

PENGARUH VARIASI PEREKAT TERHADAP KARAKTERISTIK BAHAN BAKAR BRIKET CANGKANG KELAPA SAWIT

Devia Gahana Cindi Alfian^{*1}, Jodi Juhensen, Fajar Paundra, Dicky J. Silitonga

¹ Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia 35365

*Correspondence: devia.gahana@ms.itera.ac.id

Abstrak

Penelitian ini mengeksplorasi pemanfaatan Energi Baru dan Terbarukan (EBT) melalui pembuatan briket biomassa berbasis cangkang kelapa sawit sebagai sumber energi berkelanjutan. Bahan baku yang digunakan meliputi cangkang kelapa sawit sebagai bahan baku utama serta tepung tapioka, tepung sagu, dan molase sebagai perekat. Proses produksi mencakup pencetakan dengan tekanan 50 kg/cm² dan pengeringan pada suhu 100°C selama 3 jam. Eksperimen dilakukan dengan variasi proporsi bahan baku utama dan perekat, menghasilkan komposisi optimal 75% cangkang kelapa sawit dan 25% perekat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa briket dengan perekat tepung tapioka memiliki karakteristik terbaik, dengan kadar air 3,74%, nilai kalor 5.405,67 kal/g, kandungan abu 5,77%, karbon tetap 56,42%, kandungan volatil 44,63%, dan laju pembakaran 0,1939 g/menit. Penelitian ini memvalidasi bahwa formulasi briket yang dikembangkan telah memenuhi standar SNI 01-6235-2000, sehingga memiliki potensi sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

Kata Kunci: Briket Biomassa; Cangkang Kelapa Sawit; Perekat; SNI

Abstract

This study explores the utilization of Renewable Energy Sources (RES) through the production of biomass briquettes using palm kernel shells as a sustainable energy source. The raw materials include palm kernel shells as the main component, along with tapioca flour, sago flour, and molasses as binders. The production process involves molding under a pressure of 50 kg/cm² and drying at 100°C for 3 hours. Experiments were conducted with variations in the proportions of the main material and binders, resulting in an optimal composition of 75% palm kernel shells and 25% binder. Test results indicate that briquettes with tapioca flour as a binder exhibit the best characteristics, with a moisture content of 3.74%, a calorific value of 5,405.67 cal/g, ash content of 5.77%, fixed carbon of 56.42%, volatile matter of 44.63%, and a burning rate of 0.1939 g/min. This study validates that the developed briquette formulation meets the SNI 01-6235-2000 standard, demonstrating its potential as a sustainable alternative energy source.

Keywords: Biomass Briquettes; Oil Palm Shells; Adhesive; SNI

Received: 15 January 2024
Revised: 04 March 2025
Accepted: 04 March 2025
Published: 26 March 2025

DOI: 10.31884/jtt.v11i1.623



Copyright: © 2025 by JTT

1. PENDAHULUAN

Dunia saat ini menghadapi tantangan besar terkait energi dan bahan bakar, dengan permintaan yang terus meningkat. Kenaikan biaya bahan bakar minyak dan penurunan pasokan bahan bakar fosil mendorong pencarian alternatif. Salah satu solusi potensial adalah mengadopsi energi terbarukan, khususnya energi biomassa. Di Indonesia, biomassa melimpah dan mudah ditemukan. Pendekatan ini tidak hanya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil, tetapi juga memberikan manfaat lingkungan. Dengan memfokuskan perhatian dan dukungan kebijakan pada pengembangan energi biomassa, kita dapat mengatasi krisis energi sambil menciptakan peluang baru untuk industri energi terbarukan (Harlina dkk., 2021).

Sejumlah besar biomassa tersedia dalam jumlah yang melimpah, mencakup cangkang kelapa sawit, limbah kayu, bambu, jerami, tandan kosong kelapa sawit, cangkang kelapa, sekam padi, dan batang tembakau. Biomassa ini menjadi komponen kunci dalam pembuatan berbagai produk berkelanjutan, seperti biobriket, etanol selulosa, biopellet, dan gas alam sintesis (Vachlepi & Suwardin, 2013).

Perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencakup sebagian besar lahan perkebunan dan merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan dengan luas area yang sangat besar. Selain menjadi salah satu produsen terkemuka minyak kelapa sawit global, Indonesia juga menyumbang sejumlah besar pasokan. Data dari Dinas Pertanian menunjukkan bahwa luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia diperkirakan mencapai 15,08 juta hektar pada tahun 2021 (Rizarti, 2022). Pada tahun 2021, produksi kelapa sawit secara keseluruhan mencapai 49,7 juta ton. Meskipun industri kelapa sawit memiliki produksi yang sangat besar, tetapi juga menghasilkan sejumlah besar limbah yang belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah yang dihasilkan setelah proses pengolahan Crude Palm Oil (CPO) melibatkan komponen seperti daun kelapa sawit, tandan kosong buah, dan cangkang. Dengan kuantitas limbah yang signifikan, ada peluang besar untuk mengimplementasikan solusi berkelanjutan, seperti penggunaan limbah sebagai bahan baku energi biomassa (Setiawan, 2022).

Briket adalah struktur atau massa arang yang digunakan sebagai sumber bahan bakar yang terbuat dari kompresi bahan bakar padat, seperti arang kayu atau biomassa lainnya (Nugraha dkk., 2017). Bahan perekat menjadi salah satu tambahan dalam pembuatan briket arang, yang digunakan bersama dengan komponen utamanya, yakni serbuk arang dari biomassa (Alfian, 2023). Harapannya, perekat yang dimanfaatkan dalam pembuatan briket arang dapat tercampur dengan serbuk halus arang dari biomassa, membentuk briket sesuai kebutuhan. Jenis perekat yang dipilih juga berpengaruh pada mutu briket arang tersebut (Saleh, 2013).

Terdapat banyak jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket, seperti tepung tapioka (Ridjayanti dkk., 2022), tepung sagu (Alfandy, 2022), dan molase (Nurhilal & Suryaningsih, 2018). Briket yang menggunakan tepung tapioka memiliki sifat menghasilkan asap minimal dan daya tahan yang baik. Tapioka digunakan sebagai bahan briket dengan kandungan amilosa berkisar antara 12-27%, sementara amilopektin berkisar antara 72-87%. Sebagai tambahan, tepung sagu juga dimanfaatkan sebagai perekat karena mengandung pati dengan komposisi amilosa hingga 27% dan amilopektin sekitar 72%. Selain itu, molase juga mengandung amilosa dan amilopektin, namun dalam jumlah yang lebih rendah (Faijah dkk., 2020).

Penelitian ini fokus pada pembuatan briket menggunakan cangkang kelapa sawit sebagai bahan utama, dengan tiga jenis perekat: tepung tapioka, tepung sagu, dan

molase. Proses penekanan dilakukan dengan tekanan 50 kg/cm², diikuti dengan pengeringan pada temperatur 100°C. Tujuan utama penelitian adalah mengevaluasi pengaruh berbagai perekat terhadap karakteristik briket, sesuai dengan standar kualitas. Penelitian juga bertujuan menilai dampak jenis perekat terhadap waktu pembakaran briket, dengan memperhatikan parameter seperti kandungan air, abu, karbon, nilai kalor, kandungan volatil, dan laju pembakaran.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan cangkang kelapa sawit sebagai bahan utama dan berbagai jenis perekat seperti tepung tapioka, tepung sagu, dan molase dengan variasi komposisi yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Variasi Komposisi Briket.

Variasi Perekat	Komposisi	
	Cangkang Kelapa Sawit	Perekat
	(75%) (g)	(25%) (g)
Tepung Tapioka	75	25
Tepung Sagu	75	25
Molase	75	25

Proses pembuatan briket dimulai dengan mengeringkan cangkang kelapa sawit untuk mengurangi kadar air. Tahap selanjutnya melibatkan karbonisasi selama satu jam, diikuti dengan pendinginan selama 30 menit. Briket dibuat dengan menghancurkan biochar cangkang kelapa sawit menjadi serbuk arang ukuran 40 mesh, yang dicampur dengan tepung tapioka, tepung sagu (sebagai perekat), dan air. Pada molase tidak memerlukan campuran air. Proses terakhir melibatkan pencetakan menggunakan mesin pencetak hidrolik manual dengan spesifikasi tekanan 0–400 kg/cm². Material cetakan yang digunakan adalah stainless steel dengan ukuran diameter ±3 cm dan tinggi ±4,5 cm, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Dalam proses pembuatan briket ini, tekanan yang digunakan adalah 50 kg/cm².

Proses pengujian kandungan air dilaksanakan dengan menyebarkan sampel briket dan menimbanginya sebanyak 2 gram, setelah itu diuji dengan menggunakan persamaan (1) (Renny Eka Putri dan Andasuryani, 2017), dimana: A= Massa wadah kosong (gram); B= Massa wadah + sampel (gram); C = Massa wadah + sampel setelah dipanggang (gram).

$$\text{Kandungan Air (\%)} = \frac{B-C}{B-A} \times 100\% \quad (1)$$

$$\text{Kandungan Abu (\%)} = \frac{C-A}{B-A} \times 100\% \quad (2)$$

$$\text{Kandungan Karbon (\%)} = 100\% - (\% \text{ zat penguap} + \% \text{ abu}) \quad (3)$$



Gambar 1. Alat pres hidrolik manual.

Pengujian kadar air pada penelitian ini menggunakan moisture analyzer seperti yang tertera pada Gambar 2. yang memiliki kapasitas maksimal 71 gram dan dapat mengukur kadar air dengan keterbatasan hingga 0,01%. Proses pengeringan dilakukan dalam rentang temperatur 50°C–200°C dengan kenaikan temperatur sebesar 1°C, serta menggunakan program standar cepat. Akurasi pengukuran ditunjukkan dengan keterulangan sebesar 0,15% untuk sampel 2 gram dan 0,05% untuk sampel 20 gram. Pada penelitian ini pengujian dilakukan pada rentang 103-105°C dengan masing-masing 3 buah sampel.



Gambar 2. Moisture analyzer.

Pengujian nilai kalor dilakukan menggunakan kalorimeter bom model 1341 seperti tertera pada Gambar 3. selama 20 menit per sampel dengan massa sampel sekitar 0,35-0.37 gram dengan tingkat presisi 0,3%. Alat ini memiliki tipe jaket statis dan sistem operasi manual dengan dimensi (21 × 21 × 29) cm. Perhitungan nilai kalor disesuaikan dengan perangkat pengujian sesuai dengan persamaan (4). Dimana: t = Kenaikan temperatur (°C); W = Energi yang ekuivalen pada bom kalorimeter (2426 kal/°C); e₁ = Koreksi dalam kalori untuk panas pada pembentukan nitrid acid (NHO₃); e₂ = Koreksi dalam kalori untuk panas pada pembentukan sulfur acid (H₂SO₄); e₃ = Koreksi dalam kalori untuk panas pada pembakaran (wire); m = Massa sampel (g).

$$\text{Nilai Kalor} = \frac{t W - e_1 - e_2 - e_3}{m} \quad (4)$$



Gambar 3. Kalorimeter bom.

Selanjutnya, pengujian untuk mengidentifikasi kandungan materi volatil dilakukan untuk menilai sejauh mana sampel atau briket dapat menguap atau terbang selama proses pengujian menggunakan furnace. Pengujian dilakukan dengan metode SNI 1683:2021. Persamaan yang dipakai untuk menghitung tingkat materi volatil atau kandungan materi volatil dalam briket adalah sebagai berikut (5), dimana: A = Massa sampel sebelum pemanasan (g); B = Massa sampel setelah pemanasan (g).

$$\text{Kandungan volatil (\%)} = \frac{A-B}{A} \times 100\% \tag{5}$$

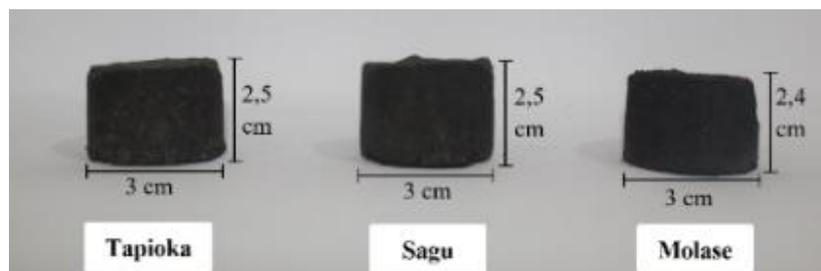
Selain pengujian kandungan air, nilai kalor, dan materi volatil, pengujian kadar abu dan karbon pada briket biomassa serta dibandingkan dengan pengujian standar SNI 01-6235-2000 yang ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar SNI Briket No.1/6235/2000.

Parameter	Standar SNI
Kadar air (%)	≤8
Kadar Abu (%)	≤8
Nilai Kalor (kal/g)	≥5000
Kandungan Volatil (%)	≤15

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

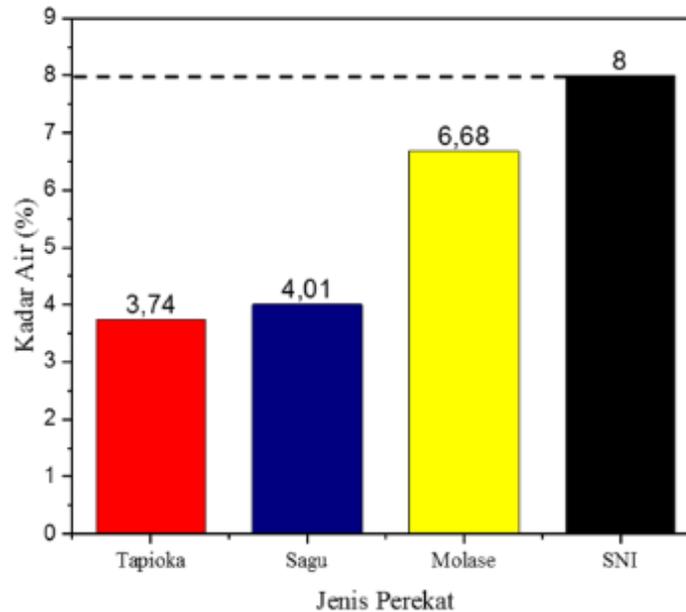
Dalam proses manufaktur briket, tiga sampel berbeda diproduksi menggunakan mesin pencetak hidrolik (Gambar 4). Setelah tahap pencetakan, briket dikeringkan dalam oven selama 3 jam pada temperatur 100°C. Analisis kualitas briket mencakup pengukuran kandungan air, nilai kalor, laju pembakaran, kandungan abu, kandungan karbon, dan kandungan volatil.



Gambar 4. Briket arang dengan berbagai jenis perekat.

Kadar Air

Berdasarkan Gambar 5, hasil pengujian kandungan air untuk setiap jenis perekat menunjukkan variasi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kandungan air briket bervariasi tergantung pada jenis perekat yang digunakan. Secara umum, tepung tapioka menghasilkan briket dengan kandungan air terendah (3,74%), diikuti oleh tepung sagu (4,01%), dan yang tertinggi adalah molase (6,68%). Perbedaan ini dapat dijelaskan oleh karakteristik masing-masing perekat dalam menyerap dan mempertahankan air.



Gambar 5. Analisis Kandungan Air dengan Jenis Perekat yang Berbeda.

Tepung tapioka dan tepung sagu memiliki struktur polisakarida dengan kandungan amilosa dan amilopektin yang mempengaruhi kapasitas retensi air. Menurut (Faujiah, 2016), amilosa cenderung membentuk gel yang lebih keras dan lebih sedikit menyerap air dibandingkan dengan amilopektin, yang lebih bersifat hidrofilik. Oleh karena itu, tepung sagu yang memiliki kandungan amilopektin lebih tinggi daripada tepung tapioka menunjukkan nilai kandungan air yang lebih besar. Sementara itu, molase memiliki kandungan air yang lebih tinggi karena sifat higroskopisnya yang cenderung menyerap dan mempertahankan kelembapan lebih lama dibandingkan dengan tepung tapioka dan sagu. Molase juga mengandung gula yang larut dalam air, sehingga lebih banyak mempertahankan kelembapan selama proses pemadatan briket. Hal ini sejalan dengan penelitian (Elfiano dkk., 2008), yang menemukan bahwa molase cenderung memiliki kadar air lebih tinggi dibandingkan dengan perekat berbasis pati.

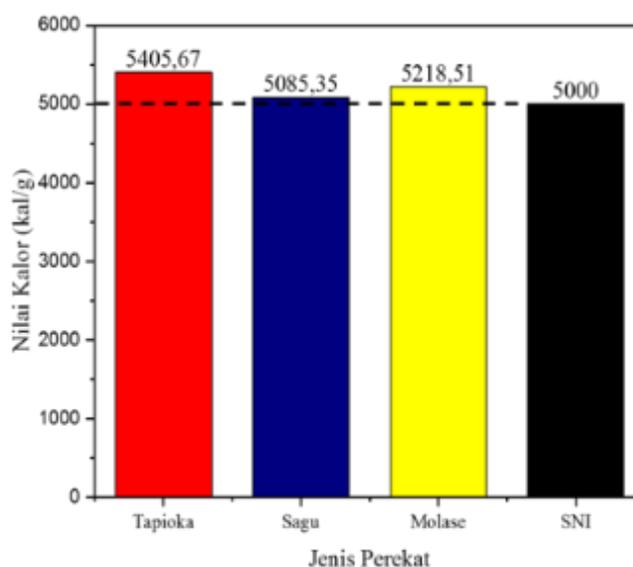
Meskipun terjadi variasi kandungan air, hasil pengujian menunjukkan bahwa semua sampel masih memenuhi standar maksimum kandungan air menurut SNI, yaitu kurang dari 8%. Kandungan air yang lebih rendah dalam briket sangat penting karena berpengaruh terhadap kualitas pembakaran, di mana kadar air yang lebih rendah dapat meningkatkan efisiensi pembakaran dan mengurangi produksi asap. Oleh karena itu, dalam aplikasi praktis, pemilihan perekat harus mempertimbangkan

keseimbangan antara kekuatan briket dan kadar air untuk mendapatkan performa optimal dalam penggunaannya sebagai bahan bakar alternatif.

Nilai Kalor

Hasil pengujian kalorimeter bom menunjukkan bahwa variasi perekat memiliki pengaruh terhadap nilai kalor yang dihasilkan oleh briket berbasis cangkang kelapa sawit (Gambar 6). Briket dengan perekat tepung tapioka menghasilkan nilai kalor tertinggi, yaitu 5405,67 kal/g, diikuti oleh perekat molase dengan 5218,51 kal/g, dan nilai kalor terendah diperoleh dari briket dengan perekat tepung sagu sebesar 5085,35 kal/g. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan komposisi kimiawi perekat, khususnya kandungan amilosa dan amilopektin. Tepung tapioka memiliki dominasi amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan amilosa, sehingga menghasilkan struktur yang lebih padat saat pemadatan briket, yang berkontribusi terhadap efisiensi pembakaran dan peningkatan nilai kalor.

Sementara itu, molase memiliki kandungan gula yang tinggi, yang dapat berfungsi sebagai bahan bakar tambahan dalam proses pembakaran, namun sifat higroskopisnya dapat meningkatkan kadar air dalam briket, yang pada akhirnya dapat mengurangi efisiensi pembakaran. Di sisi lain, tepung sagu memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi dibandingkan tepung tapioka, yang cenderung menghasilkan struktur briket yang kurang padat dan berdampak pada nilai kalor yang lebih rendah.



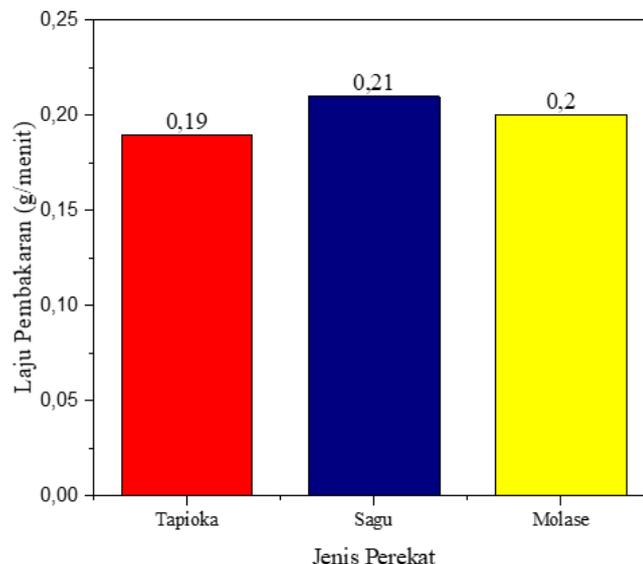
Gambar 6. Besarnya Nilai Kalor dengan Variasi Berbagai Jenis Perekat.

Menurut SNI 6235:2000, briket biomassa harus memiliki nilai kalor minimal 5000 kal/g agar dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif yang efisien. Hasil pengujian menunjukkan bahwa semua variasi briket yang diuji telah memenuhi standar ini, meskipun terdapat perbedaan nilai kalor antar jenis perekat yang digunakan. Briket dengan perekat tepung tapioka memiliki performa terbaik karena menghasilkan nilai kalor yang jauh di atas batas minimum SNI, sementara briket dengan perekat tepung sagu memiliki nilai kalor yang mendekati batas bawah standar. Dengan demikian, penggunaan tepung tapioka sebagai perekat lebih direkomendasikan dalam produksi briket berbasis cangkang kelapa sawit untuk memastikan efisiensi energi yang lebih tinggi.

Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan (Nurhilal & Suryaningsih, 2018) yang menyatakan bahwa jenis perekat dapat memengaruhi nilai kalor briket berbasis biomassa. Selain itu, penelitian (Aziz dkk., 2019) menunjukkan bahwa kadar amilosa dan amilopektin dalam perekat memainkan peran penting dalam efisiensi pembakaran dan energi yang dihasilkan oleh briket.

Laju Pembakaran

Hasil pengujian pada Gambar 7. menunjukkan bahwa variasi jenis perekat memengaruhi laju pembakaran briket berbasis cangkang kelapa sawit. Briket dengan perekat tepung sagu memiliki laju bakar tertinggi, yaitu 0,21 g/menit dengan durasi pembakaran 88 menit, diikuti oleh briket dengan perekat molase sebesar 0,20 g/menit yang terbakar selama 95 menit. Sementara itu, briket dengan perekat tepung tapioka memiliki laju bakar terendah, yaitu 0,19 g/menit, namun memiliki durasi pembakaran paling lama, yakni 98 menit. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan karakteristik fisik dan kimia dari masing-masing perekat.



Gambar 7. Laju Pembakaran Briket pada Jenis Perekat yang Berbeda.

Tepung sagu memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi dibandingkan tepung tapioka, yang membuatnya menghasilkan struktur yang lebih porous dan mudah terbakar, sehingga laju pembakarannya lebih tinggi tetapi durasi pembakarannya lebih pendek. Sebaliknya, tepung tapioka yang lebih kaya amilopektin cenderung membentuk struktur briket yang lebih padat, sehingga memperlambat laju pembakaran namun memperpanjang durasi nyala. Molase, sebagai perekat berbasis gula, memiliki sifat yang dapat meningkatkan inflamabilitas bahan bakar, tetapi juga dapat meningkatkan kadar air dalam briket, yang sedikit mempengaruhi efisiensi pembakaran.

Karakteristik laju bakar yang baik untuk briket ditentukan oleh keseimbangan antara durasi nyala dan efisiensi konsumsi bahan bakar. Laju bakar yang terlalu tinggi dapat menyebabkan briket cepat habis terbakar, sementara laju bakar yang terlalu rendah dapat mengindikasikan pembakaran yang tidak optimal. Briket dengan perekat tepung tapioka lebih direkomendasikan karena memiliki durasi pembakaran yang lebih panjang, yang sesuai dengan kebutuhan bahan bakar yang efisien untuk penggunaan

rumah tangga maupun industri kecil. Hasil penelitian ini juga sejalan dengan temuan (Fajiah dkk., 2020), yang menunjukkan bahwa kandungan amilosa dan amilopektin dalam perekat memengaruhi struktur dan laju pembakaran briket biomassa. Oleh karena itu, pemilihan jenis perekat harus mempertimbangkan tujuan penggunaan briket, apakah untuk mendapatkan pembakaran yang lebih cepat atau durasi nyala yang lebih lama. Selain itu, faktor lain seperti densitas, kadar air, dan distribusi pori juga perlu dianalisis lebih lanjut untuk mendapatkan karakteristik pembakaran yang optimal. Dokumentasi pembaran briket ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Proses Pembakaran Briket.

Variasi Perekat	Pembakaran Awal	Pembakaran Akhir
Tapioka		
Sagu		
Molase		

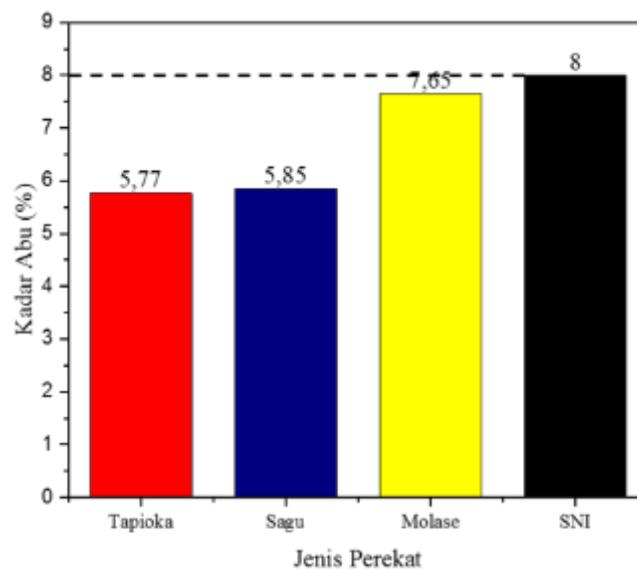
Kadar Abu

Hasil pengujian sesuai dengan Gambar 8. berikaitan kandungan abu menunjukkan bahwa jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket berbasis cangkang kelapa sawit berpengaruh terhadap jumlah residu yang tersisa setelah pembakaran. Briket dengan perekat tepung tapioka memiliki kandungan abu terendah, yaitu 5,77%, diikuti oleh briket dengan perekat tepung sagu sebesar 5,85%, sedangkan briket dengan perekat molase memiliki kandungan abu tertinggi, yaitu 7,65%.

Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan komposisi kimia dari masing-masing perekat, khususnya kandungan amilosa dan amilopektin yang berpengaruh terhadap pembentukan residu padat setelah pembakaran. Tepung tapioka yang lebih kaya amilopektin menghasilkan struktur briket yang lebih padat dan lebih mudah terbakar secara sempurna, sehingga meninggalkan residu abu yang lebih sedikit. Sebaliknya, molase sebagai perekat berbasis gula cenderung meningkatkan kandungan karbon residu yang tidak terbakar sempurna, sehingga meningkatkan kandungan abu setelah

pembakaran. Selain itu, kandungan abu yang lebih tinggi pada perekat molase juga dapat disebabkan oleh adanya mineral tambahan dalam komposisi molase yang tidak mudah terbakar pada temperatur tinggi.

Berdasarkan SNI, kandungan abu dalam briket biomassa yang memenuhi standar seharusnya tidak melebihi 8% agar tidak mengurangi efisiensi pembakaran dan tidak menghasilkan terlalu banyak residu yang dapat menghambat perpindahan panas. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua variasi briket yang diuji masih memenuhi batas kandungan abu yang ditetapkan dalam standar SNI, meskipun briket dengan perekat molase mendekati batas atas standar tersebut. Kandungan abu yang lebih tinggi dapat berdampak pada performa pembakaran, di mana akumulasi abu dalam ruang bakar dapat mengurangi efisiensi energi dan meningkatkan frekuensi pembersihan residu pembakaran. Oleh karena itu, dalam konteks efisiensi pembakaran dan kualitas briket, penggunaan tepung tapioka sebagai perekat lebih direkomendasikan karena menghasilkan kandungan abu yang paling rendah.



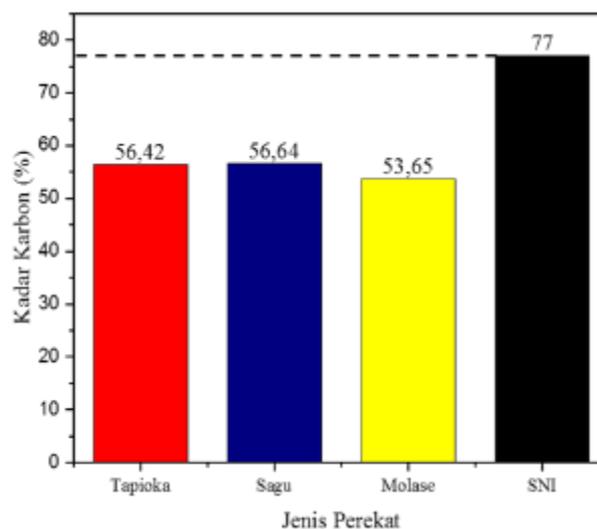
Gambar 8. Kadar Abu.

Hasil penelitian ini juga konsisten dengan studi yang dilakukan oleh (Saeed dkk., 2021), yang menyatakan bahwa kadar abu dalam briket biomassa sangat dipengaruhi oleh komposisi perekat serta kandungan amilosa dan amilopektin di dalamnya. Oleh karena itu, pemilihan jenis perekat dalam pembuatan briket harus mempertimbangkan kandungan abu yang dihasilkan, selain aspek nilai kalor dan laju pembakaran. Selain itu, optimalisasi formulasi perekat dan teknik pemadatan briket dapat menjadi fokus penelitian lanjutan untuk menghasilkan briket dengan kandungan abu yang lebih rendah dan efisiensi pembakaran yang lebih tinggi.

Kadar Karbon

Hasil pengujian kandungan karbon yang menjelaskan bahwa jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan briket berbasis cangkang kelapa sawit berpengaruh terhadap residu karbon yang tersisa setelah pembakaran (Gambar 9). Briket dengan perekat tepung sagu memiliki kandungan karbon tertinggi sebesar 56,64%, diikuti oleh briket dengan perekat tepung tapioka sebesar 56,42%, sedangkan briket dengan perekat molase memiliki kandungan karbon terendah sebesar 53,65%.

Meskipun perbedaannya tidak terlalu signifikan, tren ini menunjukkan bahwa jenis perekat berkontribusi terhadap efisiensi pembakaran briket. Perbedaan ini dapat dikaitkan dengan kandungan amilosa dan amilopektin dalam perekat, yang memengaruhi struktur dan kepadatan briket. Tepung sagu memiliki proporsi amilosa yang lebih tinggi dibandingkan tepung tapioka, sehingga menghasilkan briket yang lebih padat dan mampu mempertahankan lebih banyak karbon dalam struktur briket setelah pembakaran. Sebaliknya, molase sebagai perekat berbasis gula lebih mudah terurai selama pembakaran, yang dapat menyebabkan kandungan karbon residu yang lebih rendah (Hidayat dkk., 2022).



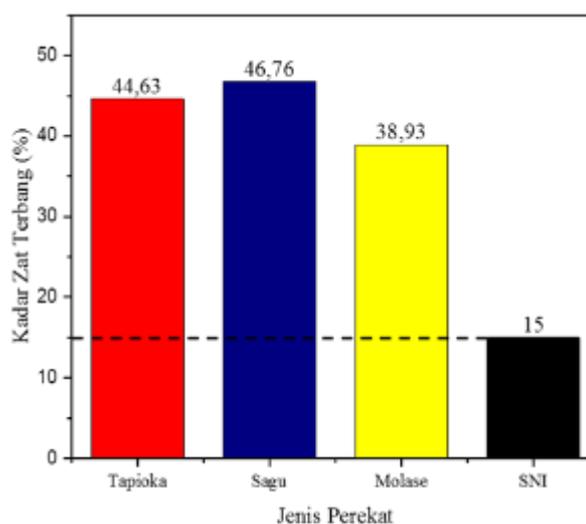
Gambar 9. Kadar Karbon.

Menurut SNI 6235:2000, kandungan karbon dalam briket biomassa yang memenuhi standar harus berada di bawah 77% untuk memastikan pembakaran yang efisien tanpa meninggalkan terlalu banyak residu karbon yang tidak terbakar sempurna. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semua variasi perekat menghasilkan kandungan karbon yang jauh di bawah batas maksimum yang ditetapkan oleh SNI. Kandungan karbon yang lebih rendah, seperti yang terjadi pada briket dengan perekat molase, dapat berimplikasi pada nilai kalor yang lebih rendah karena semakin banyak karbon yang terbakar sempurna selama proses pembakaran. Sebaliknya, kandungan karbon yang lebih tinggi pada perekat tepung sagu menunjukkan bahwa lebih banyak residu karbon yang tersisa setelah pembakaran, yang dapat memengaruhi efisiensi panas dan laju pembakaran.

Kandungan Volatil

Analisis pengujian kandungan volatil berguna sebagai hasil dari dekomposisi senyawa yang masih ada dalam briket selain air. Alat yang digunakan dalam pengujian ini adalah furnace. Kandungan zat menguap dari tepung tapioka, tepung sagu, dan molase sebagai tiga jenis perekat yang berbeda diilustrasikan dalam Gambar 10. Berdasarkan Gambar 10, hasil briket yang menggunakan bahan dasar cangkang kelapa sawit dengan berbagai perekat, yaitu tepung tapioka, tepung sagu, dan molase, menunjukkan perbedaan kandungan volatil yang signifikan. Kandungan volatil tertinggi ditemukan pada variasi perekat tepung sagu, yang setara dengan 46,76%,

sedangkan nilai kandungan volatil tertinggi kedua ditemukan pada variasi perekat tepung tapioka, yang setara dengan 44,63%. Sementara itu, kandungan zat menguap terendah ditemukan pada jenis perekat molase, yang setara dengan 38,93%. Berdasarkan hasil uji yang dilakukan oleh penulis, nilai kandungan volatil dipengaruhi oleh variasi jenis perekat yang digunakan, seperti tepung tapioka, tepung sagu, dan molase. Kandungan amilosa dan amilopektin dalam setiap variasi perekat yang digunakan juga dapat memengaruhi tingkat zat menguap/volatil (Li dkk., 2023). Perbedaan ini kemungkinan besar disebabkan oleh struktur kimia masing-masing perekat, di mana tepung sagu dan tapioka memiliki kandungan amilopektin yang lebih tinggi dibandingkan molase, sehingga lebih mudah terurai menjadi zat volatil saat pemanasan.



Gambar 10. Kandungan Volatil.

Selain itu, nilai kandungan zat menguap yang diperoleh dari hasil penelitian ini tidak memenuhi persyaratan kualitas briket SNI, yaitu harus kurang dari 15%. Hal ini menunjukkan bahwa proses karbonisasi belum optimal dalam mengurangi zat volatil yang tersisa dalam briket. Menurut (Amrullah dkk., 2023), karbonisasi yang ideal terjadi pada temperatur 300 °C, sedangkan dalam penelitian ini, proses karbonisasi menggunakan kompor gas hanya mencapai temperatur rata-rata 143 °C. Temperatur yang lebih rendah ini menyebabkan dekomposisi senyawa volatil tidak berlangsung secara maksimal, sehingga kandungan zat menguap tetap tinggi dalam briket yang dihasilkan. Oleh karena itu, untuk meningkatkan kualitas briket agar sesuai dengan standar SNI, diperlukan optimasi pada proses karbonisasi, baik dalam hal temperatur, durasi, maupun metode yang digunakan.

Berdasarkan Tabel 4, terlihat bahwa penggunaan variasi perekat yaitu tepung tapioka, tepung sagu, dan molase. Secara keseluruhan, untuk setiap variasi perekat, kandungan dari berbagai jenis perekat yang digunakan, yaitu molase, tepung tapioka, dan tepung sagu, menunjukkan angka di bawah 8%, nilai kalor mencapai 5000 kal/gr, kandungan abu di bawah 8%, kandungan karbon di bawah 77%, kandungan volatil tidak memenuhi persyaratan standar, yaitu di bawah 15%. Jadi dapat disimpulkan bahwa untuk penggunaan berbagai jenis perekat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu molase, tepung tapioka, dan tepung sagu, mereka memenuhi nilai standar briket

SNI. Namun, dilihat dari segi ekonomi, metode paling ekonomis, yaitu menggunakan tepung tapioka, lebih unggul dibandingkan dengan tepung sagu dan molase karena dalam uji laju pembakaran, tepung tapioka memiliki laju pembakaran terkecil, yaitu 0,19 g/menit.

Tabel 4. Perbandingan Briket SNI dan Hasil Penelitian Penulis.

Komposisi (%)	SNI Briket	Variasi Perekat		
		Tepung Tapioka	Tepung Sagu	Molase
Kadar Air	≤ 8	3,74	4,01	6,68
Nilai Kalor (kal/gr)	≥ 5000	5405,67	5085,35	5218,51
Kadar Abu	≤ 8	5,77	5,85	7,65
Kadar Karbon	-	56,42	56,64	53,65
Kandungan Volatil	≤ 15	44,63	46,76	38,93

4. PENUTUP

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian, variasi perekat yang digunakan dalam pembuatan briket dari cangkang kelapa sawit, yaitu tepung tapioka, tepung sagu, dan molase, memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Di antara ketiga perekat tersebut, tepung tapioka menunjukkan performa terbaik dengan kandungan air sebesar 3,74%, nilai kalor 31.864,01 kal/gr, kandungan abu 5,77%, kandungan karbon 56,42%, kandungan materi volatil 44,63%, dan laju pembakaran 0,19 g/menit. Hasil ini menegaskan bahwa pemilihan perekat yang tepat dapat meningkatkan karakteristik fisik dan termal briket.

Namun, meskipun empat dari lima parameter utama, yaitu kandungan karbon, kandungan abu, nilai kalor, dan kandungan air, telah memenuhi standar SNI, kandungan materi volatil masih jauh di atas batas yang ditetapkan (<15%). Kandungan volatil yang tinggi ini mengindikasikan bahwa proses karbonisasi belum optimal, terutama karena temperatur karbonisasi dalam penelitian ini hanya mencapai rata-rata 143°C, sedangkan temperatur ideal yang disarankan adalah sekitar 300°C. Oleh karena itu, untuk memastikan briket yang dihasilkan memenuhi standar SNI secara keseluruhan, diperlukan optimasi lebih lanjut dalam proses karbonisasi, baik dalam hal temperatur, durasi, maupun metode pemanasan yang digunakan.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari pelaksanaan Tugas Akhir Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Sumatera.

DAFTAR PUSTAKA

- Alfandy, N. O. (2022). Analisa Laju Pembakaran Briket Buah Pinus dan Bonggol Jagung Menggunakan Perekat Tepung Sagu, *12*(1).
- Alfian, D. G. C. (2023). *Briket Dari Limbah Menjadi Bahan Bakar*. ITERA Press.
- Amrullah, A., Irawansyah, H., Ardiyat, I. N., Cahyono, G. R., & Ansyah, P. R. (2023). Effect of carbonization temperature on the properties of Rubber Seed-Shell briquettes. Dalam *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1187). Institute of Physics. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1187/1/012022>

- 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.
- Elfiano, E., Subekti, P., & Sadil, A. (2008). Analisa Proksimat Dan Nilai Kalor Briket Bioarang Ampas Tebu Dan Arang Kayu, 57–64.
- Faijah, Fadilah, R., & Nurmila. (2020). Perbandingan Tepung Tapioka dan Sagu pada Pembuatan Briket Kulit Buah Nipah (*Nypafruticans*), 6, 14.
- Faujiah. (2016). Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah (*Nyfa Fruticans Wurmb*), 147(March), 11–40.
- Harlina, A. C., Ropiudin, & Ritonga, A. M. (2021). Pengaruh Kadar Perekat Molase dan Lama Pengeringan Terhadap Kualitas Biobriket dari Tempurung Kelapa dan Sekam Padi. *Agricultural and Biosystem Engineering Research*, 2(2), 19–27.
- Hidayat, R., Dwityaningsih, R., & Taufan Ratri Haarjanto. (2022). Pembuatan Briket dari Serbuk Kayu dan Daun Jati Kering Menggunakan Molase sebagai Bahan Perekat. *Jurnal Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 6(2), 14–19.
- Li, C., Li, D., Jiang, Y., Zhang, L., Huang, Y., Li, B., ... Hu, X. (2023). Biomass-derived volatiles for activation of the biochar of same origin. *Fuel*, 332, 126034. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.fuel.2022.126034>
- Nugraha, A., Widodo, A., & Wahyudi, S. (2017). Pengaruh Tekanan Pembriketan Dan Persentase Briket Campuran Gambut Dan Arang Pelepah Daun Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Pembakaran Briket. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 8(1), 29–36.
- Nurhilal, O., & Suryaningsih, S. (2018). Pengaruh komposisi campuran sabut dan tempurung kelapa terhadap nilai kalor biobriket dengan perekat molase, 02(01), 8–14.
- Renny Eka Putri dan Andasuryani. (2017). Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. *Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), 143.
- Ridjayanti, S. M., Hidayat, W., Bazenet, R. A., Banuwa, I. S., & Riniarti, M. (2022). Pengaruh Variasi Kadar Perekat Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Limbah Kayu Sengon (*Falcataria mollucana*). *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 6(1), 38. <https://doi.org/10.32522/ujht.v6i1.5597>
- Rizarti, M. A. (2022). Luas Perkebunan Minyak Kelapa Sawit Nasional Capai 15,08 Juta Ha pada 2021. *databoks Kementerian Pertanian*, 2021.
- Saeed, A. A. H., Harun, N. Y., Bilad, M. R., Afzal, M. T., Parvez, A. M., Roslan, F. A. S., Afolabi, H. K. (2021). Moisture content impact on properties of briquette produced from rice husk waste. *Sustainability (Switzerland)*, 13(6). <https://doi.org/10.3390/su13063069>
- Salah, A. (2013). Efisiensi Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka Terhadap Nilai Kalor Pembakaran Pada Biobriket Batang Jagung (*Zea Mays L.*), 78–89.
- Setiawan, I. (2022). Jurnal Agricultural Biosystem Engineering Mempelajari Pengaruh Komposisi Bioarang Berbahan Baku Batubara dan Pelepah Kelapa Sawit terhadap Karakteristik Briket Studying the Effect of Bioarang Composition with Raw Coal and Palm Oil Frames on Bricket Charac, *lim*.
- Vachlepi, A., & Suwardin, D. (2013). Penggunaan Biobriket Sebagai Bahan Bakar Alternatif Dalam Pengeringan Karet Alam. *Warta Per karetan*, 32(2), 65. <https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v32i2.38>