

POTENSI TEMPURUNG KELAPA DAN KULIT JENGKOL SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF BRIKET BIOPELLET DENGAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA UNTUK ENERGI TERBARUKAN

***Dini Aulia Sari Ermal¹, Cici Maarasyid², Viona Aulia Rahmi³, Lisa Legawati⁴, Muhammad Yusri⁵, Vriska Febiandini⁶**

^{1,2,3,5,6}Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Riau

⁴Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

*E-mail: dini@umri.ac.id

Riwayat Article

Received: 14 December 2025; Received in Revision: 6 March 2026; Accepted: 14 March 2026

Abstract

The global energy demand continues to rise, while dependence on fossil fuels such as LPG remains high, leading to resource depletion and increased greenhouse gas emissions. This study aims to explore the potential of coconut shell and jengkol peel as alternative raw materials for biopellet briquettes using tapioca flour as a binder, in support of renewable energy development. The methods included carbonization of raw materials, formulation of briquettes with varying ratios of coconut shell to jengkol peel (TK1 : KJ3, TK2 : KJ2, TK3 : KJ1) and binder concentrations (20%, 30%, 40%), followed by characterization based on moisture content, ash content, density, calorific value, compressive strength, and Energy Performance Index (EPI). Results showed that briquettes with a 2:2 ratio and 20% binder exhibited the best overall performance, with a calorific value of 11,794 cal/g, density of 0.987 g/cm³, moisture content of 7.258%, ash content 5,602 %, and an EPI of 1.604. These values meet or approach the Indonesian National Standard (SNI 01-6235-2000) for charcoal briquettes. The study concludes that coconut shell and jengkol peel are viable materials for biopellet production, offering a sustainable and environmentally friendly energy alternative.

Keywords: Biopellet, Coconut Shell, Jengkol Peel, Tapioca Binder, Renewable Energy

Abstrak

Kebutuhan energi global terus meningkat, sementara ketergantungan pada bahan bakar fosil seperti LPG masih tinggi, mengakibatkan penyusutan cadangan energi dan peningkatan emisi gas rumah kaca. Penelitian ini bertujuan mengeksplorasi potensi tempurung kelapa dan kulit jengkol sebagai bahan baku alternatif briket biopellet dengan perekat tepung tapioka untuk mendukung pengembangan energi terbarukan. Metode meliputi karbonisasi bahan baku, formulasi briket dengan variasi rasio tempurung kelapa terhadap kulit jengkol (TK1: KJ3, TK2: KJ2, TK3: KJ1) dan konsentrasi perekat (20%, 30%, 40%), serta karakterisasi berdasarkan kadar air, kadar abu, densitas, nilai kalor, keteguhan tekan, dan Energy Performance Index (EPI). Hasil menunjukkan bahwa briket dengan rasio 2:2 dan perekat 20% memberikan performa terbaik, dengan nilai kalor 11.794 kal/g, densitas 0,987 g/cm³, kadar air 7,258%, kadar abu 5,602 % dan EPI 1,604. Nilai-nilai ini memenuhi atau mendekati Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6235-2000) untuk briket arang. Disimpulkan bahwa tempurung kelapa dan kulit jengkol layak digunakan sebagai bahan baku biopellet yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Keywords: Biopellet, Tempurung Kelapa, Kulit Jengkol, Perekat Tapioka, Energi Terbarukan

1. Introduction

Kebutuhan energi global terus mengalami peningkatan, sementara ketergantungan terhadap energi fosil seperti minyak bumi dan LPG masih sangat tinggi. Data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) menunjukkan bahwa konsumsi LPG di Indonesia pada tahun 2022 mencapai 8,93 juta ton dan diperkirakan terus meningkat dalam beberapa tahun mendatang. Kondisi ini menimbulkan dua tantangan utama, yaitu semakin menipisnya cadangan energi fosil serta meningkatnya emisi gas rumah kaca. Situasi tersebut menegaskan urgensi pengembangan sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan, salah satunya melalui pemanfaatan briket biomassa.

Briket merupakan material berbasis biomassa yang dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif (Adhittasari et al., 2025) yang dipadatkan dengan terlebih dahulu melalui proses karbonasi dan pengepresan dengan menggunakan pengikat (Ermal et al., 2025). Selain menghasilkan energi, pemanfaatan biomassa juga berperan dalam mengurangi timbulan sampah organik (Mosquera et al., 2021). Salah satu sumber biomassa yang potensial adalah limbah pertanian dan perkebunan. Dalam penelitian ini, biomassa yang digunakan adalah tempurung kelapa dan kulit jengkol. Tempurung kelapa dipilih karena memiliki nilai kalor tinggi, yaitu berkisar antara 6500–7600 kkal/kg (Mawardi et al., 2019), serta ketersediaannya melimpah. Pada tahun 2022, Indonesia mengekspor lebih dari 163 juta ton kelapa, menunjukkan besarnya potensi limbah tempurung yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku briket (Anis et al., 2025). Sementara itu, kulit jengkol memiliki kandungan selulosa sekitar 44% (Hestina et al., 2022), dan data BPS tahun 2021 menunjukkan bahwa produksi jengkol di berbagai daerah di Indonesia terus mengalami peningkatan (Chaerani et al., 2024). Dengan karakteristik tersebut, kombinasi tempurung kelapa yang kaya karbon dan kulit jengkol yang kaya serat diperkirakan mampu menghasilkan briket dengan performa yang lebih baik. Untuk meningkatkan kualitas dan efisiensi pembakaran, briket dalam penelitian ini diproduksi dalam bentuk biopellet. Bentuk pellet dipilih karena ukurannya yang kecil dan seragam sehingga memudahkan proses pembakaran, meningkatkan kestabilan nyala, serta menghasilkan distribusi panas yang lebih merata. Selain itu, pellet lebih praktis digunakan dan lebih efisien secara termal (Cahyo Wahyudi et al., 2021).

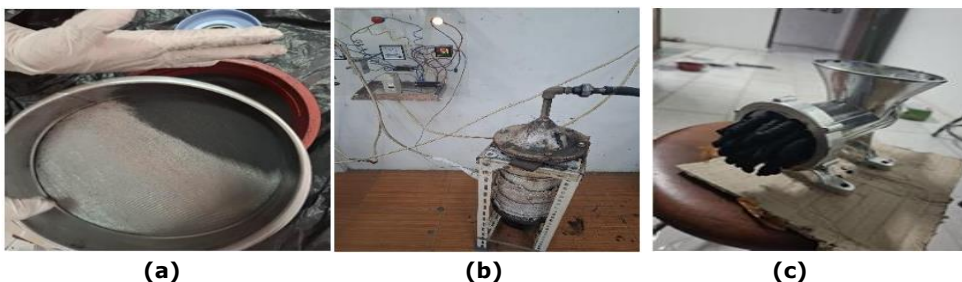
Penelitian ini memproduksi briket biopellet dari campuran arang tempurung kelapa dan kulit jengkol dengan menggunakan perekat tapioka. Mutu briket yang dihasilkan dianalisis berdasarkan parameter kadar air, kadar abu, densitas, nilai kalor, dan kuat tekan, kemudian dibandingkan dengan standar SNI 01-6235-2000 serta nilai Energy Performance Index (EPI) digunakan sebagai parameter tambahan untuk menilai performa energi briket secara menyeluruh. Faktor-faktor penting yang memengaruhi kualitas briket pellet meliputi jenis biomassa yang digunakan, suhu dan tekanan saat pencetakan, bentuk pellet, serta konsentrasi perekat (Raushan Alfikri & Fakhruzy, 2024). Namun, sejauh ini belum terdapat kajian sistematis yang membahas pengaruh rasio pencampuran kedua jenis biomassa serta variasi konsentrasi perekat tapioka terhadap mutu briket yang dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk: memproduksi briket biopellet dari campuran arang tempurung kelapa dan kulit jengkol dengan variasi konsentrasi perekat tapioka, mengevaluasi mutu briket yang dihasilkan berdasarkan parameter uji standar, dan membandingkannya dengan Standar Nasional Indonesia (SNI 01-6235-2000). Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan alternatif bahan bakar yang ramah lingkungan berbasis limbah lokal, sekaligus menjadi dasar ilmiah untuk pengembangan briket biopellet dengan performa yang lebih optimal di masa mendatang.

2. Methodology

Penelitian ini memiliki beberapa tahap metode yang digunakan dimulai dengan persiapan bahan baku, proses karbonisasi, pembuatan perekat, pembuatan briket biopellet, pencetakan briket biopellet dan tahap uji kualitas briket arang yang terdiri dari kadar air, kadar abu, nilai densitas, nilai kalor, dan *strength* (tekan dan jatuh).

2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi ayakan 60 mesh, oven, alat pirolisis untuk proses karbonisasi, neraca analitik, cetakan briket berpelat yang membentuk biopellet, cawan porselin, *bomb calorimeter* untuk pengujian nilai kalor, serta baskom sebagai wadah pencampuran bahan. Dokumentasi peralatan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. a. Ayakan 60 mesh, b. Alat Pirolisis, dan c. Pencetak Briket Biopellet

2.2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi tempurung kelapa dan kulit jengkol sebagai bahan baku utama pembuatan briket biopellet, tepung tapioka sebagai bahan perekat, serta air sebagai pelarut dalam proses pembuatan perekat.

2.3. Metode

2.3.1 Persiapan Proses Karbonisasi

Tempurung kelapa dan kulit jengkol dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1–3 hari untuk mengurangi kadar air awal. Bahan kering kemudian dipotong kecil-kecil untuk mempermudah proses karbonisasi. Karbonisasi dilakukan secara terpisah untuk setiap bahan menggunakan reaktor pirolisis. Tempurung kelapa dikarbonisasi pada suhu 400–450°C selama 3 jam, sedangkan kulit jengkol pada suhu 300–350°C selama 2 jam. Arang yang dihasilkan kemudian didinginkan, dihaluskan secara manual, dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang lebih halus dan seragam agar lebih, sehingga dapat meningkatkan homogenitas campuran dengan perekat serta menghasilkan briket dengan densitas dan kekuatan mekanik yang lebih baik.

2.3.2 Formulasi dan Pembuatan Briket Biopellet

Arang tempurung kelapa dan arang kulit jengkol dicampur dengan tiga konsentrasi massa yang berbeda:

Tabel 1. Formulasi Briket

Tempurung Kelapa (TK)	Rasio Kulit Jengkol (KJ)	Komposisi Perekat		
		20%	30%	40%
1	3	P1	P2	P3
2	2	P4	P5	P6
3	1	P7	P8	P9

Perekat dibuat dengan melarutkan tepung tapioka dalam air dan dipanaskan hingga mengalami gelatinisasi. Campuran arang dan perekat diaduk hingga homogen kemudian dicetak menggunakan alat ekstruder manual tipe ulir (*screw type*) dengan diameter cetakan 8 mm. Briket yang telah dicetak dikeringkan udara selama 48 jam sebelum pengujian. Berikut hasil dokumentasi kegiatan, Gambar 2.



Gambar 2. Proses Pembuatan Perekat dan Hasil Cetakkan

2.4. Karakterisasi dan Pengujian

Semua pengujian dilakukan mengikuti standar ASTM yang relevan dan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia untuk briket arang (SNI 01-6235-2000).

a. Kadar Air

Ditentukan menurut metode ASTM D173-11. Sampel dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, didinginkan dalam desikator, dan ditimbang.

$$\text{Kadar Air \%} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100 \% \quad (1)$$

Keterangan: m_0 = massa sampel awal (gram)
 m_1 = massa sampel setelah dipanaskan (gram)

b. Kadar Abu

Ditentukan menurut metode ASTM D3174-11. Sampel dibakar dalam furnace pada suhu 450–500°C selama 1 jam, kemudian dinaikkan menjadi 700–750°C selama 1 jam berikutnya.

$$\text{Kadar Abu \%} = \frac{m_a}{m_0} \times 100 \% \quad (2)$$

Keterangan: m_a = Massa abu total (gram)
 m_0 = Massa abu sampel (gram)

c. Densitas

Densitas briket dihitung berdasarkan perbandingan massa terhadap volume

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (3)$$

Keterangan: ρ = Massa jenis (gram/cm³)
 m = Massa sampel (gram)
 V = Volume (cm³)

d. Nilai Kalor

Pengujian nilai kalor dilakukan menggunakan *bom calorimeter*, mengacu pada SNI 06-3730-1995

e. Nilai Mekanik

Keteguhan tekan briket diukur menggunakan metode *drop test* atau uji jatuh. Briket pertama ditimbang untuk mengetahui massa awalnya, kemudian dijatuhkan dari ketinggian 1,8 meter ke permukaan yang keras. Setelah terjatuh, briket diamati dan dihitung jumlah pecahan yang terbentuk. Nilai keteguhan tekan (strength) kemudian dihitung dengan rumus persentase yang membandingkan jumlah pecahan dominan terhadap total pecahan.

Keteguhan tekan briket dengan memberikan beban massa perlahan hingga briket mengalami pecah. Nilai keteguhan tekan (strength) kemudian dihitung dengan briket yang pecah pertama kali.

f. Energy Performance Index (EPI)

Energy Performance Index (EPI) digunakan untuk mengevaluasi performa energi briket secara menyeluruh dengan mempertimbangkan parameter fisik dan termal. Nilai EPI dihitung berdasarkan integrasi nilai densitas, kadar air, dan nilai kalor briket. Parameter densitas dan nilai kalor memberikan kontribusi positif terhadap nilai EPI, sedangkan kadar air memberikan kontribusi negatif. Perhitungan EPI dilakukan menggunakan persamaan berikut.

$$EPI = \frac{HV \times \rho}{m_c} \quad (4)$$

Keterangan: HV = Nilai Kalor (cal/kg)
 ρ = Densitas (gram/cm³)
 m_c = Kadar Air (%)

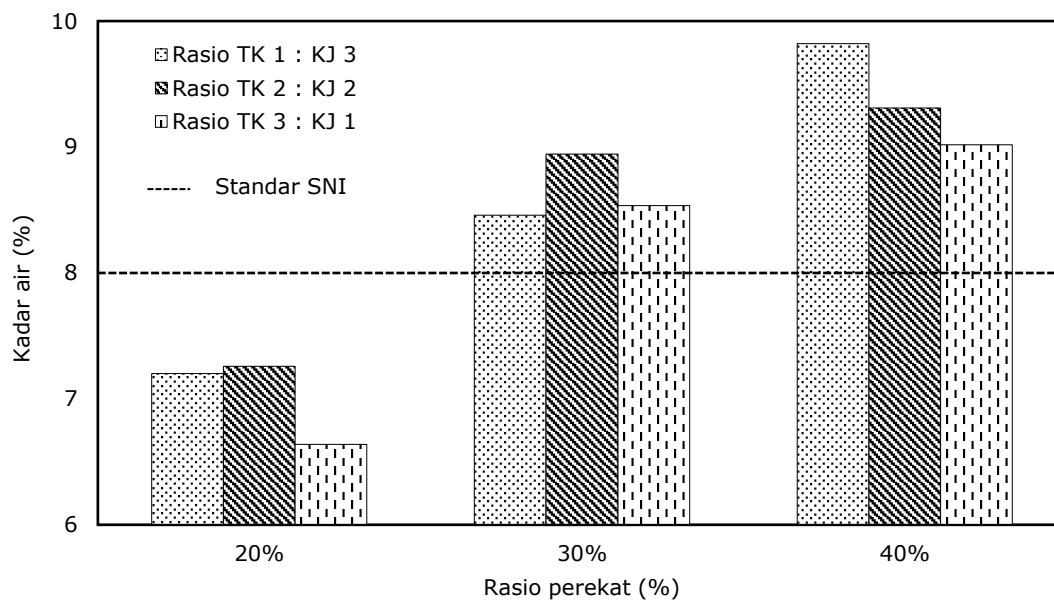
3. Result and Discussion

Penelitian ini merupakan serangkaian kegiatan pembuatan briket dengan memanfaatkan limbah tempurung kelapa dan kulit jengkol sebagai bahan baku. Ada beberapa pengujian yang dilakukan untuk mengetahui kualitas mutu pada pembuatan briket ini. Adapun *variable* proses pengujian kualitas pada penelitian antara lain kadar air, kadar abu, densitas, nilai kalor, dan keteguhan

tekan dan jatuh serta *Energy Performance Index* (EPI). Penelitian ini mengevaluasi karakteristik fisik, mekanik, dan energi dari briket berbahan tempurung kelapa dan kulit jengkol dengan tiga variasi komposisi sebagai berikut

3.1. Kadar Air

Kadar air merupakan salah satu perbandingan antara kandungan air di dalam briket biopellet yang hilang selama proses pengeringan dengan berat bahan awal sebelum proses pengovenan (Octaviani & Islami, 2025). Pengujian kadar air pada penelitian ini menggunakan metode pengeringan dengan alat yaitu oven. Pengujian menggunakan metode ini dapat menghasilkan nilai yang sesuai standar nasional, dikarenakan menggunakan oven dapat menguapkan air dengan baik. Pada umumnya kadar air yang tinggi akan menurunkan nilai kalor dan laju pembakaran karena panas yang diberikan digunakan terlebih dahulu untuk menguapkan air yang terdapat di dalam briket biopellet. Berikut Gambar 3 grafik yang menunjukkan perbandingan nilai kadar air dengan perekat terhadap masing-masing variasi perbandingan massa.



Gambar 3. Perbandingan Hasil Analisis Kadar Air dengan Rasio Perekat

Variasi komposisi bahan baku terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar air briket yang dihasilkan. Pada penelitian ini, kadar air berada dalam kisaran 6,64–9,30%, dan pola tersebut konsisten pada seluruh perlakuan. Komposisi dengan proporsi kulit jengkol lebih tinggi, seperti TK 1: KJ 3, menunjukkan kadar air paling tinggi, yaitu 7,20–9,82%. Kondisi ini berkaitan dengan karakter kulit jengkol yang berserat, berpori, dan bersifat higroskopis, sehingga mampu menyerap dan mempertahankan kelembapan lebih besar. Kandungan serat dan senyawa organik pada kulit jengkol memperkuat kemampuan bahan tersebut untuk mengikat air, baik dari proses pencampuran maupun dari perekat yang digunakan (Details, 2025). Penggunaan perekat dalam jumlah besar (P3, P6, dan P9) juga meningkatkan kadar air karena tepung tapioka memiliki sifat menyerap air, sehingga semakin tinggi konsentrasinya, semakin besar pula air yang tertahan di dalam struktur briket (Fazira et al., 2023).

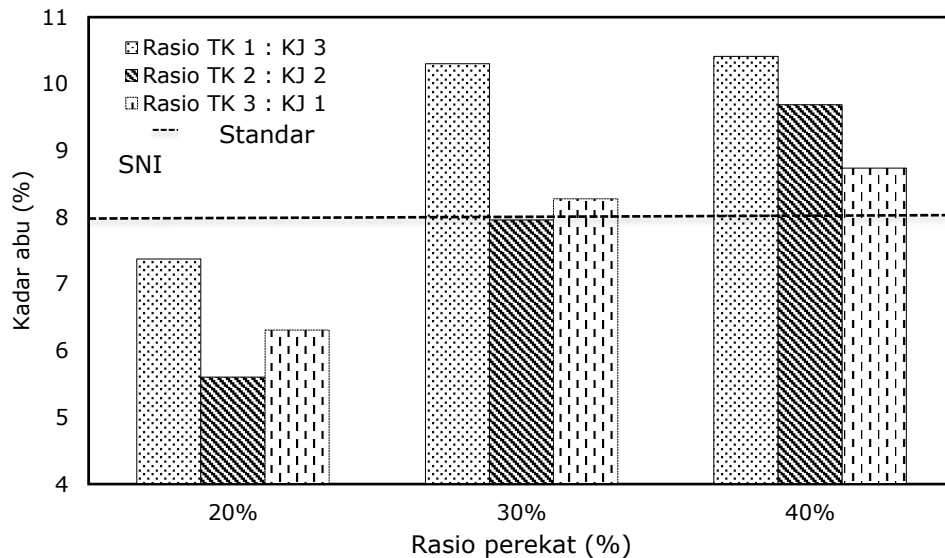
Sebaliknya, komposisi dengan proporsi tempurung kelapa lebih dominan, seperti TK 3: KJ 1, menghasilkan kadar air terendah, yaitu 6,64–9,01%. Rendahnya kadar air ini dipengaruhi oleh karakteristik tempurung kelapa yang memiliki kandungan lignin dan karbon tinggi, struktur padat, serta kadar air alami yang rendah sehingga tidak mudah menyerap air (Komposisi TK 2: KJ 2 berada pada kisaran kadar air menengah dan cenderung stabil, mencerminkan perpaduan sifat fisik antara kedua bahan baku).

Secara umum, temuan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi proporsi tempurung kelapa, kadar air briket akan semakin rendah, sedangkan peningkatan proporsi kulit jengkol menyebabkan kenaikan kadar air. Hal ini penting karena kadar air menentukan kualitas pembakaran, nilai kalor, dan ketahanan briket selama penyimpanan. Jika dibandingkan dengan Standar Mutu Briket

Indonesia (SNI 01-6235-2000) yang menetapkan kadar air maksimum $\leq 8\%$, hanya briket (P1, P4, P7) yang memenuhi standar baku mutu.

3.2. Nilai Kadar Abu

Analisis kadar abu pada briket dilakukan untuk mengetahui jumlah bagian yang tidak terbakar setelah terjadinya pembakaran sempurna (Restin et al., 2025). Pengujian kadar abu pada briket biopellet sangat penting dilakukan agar mengetahui kualitas, efisiensi, dan dampak penggunaan briket biopellet. Pengujian ini membantu untuk memastikan bahwa komposisi bahan baku briket biopellet yang optimal dan tidak menghasilkan terlalu banyak residu. Adapun hasil pengujian kadar abu pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbandingan Hasil Analisis Kadar Abu dengan Rasio Perekat

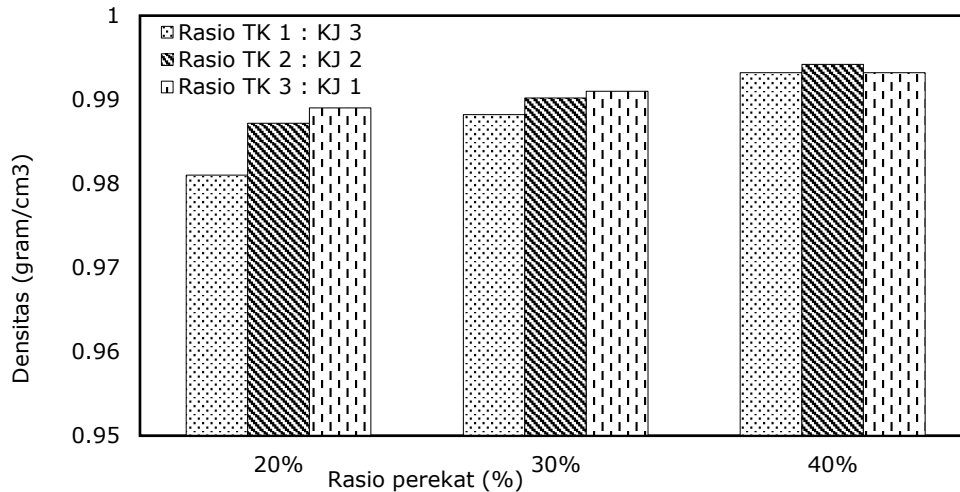
Variasi komposisi bahan baku terbukti memberikan pengaruh signifikan terhadap kadar abu briket yang dihasilkan. Pada penelitian ini, kadar abu berada dalam kisaran 5,60–10,41%, dan pola tersebut relatif konsisten pada seluruh perlakuan. Komposisi dengan proporsi kulit jengkol lebih tinggi, seperti TK 1: KJ 3, menunjukkan kadar abu paling tinggi, yaitu 7,37–10,41%. Kondisi ini dapat diterima secara ilmiah dan berkaitan dengan kandungan mineral serta senyawa anorganik pada kulit jengkol yang relatif lebih tinggi dibandingkan tempurung kelapa, sehingga menghasilkan residu pembakaran yang lebih besar (Iswara et al., 2024). Selain faktor bahan baku, sifat fisik kulit jengkol yang berserat dan berpori memungkinkan penyerapan perekat (P3, P6, P9) dalam jumlah lebih besar. Perekat memberikan kontribusi terhadap peningkatan kadar abu, karena pada proses pembakaran, pati dalam perekat tidak terbakar sempurna dan meninggalkan residu berupa abu (Fazira et al., 2023).

Sebaliknya, komposisi dengan proporsi tempurung kelapa lebih dominan, seperti TK 3: KJ 1, menghasilkan kadar abu terendah, yaitu 6,31–8,74%. Rendahnya kadar abu pada komposisi ini dipengaruhi oleh karakteristik tempurung kelapa yang memiliki kandungan karbon tetap tinggi dan kandungan mineral anorganik yang relatif rendah, sehingga menghasilkan residu pembakaran yang lebih sedikit. Komposisi TK 2: KJ 2 menunjukkan kadar abu pada kisaran menengah, mencerminkan keseimbangan karakteristik antara kedua bahan baku.

Secara umum, hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan proporsi kulit jengkol dan banyaknya perekat cenderung meningkatkan kadar abu, sedangkan peningkatan proporsi tempurung kelapa menurunkan kadar abu briket. Jika dibandingkan dengan Standar Mutu Briket Indonesia (SNI 01-6235-2000) yang menetapkan kadar abu maksimum $\leq 8\%$, sebagian sampel pada komposisi TK 2: KJ 2 dan TK 3: KJ 1 masih memenuhi kriteria mutu, sedangkan komposisi dengan proporsi kulit jengkol tinggi cenderung melampaui batas standar tersebut.

3.3. Nilai Densitas

Densitas merupakan perbandingan antara berat dan volume briket. Besar kecilnya kerapatan dipengaruhi oleh ukuran dan kehomogenan penyusun briket tersebut (Syukri et al., 2024). Pengujian densitas pada briket sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap kualitas pembakaran, kerapatan, efisiensi energi, serta daya tahan briket. Briket dengan densitas yang lebih tinggi memiliki massa yang lebih besar dalam volume yang sama, sehingga mampu membakar lebih lama dan lebih stabil, serta tidak mudah patah atau hancur saat digunakan. Selain itu, briket yang lebih padat dapat menghasilkan energi yang lebih besar dalam ukuran yang relatif lebih kecil. Adapun hasil pengujian densitas pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 5 dibawah ini.

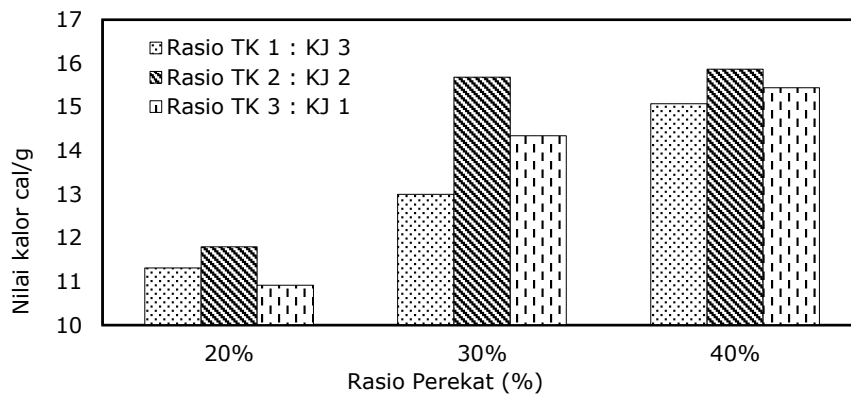


Gambar 5. Hasil Perbandingan Nilai Densitas terhadap Rasio Perekat

Nilai densitas briket pada penelitian ini berada pada rentang 0,981–0,994 g/cm³, dengan kecenderungan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi perekat. Jika disesuaikan dengan standar SNI 01-6235-2000, maka nilai densitas yang diperoleh pada penelitian ini telah memenuhi standar yang ditetapkan ($\geq 0,44$ g/cm³). Nilai Densitas pada TK 1: KJ 3, densitas meningkat dari 0,981 menjadi 0,9932 g/cm³, pada TK 2: KJ 2 juga terjadi peningkatan yaitu 0,987 menjadi 0,994 g/cm³, dan perbandingan terakhir komposisi TK 3: KJ 1 meningkat dari 0,989 menjadi 0,9932 g/cm³. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan perekat mampu memperkuat ikatan antarpartikel dan mengisi rongga mikro, sehingga struktur briket menjadi lebih padat. Temuan ini sejalan dengan Tyassena, (2025) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat yang digunakan, maka nilai kerapatan briket akan semakin meningkat karena perekat memiliki daya rekat yang baik dalam menyatukan partikel biomassa. Sejalan dengan (Madhunsaka et al., 2025). Hasil ini juga konsisten dengan temuan (Madhunsaka et al., 2025) penelitian lain yang melaporkan bahwa penambahan perekat dapat meningkatkan densitas. Hasil ini memperkuat bahwa jenis perekat dan konsentrasinya merupakan faktor dominan dalam menentukan densitas briket, dibandingkan proporsi bahan baku utama.

3.4 Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan salah satu parameter yang penting untuk mengetahui energi yang terkandung didalam sebuah briket dengan satuan masa (kcal/kg) (Wulandari et al., 2025). Nilai kalor adalah banyaknya panas yang dilepaskan dari pembakaran sejumlah bahan bakar (massa). Pada penelitian ini nilai kalor yang terkandung dalam briket dilakukan pengujian menggunakan alat *bomb calorimeter*. *Bomb calorimeter* menghasilkan jumlah kalor yang terdapat pada briket biopellet apabila briket biopellet terosidasi dengan sempurna. Adapun hasil pengujian nilai kalor pada penelitian ini dapat di lihat pada Gambar 6.

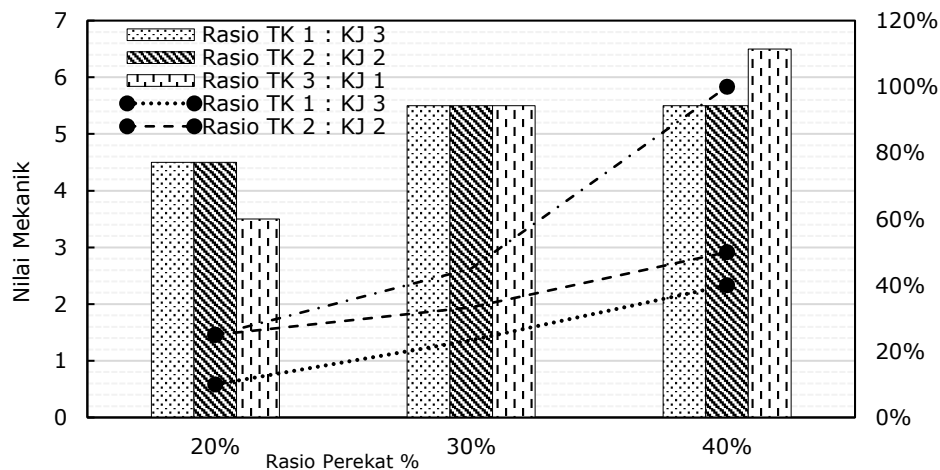


Gambar 6. Perbandingan Hasil Analisis Kadar Abu dengan Rasio Perekat

Hasil pengujian nilai kalor menunjukkan bahwa komposisi bahan baku dan persentase perekat memberikan pengaruh nyata terhadap kualitas pembakaran briket yang dihasilkan. Secara umum, nilai kalor yang diperoleh berada pada rentang 10.917–15.868 cal/g, dan menunjukkan tren peningkatan seiring bertambahnya kadar perekat pada setiap komposisi. Kondisi ini menandakan bahwa Nilai kalor memenuhi standar SNI 01-6235-2000 yaitu ≥ 5000 cal/g. Pada komposisi TK 1 : KJ 3 nilai kalor meningkat dari 11.312 cal/g menjadi 15.075 cal/g, sedangkan pada komposisi TK 2 : KJ 2, nilai kalor naik dari 11.794 cal/g menjadi 15.868 cal/g. Hal serupa terlihat pada komposisi TK 3 : KJ 1, di mana nilai kalor bertambah dari 10.917 cal/g menjadi 15.438 cal/g. Peningkatan ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat, struktur briket semakin kompak sehingga proses pembakaran menjadi lebih stabil dan efisien. Temuan ini sejalan dengan pernyataan Qanaah (2023) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat, kekuatan ikatan antarpartikel biomassa semakin meningkat, sehingga kerapatan dan kualitas pembakaran briket menjadi lebih baik. Menariknya, meskipun proporsi bahan baku berbeda, variasi nilai kalor antar-komposisi tidak berbeda secara drastis. Hal ini menunjukkan bahwa peran perekat lebih dominan dalam meningkatkan performa pembakaran dibandingkan efek variasi rasio tempurung kelapa dan kulit jengkol.

3.5 Strength Tekan dan Strength Jatuh

Nilai keteguhan tekan (strength) menunjukkan briket yang baik memiliki densitas yang cukup rapat, apabila terlalu rapuh menyebabkan briket biopellet tersebut pecah menjadi partikel kecil, menimbulkan pembakaran yang tidak merata dan meningkatkan jumlah abu (Ramadhanty, 2023). Analisis keteguhan tekan dilakukan secara manual, daya tahan bahan merupakan kekuatan penerimaan beban tekanan dimana daya tahan ini dihitung ketika bahan mengalami keretakan ketika diuji fisik. Nilai daya tahan bahan diambil dengan menekan briket dengan berat beban yang berbeda dan menjatuhkan briket dengan ketinggian 1,8 meter (Ariski & Mikharatunnisa, 2023). Adapun hasil pengujian strength pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7



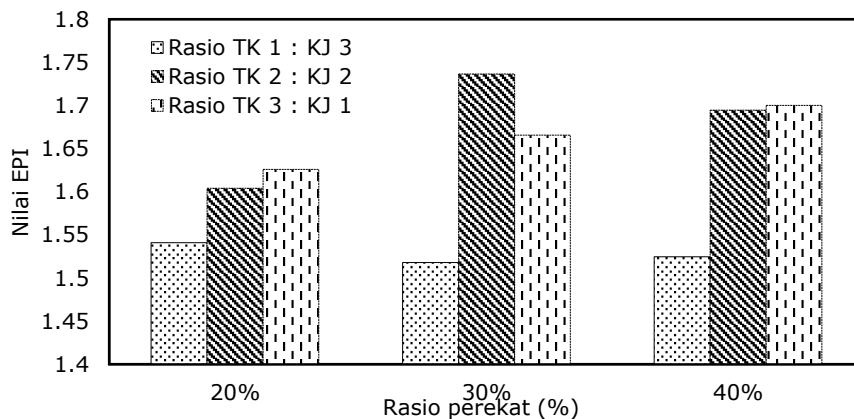
Gambar 7. Perbandingan Hasil Analisis Nilai *Strength* dengan Rasio Perekat

Analisis terhadap kekuatan mekanik briket dilakukan melalui dua parameter utama, yaitu *strength* (tekan) dan *strength* (jatuh), dengan tujuan untuk mengevaluasi ketahanan briket terhadap beban statis maupun dinamis. Secara umum, kedua parameter menunjukkan pola peningkatan seiring dengan bertambahnya kadar perekat pada seluruh komposisi campuran tempurung kelapa dan kulit jengkol. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan perekat berperan dalam memperkuat ikatan antarpartikel sehingga struktur briket menjadi lebih kompak dan stabil. Pada komposisi TK 1: KJ 3, kenaikan kadar perekat dari P1 hingga P3 meningkatkan *strength* (tekan) yaitu briket mulai hancur pada beban benda 4,5 g menjadi 5,5g, sedangkan *strength* (jatuh) meningkat dari 10% menjadi 40%. Pola ini menunjukkan hubungan yang relatif proporsional antara kemampuan briket. Karakteristik serupa juga ditemukan pada komposisi TK 2: 2 KJ, di mana peningkatan *strength* (tekan) 4,5 g menjadi 5,5g diikuti oleh peningkatan *strength* (jatuh) 25% hingga 50% dengan tren yang hampir sama. Kondisi ini menggambarkan bahwa kedua jenis uji mekanik memiliki konsistensi respons terhadap penambahan perekat, sehingga dapat disimpulkan bahwa struktur briket yang terbentuk stabil dan homogen pada kedua komposisi tersebut.

Berbeda dengan dua kelompok sebelumnya, komposisi TK 3: KJ 1 menunjukkan pola yang berbeda. *Strength* (tekan) meningkat dari 3,5 menjadi 6,5, dan *strength* (jatuh) mengalami lonjakan yang jauh lebih signifikan, yaitu dari 25% menjadi 100% (briket tidak pecah saat dijatuhkan 1,8 m) pada perekat P3, P6, P9. Dari ketiga fenomena ini dijelaskan oleh penggunaan perekat dalam jumlah yang terlalu sedikit menyebabkan briket menjadi rapuh dan mudah hancur ketika mengalami tekanan begitupun sebaliknya (Sukarti dkk., 2023). Fenomena ini menunjukkan bahwa proporsi tempurung kelapa yang lebih tinggi memberikan kontribusi signifikan terhadap ketahanan benturan, yang kemungkinan disebabkan oleh sifat alami tempurung kelapa yang memiliki struktur serat keras serta modulus elastisitas yang lebih baik. Akibatnya, briket pada komposisi ini memiliki kemampuan absorpsi energi yang lebih tinggi ketika dikenai gaya dinamis.

3.6. Energy Performance Index (EPI)

Energy Performance Index (EPI) digunakan untuk menilai kinerja briket secara menyeluruh dengan mempertimbangkan parameter fisik dan termal secara bersamaan, meliputi densitas, kadar air, dan nilai kalor. Indeks ini memberikan gambaran komprehensif tentang kualitas briket sehingga memungkinkan evaluasi performa yang tidak hanya bergantung pada satu parameter tunggal. Berikut disajikan gambar grafik 8



Gambar 8. Perbandingan Hasil Analisis Nilai EPI dengan Rasio Perekat

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai EPI meningkat seiring dengan bertambahnya kadar perekat pada semua komposisi. Fenomena ini terjadi karena perekat berperan dalam meningkatkan kekuatan mekanik dan densitas, dua parameter yang memberikan kontribusi positif terhadap EPI. Walaupun peningkatan perekat juga menyebabkan naiknya kadar air yang secara teoritis dapat menurunkan performa pembakaran dampaknya tidak cukup signifikan untuk menurunkan EPI. Hal ini menunjukkan bahwa efek positif perekat terhadap kekuatan dan kompaksi partikel lebih dominan daripada pengaruh negatif peningkatan kadar air. Secara keseluruhan, nilai EPI tertinggi ditemukan pada sampel dengan komposisi TK 2: KJ 2 dan kadar perekat P5 dan P6, yang menunjukkan keseimbangan terbaik antara performa mekanik dan energi. Komposisi TK 3: KJ 1 juga menunjukkan EPI tinggi pada kadar perekat P9, didukung oleh nilai kalor yang besar dan kekuatan mekanik sangat baik, meskipun kadar airnya lebih tinggi. Di

sisi lainnya, komposisi TK 1: KJ 3 konsisten memiliki nilai EPI lebih rendah di semua variasi perekat, terutama karena nilai kalor yang lebih kecil dan kadar air lebih tinggi. Dengan demikian, EPI menegaskan bahwa performa terbaik tidak hanya ditentukan oleh nilai kalor atau kekuatan mekanik secara terpisah, tetapi dari keseimbangan seluruh parameter fisik dan termal. Komposisi TK 2: KJ 2 muncul sebagai formulasi paling unggul secara holistik dalam penelitian ini.

3.7 Perbandingan Hasil Pembuatan Briket

Berikut merupakan hasil rangkuman data dari briket biopellet jika dipilih untuk kategori terbaik.

Tabel 2. Data Uji Briket Biopellet

Tempurung Kelapa	Kulit Jengkol	Perekat (%)	Densitas (g/cm ³)	Kadar Air %	Kadar Abu %	Strength (ditekan) (gram)	Strength (dijatuhkan) (gram)	Nilai Kalor (cal/g)	EPI
1	3	20	0,981	7,201	7,201	45	25	11,312	1,541
1	3	30	0,988	8,459	8,459	55	33	12,994	1,518
1	3	40	0,993	9,820	9,820	55	50	15,075	1,525
2	2	20	0,987	7,258	7,258	45	25	11,794	1,604
2	2	30	0,990	8,945	8,945	55	33	15,686	1,736
2	2	40	0,994	9,309	9,309	55	50	15,868	1,695
3	1	20	0,989	6,640	6,640	35	20	10,917	1,626
3	1	30	0,991	8,534	8,534	55	33	14,343	1,666
3	1	40	0,993	9,018	9,018	65	100	15,438	1,700

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposisi tempurung kelapa, kulit jengkol, dan variasi perekat memberikan pengaruh yang saling berkaitan terhadap densitas, kadar air, kadar abu, kekuatan mekanik, nilai kalor, serta EPI. Secara umum, peningkatan tempurung kelapa dalam formulasi cenderung meningkatkan densitas, nilai kalor, dan performa energi, sementara penambahan perekat memberikan efek pada kekuatan fisik biopellet.

Secara keseluruhan, hubungan antarparameter menunjukkan bahwa densitas, kadar air, dan kadar abu memiliki kontribusi langsung terhadap nilai kalor dan EPI, sementara kekuatan mekanik lebih dipengaruhi oleh jumlah perekat. Komposisi bahan baku yang seimbang TK 2: KJ 2 (P4) memberikan kombinasi terbaik antara sifat fisik dan karakteristik energi, sehingga menghasilkan EPI tertinggi dan menunjukkan performa energi yang paling efisien.

4. Conclusion

Secara keseluruhan, komposisi bahan baku dan persentase perekat sangat mempengaruhi mutu fisik dan performa energi briket. Formula yang paling optimal berdasarkan keseluruhan parameter adalah TK 2: KJ 2 dengan perekat 20%, karena menghasilkan: nilai kalor tinggi, kekuatan mekanik baik, kadar air mendekati standar, dan kadar abu masih dapat diterima oleh standar SNI (kadar air dan kadar abu $\leq 8\%$).

References

- Adhittasari, A., Manfaati, R., Paramitha, T., Zahwa, K. A., Setiawan, K. S., & Yusuf, Y. (2025). *Utilization of Coconut Shell and Coffe Grounds as Briquettes Using the Carbonization Method*.
- Anis, S., Majid, A. A. K., Labiib, F., Riadi, D. A., Firmansyah, S. A., Putra, F. P., Kusumastuti, A., Fitriyana, D. F., Bahatmaka, A., Cionita, T., Siregar, J. P., Dewi, R., & Riza, M. (2025). *Effect of Water Content in Raw Material Mixtures on the Proximate, Physical, and Mechanical Properties of Coconut Shell Charcoal Briquettes Produced with a Screw Extruder Machine*.
- Ariski, M. A., & Mikharatunnisa. (2023). *Uji Karakteristik Briket Berbahan Baku Tempurung Kelapa Dengan Perekat Tepung Kanji Berdasarkan Dimensi dan Berat*.
- Cahyo Wahyudi, T., Dri Handono, S., & Dwi Yuono, L. (2021). *Pengaruh komposisi perekat dan diameter briket biopellet terhadap karakteristik dan temperatur pembakaran pada kompor gasifikasi*.
- Chaerani, D. S., Gusvita, H., & Tauzi. (2024). *Analisis Kelayakan Finansial Dan Nilai Tambah Karupuk Jariang Ibu Eliwartidi Nagari Kasang Padang Pariaman*.
- Ermal, D. A. S., Legawati, L., Fithry, D. A., Rayendra, R., Jusnita, J., Zulfa, D. d., & Pratama, A. (2025). *Sosialisasi Pemanfaatan Bonggol Jagung Menjadi Briket Arang Sebagai Sumber*

- Energi. *Jurnal Pengabdian UntukMu Negeri*, 9(2), 380–383.
<https://doi.org/10.37859/jpumri.v9i2.8962>
- Hestina, Gultom, E., Sijabat, S., & Aritonang, B. (2022). *SINTESIS DAN KARAKTERISASI ARANG AKTIF DARI KULIT JENGKOL SEBAGAI ADSORBEN TERHADAP KADAR BOD, COD, TSS PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI TAHU SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF ACTIVATED CHARCOAL FROM JENGKOL PEEL AS AN ADSORBANT ON THE LEVELS OF BOD, COD, TSS IN TOFU INDUSTRIAL LIQUID WASTE*.
- Iswara, M. A. I., Mustain, A., Mufid, M., & Prayitno, P. (2024). STUDI LITERATUR KARAKTERISTIK BRIKET DENGAN PERBEDAAN RASIO CAMPURAN ARANG TEMPURUNG KELAPA DAN BIOMASSA LAINNYA. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 10(1), 56–69.
<https://doi.org/10.33795/distilat.v10i1.4466>
- Madhunsaka, L., Nimalgoda, H., Wijethunga, I., Ampity, A., & Koswattage, K. (2025). *Agri-Eco Energy: Evaluating Non-Edible Bindersin Coconut Shell Biochar And Cinnamon Sawdust Briquettes for Sustainable Fuel Production*.
- Mawardi, I., Usman, R., & Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe Jln, J. B. (2019). Peningkatan Karakteristik Biopellet Kayu Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Proceeding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, 3(1).
- Ramadhanty, W. (2023). *KARAKTERISTIK BRIKET ARANG DARI CAMPURAN SERBUK GERGAJIAN KAYU SENGON (Albizia chinensis) DAN BAMBU TALANG (Schizostachyum brachycladum Kurz)*.
- Raushan Alfikri, & Fakhruzy, F. (2024). The Effect of Adhesive Concentration on The Characteristics of Charcoal Briquettes From Bamboo Betung (*Dendrocalamus asper* Backer). *Journal of Global Sustainable Agriculture*, 6–12. <https://doi.org/10.32502/jgsa.v5i1.294>
- Restin, R., Ifa, L., & Yani, S. (2025). Pengaruh jenis perekat terhadap kualitas biobriket hasil pirolisis limbah biomassa lignoselusa D07. *Jurnal Teknik Industri Terintegrasi*, 8(1), 1119–1131. <https://doi.org/10.31004/jutin.v8i1.41569>
- Syukri, M., Maisarah, Rangkuti, I. U. P., Rahimah, Harahap, K. A. T., & Nurhidayat, T. (2024). *Pengaruh Variasi Ukuran Partikel pada Pembuatan Bio-Briket dari Pelepeh dan Tandan Buah Kosong Kelapa Sawit*.
- Wulandari, F. K., Wardana, R. W., Setiawan, I., Koto, I., & Parlindungan, D. (2025). Kualitas Briket Arang Berbahan Baku Cangkang Kemiri (*Aleurites mollucanus*) dan Serbuk Kayu Jati (*Tectona grandis*). *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 9(2), 309.
<https://doi.org/10.32522/ujht.v9i2.19630>