

Pengaruh Waktu Karbonisasi Pada Proses Pembuatan Briket Pelepah Dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Perekat Tepung Tapioka

Muhammad Syukri^{1*}, Siti Aisyah², Muhammad Ardhika Welirang², Nesti Helpitiana Putri¹

¹⁾ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Institut Teknologi Sawit Indonesia

²⁾ Program Studi Teknologi Pengolahan Hasil Perkebunan, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sawit Indonesia

*Email: msrk@itsi.ac.id

ABSTRAK

Perkebunan kelapa sawit menghasilkan limbah pertanian yang tidak bernilai ekonomis tanpa pengolahan lebih lanjut. Hal ini dapat dihindari dengan pemanfaatan tandan kosong dan pelepah kelapa sawit menjadi briket. Briket adalah bahan bakar padat yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif. Pada penelitian ini digunakan tandan kosong dan pelepah kelapa sebagai bahan baku serta tepung tapioka sebagai perekat dalam pembuatan briket, dengan variabel waktu karbonisasi dan kadar perekat dan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL). Dilakukan analisa karakterisasi briket, seperti data kadar air, kadar abu, kerapatan (*Density*), kuat tekan (*Hardness*) dan laju pembakaran. Berdasarkan penelitian, kadar air tertinggi pada briket dengan waktu karbonisasi 2,5 jam perekat 8% sebesar 9% sedangkan terendah pada briket dengan waktu karbonisasi 2 jam perekat 8% sebesar 6,4%. Densitas tertinggi pada briket dengan waktu karbonisasi 2,5 jam dan 3 jam dengan perekat 10% yaitu 0,57 gr/cm³ sedangkan terendah pada briket dengan waktu karbonisasi 2 jam dan 2,5 jam dengan perekat 6% yaitu 0,52 gr/cm³. Kuat tekan tertinggi yaitu pada briket waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat 10% sebesar 16,46 kg/cm² sedangkan terendah pada briket waktu karbonisasi 2 jam dengan perekat 6% sebesar 11,22 kg/cm². Laju pembakaran tertinggi yaitu pada briket waktu karbonisasi 2 jam dengan perekat 6% sebesar 0,23 g/menit sedangkan terendah pada briket waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 10% sebesar 0,11 g/menit.

Kata Kunci: briket, tandan kosong kelapa sawit, pelepah kelapa sawit, karbonisasi

ABSTRACT

Oil palm plantations produce agricultural waste that has no economic value without further processing. This can be avoided by using empty fruit bunches and palm fronds into briquettes. Briquettes are solid fuel that can be used as an alternative energy source. In this study, empty bunches and coconut fronds were used as raw materials and tapioca flour as an adhesive in making briquettes, with variables of carbonization time and adhesive content and the Completely Randomized Design (CRD) method. Characteristic analysis of briquettes was carried out, such as data on water content, ash content, density, compressive strength and burning rate. Based on research, the highest water content in briquettes with a carbonization time of 2.5 hours for 8% adhesive was 9%, while the lowest in briquettes with a carbonization time of 2 hours for 8% adhesive was 6.4%. The highest density in briquettes with a carbonization time of 2.5 hours and 3 hours with 10% adhesive is 0.57 gr/cm³ while the lowest was in briquettes with a carbonization time of 2 hours and 2.5 hours with 6% adhesive, namely 0.52 gr/cm³. The highest compressive strength was in briquettes with a carbonization time of 3 hours with 10% adhesive of 16.46 kg/cm² while the lowest was for briquettes with a carbonization time of 2 hours with 6% adhesive at 11.22 kg/cm². The highest burning rate was in 2 hour carbonization time briquettes with 6% adhesive at 0.23 g/minute while the lowest was in 3 hour carbonization time briquettes with 10% tapioca adhesive at 0.11 g/minute.

Keywords: briquettes, empty palm fruit bunches, palm fronds, carbonization

1. PENDAHULUAN

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia, dapat berpeluang akan menghasilkan limbah pertanian yang sangat banyak baik itu limbah batang, daun, maupun limbah buah kelapa

sawit karena luasnya areal perkebunan tersebut. Limbah pertanian kelapa sawit yang awalnya tidak bernilai apa-apa dan berdampak negatif bagi lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai salah satu sumber energi alternatif dan mempunyai nilai ekonomis, dengan mengubahnya menjadi suatu bahan bakar briket.

Briket bioarang merupakan salah satu sumber energi alternatif yang dapat digunakan untuk menggantikan sebagian dari kegunaan minyak tanah. Briket bioarang merupakan bahan bakar yang berwujud padat dan berasal dari sisa-sisa bahan organik (Budiman et al., 2011). Kualitas bioarang ini tidak kalah dengan batubara atau bahan bakar jenis arang lainnya. Faktor-faktor yang mempengaruhi sifat briket arang adalah berat jenis bahan bakar atau berat jenis serbuk arang, kehalusan serbuk, suhu karbonisasi, dan tekanan pengempaan. Selain itu, pencampuran formula dengan briket juga mempengaruhi sifat briket.

Proses pembriketan adalah proses pengolahan yang mengalami perlakuan penggerusan, pencampuran bahan baku, pencetakan dan pengeringan pada kondisi tertentu, sehingga diperoleh briket yang mempunyai bentuk, ukuran fisik, dan sifat kimia tertentu.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Widya Nanda (2016), pelepah kelapa sawit dapat diolah menjadi briket arang dengan perekat tepung tapioka. Adapun penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan briket arang dengan kualitas yang sesuai dengan standar SNI dengan memvariasikan suhu karbonisasi dari 300°C – 700°C dan konsentrasi penambahan perekat (Tepung Tapioka) dari 10% - 50%. Hasil yang didapat dari penelitian ini bahwa yang paling baik dan tertinggi adalah pada suhu karbonisasi 700°C dengan penambahan perekat 10%. Dengan hasil analisis proksimat adalah Nilai Kalor (*Calorific Value*) sebesar 6671 Cal/gr (SNI min. 5000 Cal/gr), Total Karbon (*Fixed Carbon*) sebesar 5,19% (SNI maks. 8%). Kadar Abu (*Ash Content*) sebesar 9,89% (SNI maks. 8%) dan Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*) sebesar 14,92% (SNI maks. 15%) (Nanda, 2016)

Pada penelitian ini digunakan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan pelepah sebagai bahan baku serta tepung tapioka sebagai perekat dalam pembuatan bahan bakar alternatif briket. Dengan variabel waktu karbonisasi dan melakukan analisa karakterisasi briket, seperti data kadar air, kadar abu, kerapatan (*Density*), kuat tekan (*Hardness*) dan laju pembakaran. Metode yang digunakan adalah arancangan acak lengkap (RAL) yang umumnya cocok digunakan untuk kondisi lingkungan, alat, bahan, dan media yang homogen dalam pembuatan bahan bakar alternatif briket yang diperoleh.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboraorium Institut Teknologi Sawit Indonesia (ITSI) yang berlangsung pada bulan Agustus sampai dengan Maret 2022. Penelitian dilakukan menggunakan metode rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 pengulangan pada setiap perlakuan. Variabel yang digunakan adalah waktu karbonisasi, yaitu 2 jam, 2,5 jam dan 3 jam; dan rasio bahan perekat, yaitu 6%, 8%, dan 10%.

Tabel 1. Desain Penelitian

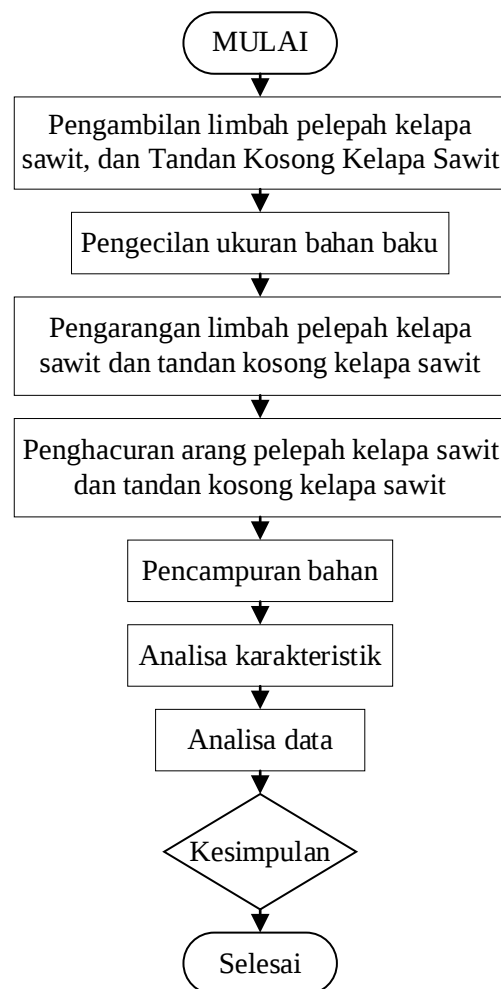
Waktu Karbonisasi % Perekat	2 jam	2,5 jam	3 jam
	$\frac{2}{6\%}$	$\frac{2,5}{6\%}$	$\frac{3}{6\%}$

8%	$\frac{2}{8\%}$	$\frac{2,5}{8\%}$	$\frac{3}{6\%}$
10%	$\frac{2}{10\%}$	$\frac{2,5}{10\%}$	$\frac{3}{10\%}$

2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan selama penelitian ini antara lain tandan kosong kelapa sawit, pelepah kelapa sawit, tepung tapioka, dan air. Sedangkan peralatan yang digunakan, seperti ayakan 70 mesh, *muffle furnace*, *stopwatch*, oven desikator, cetakan, korek api, penjepit, bom calorimeter, timbangan analitik, termokopel, alumunium foil, cawan porselin.

2.2. Prosedur penelitian



Gambar 1. Alur prosedur penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Rendemen arang tandan kosong kelapa sawit

Untuk pembuatan briket arang diperlukan bahan baku dasar yaitu tandan kosong kelapa sawit sebanyak 25 kg berat kering. Lalu dijemur selama 7 hari sehingga berat tandan kosong kelapa sawit menjadi 18 kg setelah itu di lanjutkan proses pembakaran atau karbonisasi (pembakaran tidak sempurna) hingga menjadi arang kasar dengan berat

9 kg. Lalu arang kasar di haluskan dengan cara di tumbuk hingga halus kemudian dilakukan penyaringan dengan ayakan 70 mesh yang bertujuan untuk mendapatkan ukuran partikel arang yang dibutuhkan.

Tabel 2. Randemen Hasil Tandan Kosong Kelapa Sawit

Berat awal TKKS	Berat Kering TTKS	Berat Hasil Pengarangan	Berat Hasil Penghalusan	Hasil Rendemen
25 Kg	18 Kg	10 Kg	5 Kg	20%

3.2. Rendemen arang pelepah kelapa sawit

Untuk membuat briket arang kombinasi yang di perlukan adalah pelepah kelapa sawit, diperlukan sebanyak 25 kg basah kemudian di jemur selama 7 hari, didapatkan hasil akhir sebanyak 16 kg dan di arangkan dengan cara dibakar dengan metode pembakaran secara tidak langsung (karbonisasi) didapatkan hasil 9 kg lalu di haluskan dan di saring dengan ayakan 70 mesh, untuk mendapatkan butiran harus arang pelepah kelapa sawit dan di dapat hasil seberat 4 kg.

Tabel 3. Randemen Hasil Pelepah Kelapa Sawit

Berat awal Pelepah	Berat Kering Pelepah	Berat Hasil Pembakaran	Berat Hasil Penyaringan	Hasil Rendemen
25 Kg	15 Kg	9 Kg	4kg	16%

3.3. Tepung tapioka sebagai perekat

Tepung tapioka digunakan sebagai bahan perekat agar saat kombinasi arang tandan kosong kelapa sawit dan pelepah kelapa sawit rekat saat pencetakan. Langkah yang digunakan untuk membuat perekat dari tepung tapioka adalah mencampurkan dengan air dengan perbandingan 3:1. Campuran ini kemudian dipanaskan sampai matang selama $\pm$ 15 menit pada suhu 70°C. Matangnya perekat dapat ditandai dengan perubahan warna campuran dari putih keruh menjadi bening.

Tabel 4. Randemen Hasil Tepung Tapioka

Berat Awal	Berat Hasil Pemanasan	Hasil Rendemen
60 g	120 g	50%

3.4. Kadar air

Kadar air sampel ditentukan dengan metode oven, yaitu dengan cara menimbang sampel dengan timbangan analitik 10 g dalam cawan yang telah diukur bobot keringnya. Kemudian dikeringkan didalam oven pada suhu 105 °C sampai beratnya konstan, kemudian bahan didinginkan didalam desikator dan timbang kembali. Perhitungan kadar air:

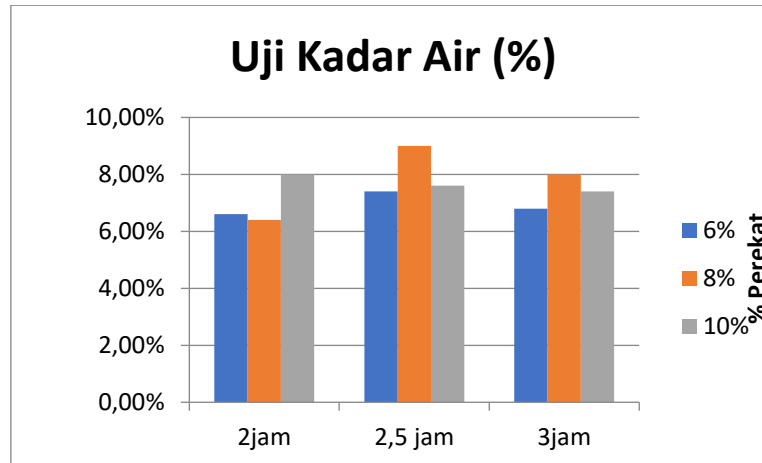
$$\text{kadar air} = \frac{mb - mc}{mb - ma} \times 100\% \quad (\text{ASTM, 2013})$$

Keterangan:

ma = Massa cawan kosong (gram)

mb = Massa cawan kosong + massa sampel sebelum pemanasan (gram)

mc = Massa cawan kosong + massa sampel setelah pemanasan (gram)



Gambar 2. Hasil pengujian kadar air briket

Berdasarkan grafik diatas, hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air pada briket yaitu pada waktu karbonisasi 2 jam dengan perekat tapioka 6% sebesar 6,6%, perekat tapioka 8% sebesar 6,4%, dan pada perekat tapioka 10% sebesar 8%. Pada waktu karbonisasi 2,5 jam dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 7,4%, perekat tapioka 8% sebesar 9%, dan perekat tapioka 10% sebesar 7,6%. Sedangkan pada waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 6,8%, perekat tapioka 8% sebesar 8%, dan pada perekat tapioka 10% sebesar 7,4%. Pada waktu karbonisasi 2 jam dan perekat tapioka 8% memiliki kadar air yang baik untuk briket karena memiliki nilai kadar air yang rendah sehingga briket tersebut akan memiliki nilai kalor yang tinggi.

3.5. Kadar abu

Abu adalah zat anorganik yang tidak memiliki unsur karbon lagi apabila briket dibakar secara sempurna pada suhu $\pm 550^{\circ}\text{C}$. Briket dengan kandungan abu tinggi sangat tidak menguntungkan karena akan membentuk kerak yang menunjukkan bahan tidak dapat terbakar dan sebagai bahan pengotor. Abu dapat memengaruhi mutu bahan bakar briket karena dapat menurunkan nilai kalor, hal ini disebabkan karena di dalam abu terdapat silica yang dapat menurunkan nilai kalor. Abu briket berasal dari *clay*, pasir dan bermacam- macam zat mineral lainnya.

3.6. Kerapatan (Density)

Kerapatan briket erat kaitannya dengan besarnya tekanan yang diberikan pada saat pencetakan briket. Kerapatan merupakan perbandingan antara berat dan volume briket arang. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan keseragaman partikel penyusun briket. Ukuran partikel yang lebih kecil dapat memperluas bidang ikatan antar serbuk, sehingga dapat meningkatkan kerapatan briket. Kerapatan briket dapat dinyatakan dengan rumus :

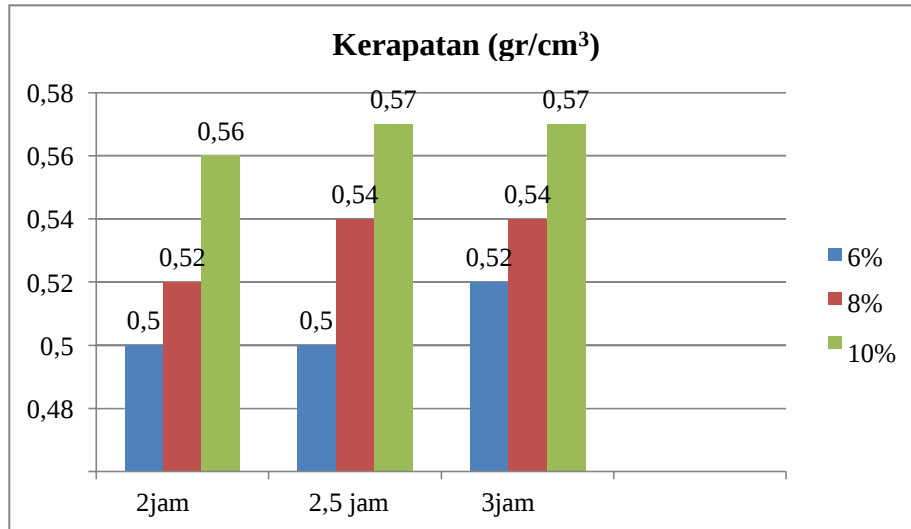
$$\rho = \frac{m}{V} \quad (\text{ASTM}, 1959)$$

Keterangan:

ρ = Kerapatan (g/cm^3)

m = Massa (g)

$V = \pi \times r^2 \times t$ = Volume silinder (cm^3)

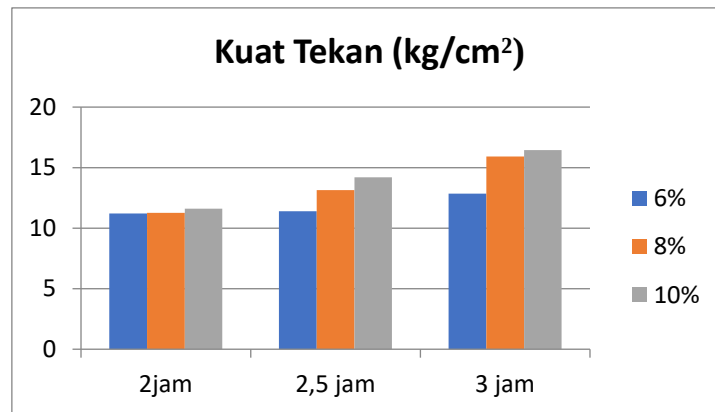


Gambar 3. Hasil pengujian kerapatan briket

Berdasarkan grafik diatas, hasil penelitian menunjukkan nilai kerapatan yang dimiliki briket adalah yaitu pada waktu karbonisasi 2 jam dengan perekat tapioka 6% yaitu $0,5 \text{ gr/cm}^3$, perekat tapioka 8% sebesar $0,52 \text{ gr/cm}^3$, dan perekat tapioka 10% sebesar $0,56 \text{ gr/cm}^3$. Pada waktu karbonisasi 2,5 jam dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar $0,5 \text{ gr/cm}^3$, perekat tapioka 8% sebesar $0,54 \text{ gr/cm}^3$, dan perekat tapioka 10% sebesar $0,57 \text{ gr/cm}^3$. Sedangkan pada waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar $0,52 \text{ gr/cm}^3$, perekat tapioka 8% sebesar $0,54 \text{ gr/cm}^3$ dan perekat tapioka 10% sebesar $0,57 \text{ gr/cm}^3$. Pada hasil tersebut, briket yang memiliki kerapatan yang baik adalah pada waktu karbonisasi 2,5 jam dan 3 jam dengan perekat tapioka 10%.

3.7. Kuat tekan (Hardness)

Uji kuat tekan dilakukan dengan menggunakan *tensile test* untuk mengetahui kekuatan briket arang dalam menahan beban dengan tekanan tertentu. Kuat tekan merupakan kekuatan yang ada pada briket saat di tekan dengan gaya tertentu sampai titik dimana briket tersebut akan retak sampai pecah. Karena semakin kuat briket tersebut maka akan mempengaruhi saat pengemasan dan pendistribusian yang menimbulkan briket tidak akan hancur. Semakin tinggi nilai kuat tekan briket, maka daya tahan semakin baik. Penambahan bahan perekat terhadap briket limbah organik akan mempengaruhi nilai kuat tekan briket.

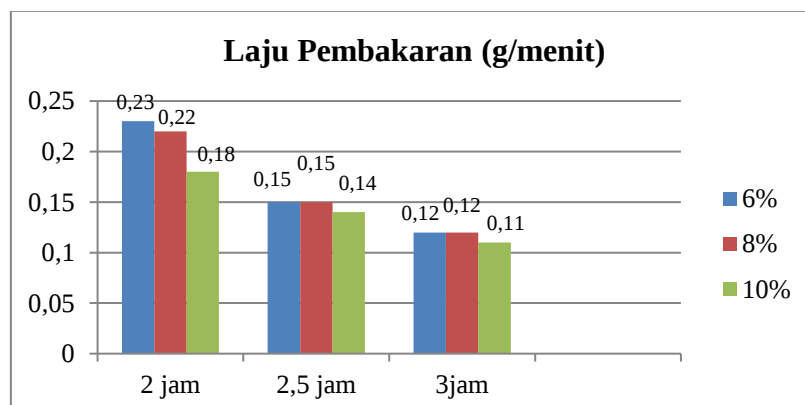


Gambar 4. Hasil pengujian kuat tekan briket

Berdasarkan grafik diatas, hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tekan pada briket dengan waktu karbonisasi dengan perekat tapioka 6% sebesar 11,22 kg/cm², perekat tapioka 8% sebesar 11,27 kg/cm², dan perekat tapioka 10% sebesar 11,6 kg/cm². Pada briket dengan waktu karbonisasi 2,5 jam dengan perekat tapioka 6% sebesar 11,4 kg/cm², perekat tapioka 8% sebesar 13,13 kg/cm², dan perekat tapioka 10% sebesar 14,2 kg/cm². Sedangkan pada briket dengan waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 6% sebesar 12,85 kg/cm², perekat tapioka 8% sebesar 15,91 kg/cm², dan pada perekat tapioka 10% sebesar 16,46 kg/cm². Pada hasil penelitian menunjukkan briket yang mampu menahan tekanan dan memiliki daya tahan yang baik adalah pada briket dengan waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 10%.

3.8. Laju pembakaran

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan *stopwatch* dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital. Laju pembakaran merupakan kecepatan briket tersebut untuk habis terbakar. Artinya semakin besar nilai laju pembakaran, maka semakin cepat briket tersebut untuk habis.



Gambar 5. Hasil pengujian laju pembakaran briket

Berdasarkan grafik diatas, hasil penelitian menunjukkan laju pembakaran yang dimiliki briket pada waktu karbonisasi 2 jam dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 0,23 g/menit, perekat tapioka 8% sebesar 0,22 g/menit dan perekat tapioka 10% sebesar 0,18 g/menit. Pada waktu karbonisasi 2,5 jam dengan perekat tapioka 6% yaitu sebesar 0,15 g/menit, perekat tapioka 8% sebesar 0,15 g/menit, dan perekat tapioka 10% sebesar 0,14 g/menit. Sedangkan pada waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 6% sebesar 0,12 g/menit, perekat tapioka 8% sebesar 0,12 g/menit, dan perekat tapioka 10% sebesar 0,11 g/menit. Berdasarkan hasil tersebut briket yang memiliki keuntungan tidak cepat habis yaitu pada briket dengan waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 10%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Kadar air tertinggi yaitu pada briket dengan waktu karbonisasi 2,5 jam dan perekat tapioka 8% yaitu 9% sedangkan terendah pada briket dengan waktu 2 jam dan perekat tapioka 8% yaitu 6,4%. Nilai kadar air akan menentukan nilai kalor pada briket, semakin rendah nilai kadar air pada briket maka briket tersebut memiliki tingkat kepanasan yang baik.
2. Nilai kerapatan tertinggi yaitu pada briket dengan waktu karbonisasi 2,5 jam dan 3 jam dengan perekat tapioka 10% yaitu 0,57 g/cm³ sedangkan nilai terendah pada briket dengan waktu karbonisasi 2 jam dan 2,5 jam dengan perekat tapioka 6% yaitu 0,5 g/cm³. Semakin tinggi nilai kerapatan maka briket akan semakin baik.
3. Kuat tekan tertinggi yaitu pada briket waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 10% sebesar 16,46 kg/cm² sedangkan terendah yaitu pada briket waktu karbonisasi 2 jam dengan perekat tapioka 6% sebesar 11,22 kg/cm². Semakin tinggi nilai kuat tekan maka briket tersebut akan mampu menahan tekanan dan daya tahan yang dimiliki semakin baik sehingga briket tidak mudah pecah.
4. Laju pembakaran tertinggi yaitu pada briket waktu karbonisasi 2 jam dengan perekat tapioka 6% sebesar 0,23 g/menit sedangkan laju pembakaran terendah yaitu pada briket waktu karbonisasi 3 jam dengan perekat tapioka 10% sebesar 0,11 g/menit. Semakin tinggi nilai laju pembakaran maka briket tersebut akan memiliki waktu yang cepat untuk habis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] ASTM D 440-86. 2002. Standard Test Method of Drop Shatter Test for Coal
- [2] ASTM D 1762-84. 2007. Standard Test Method for Chemical Analysis of Wood Charcoal
- [3] Badan Standardisasi Nasional. 2000. Briket Arang Kayu. Standar Nasional Indonesia 01-6235-2000. Dewan Standardisasi Nasional. Jakarta
- [4] Bahri. 2007. Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu Untuk Pembuatan Briket Arang Dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan di Nanggroe Aceh Darussalam. Tesis. Program Studi Magister Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan USU
- [5] Faizal, M., M. Saputra., dan F. A. Zainal (2015) Pembuatan Briket Bioarang Dari Campuran Batubara dan Biomassa Sekam Padi Dan Eceng Gondok. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(4)
- [6] Gandhi, Aquino B. 2010. Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung. Semarang. Jawa Tengah
- [7] Garrido, M. A., J. A. Conesa, and M. D. Garcia. (2017). Characterization and Production of Fuel Briquettes Made From Biomass and Plastic Wastes. *Energies*, 10(7)
- [8] Goenadi, D.H., W.R. Susila, dan Isroi. 2008. Pemanfaatan produk samping kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif terbarukan

- [9] Ismayana, Afrianto. 2011. Pengaruh Jenis dan Kadar Bahan Perekat Pada Pembuatan Briket blotong Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Departemen Teknologi Industri Pertanian IPB
- [10] Mulia. 2007. Pemanfaatan Tandan Kosong dan Cangkang Kelapa Sawit Sebagai Briket Arang. Tesis. Program Studi Magister Teknik Kimia USU
- [11] Sani, H.R. 2009. Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Kulit Kacang, Cabang dan Ranting Pohon Sengong Serta Sebetan Bambu. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan, IPB. (Tidak dipublikasikan)
- [12] Santosa, Mislaini R dan Swara Pratiwi Anugrah. 2010. Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket Dari Kotoran Sapi Dan Limbah Pertanian. Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas
- [13] Shukla S., and S. Vyas, (2015). Study of Biomass Briquettes, Factors Affecting Its Performence and Technologies Based on Briquettes. IOSR Journal Environment Science. Toxicol. Food Technology, 9(11), 2319-2399
- [14] Stolarski, M. J., S. Szczukowski, J. Tworkowski, M. Krzyzaniak, P. Gulezynski and M. Mleczk. (2013). Comparison of Quality and Production Cost of Briquettes Made from Agricultural and Forest Origin Biomass. Renewable Energy, 57, 20-26
- [15] Sun, B., Yu, J., A. Tahmasebi, and Han, Y. (2014). An Experimental Study on Binderless Briquetting of Chinese Lignite: Effects of Briquetting Conditions. Elsevier Journal ISSN : 0378-3820
- [16] Usman. 2007. Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao Dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat. Balai Besar Industri Hasil Perkebunan. Makassar
- [17] Yusgiantoro, Purnomo. 2006. Pedoman Pembuatan Dan Pemanfaatan Briket Batubara Dan Bahan Bakar Padat Berbasis Batubara. Peraturan Menteri Energi Dan Sumber Daya Mineral Nomor: 047 Tahun 2006