

PEMANFAATAN LIMBAH KULIT SINGKONG DAN SEKAM PADI DALAM PEMBUATAN BIOBRIKET DENGAN PEREKAT TAPIOKA SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF BIOMASSA

Ratu Intan Berlian*, Lalu Ahmad Didik Meiliyadi, Bahtiar

Program Studi Tadris Fisika FTK Universitas Islam Negeri Mataram

*E-mail korespondensi: rintan446@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of sample comparison composition on moisture content, ash content, calorific value, mass density, combustion time and rate of combustion of biobriquettes. In this briquette, the samples tested are materials from processed waste products of cassava peel and rice husks with tapioca adhesive. This study uses six stages, namely the preparation stage, drying stage, mixing stage, combustion stage, and quality test stage. In testing the quality of briquettes, three samples were used in each briquetting test, namely samples A, B, and C, each of which was a ratio of cassava peel and rice husk of 10:90, 20:80, and 30:70. The results showed that the lowest water content was found in the ratio between cassava peel and rice husk 10:90, the lowest ash content was found in biobriquettes with a ratio of cassava peel and rice husk 10:90, the highest heating value was found in a ratio of 10:90, mass density the highest is in the ratio of 10:90, the fastest burning rate is in the ratio of 10:90, the longest burning time is in the ratio of cassava peel and rice husks of 10:90. So that the comparison composition of quality cassava peels and rice husks is if the addition of the composition of the rice husk samples is more in number than the composition of the cassava peels.

Keywords: Biobriquette, Cassava Peel, Rice Husk, Tapioca Adhesive.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi perbandingan sampel terhadap kadar air, kadar abu, nilai kalor, kerapatan massa, waktu pembakaran dan laju pembakaran biobriket. Pada briket ini sampel yang diuji merupakan bahan dari olahan hasil limbah kulit singkong dan sekam padi dengan perekat tapioka. Pada penelitian ini menggunakan enam tahap yakni tahap persiapan, tahap pengeringan, tahap percampuran, tahap pembakaran, dan tahap uji kualitas. Dalam pengujian kualitas briket digunakan tiga sampel pada setiap uji pembriketan yakni sampel A, B, dan C yang masing-masing merupakan perbandingan kulit singkong dan sekam padi 10:90, 20:80, dan 30:70. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air terendah terdapat pada perbandingan antara kulit singkong dan sekam padi 10:90, kadar abu yang terendah terdapat pada biobriket dengan perbandingan kulit singkong dan sekam padi 10:90, nilai kalor tertinggi terdapat pada perbandingan 10:90, kerapatan massa tertinggi terdapat pada perbandingan 10:90, laju pembakaran tercepat terdapat pada perbandingan 10:90, waktu pembakaran terlama terdapat pada perbandingan kulit singkong dan sekam padi 10:90. Sehingga komposisi perbandingan kulit singkong dan sekam padi yang bermutu adalah apabila penambahan komposisi sampel sekam padi lebih banyak jumlahnya dibandingkan komposisi kulit singkong.

Kata kunci: Biobriket, Kulit Singkong, Sekam Padi, Perekat Tapioka.

Diterima 13-04-2022 | Disetujui 10-02-2023 | Dipublikasi 31-03-2023

PENDAHULUAN

Kebutuhan dasar manusia terhadap energi yang semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk di Indonesia

[1], sementara cadangan minyak bumi sebagai sumber utama energi nasional semakin menipis. sehingga kebutuhan akan energi baru tidak dapat ditunda lagi [2], sudah saatnya

mempersiapkan sumber energi yang berkelanjutan dan dapat diperbaharui baru diolah menjadi energi yang dibutuhkan [3].

Upaya masyarakat dalam mencari sumber energi harus didasarkan pada bahan baku yang mudah tersedia dan terbarukan, dan produknya harus mudah digunakan oleh semua orang. Oleh karena itu, perlu dicari sumber energi alternatif lain yang diperoleh dari bahan baku yang berkelanjutan dan terbarukan, seperti: Energi dari biomassa [4].

Biomassa umumnya lebih dikenal sebagai bahan organik kering atau bahan yang tersisa setelah uap air dihilangkan dari tanaman atau bahan organik [5]. Dari ketiga bahan bakar tersebut, biobriket merupakan teknologi alternatif yang paling mudah dan murah karena untuk memproduksinya hanya memerlukan teknologi sederhana [6].

Briket merupakan energi alternatif dari bahan organik yang tersisa dalam bentuk padat dan memiliki nilai kalor yang tinggi. Bahan baku briket kayu biomassa atau briket arang biomassa berasal dari arang biomassa seperti kayu, tempurung kelapa dan limbah dari industri kayu [7].

Pada penelitian tahun 2017 sebelumnya oleh Syahrir dan Sirajuddin, sekam singkong memberikan hasil terbaik, dan biobriket yang dihasilkan memenuhi beberapa parameter standar yang ditetapkan SNI yaitu kadar air, kadar abu dan nilai kalori. Biobriket yang memenuhi standar tersebut diarang selama 30 menit dan ditambahkan tepung tapioca sebanyak 1,5 gram dengan nilai kalori 5449 kal/g, kadar air 7,89%, kadar abu 7,72% dan kadar volatil 32,7%. Kandungan karbon terikat 78,69% [8].

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimen. Penelitian ini dilakukan selama 1 bulan di laboratorium Kimia Dasar fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam dan juga di laboratorium Bioproses fakultas tahnik pangan Universitas Mataram. Alat yang digunakan adalah furnace, bom

calorimeter, ayakan 40 mesh, oven, neraca digital, stopwatch, kompor briket, jangka sorong, dan desikator. Serta bahan yang digunakan adalah kulit singkong, sekam padi, tepung tapioca, dan air.

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap yaitu: Pertama Limbah kulit singkong dan sekam padi dicuci hingga bersih. Selanjutnya Untuk mempermudah pengeringan kulit singkong dipotong kecil-kecil. Kulit singkong dan sekam padi dikeringkan di bawah sinar matahari selama \pm 5 hari. Kedua bahan baku yakni kulit singkong dan sekam padi dimasukkan diatas wajan dan disangrai diatas api hingga kedua bahan tersebut menjadi arang. Bahan baku berupa arang kulit singkong dan sekam padi ditumbuk hingga halus, kemudian diayak menggunakan ayakan 40 *mesh*. Serbuk/butiran halus arang kulit singkong dan sekam padi dicampur dengan beberapa variasi komposisi bahan baku utama antara serbuk/butiran halus arang kulit singkong dan sekam padi ialah dengan perbandingan (10:90, 20:80, dan 30:70) dan dengan perekat 5% dan air 1:10 ml. Kemudian dicetak menggunakan alat pencetak briket dan ditekan menggunakan alat penekan hingga padat dan berbentuk briket. Briket yang telah terbentuk kemudian diletakkan diatas loyang dan Dikeringkan di oven dengan temperatur 80°C dengan waktu pembriketan selama 1 jam. Waktu pendinginan dapat berkisar 5 hingga 15 menit [9].

Pengujian karakteristik briket dilakukan terhadap karakteristik fisika dan karakteristik kimia yang terdiri dari kadar air, kadar debu, densitas atau kerapatan, nilai kalor, dan laju pembakaran. Pada setiap uji kualitas memiliki tiga sampel yang dimana ditandai dengan sampel A, B,dan C dengan perbandingan kulit singkong dan sekam padi yakni 10:90, 20:80, dan 30:70.

Pengukuran Kadar Air

Pengukuran kadar air dengan menimbang cawan kosong, kemudian diisi dengan sampel sebanyak 1 gram, dimasukkan kedalam oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Sampel

dipindahkan dari oven, didinginkan dalam desikator, dan segera ditimbang hingga beratnya konstan. Kadar air (%) dapat dihitung menggunakan persamaan (1) berikut [10]:

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{m_2 - m_3}{m_2 - m_1} \times 100\% \quad (1)$$

dimana m_1 (gr) merupakan massa gelas kimia kosong, m_2 (gr) merupakan massa gelas kimia kosong dan sampel yang tidak dipanaskan, m_3 (gr) merupakan massa gelas kimia kosong dan sampel yang telah dipanaskan.

Pengukuran Kadar Abu

Pengukuran kadar abu dengan menimbang cawan kosong, memasukkan 1 gram sampel biobriket dipanaskan kedalam furnace pada suhu 450°C selama 1 jam kemudian dilanjutkan pada suhu 600°C selama 1 jam, lanjutkan pemanasan dengan suhu akhir selama 2 jam, dinginkan dalam desikator. Perhitungan kadar air dapat ditulis menggunakan persamaan (2) berikut [11]:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{m_3 - m_1}{m_2} \times 100\% \quad (2)$$

Pengukuran Kerapatan Massa

Pengukuran kerapatan massa dilakukan dengan menimbang massa briket yang utuh menggunakan neraca digital, diameter briket, dan tinggi briket menggunakan jangka sorong. Perhitungan dengan menggunakan persamaan (3) berikut [12]:

$$\text{Kerapatan} = \frac{m}{v} \quad (3)$$

dimana m merupakan massa briket (gr), dan v merupakan volume briket (cm^3).

Pengukuran Laju Pembakaran

Pengukuran laju pembakaran dilakukan dengan menggunakan alat bom calorimeter.

Tabung calorimeter diisi dengan 2 L air aquades kedalam oval bucket, mengisi cawan kosong dengan 1 gram sampel diikat dengan menggunakan kawat dalam combustion capsule, mengisi oksigen dengan tekanan 35 atmosfir pada bom calorimeter, masukkan kedalam bom calorimeter dan nyalakan stopwatch. Dengan komponen yang didapatkan laju pembakaran dapat dihitung dengan persamaan berikut [13]:

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{m}{t} \quad (4)$$

dimana m (gr) merupakan massa sampel, dan t (menit) merupakan waktu yang digunakan hingga sampel berubah menjadi abu.

Pengukuran Nilai Kalor

Pengukuran nilai kalor dilakukan menggunakan tabung calorimeter yang diisi dengan 2 L air aquades kedalam oval bucket, mengisi cawan kosong dengan 1 gram sampel briket, mengisi oksigen dengan tekanan 35 atmosfir pada bom calorimeter, masukkan kedalam bom calorimeter. Biarkan sampai proses analisis selesai dan data keluar.

$$Q = m c \Delta T \quad (5)$$

dimana Q adalah energi panas yang diserap oleh benda, m adalah massa benda (kg), dan c adalah kalor jenis benda ($\text{J/kg}^\circ\text{C}$) [14]. Pengukuran waktu pembakaran dengan menimbang 1 gram briket, kemudian membakar sampel menggunakan korek api meyalakan stopwatch dari awal hingga briket berubah menjadi abu mencatat hasil waktu pembakaran yang dibutuhkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pembuatan briket dari kulit singkong dan sekam padi dengan perekat tapioca didapatkan dengan melakukan beberapa uji kualitas, seperti pada karakteristik fisika yang terdiri atas uji kerapatan massa, uji laju

pembakaran, dan uji waktu pembakaran sedangkan pada karakteristik kimia yakni terdiri

atas uji kadar air, kadar abu, dan nilai kalor. Dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan massa, laju pembakaran, kadar air, kadar abu, dan nilai kalor dari campuran kulit singkong dan sekam padi dengan perekat tapioka.

Sampel	Uji kualitas				
	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kerapatan massa (gram/cm ³)	Nilai kalor (kal/gram)	Laju pembakaran (gram/menit)
A	3,96	0,29	0,83229	2680	0,0546
B	5,00	0,33	0,78314	2601	0,0546
C	6,86	0,47	0,75168	2455	0,0548

Pada penelitian kadar air ditentukan dari kesempurnaan proses karbonisasi dan juga di pengaruhi oleh waktu dan suhu pada proses pengarangan. Semakin besar suhu dan waktu pengarangan maka semakin banyak zat menguap terbang sehingga pada saat pengujian kadar zat menguap akan diperoleh kadar zat menguap yang rendah [15].

Pada penelitian kadar abu suhu karbonisasi sangatlah berpengaruh, hal ini dikarenakan Semakin meningkatnya suhu karbonisasi maka kadar abu yang dihasilkan juga akan semakin besar karena bahan akan terbakar dan menyisakan abu [16].

Kerapatan briket ditentukan dari besar massa dan volume masing-masing sampel. Hal ini terjadi karena pada penelitian ini menghasilkan abu yang mudah lepas dan tekstur briket yang terbilang mudah hancur terutama pada briket yang memiliki kandungan sekam padi lebih dominan dibandingkan kulit singkong. Massa dan tekanan briket merupakan factor utama pada proses ini untuk mendapatkan nilai kerapatan yang rendah [17].

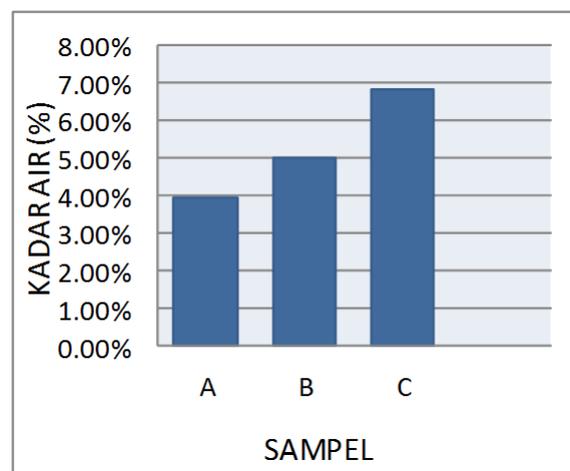
Tabel 2. Waktu pembakaran.

Sampel	Massa briket (gram)	Waktu pembakaran (menit)
A	1,467	25,9
B	1,325	23,5
C	1,218	22,1

Nilai kalor ditentukan berdasarkan kadar abu, kadar air dan karbon. Bila nilai kadar air dan abu tinggi maka nilai kalornya rendah, tetapi bila kandungan karbon briket tinggi maka nilai kalornya tinggi. Nilai kalor briket sangat mempengaruhi efisiensi pembakaran briket.

Semakin tinggi nilai kalor briket maka semakin baik kualitas briket tersebut, karena efisiensi pembakarannya tinggi [18].

Waktu pembakaran yang lama hingga habis menjadi abu akan menghasilkan laju pembakaran yang rendah. Hal ini dikarenakan semakin cepatnya proses perpindahan panas secara konduksi sehingga akan menghasilkan waktu pembakaran yang lama dan suhu pembakaran yang makin menurun [19].

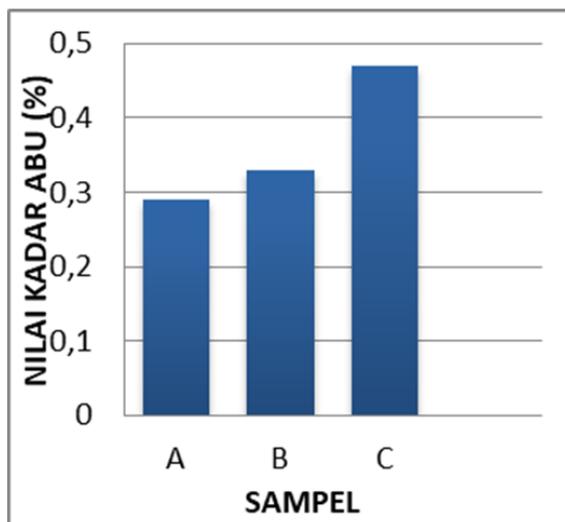


Gambar 1. Grafik nilai kadar air.

Grafik 1 menunjukkan kadar air sampel kulit singkong dan sekam padi dengan perbandingan 10:90, 20:80, dan 30:70 didapatkan hasil secara berturut-turut 3,96 %, 5,00%, dan 6,86%. Kadar air terendah menghasilkan perbandingan 10 : 90, yaitu 3,96%, sedangkan kadar air tertinggi terdapat pada perbandingan 30 : 70. Ketiga sampel tersebut memenuhi standar SNI untuk kadar air yaitu $\leq 8\%$ [20]. Ini dikarenakan sekam padi dan kulit singkong merupakan biobriket yang memiliki kadar air yang rendah [21].

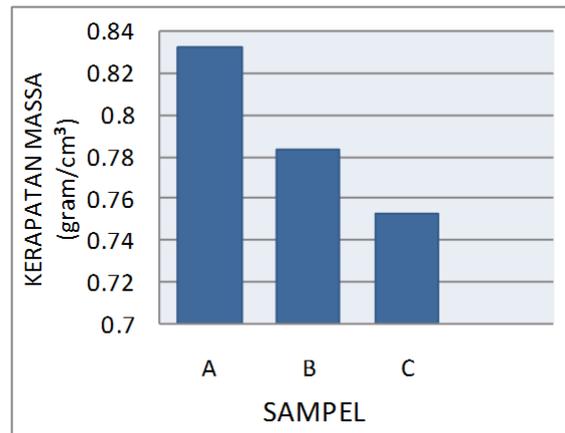
Berdasarkan hasil analisis mendalam terhadap briket arang limbah pertanian oleh Rumiyaanti (2018), kadar air total terendah diperoleh dari briket arang sekam padi. Sebaliknya pada biobriket dengan kadar air yang tinggi, hal ini disebabkan struktur biobriket yang lebih baik menyebabkan pori-pori arang menjadi lebih besar sehingga arang lebih mudah menyerap air dari udara. dan meningkatkan jumlah air dalam briket [22].

Arang dari kulit singkong menghasilkan kadar air paling rendah. Secara umum, penurunan nilai kalor dan pembakaran disebabkan oleh kelembaban yang tinggi. Briket dengan kadar air yang tinggi mudah berjamur dan hancur. Kualitas briket yang dihasilkan dipengaruhi oleh kadar air dan kadar air total [23].



Gambar 2. Grafik nilai kadar abu.

Pada grafik 2 menunjukkan kadar abu terendah terdapat pada perbandingan 10:90 yaitu sebesar 0,29% sedangkan nilai kadar abu tertinggi terdapat pada perbandingan 30:70 sebesar 0,47%. Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat diketahui bahwa semakin banyak penambahan jumlah sampel sekam padi pada setiap perbandingan dibandingkan dengan kulit singkong maka kadar abu yang diberikan akan semakin rendah, hal ini disebabkan karena sekam padi lebih mudah terbakar dan massa dari sekam padi lebih ringan bila dibandingkan dengan kulit singkong [24].

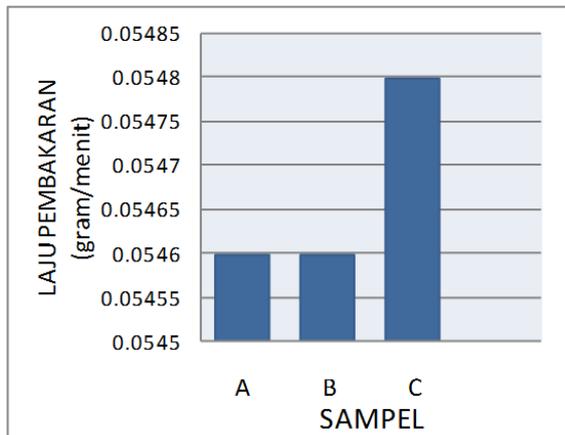


Gambar 3. Grafik nilai kerapatan massa.

Pada grafik 3 hasil penelitian kerapatan pada kulit singkong dan sekam padi dengan perekat tapioca terjadi peningkatan nilai kerapatan pada sampel A yang merupakan perbandingan 10:90 dan nilai kerapatan yang rendah terdapat pada sampel C yang merupakan perbandingan 30:70. Ini dikarenakan massa briket yang besar dan kurang meningkatnya tekanan pada proses pembriketan sehingga ikatan antar partikel arang briket tidak maksimal dan membuat rongga udara menjadi besar serta luas permukaan menjadi besar pula seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh Candra Aris Setyawan pada tahun 2015 Mengenai pengaruh fluktuasi campuran batang jagung dan molase dalam produksi briket seperti RDF, ditemukan bahwa semakin banyak molase yang ditambahkan ke dalam briket, semakin tinggi nilai densitasnya [25]. Hal ini disebabkan banyaknya lem yang ditambahkan pada briket sehingga ikatan antar briket lebih kuat dan nilai densitas briket lebih tinggi [26].

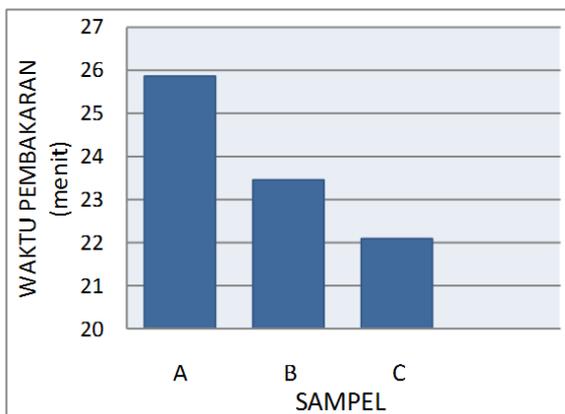
Untuk perbandingan 10:90, 20:80, dan 30:70 didapatkan hasil kerapatan secara berturut-turut yakni sebesar 0,75168 gr/cm³, 0,83229 gr/cm³, dan 0,78314 gr/cm³ dan hasil dari ketiga penelitian ini tidak sesuai dengan SNI briket yakni 0,4409 gr/cm³. Kerapatan briket ditentukan dari besar massa dan volume masing-masing sampel. Hal ini terjadi karena pada penelitian ini menghasilkan abu yang mudah lepas dan tekstur briket yang terbilang mudah hancur terutama pada briket yang memiliki kandungan sekam padi lebih dominan

dibandingkan kulit singkong. Massa dan tekanan briket merupakan faktor utama pada proses ini untuk mendapatkan nilai kerapatan yang rendah [27].



Gambar 4. Grafik nilai laju pembakaran.

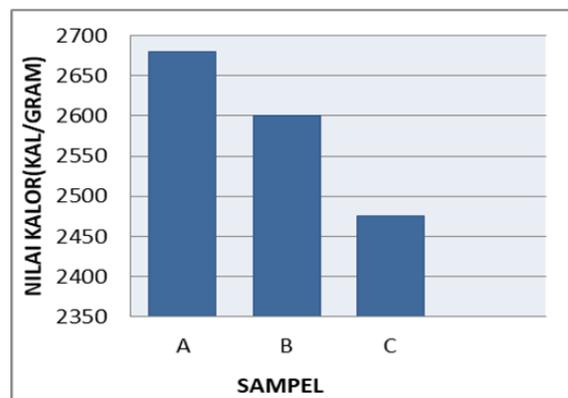
Pada grafik 4 dapat dilihat bahwa briket lebih cepat terbakar pada sampel A dan B yang masing-masing merupakan perbandingan 10:90 dan 20:80 dikarenakan memiliki massa lebih sedikit dibandingkan sampel C dari pada sampel yang lain yakni 1,0933 dan 1,0932 gram. Tingkat pembakaran briket arang ditentukan oleh kerapatan massa briket arang dan waktu pembakaran dari awal sampai abu briket. Semakin besar massa briket maka semakin padat massa briket dan semakin lama briket terbakar, artinya laju pembakaran briket semakin tinggi [28].



Gambar 5. Grafik nilai waktu pembakaran.

Pada grafik 5 menunjukkan waktu pembakaran terlama ditemukan di sampel kulit

singkong dan sekam padi dengan perbandingan 10:90 yakni sebesar 25,9 menit sedangkan waktu yang paling cepat terdapat pada sampel C dengan perbandingan 30:70 yakni sebesar 22,1 menit. Hal ini bisa saja disebabkan oleh partikel yang teksturnya halus dan nilai kerapatan yang tinggi dapat diketahui seperti pada penelitian yang telah dilakukan oleh sri suryaningsih pada tahun 2018 mengenai pengaruh ukuran butir briket campuran sekam padi dengan serbuk kayu jati yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran partikel penyusun briket sehingga menyebabkan laju pembakaran yang dihasilkan akan semakin cepat dan begitupula waktunya juga akan lebih singkat untuk habis menjadi abu [29].



Gambar 6. Grafik nilai kalor.

Pada grafik 6 menunjukkan nilai kalor yang paling tinggi yaitu pada sampel A sebesar 2475 cal/gram sedangkan untuk nilai kalor yang paling rendah terdapat pada sampel C sebesar 2475 cal/gram dan disusul kedua tertinggi yakni pada sampel B sebesar 2601 cal/gram. Hal ini dikarenakan kadar air yang meningkat pada briket ditandai dengan briket yang ditumbuhi jamur disebabkan oleh tekanan pembriketan yang kurang tinggi sehingga menciptakan rongga-rongga yang besar dapat memudahkan udara yang masuk kedalam briket [30].

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan antara variasi campuran kulit singkong dan sekam padi dapat disimpulkan

bahwa komposisi briket berpengaruh terhadap kualitas mutu briket. Untuk karakteristik fisika, nilai kerapatan tertinggi terdapat pada perbandingan 10:90 sebesar 0,83229 gr/cm³. Nilai laju pembakaran yang tertinggi terdapat pada perbandingan 30:70 sebesar 0,0548 gram/menit, nilai waktu pembakaran yang terlama terdapat pada perbandingan 10:90 sebesar 46,5 menit. Untuk karakteristik kimia, nilai kadar air terendah terdapat pada perbandingan 10:90 sebesar 3,96 %, nilai kadar abu terendah terdapat pada perbandingan 10:90 sebesar 0,29%, dan nilai kalor terendah terdapat pada perbandingan 10:90 sebesar 2680 kal/gram. Untuk kualitas briket yang bagus terdapat pada komposisi briket dengan perbandingan 10:90 sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin banyak komposisi arang sekam padi yang diberikan dibandingkan arang kulit singkong maka akan menghasilkan briket bermutu baik dan bagus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima Kasih kepada Kepala Laborotium Teknik Pertanian Universitas Mataram yang telah memfasilitasi penelitian ini.

REFERENSI

1. 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.
2. Pujotomo, I. (2017). potensi pemanfaatan biomassa sekam padi untuk pembangkit listrik melalui teknologi gasifikasi. *Energi dan Kelistrikan*, **9**(2), 126–135.
3. Yuhanna, W. L., Nurhikmawati, A. R., Pujiati, P., & Dewi, N. K. (2021). Pemberdayaan masyarakat desa wakah melalui pemanfaatan limbah kulit singkong (*Manihot esculenta*). *Aksiologi*, **5**(3), 411–419.
4. Frida, E., Darnianti, D., & Pandia, J. (2019). Preparasi dan karakterisasi biomassa kulit pinang dan tempurung kelapa menjadi briket dengan menggunakan tepung tapioka sebagai perekat. *Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality*, **3**(2), 1–8.
5. Sinaga, R. N., & Hasibuan, R. (2017). Pembuatan briket dari kulit kakao menggunakan perekat kulit ubi kayu. *Jurnal Teknik Kimia USU*, **6**(3), 21–27.
6. Hatiningrum, W. R., Srian, T., Nurrahman, A., & Aulia, H. N. (2022). Pelatihan pembuatan briket arang limbah biomassa skala rumah tangga sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal ESDM*, **11**(1), 9–18.
7. Setiani, V., Setiawan, A., Dhani, M. R., & Maulidya, R. D. (2019). Analisis proximate briket tempurung kelapa dan ampas tebu. *Jurnal Presipitasi*, **16**(2), 91–96.
8. Tranggono, D., Pramitha, A. O., Sholikhah, A. M., Fandillah, G. A., Sugiharto, N. O., & Achmad, Z. A. (2021). Pemanfaatan limbah baglog jamur tiram putih menjadi briket yang bernilai ekonomis tinggi. *JABN*, **2**(1), 1–17.
9. Ilham, J., Mohamad, Y., & Oktaviani, I. (2022). Pengujian biobriket dari limbah kayu sebagai sumber energi alternatif. *Jambura Journal of Electrical and Electronics Engineering*, **4**(2), 119–125.
10. Didik, L. A. (2017). Pengukuran kalor jenis material dengan menggunakan modifikasi persamaan teorema Stefan Boltzmann. *Konstan*, **2**(2), 47–50.
11. Triantoro, A., Mustofa, A., Kartini, K., & Hanafi, A. (2019). Studi analisa kualitas biobriket campuran bottom ash batubara dan onggok tepung tapioka menggunakan karbonisasi. *Jurnal Fisika Flux*, **1**(1), 54–60.
12. Indrawijaya, B., Mursida, L., & Andini, N. D. (2019). Briket bahan bakar dari ampas teh dengan perekat lem kanji. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia UNPAM*, **3**(1), 23–28.
13. Jannah, B. L., Pangga, D., & Ahzan, S. (2022). Pengaruh jenis dan persentase bahan perekat biobriket berbahan dasar

- kulit durian terhadap nilai kalor dan laju pembakaran. *Lensa*, **10**(1), 16–23.
14. Handoko, R., Fadelan, F., & Malyadi, M. (2019). Analisa kalor bakar briket berbahan arang kayu jati, kayu asam, kayu johar, tempurung kelapa dan campuran. *KOMPUTEK*, **3**(1), 14–21.
 15. Yuliah, Y., Suryaningsih, S., & Ulfi, K. (2017). Penentuan kadar air hilang dan volatile matter pada bio-briket dari campuran arang sekam padi dan batok kelapa. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, **1**(1), 51–57.
 16. Handayani, R. T., & Suryaningsih, S. (2019). Pengaruh suhu karbonisasi dan variasi kecepatan udara terhadap laju pembakaran briket campuran. *Wahana Fisika*, **4**(2), 98–103.
 17. Nugraha, A., Widodo, A. S., & Wahyudi, S. (2017). Pengaruh tekanan pembriketan dan persentase briket campuran gambut dan arang pelepah daun kelapa sawit terhadap karakteristik pembakaran briket. *Jurnal Rekayasa Mesin*, **8**(1), 29–36.
 18. Bagus Setyawan, S. (2019). Analisis mutu briket arang dari limbah biomassa campuran kulit kopi dan tempurung kelapa dengan perekat tepung tapioka. *Edubiotik*, **4**(2).
 19. Marchel, W. I., Freeke, P., & Dedie, T. (2019). Analisis perbedaan jenis bahan dan massa pencetakan briket terhadap karakteristik pembakaran briket pada kompor biomassa. *Cocos*, **1**(5), 1–14.
 20. Iskandar, N., Nugroho, S., & Feliyana, M. F. (2019). Uji kualitas produk briket arang tempurung kelapa berdasarkan standar mutu SNI. *Majalah Ilmiah Momentum*, **15**(2), 103–108.
 21. Kurniawan, E., Muarif, A., & Siregar, K. A. (2022). Pemanfaatan sekam padi dan cangkang sawit sebagai bahan baku briket arang dengan menggunakan perekat tepung kanji. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, **1**(1).
 22. NirLasari, N., Manfarizah, M., & Darusman, D. (2022). Analisis proximat terhadap beberapa jenis biochar dari limbah pertanian. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, **7**(2), 627–636.
 23. Damayanti, K. I., & Hermawan, R. (2021). Sintesis Arang aktif dari kulit singkong sebagai adsorben ion Fe. *Jurnal Chemtech*, **7**(1), 13–16.
 24. Ropiudin, R., & Syska, K. (2022). Analisis kualitas biobriket karbonisasi tempurung kelapa dan kulit singkong dengan perekat tepung singkong. *Journal of Agricultural and Biosystem Engineering Research*, **3**(1), 19–38.
 25. Sugiharto, A., & Firdaus, Z. I. (2021). Pembuatan briket ampas tebu dan sekam padi menggunakan metode pirolisis sebagai energi alternatif. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, **6**(1), 17–22.
 26. Hasfianti, F. E., Sriningsih, E., & Subhanuddin, D. (2019). Kualitas briket berbahan limbah tebang kayu galam sebagai produk energi alternatif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, **37**(3), 217–224.
 27. Dewi, R. P., Saputra, T. J., & Purnomo, S. J. (2022). Analisis karakteristik briket arang dengan variasi tekanan kempa pembriketan. *Media Mesin*, **23**(1), 13–19.
 28. Aljarwi, M. A., Pangga, D., & Ahzan, S. (2020). Uji laju pembakaran dan nilai kalor briket wafer sekam padi dengan variasi tekanan. *ORBITA*, **6**(2), 200–206.
 29. Suryaningsih, S., & Pahleva, D. R. (2020). Analisis kualitas briket tandan kosong dan cangkang kelapa sawit dengan penambahan limbah plastik low density polythelene (LDPE) sebagai bahan bakar alternatif. *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, **10**(1), 27–35.
 30. Nasrul, Z. A., Maulinda, L., Darma, F., & Meriatna, M. (2021). Pengaruh komposisi briket biomassa kulit jagung terhadap karakteristik briket. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, **9**(2), 35–42.



Artikel ini menggunakan lisensi
[Creative Commons Attribution
4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)