

Pengaruh Jenis dan Persentase Bahan Perekat Biobriket Berbahan Dasar Kulit Durian terhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran

Baiq Lailatul Jannah, * Dwi Pangga, Sukainil Ahzan

Pendidikan Fisika, Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan, Universitas Pendidikan Mandalika, Indonesia

*Corresponding email: dwipangga@undikma.ac.id

Received: April 2022, Accepted: May 2022, Published: June 2022

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan persentase bahan perekat yang digunakan, terhadap nilai kalor dan laju pembakaran biobriket kulit durian. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan biobriket yaitu kulit durian. Bahan perekat yang digunakan adalah tepung tapioka, tepung beras, dan semen dengan persentase masing-masing 10%, 15%, dan 20%. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan kajian literatur yang dilakukan dalam tiga tahap yaitu preparasi bahan, pembuatan biobriket, dan pengujian biobriket. Hasil penelitian menunjukkan nilai kalor biobriket berkisar antara 2509,50 cal – 5771,85 cal dan laju pembakaran berkisar 1,80 gr/menit–2,62 gr/menit. Berdasarkan hasil pengujian diketahui bahwa penambahan bahan perekat menyebabkan laju pembakaran biobriket cenderung meningkat namun nilai kalor cenderung menurun.

Kata kunci: Biobriket, Kulit Durian, Perekat, Energi Alternatif

Effect of Type and Percentage of Durian Peel-Based Biobriquette Adhesives on Calorific Value and Combustion Rate

Abstract

This study aims to determine the effect of the type and percentage of adhesive used on the heating value and combustion rate of durian peels bio briquettes. The main ingredients used in making briquettes are durian peels. The adhesives used are tapioca flour, rice flour, and cement with each percentage of 10%, 15%, and 20%. This research is an experimental study with a literature review conducted in three stages, namely materials preparation, making bio briquettes, and testing briquettes. The results showed that the bio briquettes heating value ranged from 2509.50 cal – 5771.85 cal and the combustion rate 1.80 g/m – 2.62 g/m. Based on the test results that the addition of adhesive caused the combustion rate of the bio briquette to increase but the heating value tended to decrease.

Keywords: Biobriquette; Durian Peel; Adhesives; Alternative Energy

How to cite: Jannah, B., Pangga, D., & Ahzan, S. (2022). Pengaruh Jenis dan Persentase Bahan Perekat Biobriket Berbahan Dasar Kulit Durian terhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 10(1), 16-23. doi:<https://doi.org/10.33394/j-lkf.v10i1.5293>

PENDAHULUAN

“Without Energy, No Life” slogan ini sangat populer saat ini. Hal ini menyatakan bahwa energi sebagai kebutuhan pokok dalam hidup manusia. Namun saat ini krisis energi menjadi perbincangan hangat di dunia. Hal ini disebabkan karena kebutuhan energi semakin meningkat setiap tahun seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar terutama bahan bakar minyak yang diperoleh dari fosil tumbuhan maupun hewan. Ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin langka berakibat pada kenaikan harga BBM. Di Indonesia kebutuhan dan konsumsi energi terfokus pada penggunaan bahan bakar minyak yang cadangannya makin menipis sedangkan pada sisi lain terdapat energi biomassa yang jumlahnya cukup melimpah namun penggunaannya belum optimal (Smith & Idrus, 2017).

Salah satu peluang sumber energi alternatif adalah biomassa dengan cara mengubahnya menjadi briket. Briket adalah bahan bakar padat yang berasal dari limbah pertanian dan sekaligus bahan bakar tanpa asap yang ramah lingkungan dan tidak menimbulkan gangguan kesehatan (Indah Suryani, M. Yusuf Permana U., 2012). Penggunaan briket dapat menghemat penggunaan bahan bakar fosil (Supatata et al., 2013).

Salah satu potensi biomassa yang dapat digunakan di daerah Lombok adalah limbah kulit durian. Buah durian sangat banyak ditemukan di Desa Selelos Kabupaten Lombok Utara. Maraknya perdagangan durian kupas (DUPAS) di mana para pedagang menjual daging durian menggunakan box plastik sedangkan kulit duriannya dibuang begitu saja menimbulkan adanya masalah, yaitu menumpuknya limbah kulit durian dimana-mana dan menimbulkan bau yang

tidak sedap. Minimnya pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki oleh masyarakat untuk memanfaatkan hasil samping dari buah durian menjadikan kulit durian hanya ditumpuk begitu saja sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan, menghasilkan bau busuk, dan mendatangkan banyak kuman, serangga, lalat, serta nyamuk yang tentunya akan berujung pada timbulnya sarang dan sumber penyakit.(T, 2016)

Kulit durian memiliki kandungan selulosa dan lignin yang tinggi. Menurut hasil penelitian (Nasution, 2010) kulit durian secara proporsional mengandung unsur selulose yang tinggi (50-60%) dan kandungan lignin (5%) serta kandungan pati yang rendah (5%) sehingga dapat diindikasikan bahan tersebut bisa digunakan sebagai campuran bahan baku pangan olahan serta produk lainnya yang dimanfaatkan. Selain itu, limbah kulit durian mengandung sel serabut dengan dimensi yang panjang serta dinding serabut yang cukup tebal sehingga akan mampu berikatan dengan baik apabila diberi bahan perekat sintetis atau bahan perekat mineral. Menurut (Noer et al., 2015) pemanfaatan kulit durian sebagai adsorben *biodegradable* limbah domestik cair memiliki kandungan selulosa pada kulit durian sebanyak 50-60% dan lignin sebanyak 5%. Karena kandungan selulosa dan lignin yang tinggi, sehingga kulit durian sangat cocok digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket.

Kualitas briket tidak hanya ditentukan oleh bahan baku, faktor lain yang mempengaruhi kualitas briket adalah jenis perekat yang digunakan. Hal ini disebabkan karena perekat akan mempengaruhi kalor pada saat pembakaran (Muza & Mulasari, 2015). Sejalan dengan penelitian (Ningsih et al., 2016) tentang pengaruh jenis perekat pada briket disebutkan bahwa yang terbaik dan memenuhi SNI antara getah karet, arpus, tepung tapioka dan sagu adalah tapioka dengan komposisi perekat 20%. Selain jenis perekat, faktor persentase perekat juga dapat mempengaruhi mutu briket (Permatasari & Utami, 2015). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh (Fitriani et al., 2021) diketahui bahwa variasi persentase perekat berpengaruh terhadap mutu briket yang dihasilkan. Pembuatan briket dengan variasi persentase perekat memberi pengaruh yang berbeda terhadap nilai kalor dan laju pembakaran.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian terdahulu dengan melihat adanya potensi kulit durian sebagai bahan baku pembuatan briket menginspirasi saya sebagai peneliti untuk melakukan penelitian dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan persentase bahan perekat dalam pembuatan biobriket kulit durian terhadap nilai kalor dan laju pembakaran biobriket kulit durian.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan kajian literatur di laboratorium. Desain penelitian dilakukan dalam 3 tahap, yaitu: menyiapkan alat dan bahan, membuat briket, dan pengujian briket.

Tahap I: Menyiapkan Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah gelas ukur, alat pencetak briket, alat press manual, calorimeter, ayakan, kubus cetakan, stopwatch, korek gas, penumbuk, thermometer, ember besi. Bahan dari penelitian ini adalah kulit durian. Perekatnya terdiri dari tepung tapioka, tepung beras, dan semen.

Tahap II: Membuat Briket

Kulit durian dibersihkan dan dijemur di bawah sinar matahari selama 5×5 jam. Selanjutnya proses pembuatan arang menggunakan ember besi sebagai wadah pembakaran. Arang kulit durian kemudian dihaluskan dan diayak. Arang kulit durian ditambahkan pada masing-masing perekat (tepung tapioka, tepung beras, dan semen) yang telah disiapkan dengan perbandingan 10%, 15%, 20% dari volume sampel biobriket dan diaduk hingga menjadi adonan biobriket. Adonan yang sudah tercampur dimasukkan ke dalam cetakan dan diberi tekanan dengan alat press manual kemudian dijemur di bawah sinar matahari selama 3×7 jam.

Tahap III: Pengujian Biobriket

Biobriket yang dihasilkan kemudian diuji kadar air, densitas, nilai kalor dan laju pembakarannya.

Pengujian Kadar Air

Kadar air briket ditentukan dengan menjemur sampel briket di bawah sinar matahari sampai massanya konstan. Perhitungan kadar air dengan persamaan:

$$\text{kadar air} = \frac{m - m'}{m} \times 100\%$$

Keterangan:

m = massa briket sebelum dijemur (gr)

m' = massa briket setelah dijemur (gr)

Pengujian Densitas

Densitas briket dapat diketahui setelah briket melewati proses penjemuran. Perhitungan densitas menggunakan persamaan:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan:

ρ = densitas briket (gr/cm³)

m = massa biobriket (gr)

V = volume biobriket (cm³)

Pengujian Nilai Kalor

Nilai kalor ditentukan dengan cara memanaskan air dengan sampel briket selama 5 menit. Kemudian nilai kalornya dihitung dengan persamaan:

$$Q = m \times c \times \Delta T$$

Keterangan:

Q = Nilai Kalor (Joule)

m = Massa Air (kg)

c = Kalor Jenis Air (J/kgK)

ΔT = Perubahan Suhu (K)

Pengujian Laju Pembakaran

Laju pembakaran ditentukan dengan cara membakar sampel briket sampai briket habis terbakar atau sampai briket berhenti menyala. Perhitungan laju pembakaran menggunakan persamaan:

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\Delta m}{t}$$

Keterangan:

Δm = massa briket terbakar (massa briket awal – massa briket sisa) (gram)

T = waktu pembakaran (detik)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kualitas briket ditentukan berdasarkan pengujian nilai kalor dan laju pembakaran. Briket yang baik harus memenuhi standar yang telah ditentukan. Hasil penelitian nilai kalor dan laju pembakaran biobriket kulit durian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengujian Nilai Kalor dan Laju Pembakaran Biobriket

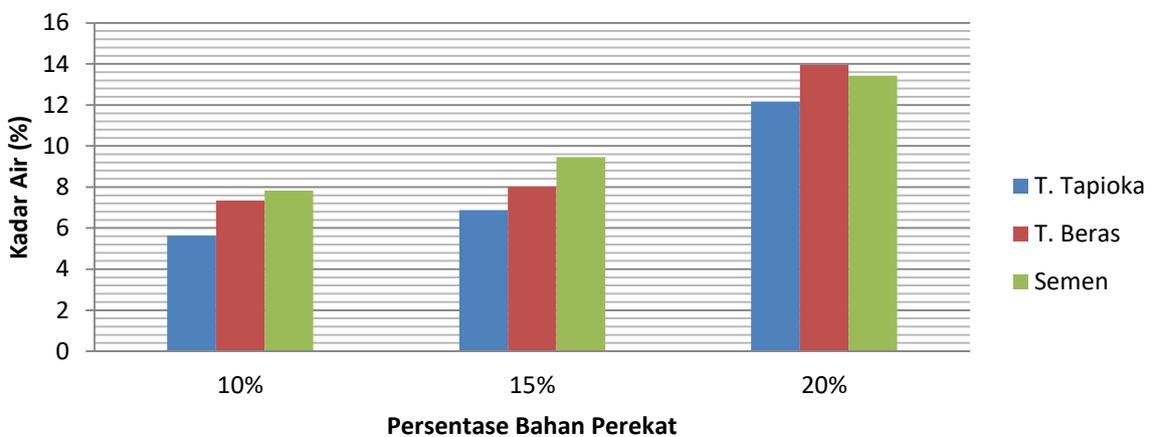
Jenis Perekat	Persentase Perekat	Kadar Air (%)	Densitas (gr/cm ³)	Nilai Kalor (Kalori)	Laju Pembakaran (gr/menit)
Tepung	10%	5,63	0,402	5771,85	1,97
Tapioka	15%	6,88	0,422	4517,10	2,12
	20%	12,17	0,450	3764,25	2,48
	10%	7,35	0,403	3262,35	2,27

Jenis Perekat	Persentase Perekat	Kadar Air (%)	Densitas (gr/cm ³)	Nilai Kalor (Kalori)	Laju Pembakaran (gr/menit)
Tepung	15%	8,01	0,414	3011,40	2,47
Beras	20%	13,95	0,414	2509,50	2,62
Semen	10%	7,82	0,434	3513,30	1,80
	15%	9,46	0,444	3262,35	1,96
	20%	13,43	0,438	2760,45	2,15

Berdasarkan Tabel 1 di atas, dapat dijelaskan tentang pengaruh jenis dan persentase bahan perekat terhadap nilai kalor dan laju pembakaran briket, sebagai berikut:

Kadar Air

Kadar air adalah banyaknya air yang terdapat pada briket. Data kadar air dari biobriket yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Kadar Air Briket

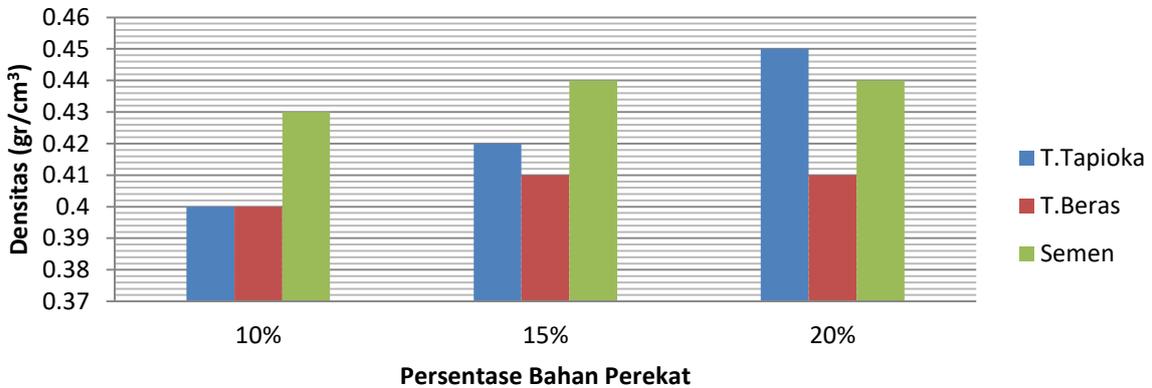
Berdasarkan Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa jenis dan persentase bahan perekat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap kadar air biobriket. Persentase kadar air biobriket berkisar antara 5,63% - 13,95%. Adapun biobriket yang dihasilkan yang memiliki persentase kadar air terendah adalah biobriket yang menggunakan jenis bahan perekat tepung tapioka dengan persentase 10%. Sedangkan kadar air tertinggi pada biobriket yang menggunakan jenis bahan perekat tepung beras dengan persentase 20%.

Kadar air dalam biobriket kulit durian semakin tinggi seiring dengan semakin banyak persentase bahan perekat yang digunakan baik yang menggunakan bahan perekat tepung tapioka, tepung beras maupun semen. Hal ini sesuai dengan penelitian (Ristianingsih et al., 2015) yang menyatakan bahwa kadar air briket semakin tinggi seiring dengan semakin banyak komposisi perekat yang digunakan. (Maryono et al., 2013) menjelaskan bahwa penambahan komposisi perekat menyebabkan briket memiliki kerapatan yang semakin tinggi sehingga pori-pori briket akan semakin kecil. (Ariyanto et al., 2014) menambahkan bahwa briket berpori kecil menyebabkan air yang terperangkap didalamnya sulit menguap ketika proses pengovenan.

Selain persentase perekat, faktor lain yang mempengaruhi kadar air dalam briket adalah jenis perekat yang digunakan. Hal ini disebabkan zat kimia yang terkandung dalam bahan perekat yang berbeda-beda. Bahan perekat paling baik adalah yang memiliki nilai kadar air paling rendah yaitu tepung tapioka persentase 10%. Tepung tapioka adalah suatu bahan perekat organik memiliki harga yang murah, mudah pemakaiannya, dan menghasilkan kekuatan rekat yang tinggi (Anizar et al., 2020). Pada pencampuran dengan perekat tepung tapioka menghasilkan biobriket berpori besar sehingga air mudah dilepaskan ketika penjemuran yang menyebabkan kadar air relatif rendah.

Densitas

Densitas adalah perbandingan antara massa dan volume briket. Data dari densitas biobriket yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2.



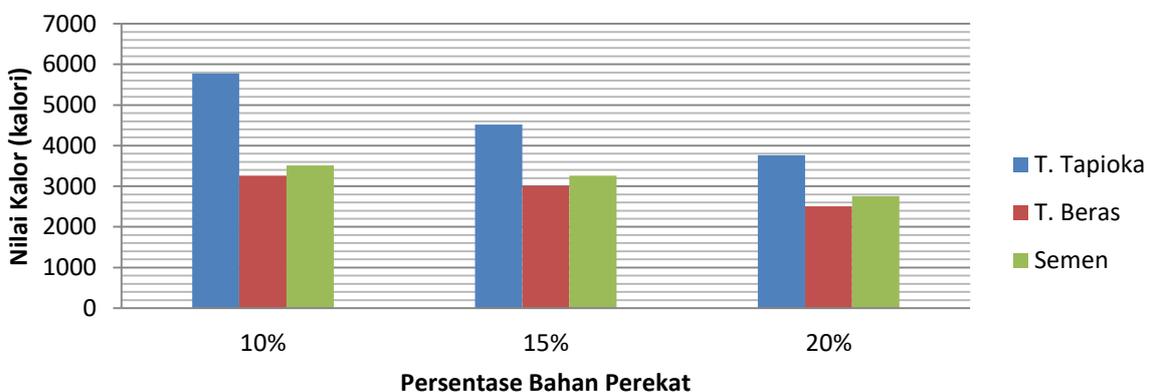
Gambar 2. Grafik Densitas Briket

Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa jenis dan persentase bahan perikat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap densitas briket. Densitas briket yang dihasilkan berkisar antara 0,402 g/cm³ – 0,450 g/cm³. Biobriket yang dihasilkan yang memiliki densitas terendah adalah pada sampel biobriket yang menggunakan jenis bahan perikat tepung tapioka dan tepung beras persentase 10%. Sedangkan nilai densitas tertinggi pada sampel biobriket yang menggunakan perekat tepung tapioka persentase 20%. Jika diperhatikan Gambar 3 di atas, dapat di lihat bahwa sampel biobriket dengan bahan perikat semen memiliki nilai densitas tertinggi pada persentase 10% dan 15%. Jika dihitung rata-rata nilai densitas briket perekat semen ditiap persentase, maka didapatkan hasil bahwa rata-rata nilai densitas briket perekat semen lebih tinggi daripada rata-rata nilai briket perekat tepung tapioka. Hal ini karena densitas briket dengan perekat tepung tapioka hanya tinggi pada persentase 20%.

Nilai densitas biobriket yang dihasilkan dalam penelitian semakin tinggi seiring dengan semakin banyak persentase perekat yang digunakan. Hal ini sejalan dengan penelitian (Iriany et al., 2016) yang menyatakan bahwa penambahan perekat yang semakin tinggi menyebabkan kerapatan briket semakin tinggi yang mengakibatkan perekat akan masuk kedalam pori-pori briket.

Nilai Kalor

Nilai kalor adalah jumlah energi panas yang dilepaskan atau dihasilkan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran bahan bakar tersebut. Nilai kalor merupakan parameter utama dalam menentukan kualitas biobriket yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kalor maka kualitas briket semakin baik. Data nilai kalor dari biobriket yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.

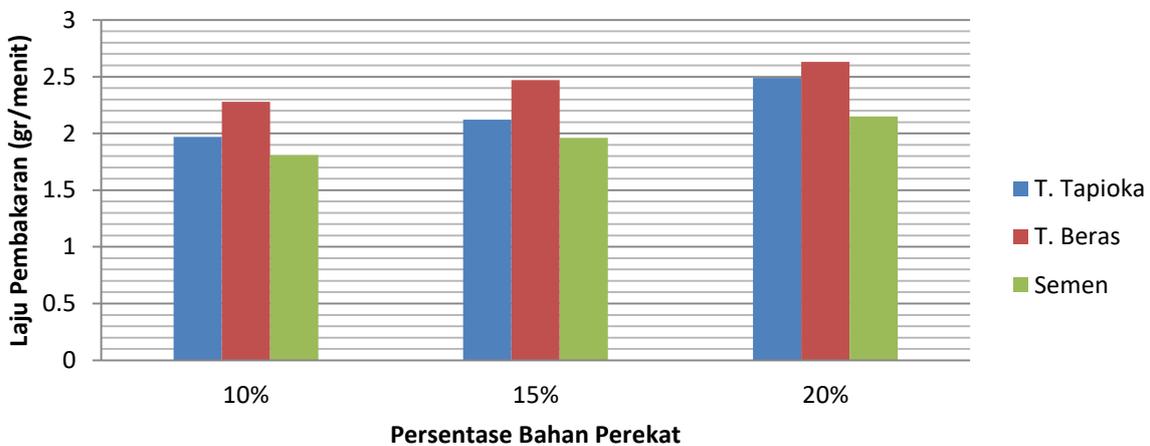


Gambar 3. Grafik Nilai Kalor Briket

Berdasarkan Gambar 3 di atas dapat dilihat bahwa jenis dan persentase bahan perekat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai kalor biobriket yang dihasilkan. Nilai kalor biobriket berkisar antara 2509,50 kalori – 5771,85 kalori. Biobriket yang memiliki nilai kalor terendah adalah biobriket dengan perekat tepung beras pada persentase 20%. Sedangkan nilai kalor tertinggi pada biobriket dengan perekat tepung tapioka pada persentase 10%. Hal ini karena nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air. Semakin tinggi persentase perekat maka jumlah kadar air briket semakin meningkat yang menyebabkan semakin rendah nilai kalor yang dihasilkan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Faizal et al., 2014) yang menyatakan bahwa semakin banyak jumlah perekat yang dicampurkan dengan arang menunjukkan nilai kalor yang semakin rendah. Jumlah perekat yang banyak menyebabkan kadar air bisa meningkat sehingga nilai kalor yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini dikarenakan nilai kalor yang dihasilkan briket terlebih dahulu digunakan untuk menguapkan air yang terperangkap di dalam briket sebelum menghasilkan panas yang digunakan sebagai panas pembakaran (Ismayana & Afriyanto, 2012).

Laju Pembakaran

Laju pembakaran adalah kecepatan habisnya briket. Data nilai laju pembakaran dari biobriket yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 4.

**Gambar 4.** Grafik Laju Pembakaran Briket

Berdasarkan Gambar 4 di atas, dapat dilihat bahwa jenis dan persentase bahan perekat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap laju pembakaran biobriket yang dihasilkan. Laju pembakaran biobriket kulit durian berkisar antara 1,80 gr/menit – 2,62 gr/menit. Biobriket dengan laju pembakaran terkecil adalah biobriket dengan perekat semen persentase 10%. Sedangkan biobriket dengan laju pembakaran terbesar adalah biobriket dengan perekat tepung beras persentase 20%. Laju pembakaran biobriket berbanding lurus dengan persentase perekat yang digunakan. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian (Ramdani et al., 2020) yang menyatakan bahwa semakin banyak komposisi bahan perekat semakin tinggi kadar air briket. Akibatnya semakin banyak air yang akan diuapkan ketika proses pembakaran. Hal tersebut menyebabkan briket banyak kehilangan massa dalam waktu singkat yang berakibat briket memiliki nilai laju pembakaran tinggi dan menyebabkan semakin cepat briket tersebut akan habis terbakar.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis bahan perekat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai kalor dan laju pembakaran briket. Dimana nilai kalor tertinggi pada briket dengan perekat tepung tapioka persentase 10% yaitu sebesar 5771,85 kalori dengan nilai laju pembakaran sebesar 1,97 gr/menit dan nilai kalor terendah pada briket dengan perekat tepung beras persentase 20% sebesar 2509,50 kalori dengan nilai laju pembakaran sebesar 2,62 gr/menit. Selain itu, persentase bahan perekat memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kalor dan laju pembakaran briket. Penambahan bahan perekat menyebabkan laju pembakaran

cenderung meningkat namun nilai kalor cenderung menurun. Dimana laju pembakaran tertinggi pada briket dengan perekat tepung beras persentase 20% yaitu 2,62 gr/menit dan nilai kalor tertinggi pada briket dengan perekat tepung tapioka persentase 10% yaitu 5771,85 kalori.

SARAN

Saran yang dapat direkomendasikan dari penelitian ini adalah dalam tahap persiapan, pembuatan, dan pengujian biobriket disarankan untuk dilakukan secara bersamaan dan mendapatkan perlakuan yang sama untuk meminimalkan dampak dari faktor lingkungan berupa suhu dan kelembaban yang tidak dapat dipastikan selalu sama pada saat penelitian karena dalam pengeringannya memanfaatkan sinar matahari. Selain itu, sebagai pengembangan lebih lanjut terhadap biobriket kulit durian maka disarankan agar peneliti mencoba membuktikan kadar abu, kadar zat terbang, dan kadar karbon terikat dari biobriket untuk menghasilkan biobriket yang sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada Fakultas Sains, Teknik, dan Terapan Universitas Pendidikan Mandalika dan Laboratorium Fisika karena telah membantu pada setiap proses penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anizar, H., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Pengaruh Bahan Perekat Tapioka dan Sagu terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah. *Perennial*, 16(1), 11–17. <http://dx.doi.org/10.24259/perennial.v16i1.9159>
- Ariyanto, E., Karim, M. A., & Firmansyah, A. (2014). Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Sebagai Bahan Bakar Energi Terbarukan. *Reaktor*, 15(1), 59. <https://doi.org/10.14710/reaktor.15.1.59-63>
- Faizal, M., Andynaprawati, I., & Putri, P. D. A. (2014). Pengaruh Komposisi Arang dan Perekat terhadap Kualitas Biobriket dari Kayu Karet. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(2), 36–44.
- Indah Suryani, M. Yusuf Permana U., M. H. D. (2012). Pembuatan Briket Arang dari Campuran Buah Bintaro dan Tempurung Kelapa Menggunakan Perekat Amilum. *Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 18, Januari 2012*, 18(1), 24–29.
- Iriany, Meliza, Firman Abednego S. Sibarani, & Irvan. (2016). Pengaruh Perbandingan Massa Eceng Gondok dan Tempurung Kelapa Serta Kadar Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 5(1), 20–26. <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i1.1520>
- Maryono, Sudding, & Rahmawati. (2013). Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji. *Jurnal Chemica*, 14(1), 74–83. <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=150251&val=4338&title=Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji%0Awww.unm.ac.id>
- Muzi, I., & Mulasari, S. A. (2015). Perbedaan Konsentrasi Perekat Antara Briket Bioarang Tandan Kosong Sawit Dengan Briket Bioarang Tempurung Kelapa Terhadap Waktu Lama Membara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 1–10. <https://doi.org/10.47317/jkm.v8i1.277>
- Nasution, Z. A. (2010). Pembuatan dan Karakteristik dari Limbah Jerami Padi untuk Tatakan Gelas Cetak Tangan. *Penelitian Pada Balai Riset Stansarisasi Industri Medan*, 45(1), 16–21.
- Noer, S., Pratiwi, R. D., & Gresinta, E. (2015). Pemanfaatan Kulit Durian sebagai Adsorben Biodegradable Limbah Domestik Cair. *Faktor Exacta*, 8(1), 75–78. https://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Faktor_Exacta/article/view/304/290
- Ramdani, L. M. A., Ahzan, S., & Prasetya, D. S. B. (2020). The Effect of the Type and Composition of the Adhesive on the Physical Properties and the Rate of Combustion Hyacinth Biobriquettes. *Lensa: Jurnal Kependidikan Fisika*, 8(2), 85. <https://doi.org/10.33394/j-lkf.v8i2.2786>
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & Syafitri, R. (2015). Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan. *Jurnal Konversi*, 4(2), 16–21.
- Smith, H., & Idrus, S. (2017). Pengaruh Penggunaan Perekat Sagu Dan Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Dari Biomassa Limbah Penyulingan Minyak Kayu Putih Di Maluku.

- Majalah BIAM*, 13(2), 21. <https://doi.org/10.29360/mb.v13i2.3546>
- Supatata, N., Buates, J., & Hariyanont, P. (2013). Characterization of Fuel Briquettes Made from Sewage Sludge Mixed with Water Hyacinth and Sewage Sludge Mixed with Sedge. *International Journal of Environmental Science and Development*, 4(2), 179–181. <https://doi.org/10.7763/ijesd.2013.v4.330>
- T, R. (2016). Pemanfaatan Limbah Kulit Durian Sebagai Bahan Baku Briket dan Pestisida Nabati. *Biosel: Biology Science and Education*, 5(2), 159. <https://doi.org/10.33477/bs.v5i2.496>