3	60	40	5.325

Dan grafik komposisi terhadap nilai kalor diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik komposisi briket terhadap nilai kalor

Dari Gambar 4 terlihat bahwa nilai kalor maksimum diperoleh dari komposisi 2 dengan nilai sebesar 5,567 kal/g dan nilai kalor minimum diperoleh dari komposisi 1 dengan nilai sebesar 5,240 kal/g. Semakin tinggi nilai kalor maka semakin tinggi pula kualitas briket yang dihasilkan. Nilai kalor sangat dipengaruhi oleh kadar abu, semakin rendah kadar abu dan kadar air pada briket arang maka akan meningkatkan nilai kalor bakar briket arang yang dihasilkan.

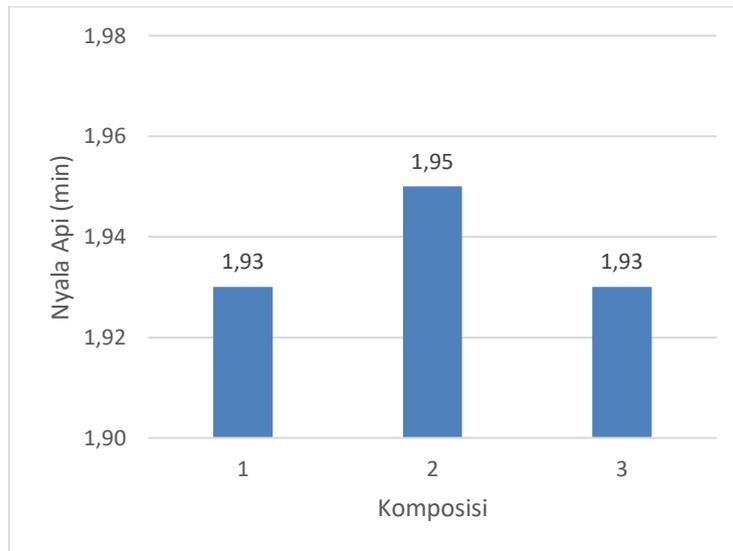
3. Pengujian Nyala Api

Pengujian nyala api dilakukan di laboratorium Prodi Teknik Mesin Unpam dengan hasil lama waktu briket mulai terbakar. Semua komposisi menghasilkan warna api merah kebiru-biruan.

Tabel 5. Hasil uji nyala api

Komposisi	Rasio (%)		Uji Nyala Api (min)
	Eceng Gondok	Plastik HDPE	
1	20	80	1,93
2	40	60	1,95
3	60	40	1,93

Dan grafik komposisi dengan nilai kalor diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 5. Grafik komposisi briket terhadap nyala api

Pada Gambar 5 terlihat bahwa nilai nyala api maksimum diperoleh dari komposisi 2 dengan nilai sebesar 1,95 min dan nilai nyala api minimum diperoleh dari komposisi 1 dan 3 dengan nilai yang sama sebesar 1.93 min. Pembakaran briket tanpa karbonasi akan menyebabkan penyalaan briket menjadi mudah dibandingkan dengan briket yang sudah dikarbonasi. Briket tanpa karbonasi masih mengandung kadar zat menguap yang cukup banyak. Karbonisasi menurunkan kadar zat menguap sedangkan kadar zat menguap penting untuk proses penyalaan. Pengaruh kadar zat menguap dalam briket adalah berbanding lurus dengan peningkatan panjang nyala api, dan membantu dalam memudahkan penyalaan briket.

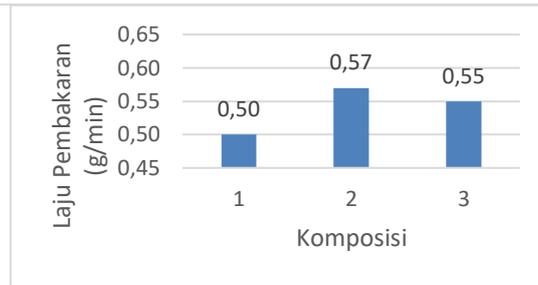
4. Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan terhadap masing-masing komposisi. Perhitungan laju pembakaran menggunakan persamaan (2) dan berikut hasil perhitungannya.

Tabel 6. Hasil uji laju pembakaran

Komposisi	Massa Briket (g)	Waktu Pembakaran (min)	Laju Pembakaran (g/min)
1	25,4	51	0.50
2	25,7	43,18	0.57
3	26,3	48,25	0.55

Berikut grafik komposisi terhadap laju pembakaran diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik komposisi briket terhadap laju pembakaran

Berdasarkan Gambar 6 diperoleh nilai laju pembakaran tertinggi sebesar 0,57 g/min terdapat pada komposisi 2 dan nilai laju pembakaran terendah sebesar 0,50 g/min yaitu pada komposisi 1. Hal yang sangat berpengaruh adalah perbandingan bahan baku yang digunakan. Laju pembakaran berpengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan, semakin tinggi nilai kalor briket maka semakin irit pula nilai laju pembakaran pada briket.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil pengujian nilai kalor adalah:
 - a. Komposisi 1 = 5.240 kal/g,
 - b. Komposisi 2 = 5.567 kal/g
 - c. Komposisi 3 = 5.325 kal/g
2. Hasil nyala api adalah:
 - a. Komposisi 1: 1,93 menit
 - b. Komposisi 2: 1,95 menit
 - c. Komposisi 3: 1,93 menit
3. Hasil pengujian laju pembakaran adalah:
 - d. Komposisi 1: 0,50 g/menit
 - e. Komposisi 2: 0,57 g/menit
 - f. Komposisi 3: 0,55 g/menit

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Fairus, S. Salafudin, L. Rahman, and E. Apriani, "Pemanfaatan sampah organik secara padu menjadi alternatif energi: biogas dan precursor briket," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" 2011*, 2011, pp. 1–10, [Online]. Available: http://repository.upnyk.ac.id/343/1/Pemanfaatan_Sampah_Organik_Secara_Padu.pdf.
- [2] G. Pari and S. Abdurrohman, "The manufacture of activated charcoal from coconut shell, oil-palm shell, wood sawdust, and empty oil-palm bunches.," *Bul. Penelit. Has. Hutan*, vol. 21, no. 1, pp. 55–65, 2003.
- [3] A. Arni, H. M. D. Labania, and A. Nismayanti, "Studi uji karakteristik fisis briket bioarang sebagai sumber energi alternatif," *Nat. Sci. J. Sci. Technol.*, vol. 3, no. 1, pp. 89–98, 2014, doi: <https://doi.org/10.22487/25411969.2014.v3.i1.2213>.
- [4] A. F. Abdel-Fattah and M. A. Abdel-Naby, "Pretreatment and enzymic saccharification of water hyacinth cellulose," *Carbohydr. Polym.*, vol. 87, no. 3, pp. 2109–2113, 2012, doi: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2011.10.033>.
- [5] R. Rifdah and T. Tahdid, "Pengaruh Persentase Plastik/Bioarang Eceng Gondok dan Jumlah Perkat Kanji Terhadap Nilai Kalor Briket Bioplastik," *Berk. Tek. Vol 3, No 2 Berk. Tek.*, Sep. 2013, [Online]. Available: <https://jurnal.um-palembang.ac.id/berkalateknik/article/view/359>.
- [6] P. E. Brizantha, M. Fauziah, and B. Anggraheny, "Kontrol Suhu dan Waktu pada Proses Pirolisis Limbah Plastik menjadi BBM Menurut Jenis Plastik HDPE," *J. Elkolind*, vol. 2, no. 2, pp. 64–71, 2015.
- [7] A. S. Lubis, M. Romli, M. Yani, and G. Pari, "Mutu Biopellet Dari Bagas, Kulit Kacang Tanah dan Pod Kakao," *J. Teknol. Ind. Pertan.*, vol. 26, no. 1, pp. 77–86, Sep. 2016, [Online]. Available: <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/13128>.
- [8] BYJU, "Bomb Calorimeter," <https://byjus.com/chemistry/bomb-calorimeter/>, 2022.