

Analisa nilai kalor dan karakteristik pembakaran biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa pada temperatur optimum karbonisasi

Indri Yanti^{1,*} dan Muh Pauzan²

¹Program Studi Teknik Sipil, Universitas Wiralodra

Jl. Ir. H Juanda KM. 03, Karanganyar, Kec. Indramayu, Kab. Indramayu, Jawa Barat, 45213, Indonesia

²Program Studi Teknik Komputer, Universitas Wiralodra

Jl. Ir. H Juanda KM. 03, Karanganyar, Kec. Indramayu, Kab. Indramayu, Jawa Barat, 45213, Indonesia

Email: indriyanti.ft@unwir.ac.id

Abstrak

Di Indonesia berbagai jenis energi alternatif sedang dikembangkan salah satunya adalah energi dari biomassa. Sumber energi dari biomassa diantaranya kayu, daun, sampah organik, tempurung kelapa dan sekam padi. Salah satu bentuk energi biomassa yaitu biobriket. Biobriket merupakan energi yang dapat diperbaharui, ekonomis, dan efisien. Nilai kalor yang dihasilkan biobriket relatif rendah, karenanya dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan nilai kalor dan kualitas biobriket. Nilai kalor biobriket dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya bahan baku, temperatur dan waktu karbonisasi. Pada penelitian ini, campuran sekam padi dan tempurung kelapa dibuat menjadi biobriket. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan temperatur karbonisasi optimum dan rasio campuran sekam padi dan tempurung kelapa terbaik. Sekam padi dan tempurung kelapa dikarbonisasi dengan variasi temperatur sebesar 300°C, 400°C, dan 500°C. Temperatur optimum karbonisasi untuk sekam padi diperoleh pada 500°C dan tempurung kelapa diperoleh pada 400°C. Kedua bahan pada kondisi temperatur optimum karbonisasi dijadikan biobriket dengan campuran sekam padi dan tempurung kelapa mengikuti perbandingan 1:3, 1:1, 3:1. Nilai kalor tertinggi dihasilkan biobriket dengan perbandingan 1:3 antara sekam padi dan tempurung kelapa yaitu sebesar 6021,65 kal/g dengan kerapatan massa sebesar 0,23 g/cm³. Karakteristik pembakaran dari biobriket tersebut yaitu laju pembakaran sebesar 0,07 g/menit dan uji nyala api sebesar 15,36 menit untuk 1 g biobriket.

Kata kunci : biobriket, sekam padi, tempurung kelapa, nilai kalor, karakteristik pembakaran

Abstract

In Indonesia, various types of alternative energy have been developed, one of them is energy from biomass. Energy source from biomass are wood, leaf, organic waste, coconut shell and rice husk. One of biomass energy is biobriquette. Biobriquette is renewable, economical and efficient energy. The calorific value of biobriquette is relatively low, therefore various efforts have been made to increasing both calorific value and quality of biobriquette. Calorific value depends on some factors such as raw material, temperature and time of carbonization. In this research, the mixture of rice husk and coconut shell are used to make biobriquette. The purpose of this study is to obtain the optimum carbonization temperature and the best ratio of rice husk and coconut shell mixture. The rice husk and coconut shell are carbonized with temperature variation of 300°C, 400°C and 500°C. The optimum temperature of carbonization of rice husks are 500°C and coconut shells are 400°C. The two materials at optimum carbonization temperature conditions are made into biobriquettes with a mixture of rice husks and coconut shells following the composition ratio of 1: 3, 1: 1, 3: 1. The highest calorific value is produced by biobriquette with a ratio between rice husks and coconut shells of 1: 3, which is 6021.65 cal/g with a mass density of 0.23 g/cm³. The results of combustion characteristics of the biobriquette are the combustion rate of 0.07 g/min and the flame test of 15.36 minutes for 1 g of biobriquette.

Keywords: biobriquette, rice husk, coconut shell, calorific value, combustion characteristic

1. PENDAHULUAN

Ketergantungan masyarakat terhadap sumber energi fosil seperti minyak bumi sangat tinggi. Jenis energi tersebut merupakan energi yang tidak dapat diperbaharui secara cepat. Padahal energi tersebut dijadikan sumber energi utama bagi masyarakat dan industri. Akibat penggunaan yang terus-menerus maka ketersediaan sumber energi tersebut mulai menipis. Oleh karena itu, dibutuhkan sumber energi lain sebagai bahan bakar alternatif. Salah satu sumber energi alternatif yaitu yang berasal dari biomassa. Biomassa dipilih sebagai bahan baku energi alternatif dikarenakan jumlahnya melimpah, harganya murah, dan mudah serta cepat diperbaharui. Namun, salah satu kekurangan dari energi yang bersumber dari biomassa yaitu nilai kalornya yang rendah sehingga jika digunakan untuk kehidupan sehari-hari akan menjadi tidak efektif. Misalnya, untuk mendidihkan air, jika nilai kalor dari bahan bakarnya rendah maka proses pemasakan air sampai temperatur 100°C akan membutuhkan waktu yang lama dibandingkan menggunakan minyak tanah ataupun gas. Sehingga nilai kalor dari energi biomassa harus ditingkatkan supaya masyarakat mau beralih dan menggunakan sumber energi alternatif tersebut.

Upaya untuk meningkatkan nilai kalor dari energi yang bersumber dari biomassa diantaranya dapat dilakukan melalui proses pembriketan. Nilai kalor dan kualitas briket harus mengacu pada standar briket arang kayu SNI 01-6235-2000. Nilai kalor minimal yaitu 5000 kal/g (Nasional, 2000). Selain pembriketan, upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan memilih temperatur optimum karbonisasi dan melakukan penambahan suatu biomassa yang memiliki nilai kalor tinggi. Temperatur karbonisasi, waktu karbonisasi, kadar perekat, dan perbandingan massa (jika biobriket dibuat dari bahan baku campuran) merupakan faktor yang mempengaruhi kualitas suatu briket (Lestari & Tjahjani, 2015). Pemilihan temperatur karbonisasi sangat penting karena semakin sempurna proses karbonisasi maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi (Purwanto & Sofyan, 2014)

Faizal, dkk. (2015) membuat biobriket dari campuran batubara, sekam padi dan enceng gondok menggunakan perekat tepung sagu dengan memvariasi temperatur karbonisasi dan komposisi sekam padi, enceng gondok, dan batubara. Temperatur karbonisasi yang digunakan yaitu 300°C, 350°C, 400°C, 450°C, dan 500°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi optimum temperatur karbonisasi dari sekam padi dan enceng gondok pada 300°C dan batubara pada 500°C. Nilai kalor yang diperoleh setelah proses karbonisasi untuk sekam padi,

enceng gondok, dan batu bara yaitu 4128 kal/g, 4313 kal/g, dan 6332 kal/g berturut-turut. Sedangkan biobriket dengan komposisi 10% enceng gondok, 50% sekam padi, dan 40% batu bara yaitu sebesar 5102 kal/g (Faizal, dkk., 2015). Penelitian ini menunjukkan pada kondisi temperatur karbonisasi optimum nilai kalor bahan baku ataupun biobriketnya meningkat dibandingkan sebelum dilakukan karbonisasi.

Purwanto dan Sofyan (2014), telah melakukan penelitian tentang pengaruh temperatur dan waktu pengarang (karbonisasi) dari briket tempurung kelapa sawit. Temperatur karbonisasi yang digunakan yaitu 400°C, 500°C, dan 600°C dengan variasi waktu pengarang 2 jam, 3 jam, dan 4 jam. Berdasarkan hasil analisis diperoleh bahwa temperatur dan waktu pengarang berpengaruh terhadap kualitas briket arang (Purwanto & Sofyan, 2014). Nilai kalor yang tertinggi diperoleh ketika temperatur pengarang 600°C dengan waktu 2 jam yaitu sebesar 7021,76 kal/g.

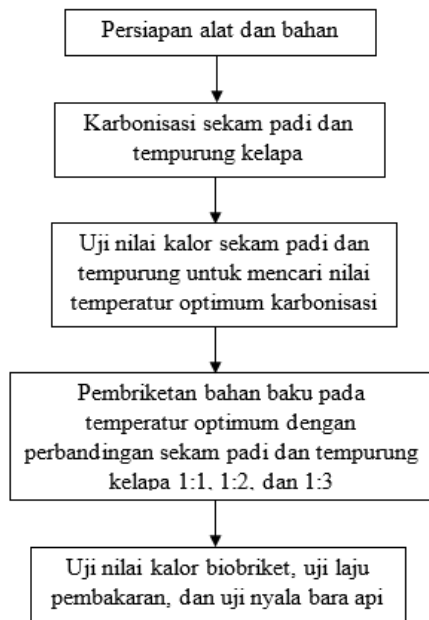
Pada penelitian ini, biomassa yang digunakan adalah sekam padi dan tempurung kelapa yang kemudian dijadikan sebagai bahan baku biobriket. Sekam padi diperoleh dari tempat penggilingan padi di Indramayu. Di Indramayu, ketersediaan sekam padi sangat melimpah. Menurut Dinas Pertanian Indramayu, pada tahun 2019 Indramayu mampu memproduksi gabah kering giling sekitar 1.376.429 ton. Namun limbah biomassa seperti sekam padi belum dimanfaatkan secara maksimal serta nilai kalornya cenderung kecil. Nilai kalor dari briket sekam padi masih di bawah 5000 kal/g, yaitu sekitar 3300 kal/g (Amalinda & Jufri, 2018). Salah satu cara untuk meningkatkan nilai kalornya yaitu mencampur dengan limbah biomassa yang memiliki nilai kalor tinggi yaitu tempurung kelapa. Nilai kalor tempurung kelapa yaitu sekitar 7486 kal/g (Arbi, dkk., 2018).

Selain pemilihan bahan baku yang berpengaruh terhadap kualitas briket, temperatur karbonisasi juga memiliki peranan penting dalam meningkatkan nilai kalor dari suatu briket. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai kalor dari campuran sekam padi dan tempurung kelapa pada temperatur optimum karbonisasi dengan menggunakan perekat lem kayu jenis epoxy sebanyak 10%. Selain itu akan dilakukan uji nyala bara api dan laju pembakaran untuk menunjukkan karakteristik pembakaran biobriket yang dihasilkan. Uji nyala bara api dan laju pembakaran dapat menunjukkan kesiapan atau kelayakan dari suatu biobriket sehingga dapat digunakan oleh masyarakat.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya sekam padi, tempurung kelapa, dan

lem kayu jenis epoxy sebagai perekat. Alat yang digunakan yaitu tanur, ayakan 40 mesh, alat pencetak briket, neraca analitik, lumpang dan alu, cawan porselin, dan oven. Tahapan penelitian ditunjukkan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema tahapan pembuatan dan pengujian biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai kalor adalah salah satu parameter yang wajib diuji dalam pembuatan biobriket. Karena nilai kalor suatu biobriket akan menunjukkan kelayakan suatu bahan bakar. Jika nilai kalor suatu sumber energi alternatif tersebut sangat rendah maka dapat dikatakan bahwa sumber energi tersebut belum siap digunakan dan perlu dilakukan penelitian untuk meningkatkan nilai kalornya. Selain nilai kalor, karakteristik pembakaran harus dianalisa untuk menunjukkan efisiensi suatu bahan bakar.

Temperatur Optimum Karbonisasi

Pada penelitian ini, sebelum pembuatan biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa serta pengujian nilai kalornya, terlebih dahulu bahan baku sekam padi dan tempurung kelapa dilakukan proses karbonisasi. Temperatur karbonisasi yang digunakan untuk sekam padi dan tempurung kelapa yaitu 300°C, 400°C dan 500°C dengan waktu karbonisasi untuk sekam padi dan tempurung kelapa yaitu 20 menit dan 40 menit berturut-turut. Tempurung kelapa dalam waktu 20 menit belum terbentuk arang sempurna dikarenakan komposisi bahan baku yang lebih keras dibandingkan dengan sekam padi. Proses pembakaran tempurung kelapa pada

temperatur tinggi dan tidak berhubungan dengan udara luar maka akan terjadi suatu rangkaian proses penguraian penyusun tempurung kelapa yang akan menghasilkan arang, destilat, tar, dan gas (Nurhilal & Suryaningsih, 2017). Secara umum proses pembakaran suatu padatan meliputi tahapan pemanasan, pengeringan, devolatilasi dan pembakaran arang (Alfauzi, 2015). Hasil karbonisasi dari sekam padi dan tempurung kelapa ditunjukkan oleh Gambar 2 dan Gambar 3 berturut-turut.



Gambar 2. Hasil karbonisasi sekam padi selama 20 menit dengan berbagai variasi temperatur.



Gambar 3. Hasil karbonisasi tempurung kelapa selama 40 menit dengan berbagai variasi temperatur.

Nilai kalor dari sekam padi dan tempurung kelapa yang telah dikarbonisasi ditunjukkan oleh Tabel 1. Tabel 1 menunjukkan bahwa temperatur optimum karbonisasi dari sekam padi yaitu pada 500°C dan tempurung kelapa pada 400°C. Nilai kalor sekam padi lebih rendah dibandingkan tempurung kelapa di ketiga variasi temperatur karbonisasi. Penyebabnya yaitu ketika pembakaran sekam padi kandungan abunya banyak sehingga nilai kalornya kecil (Almu,

dkk., 2014). Kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor suatu biobriket.

Tabel 1. Nilai kalor sekam padi dan tempurung kelapa yang telah dikarbonisasi

Sampel (waktu karbonisasi)	Nilai kalor (kal/g)		
	300°C	400°C	500°C
Sekam padi (20 menit)	2989,61	3194,87	3280,98
Tempurung kelapa (40 menit)	6656,54	7151,19	6120,36

Sekam padi dan tempurung kelapa pada kondisi temperatur optimum karbonisasi dicampur dengan perbandingan komposisi 1:3, 1:1 dan 3:1 menggunakan lem kayu jenis epoxy untuk dijadikan biobriket. Selanjutnya, biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa akan dilakukan uji nilai kalor menggunakan *Bomb Calorimeter*, uji nyala bara api, uji laju pembakaran, dan pengukuran kerapatan massa. Nilai kalor, lamanya waktu pembakaran dan laju pembakaran dapat menentukan kualitas dan kesiapan biobriket untuk digunakan oleh masyarakat sebagai bahan bakar alternatif.

Nilai Kalor Biobriket

Pengujian nilai kalor dari biobriket campuran antara sekam padi dan tempurung kelapa dengan menggunakan *Bomb Calorimeter* model 1341 merk parr. Pada proses pengujian bongkahan sampel biobriket akan terbakar oleh api listrik melalui kawat logam yang terpasang dalam tabung sehingga menghasilkan panas atau kalor. Setelah dilakukan pengujian, nilai kalor yang diperoleh dari biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa untuk perbandingan 1:3, 1:1 dan 3:1 ditunjukkan oleh Tabel 2.

Tabel 2. Nilai kalor dari biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa pada temperatur optimum karbonisasi

Sampel	Perbandingan Sekam Padi dengan Tempurung Kelapa	Nilai Kalor (kal/g)
A	1:3	6021,65
B	1:1	5257,44
C	3:1	4556,93

Nilai kalor untuk sampel A dan sampel B sudah di atas nilai kalor yang disyaratkan pemerintah yaitu minimal 5000 kal/g (Nasional, 2000). Nilai kalor tertinggi diperoleh sampel A (1:3) yaitu sebesar 6021,65 kal/g. Pemilihan komposisi bahan baku akan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan biobriket. Pada tabel 1,

nilai kalor tempurung kelapa yang sudah dikarbonisasi dua kali lebih besar dari nilai kalor sekam padi yang sudah dikarbonisasi. Sehingga ketika kedua bahan baku pada temperatur optimum karbonisasi tersebut dicampur untuk dijadikan biobriket maka komposisi dengan jumlah tempurung kelapa yang lebih banyak akan memiliki nilai kalor paling tinggi.

Uji Nyala Bara Api Biobriket

Pengujian nyala bara api biobriket dilakukan untuk menunjukkan kualitas pembakaran dari suatu biobriket. Uji nyala bara api yaitu lamanya suatu biobriket sampai menjadi abu ketika dibakar.

Tabel 3. Rata-rata waktu pembakaran biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa pada temperatur optimum

Sampel	Perbandingan Sekam Padi dengan Tempurung Kelapa	Waktu Pembakaran Rata-Rata (menit)
A	1:3	15,36
B	1:1	12,23
C	3:1	9,96

Tabel 3 menunjukkan waktu pembakaran rata-rata untuk 1 g biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa sampai menjadi abu. Waktu pembakaran yang paling lama sampai menjadi abu yaitu sampel 1:3 sedangkan yang paling cepat yaitu biobriket campuran 3:1. Lamanya biobriket menjadi abu ketika dibakar yaitu dipengaruhi beberapa faktor diantaranya komposisi bahan baku, laju pembakaran, *volatile matter*, dan kerapatan massa.

Sampel A memiliki waktu pembakaran paling lama dibandingkan kedua sampel lainnya. Hal ini disebabkan tempurung kelapa memiliki struktur lebih keras dibandingkan dengan sekam padi (Amalinda & Jufri, 2018). Kerapatan massa sampel A paling tinggi yang menyebabkan waktu pembakarannya paling lama seperti yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 6. Sampel B dan sampel C memiliki kerapatan massa lebih rendah dibandingkan sampel A sehingga ruang kosong atau pori-pori pada kedua sampel biobriket tersebut lebih banyak yang mengakibatkan oksigen mudah masuk dan mempercepat proses pembakaran.

Laju Pembakaran Biobriket

Selain nilai kalor dan lamanya waktu pembakaran, laju pembakaran juga menentukan kualitas dan keefektifan suatu biobriket. Banyak faktor yang mempengaruhi laju pembakaran dari suatu biobriket. Faktor-faktor tersebut diantaranya yaitu kadar zat terbang (*volatile matter*), kadar air, ukuran partikel, kecepatan

aliran udara, dan temperatur pembakaran (Almu, dkk., 2014).

Tabel 4. Laju pembakaran rata-rata biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa pada temperatur optimum karbonisasi

Sampel	Perbandingan Sekam Padi dengan Tempurung Kelapa	Laju Pembakaran Rata-Rata (g/menit)
A	1:3	0,07
B	1:1	0,08
C	3:1	0,10

Tabel 4 menunjukkan bahwa laju pembakaran terbesar dihasilkan oleh biobriket dengan perbandingan komposisi 3:1, sampel C, yaitu sebesar 0,10 g/menit. Makna dari laju pembakaran 0,10 g/menit adalah sampel akan terbakar sebanyak 0,10 g sampai menjadi abu tiap 1 menit. Sampel yang memiliki kandungan tempurung kelapa lebih banyak memiliki laju pembakaran yang lebih kecil. Hal ini disebabkan salah satunya karena kerapatan massa dari tempurung kelapa yang lebih besar dari sekam padi. Semakin rapat suatu biobriket maka oksigen akan sulit masuk sehingga pembakaran akan berjalan lambat karena kelajuannya kecil, seperti yang terjadi pada sampel A. Hubungan antara laju pembakaran dan kerapatan massa ditunjukkan oleh Gambar 5.

Selain itu, laju pembakaran juga dipengaruhi oleh waktu pembakaran biobriket sampai menjadi abu. Hubungan laju pembakaran dengan lamanya waktu pembakaran secara matematis ditunjukkan oleh rumus (1).

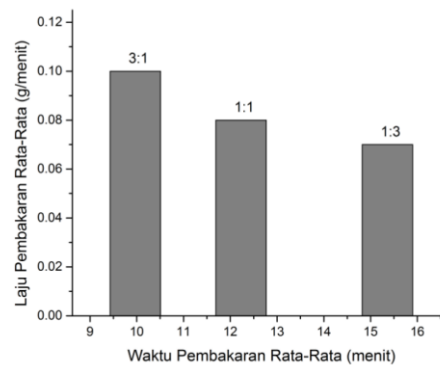
$$\text{Laju pembakaran} = \frac{\text{massa briket terbakar}}{\text{waktu pembakaran}} \text{ g/menit} \dots(1)$$

Sehingga, jika massa dianggap konstan maka persamaan (1) dituliskan menjadi persamaan (2). Artinya, semakin lama waktu yang dibutuhkan dalam pembakaran biobriket sampai menjadi abu maka menunjukkan semakin kecil laju pembakarannya, begitu juga sebaliknya.

$$\text{laju pembakaran} \sim \frac{1}{\text{waktu pembakaran}} \dots(2)$$

Gambar 4 menunjukkan bahwa semakin singkat (kecil) proses pembakaran sampai menjadi abu maka semakin besar laju pembakaran dan semakin lama (besar) proses pembakaran sampai menjadi abu maka semakin kecil laju pembakarannya. Hal ini sesuai dengan persamaan (1) dan (2). Selain itu, ukuran partikel juga mempengaruhi karakteristik pembakaran

dari biobriket. Semakin kecil ukuran partikel maka sampel akan cepat terbakar (Subroto, dkk., 2016). Ukuran partikel bisa ditentukan dari saringan yang digunakan untuk mengayak bahan baku biobriket. Pada penelitian ini saringan yang digunakan adalah ukuran 40 mesh sehingga sudah termasuk sangat halus. Namun, dalam penelitian ini, ukuran partikel sama untuk setiap bahan baku jadi pengaruh ukuran partikel tidak terlihat dalam hasil penelitian ini.



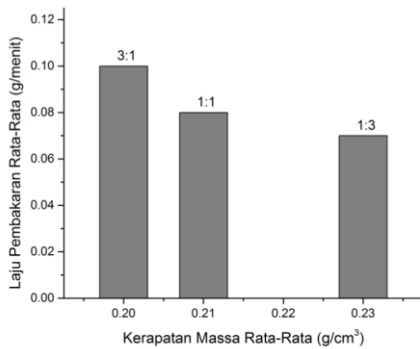
Gambar 4. Hubungan laju pembakaran rata-rata dengan waktu pembakaran rata-rata biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa pada temperatur optimum karbonisasi

Kerapatan Massa Biobriket

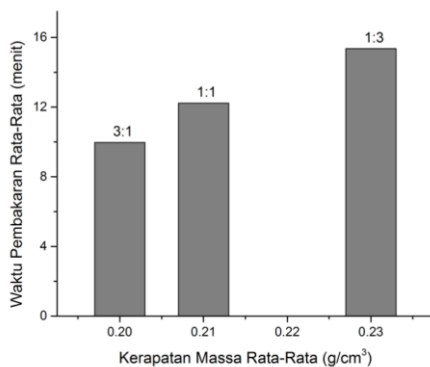
Kerapatan massa biobriket menunjukkan ukuran kerapatan atau kepadatan partikel penyusun suatu biobriket. Kerapatan massa atau densitas dari suatu biobriket akan mempengaruhi laju pembakaran dan lamanya waktu pembakaran.. Nilai kerapatan massa yang besar menunjukkan pori-pori biobriket akan lebih padat sehingga laju pembakaran dan uap air akan sulit untuk berdifusi yang berdampak pada waktu pembakaran biobriket sampai menjadi abu (Handayani & Suryaningsih, 2019). Hubungan antara laju pembakaran dan lamanya waktu pembakaran dengan kerapatan massa ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 5 dan Gambar 6 berturut-turut.

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin rapat suatu biobriket maka laju pembakarannya semakin kecil. Gambar 6 menunjukkan hubungan antara waktu pembakaran dan kerapatan yang saling berbanding lurus, yaitu semakin tinggi kerapatan biobriket maka semakin lama biobriket menjadi abu. Sampel A, dengan perbandingan 1:3 antara sekam padi dan tempurung kelapa, memiliki kerapatan massa paling tinggi yaitu sebesar 0,23 g/cm³. Kerapatan yang tinggi disebabkan karena ikatan antara partikel tempurung kelapa lebih dominan, padu, kuat serta tekstur dari tempurung kelapa lebih keras. Sampel A memiliki volume lebih kecil dibandingkan dengan kedua sampelnya. Hal ini sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa

kerapatan merupakan rasio antara massa dengan volume ($\rho = \frac{m}{v}$). Sehingga ketika suatu benda memiliki volume kecil maka kerapatan massanya akan tinggi. Sampel C memiliki kerapatan paling rendah. Kerapatan yang rendah akan menyebabkan banyak rongga-rongga kosong sehingga mudah dilalui oleh oksigen yang mengakibatkan lebih mudah terbakar dan lebih cepat menjadi abu.



Gambar 5. Hubungan laju pembakaran dengan kerapatan massa biobriket

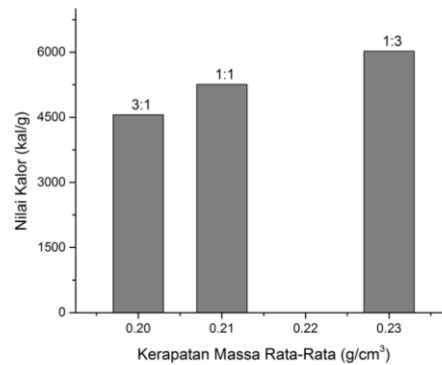


Gambar 6. Hubungan waktu pembakaran dengan kerapatan massa rata-rata dari biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa

Selain faktor-faktor tersebut, jenis perekat yang digunakan juga memiliki kontribusi terhadap kerapatan massa biobriket. Hal tersebut disebabkan perekat dapat memperkuat ikatan antar molekul penyusunnya sehingga porositas akan berkurang. Porositas adalah ruang kosong di dalam material dalam hal ini yaitu biobriket. Porositas akan mempengaruhi laju pembakaran. Semakin besar porositas maka semakin kecil densitas yang artinya ruang kosong di dalam biobriket semakin banyak. Untuk mempertahankan nyala api saat pembakaran dibutuhkan oksigen yang cukup. Semakin banyak ruang kosong atau pori-pori di dalam biobriket maka akan memudahkan akses masuk oksigen sehingga reaksi oksidasi dapat terjadi

lebih cepat. Oleh karena itu, kenaikan konsentrasi oksigen dapat mengakibatkan laju pembakaran semakin tinggi (Suryaningsih, dkk., 2018). Temperatur pembakaran yang lebih tinggi akan menaikkan laju reaksi sehingga waktu pembakaran semakin singkat. Secara tidak langsung konsentrasi perekat yang digunakan akan mempengaruhi rapat massa, laju pembakaran, dan lamanya pembakaran sampai menjadi abu. Pada penelitian ini, perekat yang digunakan adalah lem kayu jenis epoxy yang jika dibandingkan dengan lem tapioka memiliki daya rekat lebih tinggi. Sehingga kerapatan massanya tinggi tetapi laju pembakaran yang dihasilkan termasuk kurang tinggi. Lem kayu jenis epoxy efektif untuk meningkatkan nilai kalor biobriket (Yanti & Pauzan, 2019).

Kerapatan massa merupakan salah satu yang mempengaruhi nilai kalor. Nilai kalor yang rendah karena kerapatan yang dimiliki oleh biobriket rendah (Samsinar, dkk., 2016). Hal tersebut sesuai dengan grafik pada Gambar 7.



Gambar 7. Hubungan nilai kalor dengan kerapatan massa rata-rata dari biobriket campuran sekam padi dan tempurung kelapa

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur optimum karbonisasi untuk sekam padi yaitu pada 500°C dan tempurung kelapa pada 400°C. Penentuan temperatur optimum karbonisasi yaitu dengan melihat nilai kalor tertinggi dari bahan tersebut.

Nilai kalor tertinggi dihasilkan oleh biobriket dengan perbandingan 1:3 antara sekam padi dan tempurung kelapa, sampel A, yaitu 6021,65 kal/g. Sampel A memiliki waktu pembakaran biobriket sampai menjadi abu paling lama yaitu sekitar 15,36 menit untuk 1 g biobriket dengan laju pembakaran sebesar 0,07 g/menit karena sampel A memiliki kerapatan paling tinggi yaitu 0,23 g/cm³.

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi konsentrasi jenis perekat maka porositas semakin berkurang,

kerapatan massa semakin besar, laju pembakaran semakin kecil, waktu nyala bara api sampai menjadi abu semakin lama, dan nilai kalor yang dihasilkan semakin besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset dan Teknologi Indonesia atas hibah penelitian ini melalui skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) tahun pendanaan 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfauzi, A. S., 2015. Penerapan Sistem Pneumatik Pada Alat Cetak Briket Serbuk Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Teknis*. 10(1): 1–4.
- Almu, M. A., Syahrul, S., & Padang, Y. A., 2014. Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran pada Briket Campuran Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*) dan Abu Sekam Padi. *Dinamika Teknik Mesin*. 4(2). K Media. <https://doi.org/10.29303/d.v4i2.61>
- Amalinda, F., & Jufri, M., 2018. Formulasi Briket Bioarang Sekam Padi dan Biji Salak sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Sains Terapan*. 4(2): 99–103.
- Arbi, Y., Aidha, E. R., & Deflianti, L., 2018. Analisis Nilai Kalori Briket Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif di Kecamatan Sipora Utara Kabupaten Mentawai. *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*. 1(3): 119–123.
- Faizal, M., Saputra, M., & Zainal, F. A., 2015. Pembuatan Briket Bioarang Dari Campuran Batubara dan Biomassa Sekam Padi dan Eceng Gondok. *Jurnal Teknik Kimia*. 21(4): 27–38.
- Handayani, R. T., & Suryaningsih, S., 2019. Pengaruh Suhu Karbonisasi dan Variasi Kecepatan Udara Terhadap Laju Pembakaran Briket Campuran. *Wahana Fisika*. 4(2): 98–103.
- Lestari, P. A., & Tjahjani, S., 2015. Pemanfaatan Bungkil Biji Kapuk (*Ceiba pentandra*) Sebagai Campuran Briket Sekam Padi. *UNESA Journal of Chemistry*. 4(1): 63764.
- Nasional, B. S., 2000. Standar Nasional Indonesia Briket Arang Kayu. *SNI*. Badan Standarisasi Nasional.
- Nurhilal, O., & Suryaningsih, S., 2017. Karakterisasi Biobriket Campuran Serbuk Kayu dan Tempurung Kelapa. *Jurnal Material Dan Energi Indonesia*. 7(2): 13–16.
- Purwanto, D., & Sofyan, S., 2014. Pengaruh Suhu dan Waktu Pengarangan Terhadap Kualitas Briket Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit. *Jurnal Litbang Industri*. 4(1): 29–38. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.24960/jli.v4i1.638.29-38>
- Samsinar, S., Saleh, A., & Rustiah, W., 2016. Penentuan Nilai Kalor Briket dengan Memvariasikan Berbagai Bahan Baku. *Al-Kimia*. 4(2): 64–72. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v4i2.1681>
- Subroto, S., Tjahjono, T., & MKR, A., 2016. Pengaruh Variasi Komposisi Biobriket Campuran Arang Kayu Dan Sekam Padi Terhadap Laju Pembakaran, Temperatur Pembakaran Dan Laju Pengurangan Masa. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*. 17(1): 34–43. <https://doi.org/10.23917/mesin.v17i1.3304>
- Suryaningsih, S., Nurhilal, O., & Affandi, K. A., 2018. Pengaruh Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi dengan Serbuk Kayu Jati terhadap Emisi Karbon Monoksida (CO) dan Laju Pembakaran. *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*. 2(1): 15–21. <https://doi.org/10.24198/jiif.v2i1.15377>
- Yanti, I., & Pauzan, M., 2019. Penambahan Sabut Kelapa dan Penggunaan Lem Kayu Sebagai Perekat untuk Meningkatkan Nilai Kalor pada Biobriket Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*. 3(2): 77–86. <https://doi.org/10.33795/jtkl.v3i2.119>