

Pengaruh Variasi Rasio Perekat Terhadap Nilai Kalor Briket dari Ranting Kayu dan Sekam Padi

Effect of Adhesive Concentration Variation on Calorific Value of Wood Branch and Rice Husks Briquette

Rena Jayana^{1*}, Theresia Evila Purwanti Sri Rahayu²

^{1,2} Program Studi D4 Teknik Pengendalian Pencemaran Lingkungan, Politeknik Negeri Cilacap
Email: ¹jayanarena07@gmail.com, ²theresiaevila@pnc.ac.id

*Penulis korespondensi: jayanarena07@gmail.com

ABSTRAK

Ranting kayu merupakan limbah padat yang biasanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Namun masyarakat lebih memilih menggunakan gas elpiji sebagai sumber panas untuk memasak sehari-hari. Oleh karena itu, saat ini ranting kayu jarang dimanfaatkan masyarakat sebagai sumber bahan bakar. Ranting kayu banyak ditemukan di wilayah sekitar Pantai Kamulyan Cilacap sedangkan wilayah Kabupaten Banyumas Kecamatan Rawalo banyak terdapat area persawahan yang menghasilkan banyak limbah pertanian seperti sekam padi. Percobaan untuk meningkatkan pemanfaatan dari sekam padi dan ranting kayu yang berasal dari pantai sebagai bahan briket dengan menggunakan variasi persentase perekat yaitu dari tepung tapioka sebanyak 10%, 15%, dan 20%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi persentase perekat terhadap nilai kalor briket. Berdasarkan hasil penelitian, variasi persentase perekat dapat mempengaruhi kalor dari briket yang dihasilkan dimana variasi perekat 20 % menghasilkan kalor tertinggi yaitu 28139,33 kalori, nilai kalor tertinggi kedua yaitu briket dengan perekat 15 % yaitu 2713,44 kalori dan briket dengan perekat 10 % memiliki kalor paling rendah jika dibandingkan dengan briket dengan perekat 20 % dan 15 % yaitu dengan nilai kalor sebesar 2612,93 kalori. Semakin tinggi kadar perekatnya semakin tinggi pula nilai kalornya, hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar perekat maka briket yang dihasilkan juga akan semakin merekat kuat dan keras sehingga proses pembakarannya akan semakin lama dan nilai kalor yang dihasilkan juga akan semakin meningkat. Kualitas briket A, B, C jika dibandingkan dengan briket pasaran karena nilai kalor briket pasaran jauh lebih rendah dari pada briket A, B dan C yaitu hanya 1507,46 kalori.

Kata kunci: Ranting kayu, sekam padi, briket, perekat tepung kanji, nilai kalor.

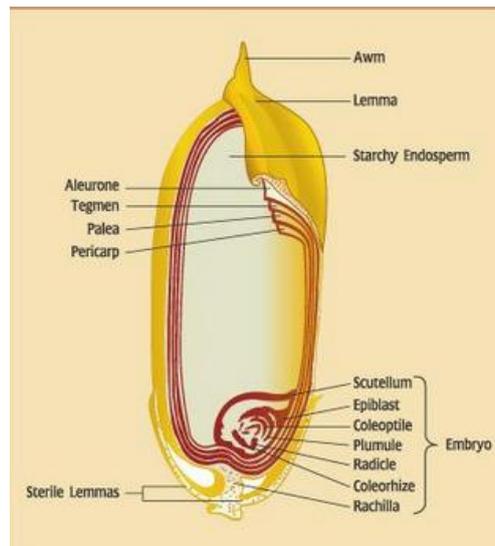
ABSTRACT

Wood twigs are solid waste that is usually used as fuel. However, people prefer to use LPG gas as a heat source for daily cooking. Wood twigs are rarely used by the community as a source of fuel. Around Kamulyan Beach Cilacap there are scattered wooden branches. In Cilacap Regency there is agricultural waste, especially in rice fields, namely husk waste. Experiments to increase the use of beach wood husks and twigs as materials for making briquettes with 10%, 15%, and 20% tapioca flour adhesives. The purpose of this study is to determine the effect of variations in adhesive portions in percent of a briquette on its heating value. Results of the study exhibit the change of heating value with variations in adhesive portions. Adhesive of 20% w/w produces the highest heat of 28139,33 kalori, second highest is produced from briquettes with 15% w/w adhesive, which is 2713,44 kalori and the lowest is from 10% adhesive briquettes with a heating value of 2612,93 kalori. The higher portion of adhesive will increase briquette's heating value because it tighten particles and harden briquettes that extend heat produced. The quality of A, B, C briquettes compared to market briquettes measured by their heating value is market briquettes has much lower heating value than A, B and C which are only 1507,46 kalori.

Keywords: wood twigs, husk waste, briquette, starch adhesive, calorific value.

1. PENDAHULUAN

Ranting kayu merupakan limbah padat yang biasanya dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Namun sekarang ini masyarakat lebih memilih menggunakan gas elpiji sebagai sumber panas untuk memasak sehari-hari. Oleh karena itu, saat ini ranting kayu jarang dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber bahan bakar. Di sekitar Pantai Kamulyan Cilacap terdapat ranting kayu (baik berukuran kecil maupun besar) yang berserakan. Di wilayah kabupaten Cilacap juga terdapat limbah pertanian terutama pada persawahan yaitu limbah sekam. Sekam padi ialah lapisan kariopsis, yang terdapat di antara lapisan lemma dan palea yang saling berhubungan [1].



Gambar-1. Struktur lapisan butiran beras

Sekam mempunyai kerapatan jenis $1,125 \text{ kg/m}^3$, dengan jumlah kalori dalam 1 kg sekam padi sebesar 3300 kkal, dan memiliki komposisi kimia berupa karbon, hidrogen, oksigen, dan silika (SiO_2) masing-masing sebesar 1,33%, 1,54%, 33,645, dan 16,98%. Sekam telah banyak digunakan sebagai bahan utama industri kimia serta sebagai sumber energi penghasil panas bagi manusia. Kandungan selulosa dalam sekam padi dapat dikonversi menjadi arang [2]. Kadar selulosa sekam yang tinggi dapat menghasilkan pembakaran yang stabil dan rata sehingga sekam dapat diproses lanjut menjadi arang sekam yang selanjutnya dipadatkan, dicetak dan dikeringkan untuk menghasilkan briket sekam padi [3].

Sekam padi merupakan alternatif sumber energi terbarukan karena termasuk limbah biomassa. Biomassa merupakan suatu produk yang dihasilkan dari proses fotosintesis bahan organik [4]. Biomassa adalah bahan kering material organik yang telah diturunkan kadar airnya. Biomassa dapat diolah menjadi bioarang yang memiliki nilai kalor yang tinggi yang dapat dijadikan bahan bakar sehingga biomassa memiliki potensi yang besar untuk menjadi sumber energi alternatif. Potensi cadangan energi biomassa di Indonesia diperkirakan mampu menghasilkan listrik sebesar 434.000 Gigawatt atau setara dengan 255 juta barel minyak bumi. Sekam padi merupakan bahan biomassa dari kelompok limbah pertanian yang potensial untuk digunakan sebagai bahan bakar alternatif dalam bentuk briket arang [5].

Briket yang dikembangkan dari pemrosesan limbah biomassa dapat menjadi sumber energi alternatif [6]. Menurut Battacharya et al. (1985) dan Kirana (1995) yang dikutip oleh Patabang (2012) arang yang bagus untuk pembuatan briket adalah arang yang memiliki ukuran partikel 40 – 60 mesh, jika ukuran partikel terlalu besar maka akan sulit direkatkan dan akan mempengaruhi kekuatan tekan briket yang merupakan salah satu parameter penentu standar mutu briket [5]. Proses pengolahan secara termal merupakan salah satu metode pengolahan yang efektif untuk menghasilkan energi panas [7]. Pengolahan termal limbah padat (ranting kayu dan sekam) dapat dilakukan dengan menggunakan alat karbonisasi sederhana yang menghasilkan briket ramah lingkungan. Karbonisasi secara sederhana dilakukan dengan cara memanaskan limbah padat dengan tanpa adanya kehadiran oksigen sehingga diperoleh produk berupa padatan karbon. Proses karbonisasi merupakan proses pembakaran yang tidak sempurna karena tidak terjadi oksidasi oleh oksigen dan sebagian besar pori-pori arang masih tertutup hidrokarbon, tar, serta senyawa organik [2]. Hartoyo dkk. (1990) yang dikutip oleh Patabang (2012) menyebutkan contoh perekat yang baik untuk

pembuatan briket antara lain pati, dekstrin, dan tepung tapioka karena tidak menimbulkan asap ketika dibakar serta bersifat tahan lama [5]. Perekat berfungsi untuk membentuk arang dari bentuk serbuk menjadi bentuk yang padat dan mudah dalam pemakaian sebagai bahan bakar. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi persentase perekat dalam pembuatan briket dari sekam padi dan ranting kayu terhadap nilai kalor yang dihasilkan.

2. METODE PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Bahan baku yang digunakan sebagai objek penelitian yaitu ranting kayu dan sekam padi serta bahan-bahan lain seperti air dan tepung kanji sebagai perekat. Ranting kayu didapatkan disekitar Pantai Tegal Kamulyan Kecamatan Cilacap Selatan sedangkan untuk sekam padi diambil di tempat penggilingan padi yang terletak di sekitar Kecamatan Rawalo, Kabupaten Banyumas. Pembuatan briket menggunakan alat utama berupa alat karbonisasi yang dirakit sendiri dengan reaktor pembakaran berupa panci berpenutup dari bahan baja *stainless*, pemanas listrik, cetakan briket berbentuk silinder (95,5 cm³), alu dan mortar, sieve 40 dan 60 mesh, neraca analitik, thermometer, gelas beaker, dan peralatan gelas laboratorium lainnya.

2.2 Metode

Penelitian, pengujian, dan perancangan alat karbonisasi dilaksanakan di Laboratorium Politeknik Negeri Cilacap pada bulan Oktober 2021 - Desember 2021. Proses pembuatan briket dari ranting kayu dan sekam padi dimulai dengan penjemuran bahan baku hingga kering kemudian dilanjutkan dengan pemotongan ranting kayu menjadi beberapa bagian agar ukurannya seragam. Masing-masing bahan baku dikarbonisasi secara bergantian dengan kondisi reaktor tertutup rapat tanpa adanya sirkulasi udara dari luar. Pencatatan suhu akhir dan lamanya waktu karbonisasi dilakukan hingga bahan baku terkarbon secara sempurna. Bahan baku yang telah menjadi arang selanjutnya dihaluskan dengan ditumbuk secara manual dan disaring menggunakan saringan berukuran 60 mesh untuk arang kayu dan 40 mesh untuk arang sekam. Serbuk arang yang telah halus kemudian dicampur dengan perekat tepung kanji pada variasi persentase berat yaitu 10%, 15%, dan 20%. Semua bahan selanjutnya diaduk dan dicetak menggunakan cetakan briket dan ditekan dengan alat *press* yang bersifat manual. Cetakan briket yang digunakan berbentuk silinder dengan tinggi 6,9 cm dan jari-jari 2,1 cm. Briket selanjutnya dipanaskan dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam untuk menurunkan kadar airnya. Uji karakteristik briket dilakukan dengan penentuan % terkarbon, densitas, dan kadar air, sedangkan kualitas briket dengan menentukan nilai kalor.



Gambar-2. Alat karbonisasi sederhana

Alat karbonisasi sederhana yang telah dirancang memiliki bagian komponen utama yaitu reaktor sebagai tempat pengkarbonan bahan briket (kayu dan sekam), pengukuran suhu dilakukan dengan memasang termometer pada dinding bagian luar pada reaktor. Reaktor juga dilengkapi penutup yang rapat dan terdapat juga pipa yang terhubung pada penutup reaktor dimana pipa tersebut berfungsi sebagai tempat dikeluarkannya uap air dan asap yang dihasilkan pada saat proses pembakaran/pengkarbonan. Sumber bahan bakar pada alat karbonisasi ini adalah gas elpiji 3 kg.

Penentuan persen terkarbon dapat ditentukan berdasarkan massa dari bahan baku sebelum dan sesudah karbonisasi dan dapat dihitung menggunakan rumus persamaan (1).

$$\% \text{terkarbon} = \frac{\text{Massa sekam setelah dikarbonisasi}}{\text{Massa sekam sebelum dikarbonisasi}} \times 100\% \quad (1)$$

Densitas briket dapat ditentukan dengan memperoleh data massa dan volume briket, serbuk arang yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam cetakan briket sampai penuh kemudian ditekan secara manual hingga padat. Hasil pencetakan ini berbentuk silinder sehingga densitas briket dari arang kayu dan sekam padi dapat ditentukan menggunakan persamaan (2).

$$\rho = \frac{m}{V} = \frac{m}{h \pi r^2} \quad (2)$$

Dengan ρ adalah densitas (gr/cm^3), m adalah massa briket (gr), dan V adalah volume briket (cm^3)

Analisa kadar air ditentukan dengan menimbang sampel arang sebanyak 1 gr yang kemudian dikeringkan selama 1 jam dalam oven pada suhu 105°C . Penimbangan sampel akhir dilakukan setelah beratnya konstan. Kadar air menyatakan banyaknya air yang terkandung dalam sampel dan dapat dihitung menggunakan persamaan (3).

$$\text{Kadar air} = \frac{(\text{berat awal} - \text{berat akhir})}{\text{berat awal}} \times 100\% \quad (3)$$

Penentuan nilai kalor dilakukan secara tidak langsung menggunakan media berupa air yang diwadahi gelas beaker dimana kenaikan suhu air yang dihasilkan dari pembakaran briket diukur termometer. Briket yang dibakar akan diletakkan pada di bawah gelas beaker pada suatu tungku. Volume air yang digunakan adalah 100 mL. Penentuan nilai kalor menggunakan rumus persamaan (4).

$$Q = m \cdot C \cdot \Delta T \quad (4)$$

Dengan Q adalah nilai kalor (J), m adalah massa air (gr), C adalah kalor jenis air ($\text{J}/\text{gr}^\circ\text{C}$), dan ΔT adalah kenaikan suhu air ($^\circ\text{C}$).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap pertama dari penelitian ini yaitu mencari karakteristik awal dari masing-masing bahan briket yaitu kayu dan sekam. Parameter yang ditentukan dalam karakterisasi ini meliputi % terkarbon, densitas, kadar air dan nilai kalornya. Arang yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari 2 macam bahan baku yaitu ranting kayu dan sekam dengan variasi konsentrasi perekat tepung tapioka/kanji seperti yang ditunjukkan dalam Tabel-1. Hasil karakterisasi briket disajikan dalam Tabel-2.

Tabel-1. Komposisi pembuatan briket

Jenis Briket	Massa arang kayu	Massa arang sekam	Konsentrasi perekat (%)	Perekat	
				V air (mL)	M tepung kanji (gr)
Kayu	30 gr	-	15		10,905
Sekam	-	30	15		10,905
A	10gr	20	10	50	7,27
B	10 gr	20	15		10,905
C	10gr	20	20		14,54

Persen terkarbon atau rendemen menyatakan persentase jumlah arang yang diperoleh terhadap bahan baku biomassa yang dikarbonisasi [8]. Arang yang diperoleh diupkan dahulu kandungan airnya sampai bobotnya tetap baru dihitung persen terkarbonnya. Rendemen juga menunjukkan berat jenis, ketebalan dan kekerasan dari bahan biomassa yang dikarbonisasi dan dapat digunakan untuk memperkirakan pula kualitas arang yang dihasilkan [8].



Gambar-3. Briket kayu, sekam, briket A, B dan C

Kadar air mempengaruhi interaksi partikel internal di dalam arang, keberadaan air menghambat proses konversi kimiawi menjadi panas sehingga merupakan suatu kerugian jika briket mengandung kadar air yang tinggi [9]. Kadar air yang dipersyaratkan oleh SNI 01-6235-2000 mengenai standar kualitas briket arang kayu yaitu maksimal 8% [10].

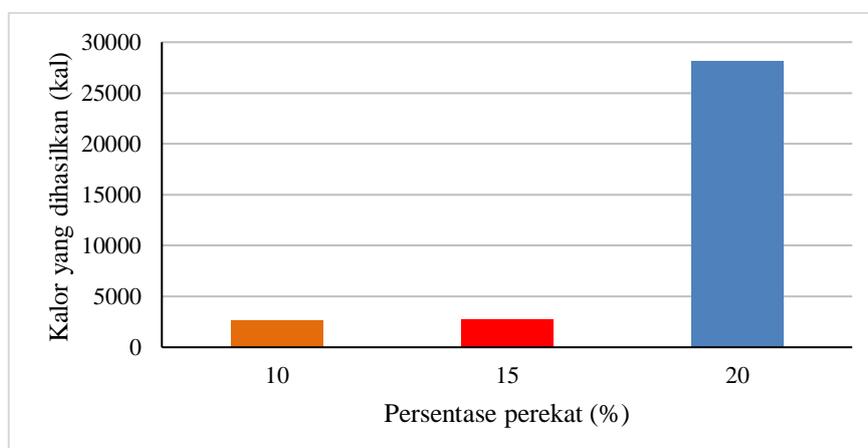
Tabel-2. Karakteristik aarang kayu dan sekam padi

No	Parameter	Karakteristik Briket	
		Kayu	Sekam padi
1.	% terkarbon	25 %	49 %
2.	Densitas	0,35574 gr/cm ³	0,42115 gr/cm ³
3.	Kadar air	24 %	4 %

Setelah karakteristik dari masing-masing bahan telah diketahui langkah selanjutnya yaitu menguji nilai kalor briket A, B dan C dimana dari ketiga jenis briket tersebut memiliki variasi perekat yang berbeda diantaranya yaitu perekat 10 %, 15 % serta 20 %.

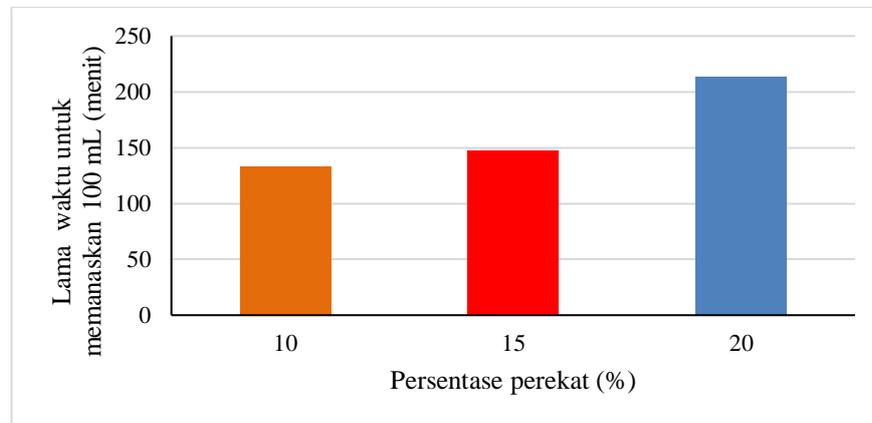
Tabel-3. Hasil uji nilai kalor briket

No	Jenis	Massa Arang Kayu (gram)	Massa Arang Sekam padi (gram)	Konsentrasi Perekat (%)	Lama pembakaran (menit)	Q (Nilai Kalor) (kal)
1.	Briket A	10	20	10	133	2612,93
2.	Briket B	10	20	15	147	2713,44
3.	Briket C	10	20	20	213	28139,33



Gambar-4. Grafik hubungan antara persentase perekat dengan kalor yang dihasilkan briket.

Gambar-3 menunjukkan bahwa semakin besar persentase komposisi perekat dalam briket maka semakin besar kalor yang dihasilkan. Kadar perekat kanji yang semakin tinggi akan menghasilkan perekatan antara partikel-partikel arang semakin kuat sehingga briket akan semakin padat dan kuat [11]. Briket yang padat juga akan meningkatkan kekerasan briket. Semakin keras briket maka semakin lama waktu yang diperlukan briket untuk dapat terbakar sehingga kalor yang dihasilkan juga akan semakin besar, hal ini ditunjukkan pada Gambar-4.



Gambar-5. Grafik hubungan antara komposisi perekat dengan lama waktu pemanasan 100 mL air

Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa peningkatan nilai kalor diikuti dengan lamanya waktu pembakaran briket. Briket C menghasilkan nilai kalor paling tinggi yaitu 28139,33 kal dengan lama pembakaran 213 menit, sedangkan untuk briket B memiliki nilai kalor 2713,435 kal dengan waktu lama pembakaran yakni 147 menit. Campuran briket kayu dan sekam yang memiliki nilai kalor terendah yaitu briket A yaitu 2612,93 kal dengan lama pembakaran 133 menit. Dari data tersebut maka dapat diketahui bahwa campuran briket dan sekam yang memiliki kualitas paling baik yaitu briket C karena nilai kalornya paling tinggi jika dibandingkan dengan briket B dan A. Bahan perekat tepung kanji yang digunakan mampu merekatkan serbuk briket dengan kuat. Jika kadar perekatnya semakin tinggi maka densitas dari briket juga akan semakin tinggi sehingga waktu pembakarannya juga akan semakin lama. Dengan lamanya waktu pembakaran tersebut maka nilai kalor yang dihasilkan juga akan semakin tinggi.

Peningkatan nilai kalor diikuti dengan semakin tingginya kadar perekat tepung kanji juga sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh [12] yang menyatakan bahwa hubungan antara konsentrasi perekat tepung tapioka (dengan nama lain tepung kanji) dan nilai kalor yang dihasilkannya adalah sebanding dimana besarnya nilai kalornya akan meningkat dengan kenaikan kadar perekat kanji, begitu juga sebaliknya. Jika dibandingkan dengan briket pasar, maka nilai kalor briket kayu, sekam, maupun A,B, dan C memiliki nilai lebih tinggi (Tabel-4).

Tabel-4. Perbandingan nilai kalor dan titik nyala berbagai variasi briket

No	Jenis Briket dan Kadar Perekat Kanji (%)	Nilai Kalor (kal)	Waktu nyala (Menit)
1.	Pasar	1507,46	5
2.	Kayu (30 gr arang kayu) (15 %)	3316,42	4
3.	Sekam (30 gr arang sekam) (15 %)	803,98	3
4.	A (10 gr arang kayu + 20 gr arang sekam) (10 %)	2612,93	3
5.	B (10 gr arang kayu + 20 gr arang sekam) (15 %)	2713,435	4
6.	C (10 gr arang kayu + 20 gr arang sekam) (20 %)	28139,33	3

Dari ke 6 jenis briket yang telah diuji maka jenis briket sekam merupakan briket yang memiliki nilai kalor terendah. Nilai kalor merupakan identifikasi utama yang menentukan kualitas suatu briket bahan bakar [13]. Urutan nilai kalor dari yang tertinggi hingga terendah berturut turut yakni briket C, Briket B, briket Kayu, Briket A, dan yang terakhir briket sekam, sedangkan untuk waktu nyala briket pasar paling lama jika dibandingkan dengan briket kayu, sekam briket A dan B dengan waktu nyala yaitu 5 menit. Waktu nyala yang paling singkat dimiliki oleh briket sekam, briket A dan briket C yaitu 3 menit.

Waktu nyala dapat digunakan untuk menunjukkan kualitas bahan bakar, semakin lama waktu nyalanya maka kualitas bahan bakar tersebut kurang baik karena itu berarti bahan bakar sukar terbakar. Persentase komposisi perekat akan meningkatkan kerapatan pori-pori sehingga pembakaran semakin mudah karena panas mudah merambat namun disisi lain juga membuat air yang terjebak di dalam pori-pori sukar diuapkan sehingga dapat menghambat pembakaran [14]. Waktu nyala dari suatu bahan bakar juga dapat disebabkan oleh kadar air dari bahan bakar tersebut dimana semakin tinggi kadar air suatu bahan bakar maka semakin lama pula waktu penyalaannya. Waktu nyala briket dari kayu lebih lama karena kadar airnya yang tinggi yaitu 24% jika dibandingkan dengan kadar air arang sekam padi yang hanya 4%. Tingginya kadar air dalam bahan dipengaruhi oleh luas permukaan bahan atau dapat dinyatakan dengan ukuran partikel, apabila ukuran partikel semakin kecil atau semakin besar luas permukaan maka penguapan air akan lebih mudah sehingga kadar air yang dikandung bahan akan kecil [15]. Menurut Iskandar (2015), waktu nyala dipengaruhi oleh ukuran mesh dari partikel arang briket dan kuat tekan dalam proses pencetakan briket [13]. Waktu nyala briket B yang lebih besar dibandingkan dengan briket A dan C sangat mungkin terjadi karena penekanan yang menurun saat pencetakan briket B.

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi konsentrasi perekat dapat mempengaruhi kalor dari briket yang dihasilkan dimana persen komposisi perekat sebesar 20 % menghasilkan kalor tertinggi yaitu 28139,33 kalori dan briket dengan persen komposisi perekat 10 % memiliki kalor terendah dengan nilai kalor sebesar 2612,93 kalori. Semakin tinggi persentase perekat akan menghasilkan nilai kalor yang semakin tinggi pula, hal ini dikarenakan semakin tinggi kadar perekat maka briket yang dihasilkan juga akan semakin merekat kuat dan keras sehingga menghasilkan kepadatan arang yang lebih besar dan dalam proses pembakarannya akan menghasilkan nilai kalor yang semakin besar pula. Jenis briket berbahan baku kayu dan sekam serta kombinasinya seluruhnya menunjukkan nilai kalor yang diatas nilai kalor briket pasaran sehingga briket berbahan baku biomassa kayu dan sekam padi berpotensi untuk dikembangkan menjadi bahan bakar alternatif yang murah dan *sustainable*. Saran kedepannya dapat dilakukan penelitian lanjutan terkait optimasi konsentrasi perekat tepung kanji terhadap nilai kalor briket sehingga dapat diketahui kadar perekat terbaik untuk menghasilkan produk briket dengan nilai kalor yang optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Politeknik Negeri Cilacap yang telah memfasilitasi ruang dan peralatan bagi penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] C. P. Bhakti, A. L. Ghafur, R. A. Setiawan, and A. Widodo, "Pelatihan dan Pemanfaatan Sekam Padi Menjadi Briket Bioarang di Desa Kemranggon , Kecamatan Susukan Kabupaten Banjarnegara," *J. Pemberdaya.*, vol. 3, no. 1, pp. 117–122, 2019.
- [2] Satriyani Siahaan, Melvha Hutapea, and Rosdanelli Hasibuan, "Penentuan Kondisi Optimum Suhu Dan Waktu Karbonisasi Pada Pembuatan Arang Dari Sekam Padi," *J. Tek. Kim. USU*, vol. 2, no. 1, pp. 26–30, 2013, doi: 10.32734/jtk.v2i1.1423.
- [3] A. Salji, "Variation of Material Concentration , Molasses , and Pressure on Briquetting," 2017.
- [4] R. S. 2 Jheni Astuti 1, Defri Yoza2, "Potensi Biomassa Nipah (*Nypa fruticans* Wurmb.) di Desa Lubuk Muda Kecamatan Siak Kecil Kabupaten Bengkalis," *JOM Faperta*, vol. 3, no. 1, pp. 1–10, 2016.
- [5] D. Patabang, "Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi Dengan Variasi Bahan Perekat," *J. Mek.*, vol. 3, no. 2, pp. 286–292, 2012.
- [6] I. Marwanza, M. A. Azizi, C. Nas, S. Patian, W. Dahani, and R. Kurniawati, "Pemanfaatan Briket Arang Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Bakar Alternatif Di Desa Banjar Wangi, Pandeglang, Provinsi Banten," *J. AKAL Abdimas dan Kearifan Lokal*, vol. 2, no. 1, pp. 82–88, 2021, doi: 10.25105/akal.v2i1.9040.
- [7] S. Subagiyo, E. Naryono, S. Santoso, and B. Irawan, "Potensi Energi Sampah Rumah Tangga Hasil Pembakaran Insenerator Sistem Kontinyu," *Info-Teknik*, vol. 16, no. 2, pp. 185–194, 2015.
- [8] Lelawati, "Optimalisasi suhu karbonisasi terhadap rendemen pada proses pembuatan arang aktif," *Maj. Tek. Simes*, vol. 9, no. 2, pp. 1–5, 2015, [Online]. Available: <https://journals.unihaz.ac.id/index.php/simes/article/view/394>.

- [9] T. E. P. Sri Rahayu, R. Dwityaningsih, and U. Ulikaryani, "Pengaruh Waktu Karbonisasi Terhadap Kadar Air dan Abu Serta Kemampuan Adsorpsi Arang Tempurung Nipah Teraktivasi Asam Klorida," *Infotekmesin*, vol. 13, no. 1, pp. 124–130, 2022, doi: 10.35970/infotekmesin.v13i1.1027.
- [10] Badan Standardisasi Nasional - BSN, *SNI Briket arang kayu*,. Indonesia, 2000.
- [11] S. Jamaluddin, "Pengaruh Jumlah Perekat Kanji terhadap Lama Briket Terbakar menjadi Abu," *J. Chem.*, vol. 16, no. 1, pp. 27–36, 2015.
- [12] J. P. Pane, E. Junary, and N. Herlina, "Penambahan Kapur Dalam Pembuatan Briket Arang Berbahan Baku Pelepah Aren (Arenga Pinnata)," vol. 4, no. 2, 2015.
- [13] H. Iskandar, Taufik dan Poerwanto, "Identifikasi Nilai Kalor dan Waktu Nyala Hasil Kombinasi Ukuran Partikel dan Kuat Tekan pada Bio-Briket dari Bambu," *J. Tek. Kim.*, vol. 9, no. 2, pp. 33–37, 2015.
- [14] Maryono, Sudding, and Rahmawati, "Pembuatan dan Analisis Mutu Briket Arang Tempurung Kelapa Ditinjau dari Kadar Kanji," *J. Chem.*, vol. 14, no. 1, pp. 74–83, 2013, [Online]. Available: <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.
- [15] N. Yuliza, N. Nazir, and M. Djalal, "Pengaruh Komposisi Arang Sekam Padi dan Arang Kulit Biji Jarak Pagar Terhadap Mutu Briket Arang," *J. Litbang Ind.*, vol. 3, no. 1, p. 21, 2013, doi: 10.24960/jli.v3i1.617.21-30.