

Analisis Pengaruh Waktu Torefaksi Terhadap Kualitas Biobriket dari Cangkang Kelapa Sawit (*Palm Oil Shell*)

Oki Alfernando^{1,2,3}, Lince Muis^{1,2,3}, Siti Junaida¹, Malem K. Ginting¹, dan Muhammad Haviz⁴

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

²Pusat Studi Energi dan Nanomaterial, Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

³Pusat Unggulan IPTEKS Bio Geo Material dan Energi, Universitas Jambi, Jambi, Indonesia

⁴Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Lampung, Indonesia

alfernandooki@unja.ac.id, ilincemuisismet@yahoo.com, stjunaida99@gmail.com,

malemkg130899@gmail.com, muhammadhaviz@eng.unila.ac.id

Abstrak

Cangkang kelapa sawit adalah limbah padat dihasilkan dari industri pengolahan minyak kelapa sawit, dimana dalam 1 ton kelapa sawit dapat menghasilkan 6,5% limbah cangkang. Limbah ini dapat diproses menjadi bahan bakar padat / biobriket sebagai alternatif bahan bakar melalui proses torefaksi dengan sedikit atau tanpa udara. Penelitian ini memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh dari variasi waktu terhadap kualitas dan rendemen biobriket yang dihasilkan menggunakan metode *pretreatment* gabungan densifikasi (dengan tambahan pengikat) dan torefaksi pada temperatur 275 °C dan variasi waktu yaitu 30, 45, 60, 75 dan 90 menit. Torefaksi termasuk metode baru dalam proses pembriketan dimana metode ini berlangsung pada temperatur rendah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu torefaksi maka secara umum nilai kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, nilai *fixed carbon* serta waktu bakar juga semakin meningkat. Namun hal ini berbanding terbalik untuk nilai rendemen produk yang dihasilkan, sehingga untuk kualitas terbaik didapatkan pada waktu 75 menit dengan kadar air 0,86%, kadar abu 2,38%, kadar zat terbang 18,23%, nilai *fixed carbon* 78,51%, rendemen produk 36,3165 % dan nilai kalor sebesar 5964 Kcal/kg.

Kata kunci: cangkang kelapa sawit, biobriket, densifikasi, torefaksi

Abstract

Palm oil shells are solid waste from the palm oil processing industry. In 1 ton of palm oil produces 6.5% shell waste. Solid waste can be converted into fuel as a substitute for oil, namely bio-briquettes as an alternative fuel through a combustion process with less air. This study aims to determine the effect of time variations on the quality and yield of bio-briquettes produced using a combined pretreatment method of densification (with additional binder) and torrefaction at a temperature of 275 °C and time variations of 30, 45, 60, 75 and 90 minutes. Torrefaction is a new method in the briquetting process where this method takes place at low temperatures. The results showed that the longer the torrefaction time, in general, the value of water content, ash content, volatile matter content, fixed carbon value and burning time also increased. However, this is inversely proportional to the yield value of the resulting product, so the best quality is obtained in 75 minutes with a moisture content of 0.86%, ash content 2.38%, volatile matter content 18.23%, fixed carbon value 78.51 %, product yield is 36.3165% and calorific value is 5964 Kcal/kg.

Keywords: palm oil shell, biobriquette, densification, torrefaction

1. Pendahuluan

Indonesia termasuk negara tropis yang memiliki sumber daya biomassa melimpah. Mengacu data Kementerian Pertanian pada tahun 2017, luas area perkebunan kelapa sawit di Provinsi Jambi dapat mencapai 1,8 juta Ha. Salah satu limbah pertanian potensial yang dapat diolah menjadi bahan bakar alternatif adalah cangkang kelapa sawit. Limbah cangkang kelapa sawit ini merupakan bagian paling dalam dari buah kelapa sawit yang memiliki tekstur keras dan karena hal itu dalam pengolahannya cangkang kelapa sawit ini tidak diolah menjadi minyak dan hanya menjadi limbah buangan dari industri. Pemanfaatan cangkang kelapa sawit ini belum optimal jika melihat potensinya yang cukup besar. Pada tahun 2004, pengolahan 53,762 juta ton tandan buah segar kelapa sawit menjadi CPO menghasilkan limbah berupa cangkang dan serat yang cukup besar, yaitu 10,215 juta ton. Selain itu cangkang kelapa sawit merupakan limbah pertanian yang cocok dijadikan biobriket karena nilai kalor cangkang lebih tinggi jika di briketkan daripada cangkang kelapa sawit dibakar langsung sebagai bahan bakar boiler. (Aziz et al., 2019)

Info Makalah:

Dikirim : 03-14-22;

Revisi 1 : 07-08-22;

Revisi 2 : 01-03-23;

Diterima : 01-25-23.

Penulis Korespondensi:

Telp : +62-813-6670-5290

e-mail : alfernandooki@unja.ac.id

Briket bioarang yang berasal dari limbah memiliki potensi besar untuk diproses menjadi bahan bakar alternatif yaitu bahan bakar padat. Material bahan baku yang melimpah menjadikan biobriket sangat potensial dikembangkan di berbagai daerah yang penduduknya masih jarang dan memiliki topografi daerah yang sulit dijangkau jalur pendistribusian dari bahan bakar milik pemerintah. (Fitriana & Febrina, 2021) (Silvia & Maulina, 2017)

Pada umumnya, biomassa mempunyai kerapatan rendah, berukuran tidak seragam, memiliki sifat higroskopis atau mudah menyerap air, sulit pada penanganan, penyimpanan dan transportasi. Densifikasi merupakan salah satu cara yang dapat dipakai untuk mengatasinya dimana densifikasi sendiri merupakan teknik konversi biomassa untuk menghasilkan bahan bakar pelet/briket untuk menaikkan density yang diharapkan dapat memudahkan pada penanganan, penyimpanan dan transportasi. Pelet/briket yang didapatkan memiliki kandungan karbon, memiliki nilai kalori tinggi dan bisa menyala atau bertahan pada waktu yang relatif lama. Proses yang digunakan dengan memanaskan biomassa tanpa adanya udara atau sedikit udara. (Fitriana & Febrina, 2021)

Namun pelet/briket yang diperoleh biasanya memiliki densitas energi (jumlah kalor per massa) yang rendah, nilai kalor yang rendah, dan kadar air yang tinggi. Oleh karena itu perlu menggunakan proses termal untuk meningkatkan kualitas pelet/briket, salah satu proses termal yang dapat digunakan adalah torefaksi. Torefaksi merupakan bagian dari proses pirolisis dimana proses termal terjadi pada rentang 200-350°C didalam tanpa adanya udara atau sedikit udara, biasanya proses ini hanya menghasilkan produk berupa padatan. Proses thermal ini memerlukan konsumsi energi yang relatif rendah. (Syamsiro, 2016) (Bridgeman et al., 2008)(Gede Suastika, 2019)(Suganal & Hudaya, 2019)(Pestaño & Jose, 2016)(Zen et al., 2019)

Proses torefaksi mengubah komposisi kimia hidrokarbon atau dekomposisi termal fraksi hemiselulosa menjadi komponen volatil, yang selanjutnya menurunkan kadar O/C dan H/C, sehingga meningkatkan kandungan karbon cangkang sawit. Hal ini dapat meningkatkan nilai kalor sabut kelapa sawit, namun komponen energi dari bahan tersebut dapat hilang atau berkurang akibat torefaksi dalam jangka waktu yang lama. (Gede Suastika, 2019) (Lubwama et al., 2020)(Rani et al., 2020)(Azhar & Rustamaji, 2012)

Pembuatan briket membutuhkan arang sebagai bahan baku dan perekat untuk memperbaiki sifat fisik briket yang dihasilkan. Penambahan komposisi perekat yang tepat pada proses pembuatan briket dapat meningkatkan nilai kalori briket yang dihasilkan. Jenis perekat yang digunakan dapat mempengaruhi parameter mutu briket seperti berat jenis, kuat tekan, nilai kalor bahan bakar, kadar air dan kadar abu briket. Pembuatan pelet/briket membutuhkan penambahan perekat yang dirancang agar partikel arang tetap menyatu, tidak mudah hancur, dan mudah dibentuk. Jumlah perekat yang digunakan dalam produksi biobriket harus diperhitungkan, karena semakin banyak perekat yang digunakan dalam produksi biobriket, semakin banyak asap yang dihasilkan saat pembakaran biobriket. Sebaliknya jika jumlah perekat yang digunakan terlalu sedikit maka briket yang dihasilkan akan menjadi rapuh dan mudah hancur. Kelemahan lain dari briket adalah sulit terbakar karena kerapatan briket pada awal pembakaran. Ada dua jenis perekat yang digunakan untuk membuat briket, yaitu perekat asap seperti ter, tanah liat dan tetes tebu dan perekat asap rendah seperti tepung kanji, dekstrin dan tepung beras. (Nuwa & Prihanika, 2018) (Aziz et al., 2019)(Wicaksono & Nurhatika, 2019)(Dewi & Kholik, 2019)(Anizar et al., 2020)(Pane et al., 2015)

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara waktu torefaksi dari biomassa limbah cangkang kelapa sawit terhadap kualitas produk bahan bakar padat/biobriket yang dihasilkan dan rendemen serta lamanya waktu bakar dari produk tersebut.

2. Metode

Variabel bebas pada penelitian ini berupa waktu proses torefaksi yang dimulai pada 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit, dan 90 menit. Pada penelitian ini variabel terikat adalah pengujian kadar air, kadar zat terbang, nilai *fixed carbon* (karbon tetap), waktu bakar, dan rendemen produk yang dihasilkan. Variabel terikat memberikan gambaran kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan. Variabel tetap pada penelitian ini adalah temperatur torefaksi yaitu 275°C untuk mendapatkan produk biobriket yang diinginkan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sebagai berikut:

2.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

Tahap ini dimulai dari pencucian dan pengeringan cangkang kelapa sawit yang didapat dari pabrik lokal, kemudian cangkang kelapa sawit dihaluskan lalu diayak dengan ukuran 30 mesh sedangkan tepung tapioka dibeli dari pemasok lokal. Gambar cangkang sawit dapat dilihat dibawah ini.

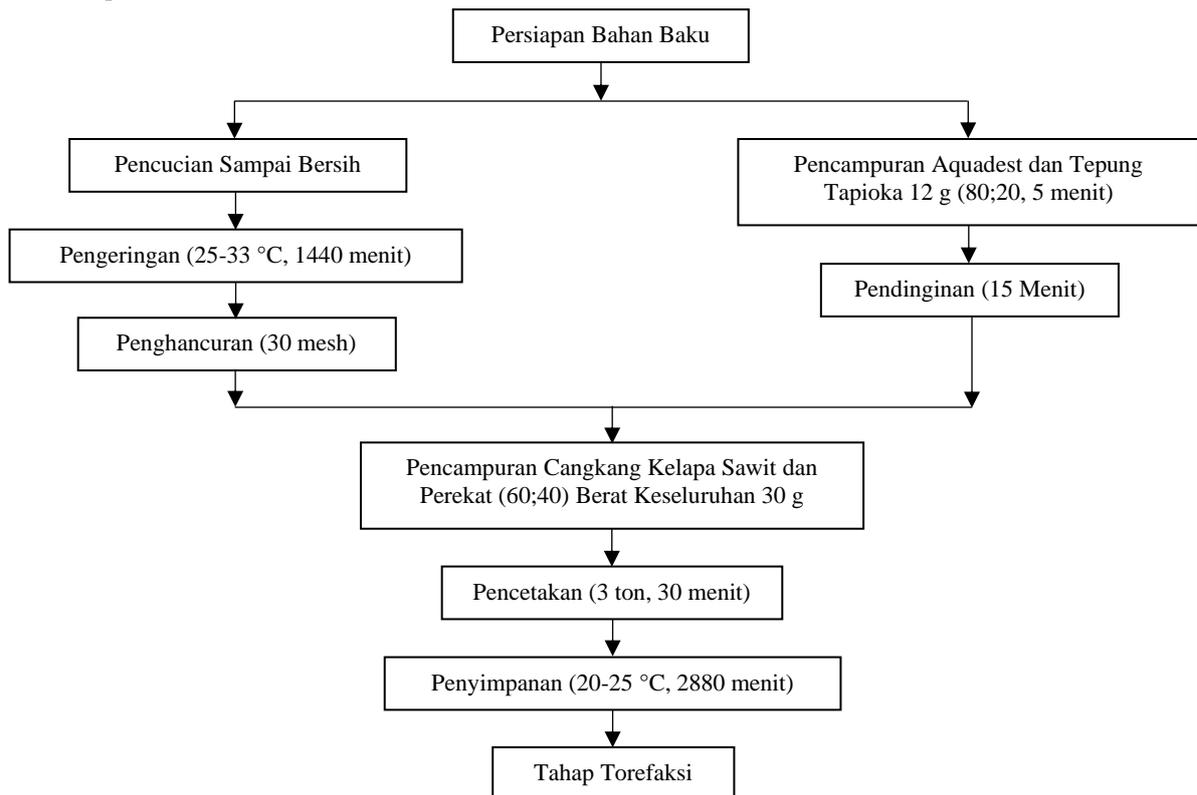


Gambar 1. Sampel Cangkang Kelapa Sawit.

2.2. Tahap Pembuatan Perekat dan Biobriket

Proses awalan tahap ini adalah pembuatan bahan perekat, untuk membuat bahan pengikat atau perekat aquadest dan tepung tapioka dicampur dengan perbandingan berat 80:20 dengan jumlah keseluruhan 12 g di dalam *breaker glass* diaduk hingga tercampur rata. Campuran tepung dan air kemudian dipanaskan diatas *hotplate* hingga larutan mengental dan terjadi perubahan warna dari yang putih menjadi bening. Perekat yang sudah membentuk gelatin didinginkan sebelum dicampur dengan cangkang kelapa sawit yang sudah dihaluskan.

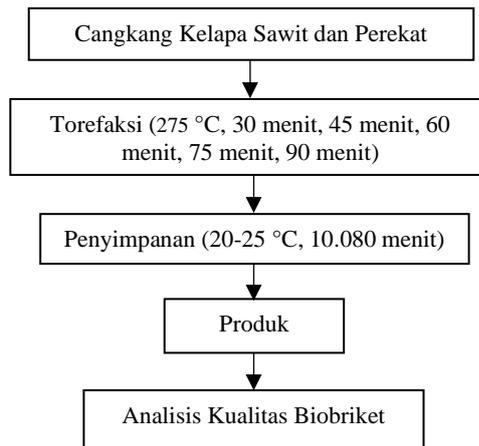
Pada proses kedua cangkang kelapa sawit yang telah dihaluskan dicampur dengan perekat, perbandingan 60:40 dengan berat keseluruhan bahan 30 g menggunakan *mixer* sampai homogen. Setelah semua bahan tercampur rata atau homogen, campuran cangkang dan perekat dimasukkan perlahan-lahan ke dalam cetakan dengan diameter silinder kira-kira 2-3 cm, kemudian di cetak dengan tekanan 3 ton selama 30 menit. Briket yang sudah dicetak kemudian disimpan dalam suhu ruang selama 2 hari guna mencapai stabilitas briket. Berikut adalah diagram alir tahap pembuatan perekat dan biobriket.



Gambar 2. Diagram Alir Persiapan dan Pembuatan Perekat dan Biobriket.

2.3. Tahap Torefaksi Biobriket

Dalam penelitian ini proses torefaksi dilakukan dalam *furnace*, briket di torefaksi dengan suhu 275 °C. Awalnya biobriket dimasukkan ke dalam kurs porselin dan tutup, kemudian tutup *furnace* secara rapat. Selanjutnya briket dipanaskan sesuai dengan variasi waktu torefaksi yang diinginkan selama 30 menit, 45 menit, 60 menit, 75 menit dan 90 menit. Setelah selesai, briket dikeluarkan dari *furnace* dan disimpan dalam suhu ruang selama seminggu untuk memastikan stabilitas dan kekakuan. Berikut adalah diagram alir tahap torefaksi biobriket.



Gambar 3. Diagram Alir Torefaksi Biobriket.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil penelitian dianalisis sesuai dengan SNI 06-3730-1995 seperti *proximate*, nilai kalor, waktu bakar, waktu mendidihkan air dan *yield*. Hasil pengujian kualitas *biobriket* cangkang kelapa sawit yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1. Data hasil penelitian yang didapatkan selanjutnya dibandingkan dengan data standar kualitas biobriket SNI 01-6235-2000 pada tabel 2.

Tabel 1. Hasil Analisis Biobriket Cangkang Kelapa Sawit.

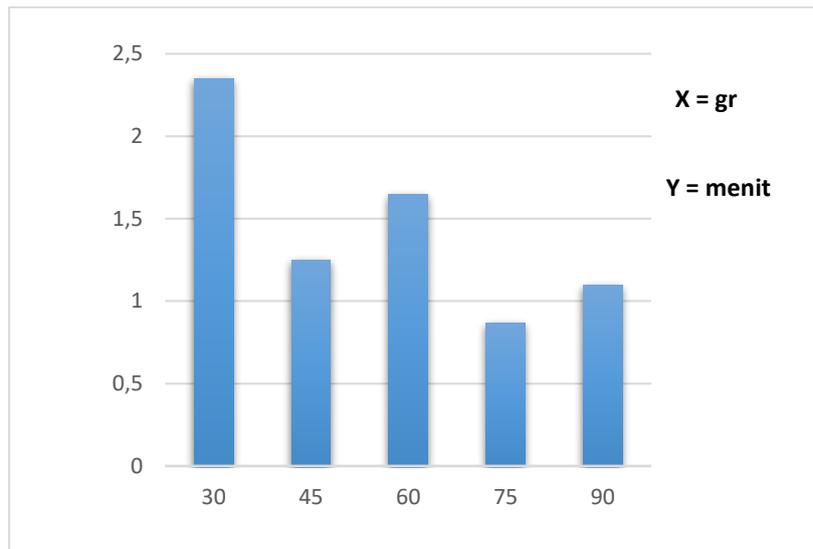
Waktu (Menit)	Parameter yang dianalisis						
	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	Karbon Terikat (%)	Waktu Bakar (s)	Yield (%)	CV (Kcal/kg)
30	2,35	4,33	47,0883	46,23	1032	56,28	-
45	1,25	5,04	36,8693	56,83	1095	49,45	-
60	1,65	2,49	29,5525	66,31	1153,8	45,25	-
75	0,87	2,38	18,231	78,51	1293,6	36,32	5964
90	1,10	2,39	26,8442	69,66	120752	34,04	-

Tabel 2. Standar Mutu Briket Biomassa.

Sifat Briket	Permen ESDM No. 47 Tahun 2006	SNI No.1/6235 /2000	Jepang	Inggris	USA
Kadar Air (%)	≤ 15	≤ 8	6-	3-4	6
Kadar Abu (%)	≥ 10	≤ 8	5-7	8-10	6
Kadar Zat Terbang (%)	Sesuai Bahan Baku	≤ 15	15-30	16,4	19-28
Karbon Terikat (%)	Sesuai Bahan Baku	≥ 77	60-80	75	60
Nilai Kalor (Kcal/kg)	4400	≥ 5000	5000-6000	5870	4000-6500

3.1. Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Kadar Air (*Moisture*) Biobriket

Kadar air merupakan parameter atau bagian penting yang harus diuji untuk menentukan kualitas biobriket. Kandungan airnya harus serendah mungkin, agar nilai kalornya tinggi dan mudah terbakar. Dari hasil analisis biobriket yang diberi perlakuan perubahan suhu, didapatkan kadar air terendah diamati pada waktu torefaksi 75 menit yaitu sebesar 0,86%, sedangkan kadar air tertinggi diamati pada periode 30 menit yaitu 2,35%, terlihat bahwa semua sampel memenuhi standar SNI yaitu kandungan air maksimum 8%.



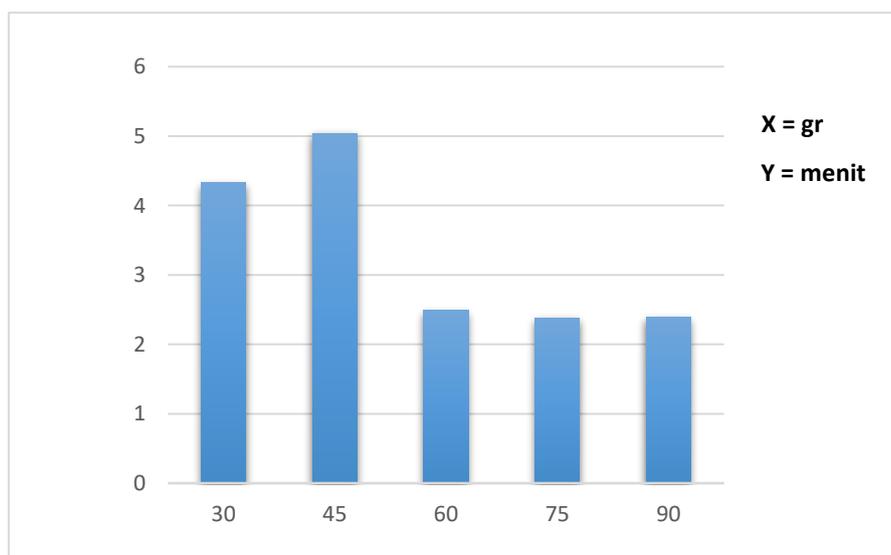
Gambar 4. Grafik Pengaruh dari Waktu Temperatur terhadap Kadar Air (*Moisture*) Biobriket.

Pada gambar 4 dapat dilihat bahwa biobriket hasil torefaksi pada waktu 90 menit memiliki kandungan air yang paling rendah, hal ini dikarenakan semakin lama waktu kemampuan menguapkan air lebih banyak. Sehingga biobriket yang dihasilkan kering dan kandungan air lebih rendah dari pada waktu 30 menit, 45 menit, 60 menit dan 75 menit. Terlihat bahwa semakin tinggi suhu yang digunakan maka kadar airnya semakin rendah. Kadar air biobriket bervariasi karena aksi yang tidak seragam dari campuran perekat tepung tapioka dan air dalam campuran biobriket selama pencampuran, menghasilkan perbedaan penyerapan dalam sampel biobriket. Pada literatur lain juga dijelaskan bahwa rendemen dan kualitas asap cair dipengaruhi oleh kadar air bahan baku.

Menurut Maulina (2017), hal ini juga dapat disebabkan karena semakin lama torefaksi, bahan baku semakin terurai karena lama waktu kontak panas dengan bahan baku. Namun, juga diamati bahwa data menurun seiring bertambahnya waktu. Penurunan kinerja disebabkan oleh kehilangan bobot yang lebih besar pada suhu tinggi dan dalam jangka waktu yang lebih lama.

3.2. Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Kadar Abu (*Ash*) Biobriket

Kadar abu juga merupakan parameter penting yang harus diuji untuk mengetahui kualitas biobriket di bawah pengaruh fluktuasi suhu tertentu, yaitu 30-90 menit.



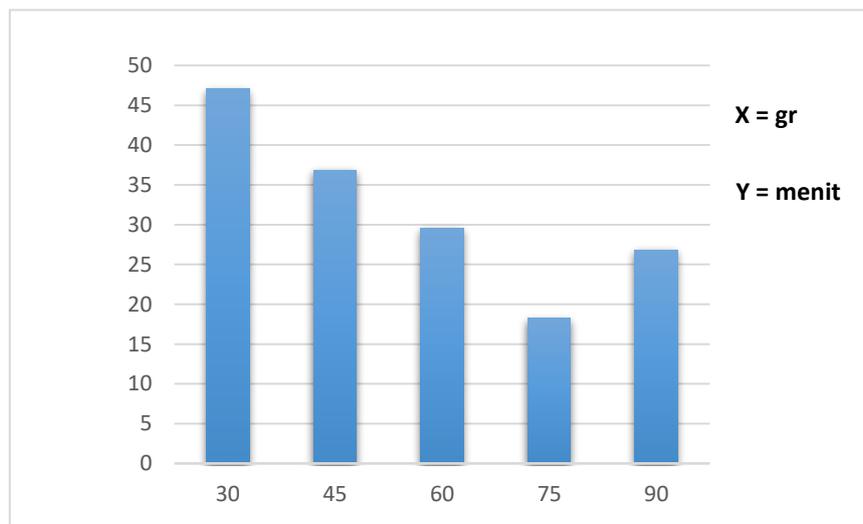
Gambar 5. Grafik Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Kadar Abu (*Ash*) Biobriket.

Pada gambar diatas ditampilkan bahwa kadar abu terendah pada waktu torefaksi 75 menit sebesar 2,38%, sedangkan kadar abu tertinggi pada waktu torefaksi 30 menit sebesar 4,33% terlihat masih di bawah standar SNI 01-6235-2000. Standar yang digunakan adalah $\leq 8\%$. Tingginya kadar abu dipengaruhi oleh konsentrasi pengotor pada

bahan baku, sehingga kandungan mineral biomassa menjadi cukup tinggi dan banyak sisa abu yang diinsinerasi di dalam insinerator. Dipercayai bahwa kandungan abu yang tinggi dari biobriket kaya akan garam karbon kalium, kalsium, magnesium, dan silika. (Ristianingsih et al., 2015) (Wibowo Kurniawan, 2019)

3.3. Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*) Biobriket

Kadar Zat terbang juga menjadi parameter penting yang harus diuji guna mengetahui kualitas biobriket dari pengaruh temperatur yang telah ditentukan yakni waktu 30-90 menit. Pada penelitian ini kadar zat terbang yang terendah yaitu pada waktu torefaksi 75 menit yaitu sebesar 18,23% sedangkan kadar zat terbang tertinggi terdapat pada waktu torefaksi 30 menit yakni sebesar 47,08%. Semua sampel belum memenuhi standar SNI untuk briket biomassa yakni kadar zat terbang maksimal 15%. Kadar zat terbang yang dihasilkan tidak sesuai harapan dimana pada penelitian ini diharapkan kadar zat terbang rendah. Tingginya kadar zat terbang dikarenakan bahan baku yang berupa cangkang kelapa sawit memiliki kandungan zat terbang sebesar 69,5%.

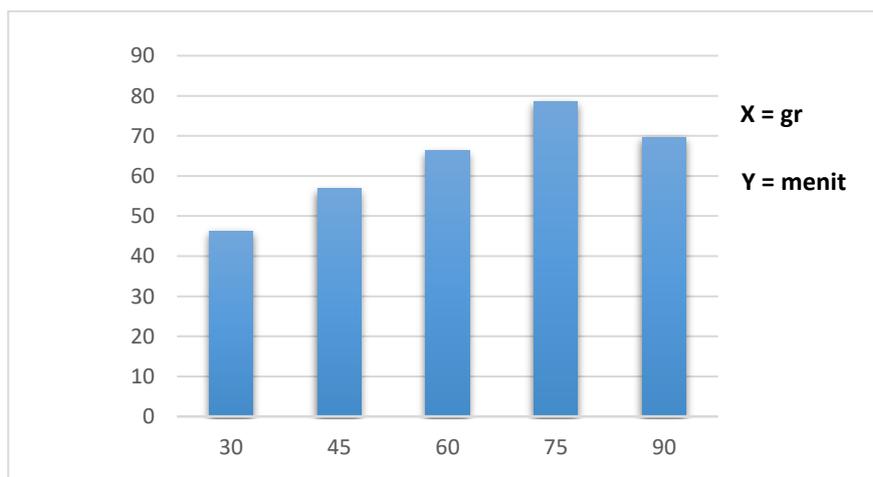


Gambar 6. Grafik Pengaruh Waktu Torefaksi terhadap Kadar Zat Terbang (*Volatile Matter*) Biobriket.

Menurut Ristianingsih (2015), tingginya kandungan komponen volatil pada biobriket biomassa menyebabkan banyak asap pada saat biobriket dinyalakan yang tidak baik bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Konsentrasi zat volatil juga dapat dipengaruhi oleh waktu dan temperatur proses pengarangan, semakin tinggi temperatur dan waktu pengarangan maka semakin banyak zat volatil yang terbuang, sehingga pada saat pengujian diperoleh konsentrasi zat volatil yang rendah. Selain itu, karena sebagian bahan baku tidak melalui proses karbonisasi, jumlah volatil yang dihasilkan lebih banyak, sehingga jumlah volatil yang dihasilkan relatif lebih banyak dan menimbulkan banyak asap. (Ristianingsih et al., 2015) (Wibowo Kurniawan, 2019) (Rani et al., 2020)

3.4. Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Nilai *Fixed Carbon* Biobriket

Nilai *Fixed Carbon* menjadi parameter penting yang harus diuji guna mengetahui kualitas biobriket dari pengaruh variasi waktu torefaksi yang telah ditentukan yakni waktu 30-90 menit. Kadar karbon tetap (*fixed carbon*) menunjukkan banyaknya unsur karbon yang tertahan atau terkandung dalam briket dan berpengaruh terhadap komponen volatil dan waktu torefaksi.

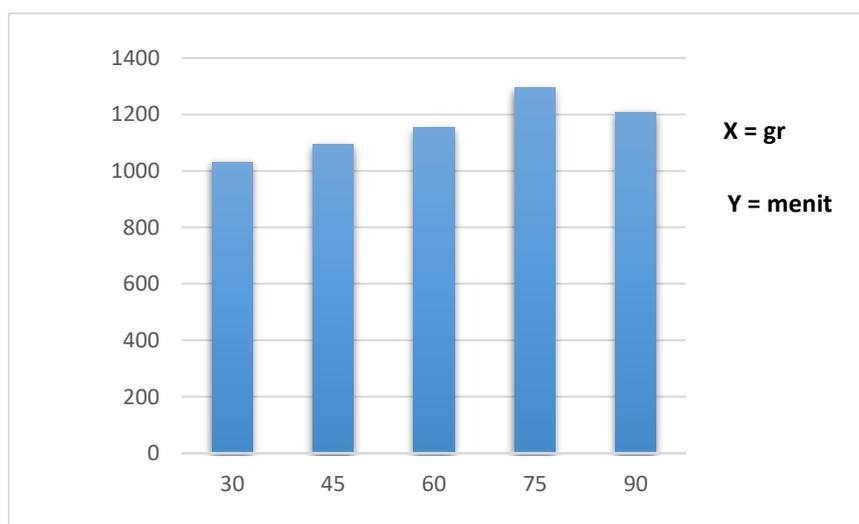


Gambar 7. Grafik Pengaruh Waktu Torefaksi terhadap Nilai *Fixed Carbon*.

Dapat dilihat pada gambar 7 nilai *fixed carbon* terendah pada waktu 30 menit sebesar 46,22% sedangkan nilai *fixed karbon* tertinggi pada waktu 75 menit sebesar 78,51%. Kandungan karbon terikat menunjukkan jumlah karbon yang terikat pada biobriket, yang mempengaruhi komponen volatil dan waktu torefaksi.

3.5. Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Waktu Bakar Biobriket

Lama waktu bakar juga menjadi parameter penting yang harus diuji guna mengetahui kualitas biobriket dari pengaruh variasi waktu yang telah ditentukan yaitu waktu 30-90 menit. Dibawah ini dapat dilihat dari tabel pengaruh variasi waktu terhadap waktu bakar biobriket.

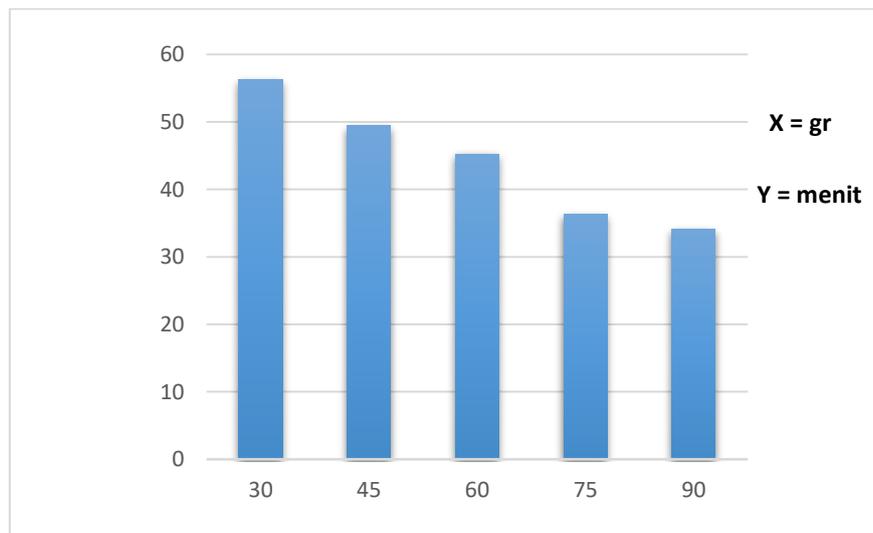


Gambar 8. Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Waktu Bakar Biobriket.

Pada Gambar 8 di atas, waktu pembakaran maksimum adalah 75 menit, yang menyala selama 1293,6 detik, dan waktu pembakaran rendah adalah 30 menit selama 1032 detik. Semakin lama waktu pembakaran, semakin baik kualitas dan efisiensi pembakarannya. Waktu pembakaran sangat mempengaruhi kadar air. Semakin rendah kadar air maka semakin tinggi nilai kalor dan efisiensi pembakarannya, dan sebaliknya semakin tinggi kadar airnya maka semakin rendah nilai kalor dan efisiensi pembakarannya.

Waktu pembakaran briket arang tergantung pada berat briket, yaitu semakin besar ukuran dan berat briket maka semakin lama briket tersebut terbakar. Karena geometri material ditentukan oleh sudut dan garis yang menyusunnya. Semakin sedikit sudut dan garis yang terbentuk, maka luas permukaan semakin besar dan kecepatan pembakaran semakin cepat karena udara yang berperan sebagai energi selama proses pembakaran diserap lebih cepat dan sebaliknya. (Ristianingsih et al., 2015) (Wibowo Kurniawan, 2019) (Suryaningsih & Pahleva, 2020) (Vianney & Tera, 2017).

3.6. Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Persen Yield Biobriket



Gambar 9. Grafik Pengaruh Waktu Torefaksi terhadap Persen Yield Biobriket.

Pada gambar 9 ditampilkan bahwa persen yield tertinggi pada waktu 30 menit sebesar 56,2831% dan yang terendah pada waktu 90 menit sebesar 34,0440%. Waktu mempengaruhi komposisi produk torefaksi. Semakin lama torefaksi, semakin kecil jumlah biobriket karbon dihasilkan (Ristianingsih et al., 2015) (Wibowo Kurniawan, 2019). Menurut Muhammad Zen dkk (2019) persen yield menurun seiring dengan meningkatnya waktu torefaksi. Hal ini dikarenakan hemiselulosa yang terdegradasi pada rentang suhu dan waktu torefaksi diikuti dengan selulosa dan lignin yang terdegradasi secara bertahap. Semakin lama waktu torefaksi maka akan semakin banyak lignin yang terdegradasi. (Zen et al., 2019)

3.7. Pengaruh Variasi Waktu Torefaksi terhadap Nilai Kalor Biobriket

Pada penelitian berdasarkan uji proksimat dan uji waktu bakar yang telah dilakukan, maka dilakukan uji nilai kalor pada satu sampel, yaitu pada waktu 75 menit sebagai parameter tambahan uji kualitas biobriket yang dihasilkan.

Tabel 3. Hasil Uji Nilai Kalor.

Parameter	Nilai Kalor (Kcal/Kg)
SNI 01-6235-2000	≥ 5000
Cangkang Sawit	4498
Biobriket	5964

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa nilai kalor biobriket yang didapat sudah memenuhi SNI No. 1-6235-2000 yaitu sebesar 5965 Kcal/kg. Semakin rendah kadar air dan abu biobriket maka semakin rendah pula nilai kalor biobriket tersebut. Selain itu, nilai kalor juga dipengaruhi oleh jumlah karbon terikat pada biobriket yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan karbon terikat, semakin tinggi nilai kalor biobriket. Nilai kalori menentukan kualitas biobriket yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai kalori maka semakin tinggi kualitas biobriket yang dihasilkan. Tinggi rendahnya nilai kalor biobriket dipengaruhi oleh jumlah karbon yang terikat. (Wibowo Kurniawan, 2019) (Ristianingsih et al., 2015)

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian biobriket yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu maka kualitas biobriket semakin baik. Biobriket yang paling baik kualitasnya adalah pada waktu 75 menit dengan kadar air 0,86%, kadar abu 2,38%, kadar zat yang hilang 18,23% dan nilai *fixed carbon* 78,51%. Nilai kadar zat yang hilang (bobot sampel yang berkurang) pada semua sampel tidak ada yang sesuai standar SNI-01-6235-2000, hasil nilai zat yang hilang yang paling rendah adalah pada waktu 75 menit yaitu sebesar 18,23%. Semakin lama waktu maka % yield bahan baku biobriket yang dihasilkan semakin menurun atau semakin kecil. Didapat % yield yang paling rendah pada waktu 90 menit sebesar 34,04% dan yang paling besar pada waktu 30 menit sebesar 56,28%.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih PT. Perkebunan Nusantara IV Bunut, Muaro Jambi yang telah bersedia mendukung kegiatan penelitian terutama dalam ketersediaan bahan baku dan Universitas Jambi.

Daftar Pustaka

- , N., Sari, N. M., & Mahdie, M. F. (2021). Pengaruh Persentase Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa. *Jurnal Sylva Scientiae*, 4(2), 324. <https://doi.org/10.20527/jss.v4i2.3343>
- Allo, J. S. T., Setiawan, A., & Sanjaya, A. S. (2018). Pemanfaatan Sekam Padi untuk Pembuatan Biobriket Menggunakan Metode Pirolisa. *Jurnal Chemurgy*, 2(1), 17. <https://doi.org/10.30872/cmg.v2i1.1633>
- Anizar, H., Sribudiani, E., & Somadona, S. (2020). Pengaruh Bahan Perekat Tapioka Dan Sagu Terhadap Kualitas keBriket Arang Kulit Buah Nipah. *Perennial*, 16(1), 11–17. <http://dx.doi.org/10.24259/perennial.v16i1.9159>
- Arbi, Y., & Irsad, M. (2018). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kelapa Sawit Menjadi Briket Arang Sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Sains Dan Teknologi Sttind Padang*, 5(4), 1–9.
- Ayuningtyas, E., & Aridito, M. N. (2020). Studi Karakteristikproses Pirolisis Dan Arang Dari Briket Serbuk Kayu Dengan Variasi Laju Pemanasan Menggunakan Metode Pirolisis Single Rocket Stove. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 19(1), 1–14. <https://doi.org/10.37412/jrl.v19i1.12>
- Azhar, & Rustamaji, H. (2012). Bahan Bakar Padat dari Biomassa Bambu dengan Proses Torefaksi dan Densifikasi. *Jurnal Rekayasa Proses*, 3(2), 26–29.
- Aziz, M. R., Siregar, A. L., Rantawi, A. B., & Rahardja, I. B. (2019). Pengaruh Jenis Perekat pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar. *Jurnal Umj*, 04, 1–10.
- Bridgeman, T. G., Jones, J. M., Shield, I., & Williams, P. T. (2008). Torrefaction of reed canary grass, wheat straw and willow to enhance solid fuel qualities and combustion properties. *Fuel*, 87, 844–856. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2007.05.041>
- Dewi, R. P., & Kholik, M. (2019). Pengaruh Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Arang Campuran Serbuk Gergaji Dan Tempurung Kelapa. *Jurnal SIMETRIS*, 10(2), 713–716.
- Fitriana, W., & Febrina, W. (2021). Analisis Potensi Briket Bio-Arang Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 10(2), 147. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v10i2.147-154>
- Gde Suastika. (2019). Proses Torefaksi Untuk Meningkatkan Nilai Kalor Cangkang Sawit dengan Metode COMB. *Risalah Fisika*, 3(2), 47–50. <https://doi.org/10.35895/rf.v3i2.159>
- Granado, M. P. P., Suhogusoff, Y. V. M., Santos, L. R. O., Yamaji, F. M., & De Conti, A. C. (2021). Effects of pressure densification on strength and properties of cassava waste briquettes. *Renewable Energy*, 167, 306–312. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2020.11.087>
- Lubwama, M., Yiga, V. A., Muhairwe, F., & Kihedu, J. (2020). Physical and combustion properties of agricultural residue bio-char bio-composite briquettes as sustainable domestic energy sources. *Renewable Energy*, 148, 1002–1016. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2019.10.085>
- Nuwa, N., & Prihanika, P. (2018). Tepung Tapioka Sebagai Perekat Dalam Pembuatan Arang Briket. *PengabdianMu: Jurnal Ilmiah Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(1), 34–38. <https://doi.org/10.33084/pengabdianmu.v3i1.26>
- Pane, J., Junary, E., & Herlina, N. (2015). PENGARUH KONSENTRASI PEREKAT TEPUNG TAPIOKA DAN PENAMBAHAN KAPUR DALAM PEMBUATAN BRIKET ARANG BERBAHAN BAKU PELEPAH AREN (*Arenga pinnata*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4, 32–38. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i2.1468>
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *JET (Journal of Electrical Technology)*, 5(2), 88–92.
- Pestaño, L. D. B., & Jose, W. I. (2016). Production of Solid Fuel by Torrefaction Using Coconut Leaves As Renewable Biomass. *International Journal of Renewable Energy Development*, 5(3), 187–197. <https://doi.org/10.14710/ijred.5.3.187-197>
- Pujasakti, D., & Widayat, W. (2018). Karakteristik Briket Cetak Panas Berbahan Kayu Sengon Dengan Penambahan Arang Tempurung Kelapa. *Saintekno : Jurnal Sains Dan Teknologi*, 16(1), 21–32.
- Rahaman, S. A., & Salam, P. A. (2017). Characterization of cold densified rice straw briquettes and the potential use of sawdust as binder. *Fuel Processing Technology*, 158, 9–19. <https://doi.org/10.1016/J.FUPROC.2016.12.008>
- Rani, I. T., Hidayat, W., Febryano, I. G., Iryani, D. A., Haryanto, A., & Hasanudin, U. (2020). Pengaruh Torefaksi terhadap Sifat Kimia Pelet Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung (Journal of Agricultural Engineering)*, 9(1), 63. <https://doi.org/10.23960/jtep-1.v9i1.63-70>
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & Syafitri, R. (2015). Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan. *Jurnal Konversi*, 4(2), 16–21.
- Silia, F., & Maulina, S. (2017). Pengaruh Suhu, Waktu, Dan Kadar Air Pada Pirolisis Pelepah Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 6(2), 14–18.
- Siwi, H., Sirun, A., & Arungpadang, T. A. R. (2017). Prosiding Seminar Nasional Briket Campuran Arang Tempurung Kelapa dan Enceng Gondok Hasil Pirolisis. *Rekayasa Proses Industri Kimia*, 1, 2580–6572.
- Song, X., Zhang, S., Wu, Y., & Cao, Z. (2020). Investigation on the properties of the bio-briquette fuel prepared from hydrothermal pretreated cotton stalk and wood sawdust. *Renewable Energy*, 151, 184–191. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2019.11.003>
- Suganal, S., & Hudaya, G. K. (2019). Bahan bakar co-firing dari batubara dan biomassa tertorefaksi dalam bentuk

- briket (Skala laboratorium). *Jurnal Teknologi Mineral Dan Batubara*, 15(1), 31–48. <https://doi.org/10.30556/jtmb.vol15.no1.2019.971>
- 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 *Jurnal Material Dan Energi ...*, 10(01), 27–35. <http://jurnal.unpad.ac.id/jmei/article/view/31867>
- Syamsiro, M. (2016). Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa Dengan Proses Densifikasi Dan Torrefaksi. *Jurnal Mekanika Dan Sistem Termal*, 1(1), 7–13.
- Wibowo Kurniawan, E. (2019). Studi Karakteristik Briket Tempurung Kelapa dengan Berbagai Jenis Perakat Briket. *Buletin Loupe*, 15(01), 7. <https://doi.org/10.51967/buletinloupe.v15i01.24>
- Wicaksono, W. R., & Nurhatika, S. (2019). Variasi Komposisi Bahan pada Pembuatan Briket Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) dan Limbah Biji Kelor (*Moringa oleifera*). *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 7(2). <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.37231>
- Wijaya AK, A. A., Yulianti, N. L., & Putu Gunadnya, I. B. (2021). Karakteristik Briket Biomassa dari Variasi Bahan Baku dan Persentase Perakat yang Berbeda. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 9(2), 202. <https://doi.org/10.24843/jbeta.2021.v09.i02.p07>
- Zen, M., Helwani, Z., & Komalasari. (2019). Bahan Bakar Padat dari Tandan Kosong Sawit Menggunakan Proses Torefaksi dengan Variasi Suhu dan Waktu Torefaksi. *Jom Fteknik*, 6(1), 1–5.