

PENGARUH SUHU TOREFAKSI TERHADAP KUALITAS BIOBRIKET TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DENGAN PEREKAT *SLUDGE CAIR CPO*

The Effect of Torrefaction Temperature on The Quality of Empty Palm Bunch Biobricets With CPO Liquid Sludge Adhesive

Berliana Damanik^{#1}, Sahrial¹, Rudi Prihantoro²

Fakultas Pertanian, Universitas Jambi, Kampus Pondok Meja, Jl. Tribrata km 11, Jambi, Indonesia

E-mail : berlianadamanik3@gmail.com

ABSTRAK – Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu torefaksi terhadap kualitas biobriket Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Perekat *Sludge Cair CPO* yang tepat untuk menghasilkan biobriket dengan kualitas terbaik. Penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dengan 4 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama suhu torefaksi maka kualitas biobriket semakin baik tetapi untuk perekat mengalami penurunan untuk dapat merekat pada biobriket karena dilakukan torefaksi maka perekat ikut menguap setelah dipanaskan. Biobriket yang paling baik kualitasnya adalah pada suhu 275°C dengan kadar air sebesar 4,89 %, kadar abu 8,65 %, kadar zat terbang 93,00 %, nilai *fixed carbon* 80,63%, dan nilai kalor 4402,98 kal/g.

Kata Kunci – Biobriket; Tandan Kosong Kelapa Sawit; *Sludge Cair CPO*.

ABSTRACT – *This research aimed to determine the effect of torrefaction temperature on the quality of Empty Palm Oil Bunches biobriquettes with the right cpo liquid adhesive to produce the best quality biobriquettes. This research used a Completely Randomized Design (CRD) method with 4 temperature with 4 replications. The results of the research shor that the longer the torrefaction temperature, the better the quality of the biobriquettes, but the ability of the adhesive to adhere to the biobriquettes decreases because torrefaction is carried out, the adhesive also evaporates after being heated. The best quality biobriquettes are at a temperature of 275°C with a water content of 4,89%, ash content of 8,65 %, Volatile matter content of 93,00%, fixed carbon value of 80,63 %, and Calorific value of 4402.98 cal/g*

Keywords – *Biobricates; Empty Palm Oil Bunch; CPO Liquid Sludge*

I. Pendahuluan

Komoditas kelapa sawit memberikan kontribusi signifikan bagi perekonomian Indonesia meskipun menghadapi tantangan penurunan harga di tahun 2023. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), Pertumbuhan ekonomi Indonesia Tahun tersebut mencapai 5,05%. Menurut Direktur Perencanaan dan Pengelolaan dana dibadan pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPD PKS), kabul wijayanto, perkebunan sawit rakyat pada tahun 2023 hanya mencapai 2,58% ton/hektar, luas kebun kelapa sawit di provinsi jambi pada tahun 2023 adalah 522.210 hektar, dengan jumlah produksi kelapa sawit sebanyak 1.038.292 ribu ton. Data ini merupakan dari badan pusat statistik (BPS) Provinsi Jambi (suryaningsih, 2021).

Hasil utama dari Kelapa sawit adalah buah kelapa sawit selain buah kelapa sawit terdapat Tandan Kosong Kelapa Sawit yang sangat berpotensi menjadi bahan baku biobriket karena ketersediaanya yang cukup melimpah yaitu sebesar $\pm 23\%$ dari Tandan Buah segar yang dapat diolah. Selain itu, TKKS merupakan limbah yang memiliki potensi sebagai sumber energi, komponen limbah, komponen selulosa sebanyak 41,3 % - 46,5%, hemiselulosa 25,3% - 32,5 % dan lignin 27,6 % - 32, 5% sehingga TKKS memenuhi syarat yang diperlukan dalam pembuatan biobriket karena memiliki komponen kimia utama TKKS, kualitas TKKS tidak jauh berbeda kualitas biomassa lainnya, baik limbah pertanian maupun bukan pertanian. Selain itu, tandan kosong kelapa sawit juga mengandung energi kalor dari tandan kosong kelapa sawit sebesar 5,185 kal/g sangat potensi digunakan sebagai sumber energi alternatif (Suryaningsih & Pahleva, 2021).

Salah satu jenis perekat yang dapat digunakan dalam pembuatan biobriket adalah limbah cair pabrik kelapa sawit atau POME (Palm Oil Mill Effluent) yang berwarna kecoklatan dan dipilih karena

mengandung berbagai senyawa terlarut berupa serat-serat pendek, hemiselulosa, dan turunan protein, asam organik bebas dan campuran mineral-mineral. Selain itu terdapat pigmen organik seperti antosianin, karoten, polifenol, lignin dan tanin pada limbah cair CPO (Kongnoo dkk, 2012). Selain itu, limbah cair kelapa sawit memenuhi karakteristik perekat yang baik untuk digunakan dimana limbah cair mudah terbakar, tidak berasap, mudah didapat dalam jumlah banyak serta limbah cair kelapa sawit juga memiliki nilai kalor sebesar 2303 kal/g (Purnama dkk, 2012).

Biobriket adalah bahan bakar padat yang terbuat dari bahan bakar organik, adapun metode pembuatan biobriket seperti metode torefaksi, metode pirolisis dan karbonisasi. Salah satu metode dalam penelitian yang digunakan yaitu metode torefaksi, metode torefaksi adalah suatu proses termokimia yang dilakukan pada temperatur 200°C - 300°C dengan kondisi tanpa udara. Proses ini bertujuan untuk mengubah biomassa menjadi bahan bakar yang relatif mempunyai kandungan energi yang lebih tinggi dari sebelumnya (Ramadhan, 2017).

Proses torefaksi mengubah komposisi kimia hidrokarbon atau dekomposisi termal fraksi hemiselulosa menjadi komponen volatile yang selanjutnya menurunkan kadar O/C dan H/C, sehingga meningkatkan kandungan karbon. 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.

Penelitian Oki Alfernando (2022) membuat biobriket menggunakan cangkang kelapa sawit dengan suhu 200°C - 300°C variasi waktu yang digunakan 30, 45, 60, 75, 90 menit, didapatkan hasil terbaik pada Biobriket yang paling baik kualitasnya adalah pada suhu 275°C dan waktu 75 menit dengan kadar air 0,86%, kadar abu 2,38%, kadar zat yang hilang 18,23% dan nilai fixed carbon 78,51%.

Penelitian Zuqni Meldha (2023) membuat biobriket menggunakan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan co-firing perbandingan 40%:40% dengan menggunakan perbandingan perekat Sludge Cpo 20% dan 30% sehingga dapat hasil terbaik nilai kalor tertinggi 6241,26 kal/g. Komposisi tersebut memiliki moisture content 3,15%, volatile matter 9,9% dan ash content 5,8%. Komposisi briket ini telah memenuhi SNI.

Biomassa yang dihasilkan dari limbah pertanian dan perkebunan akan melimpah saat masa panen sehingga jumlah limbah besar dan pemanfaatannya belum dimanfaatkan secara optimal, maka dari itu sangat disayangkan jika jenis limbah ini tidak dimanfaatkan secara optimal untuk mendapatkan energi alternatif dengan kualitas yang lebih baik.

Berdasarkan uraian diatas peneliti ingin memanfaatkan limbah Tandan kosong kelapa sawit menjadi biobriket oleh karena itu dilakukan penelitian yang berjudul “ Pengaruh Suhu Torefaksi Terhadap Kualitas Biobriket Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Perekat Sludge Cair CPO”.

II. METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei – Agustus 2024. Dilaksanakan dilaboratorium Jurusan Teknologi Pertanian, Laboratorium Fakultas Peternakan, Laboratorium Dasar dan Terpadu, Laboratorium UPTD balai pengujian dan sertifikasi Mutu Barang, Laboratorium Universitas Gadjah Mada.

b. Alat dan bahan

Peralatan yang digunakan diantaranya alat pencetak biobriket, neraca analitik, desikator, furnace, bomb calorimeter, ayakan 40 mesh, krus porselen, mixer, dan stopwatch

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu tandan kosong kelapa sawit dan perekat limbah cair CPO (Sludge CPO).

c. Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian adalah menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor yaitu Variasi Suhu Torefaksi. 4 kali perlakuan dan 4 kali pengulangan memperoleh 16 bahan percobaan dengan berat 1 biobriket 30 gram dengan bahan baku 30 % : Perekat Cair CPO 70%. Perlakuan Variasi Suhu yaitu :

P1 = Suhu 225°C,

P2 = Suhu 250°C,

P3 = Suhu 275°C,

P4 = Suhu 300°C.

d. Prosedur Penelitian

1. Pre-treatment Bahan Baku

a. Preparasi Tandan Kosong Kelapa Sawit

Tandan kosong kelapa sawit yang didapat dari pabrik lokal dicuci dan dikeringkan, kemudian tandan kosong kelapa sawit dihaluskan setelah dilakukan pengayakan dengan ukuran 60 mesh

b. Preparasi Perekat

Limbah Sludge CPO (sludge palm oil) yang telah diambil saring menggunakan saringan ukuran 40 mesh. Kemudian limbah cair ini dikeringkan dengan cara dioven dengan suhu 40°C selama ± 2 hari untuk mengurangi kandungan airnya.

2. Tahap Pembuatan Biobriket

Proses pembuatan biobriket ini dimulai dengan mencampurkan tandan kosong kelapa sawit dengan perekat yaitu 30 : 70 dengan berat keseluruhan bahan 30 gr, lalu diaduk dengan menggunakan mixer sampai homogen. Setelah tandan kosong kelapa sawit dengan perekat homogen, kedua bahan ini dicetak dengan alat cetakan briket. Setelah tercetak briket ini disimpan dalam suhu ruang selama kurang lebih 3 hari.

3. Proses torefaksi pada biobriket

Torefaksi biobriket pada penelitian ini dilakukan dengan alat furnace dengan waktu torefaksi sebesar 30 menit. Biobriket sebelumnya dilakukan kedalam kurs porselen lalu ditutup, kemudian masukkan kedalam furnace dan tutup dengan rapat selanjutnya biobriket dalam furnace dipanaskan dengan variasi suhu yaitu 225°C, 250°C, 275°C, dan 300°C. Setelah itu briket dikeluarkan dari furnace dan simpan dalam suhu ruang selama 1 minggu untuk memastikan stabilitas serta karakteristik briket.

e. Parameter Pengujian

Nilai Kalor (ASTM D 5142-02)

Satu gram sampel diletakkan dalam cawan silika kemudian dimasukkan kedalam tabung bomb calorimeter. Pengukuran nilai kalor dilakukan dengan menggunakan alat perioxide bomb calorimeter manual. Hasil perhitungan berdasarkan jumlah kalor yang dilepaskan sama dengan jumlah kalor yang diserap dalam satuan acl/gram dengan rumus :

$$\text{Nilai Kalor} = w \frac{(T_2 - T_1)}{A} - B_1 + B$$

Diketahui :

w = Nilai air dari calorimeter (kal°C) = 24,26 kal°C

T1 = Suhu mula – mula

T2 = Suhu sesudah torefaksi

A = berat contoh yang ditorefaksi (gr)

B1 = torefaksi pada kawat besi

B2 = titrasi pada NaCO_3

Kadar Air (ASTM D-3173)

Kadar air menentukan kualitas dari bahan bakar. Semakin tinggi kadar air akan menyebabkan kualitas biobriket menurun terutama akan berpengaruh terhadap nilai kalor dan biobriket akan sulit untuk dinyalakan (Darun N, 2013).

Cara pengujian kadar air dengan metode (ASTM D-3173). Cawan yang telah dibersihkan kemudian dioven dengan suhu 105°C selama 1 jam didinginkan dalam desikator beberapa saat kemudian ditimbang, timbang massa cawan dan massa sampel sebanyak 2 gram, sampel didinginkan selama 1 jam dan ditimbang. Persamaan yang digunakan untuk menghitung nilai kadar air yaitu, kadar air (%) :

$$\text{kadar air (\%)} = \frac{M_0 - M}{M_s} \times 100\%$$

Diketahui :

M0 = massa sampel dan cawan sebelum dikeringkan (gr)

M = massa sampel dan cawan setelah dikeringkan

Ms = massa sampel awal (gr)

Kadar Abu (ASTM D-3174)

Untuk mengukur menentukan jumlah abu yang tertinggal dalam pembakaran biobriket dengan membakar biobriket menjadi abu menggunakan energi panas. Sampel biobriket diambil sebagai berat awal (a), sampel dimasukkan dalam tanur dan dipanaskan sampai suhu 500°C selama 4 jam. Selanjutnya didinginkan dan masukkan dalam desikator timbang sebagai berat (c) (berat cawan + abu)

Perhitungan ini mengikuti standar American For testing and Materials (ASTM D-3174) dengan rumus sebagai berikut :

$$kadar\ abu = \frac{c - b}{a} \times 100 \%$$

Diketahui :

a = massa sampel

b = massa cawan kosong

c = massa cawan + abu

Kadar Zat Terbang (Metode ISO-562: 2010)

Masukkan sampel kedalam muffle furnace suhu $950 \pm 20^\circ\text{C}$ selama 7 menit, selanjutnya didinginkan dalam desikator sampai kondisi stabil dan ditimbang. Kadar zat terbang sampel dihitung dengan menggunakan rumus :

$$Kadar\ Zat\ Terbang = \frac{(m_2 - m_3)}{(m_2 - m_1)} \times 100\% - Mad$$

Diketahui :

m1 = berat cawan silika + tutup kosong (gr)

m2 = berat cawan silika + tutup kosong + contoh (gr)

m3 = berat cawan silika + contoh setelah dipanaskan (gr)

Mad = % kadar air lembab

Kadar Karbon Terikat (Fixed carbon) (Metode ASTM D-3172-02)

Kadar karbon terikat (fixed carbon) ditentukan berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$\text{Rumus : } FC + VM + KA + Kab = 100 \%$$

$$FC = 100 \% - (KA + Kab + VM)$$

Diketahui :

FC = Kadar Karbon Terikat (fixed carbon) (%)

KA = Kadar Air (Inherent Moisture)(%)

Kab = Kadar Abu (%)

VM = Kadar Zat Terbang (Volatile Matter) (%)

Analisis Data

Data yang telah diperoleh analisis secara statistik menggunakan sidik ragam (ANOVA), apabila terdapat perbedaan signifikan dilakukan uji lanjut menggunakan Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT).

Perlakuan Terbaik (Lesmana, 2018)

Perlakuan terbaik dapat diketahui dengan cara memberi nilai pembobotan. Pembobotan dilakukan untuk mengetahui kombinasi perlakuan yang menghasilkan nilai terbaik dari seluruh variabel yang diamati. Bobot nilai yang diberikan mempunyai selang 1-4 (terburuk-terbaik). Perlakuan dengan bobot nilai terbesar dianggap sebagai perlakuan terbaik.

III HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dianalisis sesuai dengan SNI 06-3730-1995 seperti kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon terikat dan nilai kalor hasil pengujian kualitas biobriket tandan kosong 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 Tandan Kosong Kelapa Sawit

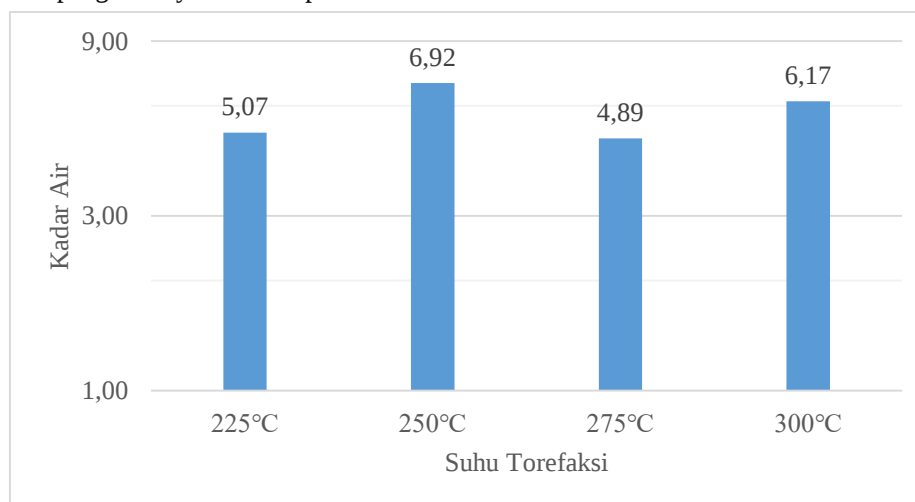
Suhu (°C)	Parameter yang dianalisis				
	Kadar air (%)	Kadar abu (%)	Kadar Zat Terbang (%)	karbon Terikat (%)	Nilai kalor
225	5,07	5,81 a	94,81 b	84,19 b	4136,63 ab
250	6,92	7,89 b	93,12 bc	78,32 a	4023,29 a
275	4,89	8,65 b	93,00 ab	80,62 ab	4402,97 c
300	6,17	8,80b	92,53 a	77,56 a	4275,43 bc

Tabel 2. Standar Mutu Briket Biomassa

Sifat Briket	SNI No. 1/6235/2000
Kadar air (%)	≤ 8
Kadar abu (%)	≤ 8
Kadar Zat Terbang (%)	≤ 15
Karbon Terikat (%)	≥ 77
Nilai Kalor (kal/kg)	≥ 5000

a. *Kadar air (Moisture)*

Berdasarkan tabel 1. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa perlakuan suhu torefaksi biobriket berpengaruh nyata terhadap hasil analisa kadar air.



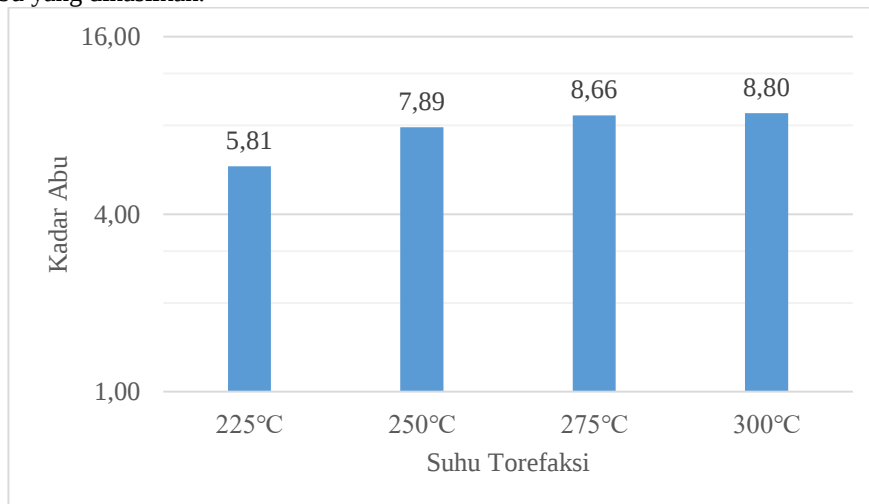
Gambar 3. Kadar air (*Moisture*)

Gambar 3. Pada suhu 300°C Dapat dilihat bahwa biobriket hasil torefaksi pada suhu 275°C memiliki kandungan air yang paling rendah, hal ini dikarenakan semakin lama suhu waktu kemampuan air lebih banyak. Sehingga biobriket yang dihasilkan kering dan kandungan air lebih rendah. Kadar air biobriket bervariasi karena aksi yang tidak seragam dari campuran perekat limbah sludge cair cpo dan air dalam campuran biobriket selama 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 suhu. Penurunan kinerja disebabkan oleh kehilangan bobot yang lebih besar pada suhu tinggi dan dalam jangka waktu yang lebih lama.

Kadar abu (ash content)

Tabel 1. Berdasarkan tabel 5. 225°C berbeda tidak nyata dengan 250°C, 275°C, dan 300°C. 250°C berbeda tidak nyata dengan 225°C, namun berbeda nyata dengan 275°C dan 300°C. 275°C berbeda tidak nyata dengan 225°C, namun berbeda nyata dengan 250°C dan 300°C. 300°C berbeda tidak nyata dengan 225°C, namun berbeda nyata dengan 250°C, dan 275°C. Semakin tinggi suhu maka semakin tinggi kadar abu yang dihasilkan.



Gambar 4. Kadar Abu (Ash Content)

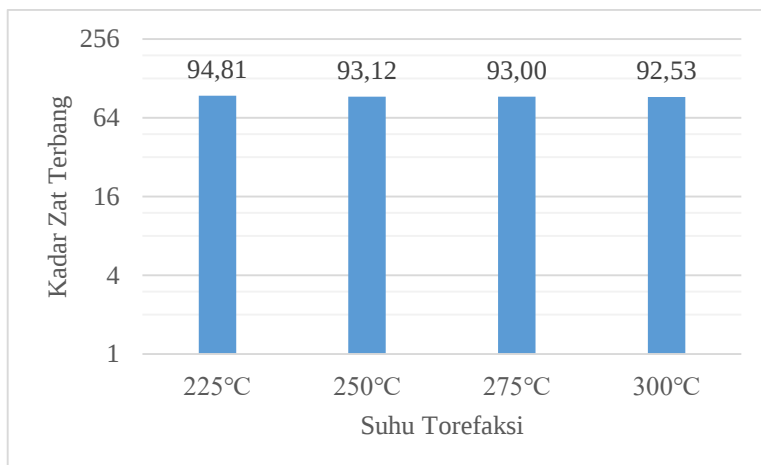
Gambar 4. diatas ditampilkan bahwa kadar abu terendah pada suhu 225°C sebesar 5,81%, sedangkan kadar abu tertinggi pada suhu 300°C sebesar 8,80%. Standar SNI 01-6235-2000 yang digunakan adalah $\leq 8\%$. Tingginya kadar abu dipengaruhi oleh konsentrasi pengotor pada bahan baku. (Ristianingsih et al., 2015) (Wibowo Kurniawan, 2019).

Semakin tinggi temperatur torefaksi maka akan semakin tinggi pula kadar abu yang ada pada biobriket. Selain itu kadar abu dipengaruhi oleh banyaknya bahan anorganik yang terkandung dalam bahan baku dan perekat sludge Cair CPO (Ristianingsih et al., 2015).

b. Kadar Zat Terbang (Volatile Matter)

Kadar Zat Terbang juga memiliki parameter yang harus diuji guna mengetahui kualitas biobriket dari pengaruh temperatur yang telah ditentukan yaitu suhu 225-300°C. Pada penelitian ini kadar zat terbang terendah yaitu pada suhu 225°C sebesar 94,81%, sedangkan kadar zat terbang tertinggi terdapat pada suhu 300°C sebesar 92,53%. Semua sampel yang dilakukan uji kadar Zat Terbang belum memenuhi standar SNI maksimal 15%.

Berdasarkan tabel 6. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa hasil analisa kadar zat terbang, suhu 225°C berbeda nyata dengan 300°C namun tidak berbeda nyata dengan suhu 250°C dan 275°C. 250°C berbeda nyata dengan 300°C namun tidak berbeda nyata dengan suhu 225°C dan suhu 275°C. 275°C tidak berbeda nyata dengan suhu 225°C, 250°C, dan 300°C. Suhu 300°C berbeda nyata dengan suhu 225°C dan suhu 250, namun tidak berbeda nyata dengan suhu 275°C. Menurut Ristianingsih (2015), tingginya kandungan komponen volatil pada biobriket menyebabkan banyak asap pada saat biobriket dinyalakan hal tersebut tidak baik bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Konsentrasi juga dapat mempengaruhi suhu torefaksi pada saat proses pengarangan, semakin tinggi temperatur dan waktu pengarangan maka semakin banyak zat volatil yang terbang, sehingga pada saat pengujian diperoleh konsentrasi kadar zat terbang yang rendah. Selain itu, karena bahan baku tidak melalui proses karbonisasi, jumlah volatil yang dihasilkan lebih banyak dan relatif menimbulkan lebih banyak asap.



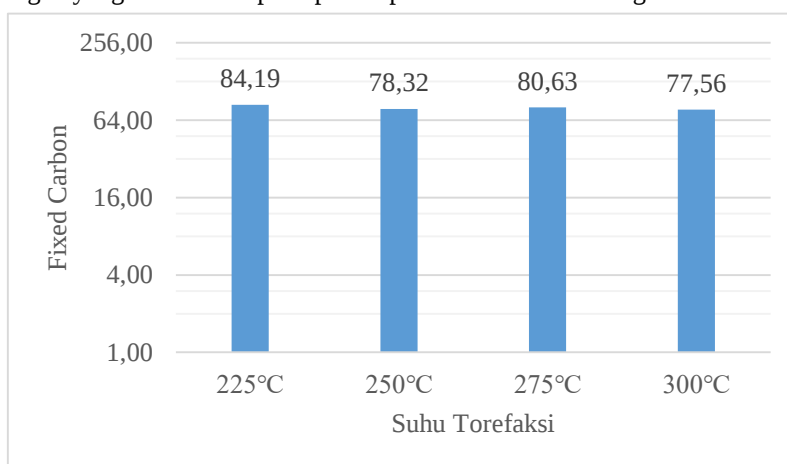
Gambar 5. Kadar Zat terbang (Volatile Matter)

c. *Nilai Fixed Carbon*

Nilai karbon (fixed Carbon) menjadi parameter penting yang harus diuji guna mengetahui kualitas biobriket dari pengaruh variasi suhu torefaksi yang telah ditentukan yaitu suhu 225-300°C. Kadar karbon tetap (Fixed Carbon) menunjukkan banyaknya unsur karbon yang tertahan atau terkandung dalam briket dan berpengaruh terhadap komponen volatile dan suhu torefaksi.

Berdasarkan tabel 7. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa nilai karbon, suhu 225°C berbeda nyata dengan 250°C, dan 300°C, namun tidak berbeda nyata dengan 275°C. 250°C berbeda nyata dengan 225°C, namun tidak berbeda nyata dengan 275°C dan 300°C. 275°C tidak berbeda nyata dengan 225°C, 250°C, dan 300°C. 300°C berbeda nyata dengan 225°C, Namun tidak berbeda nyata dengan 250°C, dan 275°C.

Kandungan karbon dalam biobriket yang dipengaruhi oleh adanya kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang disebut dengan kadar karbon terikat. Kandungan selulosa dalam bahan biobriket maupun perekat akan mempengaruhi kadar karbon terikat dalam produksi biobriket. Kandungan selulosa yang tinggi pada bahan akan membuat kadar karbon terikat semakin besar. Semakin besar konsentrasi perekat pada biobriket, maka semakin rendah kadar karbon terikat yang dihasilkan. Kualitas biobriket bisa disebut terbaik apabila memiliki kadar karbon terikat dan nilai kalor yang tinggi. Karena karbon akan bereaksi dengan oksigen yang dibutuhkan pada proses pembakaran untuk menghasilkan kalor.



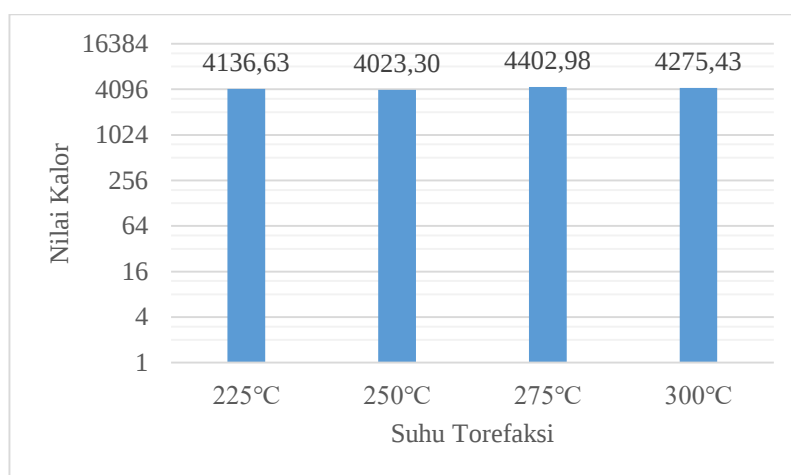
Gambar 6. Fixed Carbon

Dapat dilihat pada Gambar 6 nilai fixed carbon terendah pada suhu 300°C sebesar 77,56 sedangkan nilai Fixed Carbon tertinggi pada suhu 225°C sebesar 84,19. Kandungan karbon terikat menunjukkan jumlah karbon yang terikat pada biobriket, yang mempengaruhi komponen volatil dan suhu torefaksi.

d. *Nilai Kalor*

Nilai kalor atau nilai panas adalah salah satu sifat yang penting untuk menentukan kualitas arang terutama yang berhubungan dengan penggunaannya. Pada penelitian kali ini uji nilai kalor hanya dilakukan pada 16 sampel.

Menurut (Fatmawati, 2014) Nilai kalor yang tinggi disebabkan karena kadar air dan abu yang rendah. Semakin rendah kadar air dan kadar abu, maka nilai kalor pada biobriket akan semakin meningkat. Menunjukkan bahwa 225°C berbeda nyata dengan 275°C, namun tidak berbeda nyata dengan 250°C dan 300°C. 250°C berbeda nyata dengan 275°C dan 300, namun tidak berbeda nyata dengan 225°C. 275°C berbeda nyata dengan 225°C dan 250°C, namun tidak berbeda nyata dengan 300°C. 300°C berbeda nyata dengan 250°C, namun tidak berbeda nyata dengan 225°C dan 275°C. Hal ini diduga karena nilai kalor pada tandan kosong kelapa sawit 2900 kal/g dan sludge limbah CPO 4431 kal/g sehingga semakin banyak penambahan sludge limbah CPO sebagai perekat maka semakin rendah nilai kalor yang dihasilkan, sebaliknya semakin banyak tandan kosong kelapa sawit maka nilai kalor akan seperti tinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian Vibianti Dwi Pratiwi (2021), hasil nilai kalor terendah didapat dari perbandingan tandan kosong kelapa sawit 30% dan sludge limbah cair CPO 70 % dengan suhu 250°C yaitu, 4023,30 kal/g dan nilai kalor tertinggi didapat perbandingan tandan kosong kelapa sawit 30% dan sludge limbah cair CPPO dengan suhu 300°C yaitu 4275,43. Menurut Sudiro & Suroto (2014). Faktor jenis bahan baku sangat mempengaruhi besarnya nilai kalor bakar biobriket yang dihasilkan.



Gambar 7. Nilai Kalor Biobriket

Pada Gambar 7. dapat dilihat hasil dari penelitian ini biobriket yang telah dibuat memiliki nilai kalor dibawah standar SNI 01-6235-2000 yaitu 5000 kal/gram. Semakin rendah kadar air dan kadar abu biobriket maka semakin rendah pula nilai kalor biobriket. Selain itu, nilai kalor dapat dipengaruhi oleh jumlah karbon terikat pada biobriket yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan karbon terikat, semakin tinggi nilai kalor bioriket. Nilai kalor merupakan sifat bahan bakar yang dibutuhkan dalam proses pembakaran.

e. *Perlakuan Terbaik (Lesmana, 2018)*

Perlakuan terbaik (Lesmana, 2018) pemilihan perlakuan terbaik dengan melihat nilai rata-rata kadar air, kadar abu, kadar zat terbang, kadar karbon, dan nilai kalor. Masing-masing parameter diberikan bobot variabel 1-4 (terendah-tertinggi). Perlakuan dengan nilai total terbesar dianggap sebagai perlakuan terbaik. Hasil penentuan perlakuan terbaik dapat dilihat pada tabel 9. Tabel 9. Data hasil penentuan perlakuan terbaik dari biobriket

PERLAKUAN TERBAIK						
Suhu (°C)	A	B	C	D	E	Total
225	3	4	1	2	3	13
250	2	1	2	3	3	11
275	4	2	3	3	4	16
300	3	1	4	3	4	15

Keterangan : A : Kadar Air, B : Kadar Abu, C : Kadar zat terbang, D : Kadar Karbon, E : Nilai Kalor

Berdasarkan Tabel 9 dapat diketahui bahwa perlakuan terbaik terdapat pada suhu 275°C dengan nilai 16. Pemberian bobot pada setiap parameter dilihat dari nilai rata – rata setiap perlakuan terhadap parameter yang memenuhi SNI. Nilai rata-rata parameter yang memenuhi SNI diberikan bobo paling tinggi dan nilai rata-rata yang tidak memenuhi SNI diberikan bobot yang paling rendah

IV. PENUTUP

a. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian biobriket yang dihasilkan dapat disimpulkan bahwa dapat mengetahui kualitas biobriket dari tandan kosong kelapa sawit dengan metode torefaksi dengan parameter antara lain kadar air, kadar abu, zat terbang, nilai kalor dan nilai karbon.

Semakin lama suhu torefaksi maka kualitas biobriket semakin baik tetapi untuk perekat mengalami penurunan untuk dapat merekat pada biobriket karena dilakukan torefaksi maka perekat ikut menguap setelah dipanaskan. Biobriket yang paling baik kualitasnya adalah pada suhu 275°C dengan kadar air sebesar 4,89 %, kadar abu 8,65%, kadar zat terbang 93,00 %, nilai fixed carbon 80,63%, dan nilai kalor 4402,98 kal/g.

b. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan untuk penelitian lebih lanjut untuk biobriket dengan metode torefaksi menggunakan waktu pada saat torefaksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Karim. Zulfa. Jyoti, Masmulki Daniro. 2016. Pengaruh Penambahan TandanKosong Kelapa Sawit Terhadap Kualitas Briket Berbahan Utama Limbah Kulit Singkong. Jurnal Dinamika Penelitian Industri Vol. 27 No. 1
- Akintunde, M., & Seriki, M. (2013). *Effect of Paper Paste on The Calorific Value of Sawdust Briquette. International Journal of Advancements in Research & Technology*, 2(1), 1–11. <http://www.ijoart.org/docs/>.
- Almu, M. A., Syahrul, S., & Padang, Y. A. (2014). Briket Arang Kayu Standar Nasional 01-6235-2000. *Dinamika Teknik Mesin*, 4(2), 117–122
- Anggoro. (2017). Pembuatan Briket Arang Dari Campuran Tempurung Kelapa dan Serbuk Gergaji Kayu Sengon. *Teknik*. 38(2). 76-80.
- Basu, P. (2013) *Biomass Gasification, Pyrolysis and Torrefaction: Practical Design and Theory*. 2nd Edition, Academic Press, Amsterdam.
- Febriyanti, F., Fadila, N., Sanjaya, A. S., Bindar, Y., & Irawan, A. (2019). Pemanfaatan Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bio-Char, Bio-Oil Dan Gas Dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Chemurgy*, 3(2), 12. <https://doi.org/10.30872/cmg.v3i2.3578>
- Fitri, N. (2017) Pembuatan Briket dari Campuran Kulit Kopi (*Coffea Arabica*) dan Serbuk Gergaji dengan menggunakan Getah Pinus (*Pinus Merkusii*) sebagai Perekat. Makassar : UIN Alauddin Makassar.
- Haidar, A., Tamrin., Asmara, S. dan Bustomi, R.A. (2022). Pengaruh Campuran Limbah Tongkol Jagung Batang Singkong dan Batu Bara dengan Perekat Tapioka terhadap Kualitas Briket Biocoal. *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering*. 1(2):246-257
- Hermawan. (2019). Perancangan Sistem Manajemen Keamanan Pangan pada Industri Pengolahan Jus Buah di Kabupaten Bogor. Seminar Nasional Hasil Pengabdian Kepada Masyarakat. Juli 29 2019. STMIK, Pontianak, 189-193.
- Herianto, B., Febrina, W., Indrawan, S., & Fitriana, W. (2023). Pengoptimalan Proses Pemurnian Biodiesel Pada Unit Refinery PT. X. *Jurnal Unitek*, 16(2), 227–236. <https://doi.org/10.52072/unitek.v16i2.686>
- Ihsan., dan Asrianto, M.T. (2019). Pengaruh Komposisi Terhadap Karakteristik Briket Kombinasi Arang Tempurung Kelapa dan Arang Bambu. *Jurnal Fisika dan Terapannya*. 6(1):89-93.
- J. Wannapeera, B. Fungtammasan, and N. Worasuwanarak, “*Effects of temperature and holding time during torrefaction on the pyrolysis behaviors of woody biomass*,” *J Anal Appl Pyrolysis*, vol. 92, no. 1, pp. 99–105, (2011), doi: 10.1016/j.jaap.2011.04.010.
- Kongnoo, A., Suksaroj, T., Intharapat, P., Promtong, T., and Suksaroj, C. (2012). Decolorization and Organic Removal from Palm Oil Mill Effluent by Fenton’s Process. *Environmental Engineering Science* Vol. 29, No. 9.

- Kurniati, E. (2008). Utilization of Palm Oil Shells as Activated Charcoal. *Jurnal Penelitian Ilmu Teknik*, 8(2), 96–103.
- Lesmana, D. S. (2018). Respon Pertumbuhan Bibit Api-Api (*Avicennia alba*) terhadap Ting Maulina S, Putri FS. 2017. Pengaruh suhu, waktu dan kadar air bahan baku terhadap pirolisis serbuk pelepah kelapa sawit. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatra Utara*. 6(2): 35
- Mekanika, J., Jmst, T., Syamsiro, M., Management, W., Janabadra, U., & Yogyakarta, J. T. R. M. (2019). *Peningkatan Kualitas Bahan Bakar Padat Biomassa Dengan Proses Densifikasi Dan Torrefaksi*. 1(April 2016), 7–13.
- Nurmawati, I, (2006), Pemanfaatan Limbah Industri Penggajian Kayu Sebagai bahan Substitusi Pembuatan Paving Block, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang.
- Purnama, R. R., Chumaidi, A., and Saleh, A. (2012). Pemanfaatan Limbah Cair CPO sebagai Perekat pada Pembuatan Briket dari Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia* 3(18): 43–53.
- Rahmadani., Hamzah, F., dan Hamzah, F.H. (2017). Pembuatan Briket Arang Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) dengan Perekat Pati Sagu (*Metroxylon sago* Rott.) JOM FAPERTA UR. 4(1):86-97
- Reza, A., dan Efendi, R. (2018). Perbandingan Kadar Perekat Tapioka dengan Arang dari Cangkang Buah Karet Terhadap Briket Arang. *Jurnal Teknologi Pertanian*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A., dan Syafitri, K.S.R. (2015). Pengaruh Suhu dan Konsentrasi Perekat Terhadap Karakteristik Briket Bioarang Berbahan Baku Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Proses Pirolisis. *Konversi*. 4(2):9-17.
- Salji, A. (2017). Variasi Konsentrasi Bahan, Molase, dan Tekanan pada Pembuatan Briket Tempurung Kelapa dan Sekam Padi. Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November
- Santosa, Mislaini R Dan Anugrah Sp. 2010. Studi Variasi Komposisi Bahan Penyusun Briket Dari Kotoran Sapi Dan Limbah Pertanian, 2010, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Universitas Andalas. Padang
- Saparudin, Syahrul, & Nurchayati. (2015). The Effect Of Pyrolysis Temperature Variation To Levels Of Yield And Calorific Value Of The Mixture Rice Husk Briquettes – Chicken Manure. *Dinamika Teknik Mesin*, 5(1), 16–24.
- Sarwono, E. (2008). Pemanfaatan Janjang Kosong Sebagai Substitusi Pupuk Tanaman Kelapa Sawit. *Jurnal APLIKA*, 8 (1): 19-23
- Sinurat, E. (2011). Studi Pemanfaatan Briket Kulit Jambu Mete dan Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Skripsi. Jurusan Mesin Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Sisnayati, S., Dewi, D. S., Komala, R., Meilianti, M., & Faizal, M. (2022). Pengolahan limbah Palm Oil Mill Effluent (POME) menggunakan proses aerasi dalam kolom aerator plat berlubang Palm Oil Mill Effluent (POME) waste treatment using aeration process in perforated plate aerator column. *Jurnal Teknik Kimia*, 28(3), 7–15.
- Suryani, I. (2012). Pembuatan Briket Arang dari Campuran Buah Bintaro dan Tempurung Kelapa Menggunakan Perekat Amilum. *Jurnal Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya Kampus Palembang* 18 (1).
- Suryaningsih, S., & Pahleva, D. R. (2021). 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(01), 27. <https://doi.org/10.24198/jmei.v10i01.31867>.
- Tumuluru, J. S., Wright, C. T., Hess, J. R., & Kenney, K. L. (2011). A review of biomass densification systems to develop uniform feedstock commodities for bioenergy application. *Biofuels, Bioprod. Bioref*, 5, 683–707. <https://doi.org/https://doi.org/10.1002/bbb.324>
- Wibowo Kurniawan, E. (2019). Studi Karakteristik Briket Tempurung Kelapa dengan Berbagai Jenis Perekat Briket. *Buletin Loupe*, 15(01), 7. <https://doi.org/10.51967/buletinloupe.v15i01.24>
- Widiastuti dan Panji, T. (2007). Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit Sisa Jamur Merang (*Volvaria volvacea*) (TKSJ) sebagai Pupuk Orgnaik pada Pembibitan Kelapa Sawit. *Menara Perkebunan*, 75 (2) 70-79. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, Bogor.

- Wijayanti, T. 2012. Pembuatan Biobriket dari Campuran Limbah Kacang Tanah dan Limbah Kacang Mete Menggunakan Perekat Tetes Tebu. Skripsi Teknik Mesin. Universitas Negeri Surabaya.
- Yulvianti, M., Ernayati, W., Tarsono, & R, M. A. (2015). Pemanfaatan Ampas Kelapa Sebagai Bahan Baku Tepung Kelapa Tinggi Serat Dengan Metode Freeze Drying. *Jurnal Integrasi Proses*, 5(2), 101–107.
- Yunindanova, M. B., Agusta, H., & Asmono, D. (2014). The Effect of Maturity Level of Empty Fruit Bunch Compost and Mulch from Palm Oil Waste to Tomato Productivity in Ultisol Soil. *Sains Tanah - Journal of Soil Science and Agroclimatology*, 10(2), 91. <https://doi.org/10.15608/st-jssa.v10i2.144>