MASALIQ
Jurnal Pendidikan dan Sains

e-ISSN: 2808-8115
p-ISSN: 2809-1051

Terindeks: Sinta 5, Copernicus, Dimensions, Scilit, Lens, Crossref, Garuda, Google Scholar, Base, etc

https://doi.org/10.58578/masaliq.v6i2.9130

ANALISIS KARAKTERISTIK BRIKET CAMPURAN ARANG CANGKANG KELAPA SAWIT DAN TEMPURUNG KELAPA SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Analysis of the Characteristics of Briquettes Made from Mixed Oil Palm Shell and Coconut Shell Charcoal as an Alternative Fuel

Benny Putra Ramadhan, Hendri Nurdin, Andre Kurniawan, Sri Rizki Putri Primandari
Universitas Negeri Padang
bennyputrar@gmail.com

Article Info:

Submitted:	Revised:	Accepted:	Published:
Jan 3, 2026	Jan 26, 2026	Feb 7, 2026	Feb 12, 2026

Abstract

The utilization of biomass as an alternative fuel is becoming increasingly important amid growing dependence on fossil energy and the abundance of plantation waste in Indonesia. Although briquettes made from palm kernel shells and coconut shells have been widely studied, research that specifically examines the effects of variations in material composition and carbonization temperature using tapioca as a binder remains limited. This study aims to analyze the characteristics of mixed briquettes made from palm kernel shell charcoal and coconut shell charcoal and to determine the optimum composition as an alternative fuel. A quantitative approach was employed with a laboratory experimental design involving variations in material composition (85%:15% and 80%:20%) and carbonization temperature (550 °C and 600 °C). Data were obtained from tests of moisture content, ash content, and calorific value using a bomb calorimeter and were analyzed descriptively and quantitatively. The results show that briquettes with a composition of 80%:20% yielded the best characteristics, with the lowest moisture content of 25%, ash content of 10.01%, and the highest calorific value

Masaliq Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

of 29.994 kJ/kg. These findings confirm that optimizing material composition and carbonization conditions plays a crucial role in producing biomass briquettes that are suitable for use as alternative fuel, thereby contributing to the development of biomass waste utilization as renewable energy with potential applications at the household and small-scale industrial levels.

Keywords: Biomass Briquettes; Palm Kernel Shells; Coconut Shells; Tapioca Binder; Calorific Value

Abstrak: Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar alternatif menjadi semakin penting seiring meningkatnya ketergantungan pada energi fosil dan melimpahnya limbah perkebunan di Indonesia. Meskipun briket dari cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa telah banyak dikaji, penelitian yang secara khusus menelaah pengaruh variasi komposisi bahan dan temperatur karbonisasi dengan perekat tapioka masih terbatas. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik briket campuran arang cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa serta menentukan komposisi optimum sebagai bahan bakar alternatif. Studi ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain eksperimen laboratorium melalui variasi komposisi bahan (85%:15% dan 80%:20%) dan temperatur karbonisasi (550 °C dan 600 °C). Data diperoleh dari pengujian kadar air, kadar abu, dan nilai kalor menggunakan *bomb kalorimeter* dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket dengan komposisi 80%:20% menghasilkan karakteristik terbaik, dengan kadar air terendah 25%, kadar abu 10,01%, dan nilai kalor tertinggi sebesar 29.994 kJ/kg. Temuan ini menegaskan bahwa optimasi komposisi bahan dan kondisi karbonisasi berperan penting dalam menghasilkan briket biomassa yang layak sebagai bahan bakar alternatif, sehingga berkontribusi terhadap pengembangan pemanfaatan limbah biomassa sebagai energi terbarukan yang berpotensi diaplikasikan pada skala rumah tangga dan industri kecil.

Kata Kunci: Briket Biomassa; Cangkang Kelapa Sawit; Tempurung Kelapa; Perekat Tapioka; Nilai Kalor

PENDAHULUAN

Ketergantungan manusia terhadap sumber energi fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara hingga saat ini masih sangat tinggi (Afin & Kiono, 2021; Barreto & Khinanta, 2025; Kholiq, 2015). Energi fosil berperan penting dalam menunjang berbagai sektor kehidupan, mulai dari transportasi, pembangkit listrik, hingga industry (Dwisari et al., 2023; Pangestu & Ayuningsasi, 2024; Zagita et al., 2025) Namun, seiring dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan aktivitas ekonomi di Indonesia, konsumsi energi nasional terus mengalami peningkatan yang signifikan, terutama pada sektor transportasi, kelistrikan, dan industri (Yanti et al., 2022). Kondisi ini mempercepat laju eksploitasi sumber energi fosil yang bersifat tidak terbarukan.

Ketergantungan yang besar terhadap energi fosil menimbulkan permasalahan serius, baik dari sisi ketersediaan maupun dampak lingkungan. Eksploitasi minyak bumi dan batu bara secara masif menyebabkan cadangan energi tersebut semakin menipis dan berpotensi menuju kelangkaan (Binar & Muanah, 2021; Ruing & Sulaiman, 2022). Selain itu, penggunaan energi fosil juga berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan dan emisi gas rumah kaca yang berdampak pada perubahan iklim global. Oleh karena itu, krisis energi menjadi isu strategis yang harus segera direspons melalui pengembangan sumber energi alternatif.

Berdasarkan kondisi tersebut, pengembangan energi terbarukan menjadi solusi yang relevan dan berkelanjutan. Energi terbarukan memiliki keunggulan karena bersifat ramah lingkungan, dapat diperbarui, dan tersedia dalam jangka panjang. Pemanfaatan energi terbarukan juga dinilai mampu mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil serta menekan dampak negatif terhadap lingkungan (Yanti et al., 2022). Berbagai jenis energi terbarukan seperti energi surya, angin, air, panas bumi, dan biomassa memiliki potensi besar untuk dikembangkan sesuai dengan karakteristik wilayah Indonesia.

Di antara berbagai sumber energi terbarukan tersebut, biomassa merupakan salah satu sumber energi yang memiliki potensi besar di Indonesia (Firdaus et al., 2019). Biomassa dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil karena sifatnya yang dapat diperbarui dan didaur ulang *(renewable resources)*. Selain itu, biomassa umumnya tidak mengandung sulfur sehingga lebih ramah lingkungan dan berpotensi meningkatkan efisiensi pemanfaatan limbah hasil pertanian dan perkebunan (Sulistyaningkarti & Utami, 2017).

Pemanfaatan biomassa sebagai sumber energi dapat dilakukan melalui berbagai proses, seperti pembakaran langsung, pirolisis, gasifikasi, dan anaerobic digestion. Salah satu bentuk pemanfaatan biomassa yang paling sederhana dan mudah diaplikasikan adalah dalam bentuk briket. Briket merupakan bahan bakar padat yang dibuat dari bahan organik dan dapat digunakan sebagai alternatif pengganti batu bara, minyak, maupun gas elpiji (Febriani et al., 2025).

Briket memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan bahan bakar konvensional, antara lain nilai ekonomis yang relatif lebih rendah, nyala bara yang lebih tahan lama, panas yang stabil, serta emisi asap dan abu pembakaran yang lebih sedikit apabila sirkulasi udara optimal. Meskipun demikian, briket juga memiliki keterbatasan, seperti proses pengeringan yang membutuhkan waktu relatif lama dan sifatnya yang mudah rusak apabila terkena air (Maison,

2006). Oleh karena itu, karakteristik fisik dan termal briket perlu dianalisis secara mendalam untuk memastikan kualitasnya sebagai bahan bakar alternatif.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa berbagai limbah biomassa, seperti tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit, memiliki potensi besar untuk dijadikan bahan baku briket (Abou-Elhamd et al., 2018). Indonesia sebagai salah satu produsen kelapa dan kelapa sawit terbesar di dunia menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah yang sangat besar. Pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit, misalnya, menghasilkan sekitar 60% limbah berupa cangkang dan residu lainnya (Rahardja et al., 2022). Namun, pemanfaatan limbah tersebut sebagai sumber energi alternatif masih belum optimal.

Beberapa penelitian sebelumnya umumnya hanya mengkaji briket dari satu jenis bahan biomassa atau belum menekankan pada analisis karakteristik campuran bahan baku. Padahal, pencampuran dua jenis biomassa berpotensi menghasilkan briket dengan karakteristik yang lebih baik, terutama dari sisi nilai kalor, kadar air, dan kadar abu. Oleh karena itu, masih terdapat kesenjangan penelitian terkait analisis karakteristik briket campuran antara arang cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa sebagai bahan bakar alternatif.

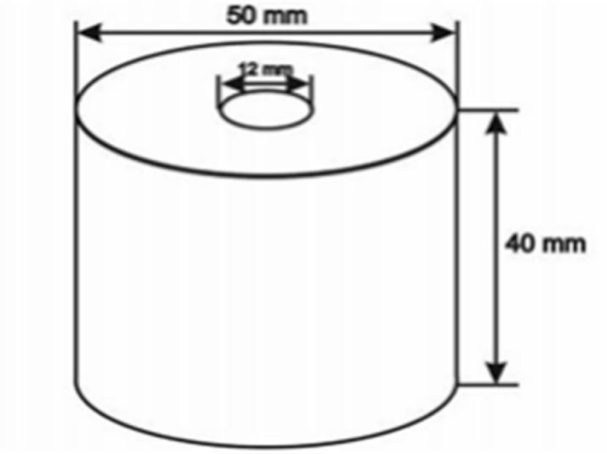
Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini menawarkan kebaruan dengan menganalisis karakteristik briket yang berasal dari campuran arang cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa. Analisis karakteristik dilakukan berdasarkan parameter utama kualitas briket, yaitu kadar air, kadar abu, dan nilai kalor, yang mengacu pada teori dan standar mutu bahan bakar biomassa. Dengan pendekatan ini, penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam pengembangan energi terbarukan berbasis limbah biomassa.

Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik briket campuran arang cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa sebagai bahan bakar alternatif, serta mengevaluasi potensinya dalam mendukung pemanfaatan energi terbarukan yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen untuk menganalisis karakteristik briket campuran arang cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa sebagai bahan bakar alternatif. Desain penelitian yang digunakan adalah eksperimen

laboratorium dengan pemberian perlakuan berupa variasi komposisi bahan baku dan perekat. Proses pengarangan dilakukan menggunakan tungku (furnace) pada dua variasi temperatur, yaitu 550 °C dan 600 °C selama 4 jam. Bahan baku biomassa berupa cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa dikarbonisasi, digiling hingga lolos ayakan 60 mesh, kemudian dicampur dengan perekat tapioka. Variasi komposisi yang digunakan meliputi: (1) 42,5% cangkang kelapa sawit, 42,5% tempurung kelapa, dan 15% perekat; serta (2) 40% cangkang kelapa sawit, 40% tempurung kelapa, dan 20% perekat. Briket dicetak berbentuk silinder berdiameter 50 mm, tinggi 25 mm, dengan lubang tengah 12 mm, menggunakan tekanan 100 kg/cm², lalu dikeringkan selama 2–3 hari. Beberapa hal yang harus diuji yaitu kadar air, kadar abu, dan nilai kalor.



Gambar 1. Ukuran Briket

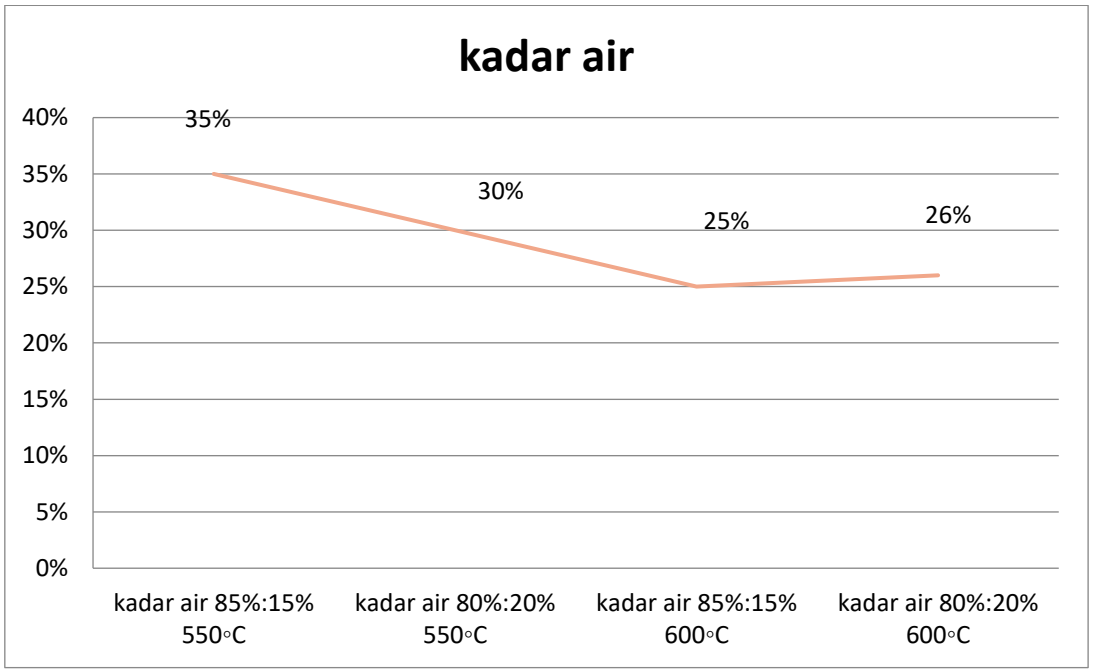
Pengumpulan data dilakukan melalui pengujian langsung terhadap sampel briket di Laboratorium UPT Sentral Universitas Andalas. Instrumen yang digunakan meliputi bomb kalorimeter untuk mengukur nilai kalor, serta prosedur pengujian standar untuk menentukan kadar air dan kadar abu.

Data hasil pengujian dicatat secara sistematis dan dianalisis secara kuantitatif untuk membandingkan karakteristik briket pada setiap variasi campuran. Teknik analisis data dilakukan menggunakan perhitungan matematis berdasarkan persamaan pengujian briket, dengan bantuan perangkat lunak Microsoft Excel, guna memperoleh gambaran perbedaan kualitas briket sebagai bahan bakar alternatif.

HASIL

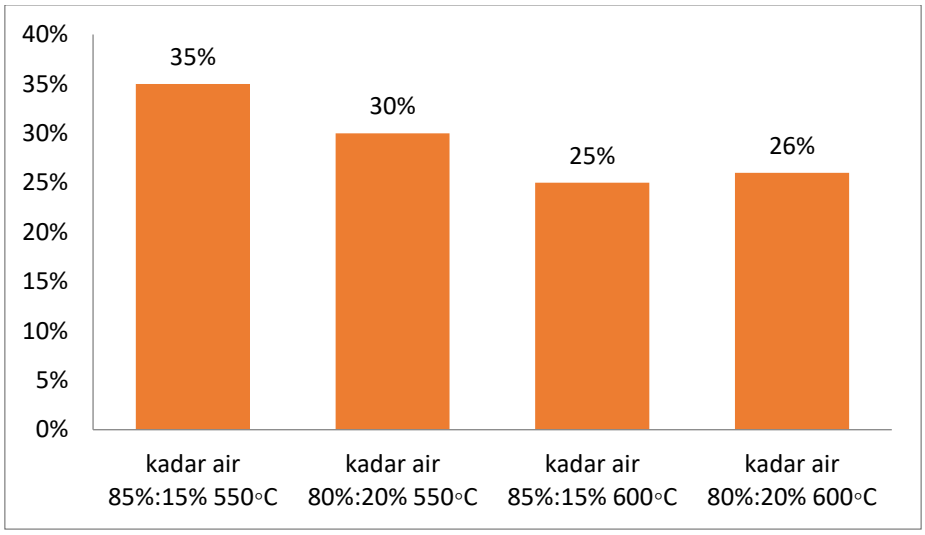
1. Kadar Air

Kadar air briket berpengaruh terhadap nilai kalor. Semakin kecil nilai kadar air maka semakin bagus nilai kalornya. Nilai rata-rata kadar air untuk masing-masing variasi campuran ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hasil uji kadar air

Berdasarkan grafik diatas maka didapat hasil nilai 600° C dan 550℃ Kadar air , nilai tertinggi pada variasi campuran 85% dan 15% dengan suhu 550℃ kadar air yaitu 35%, dan nilai kadar air terendah terdapat pada variasi campuran 85% dengan 15% dengan suhu 600℃ perekat tapioka yaitu 25%. Untuk memperjelas pengaruh suhu karbonisasi terhadap kadar air briket, hasil perbandingan ditampilkan pada Gambar 3 berikut ini.

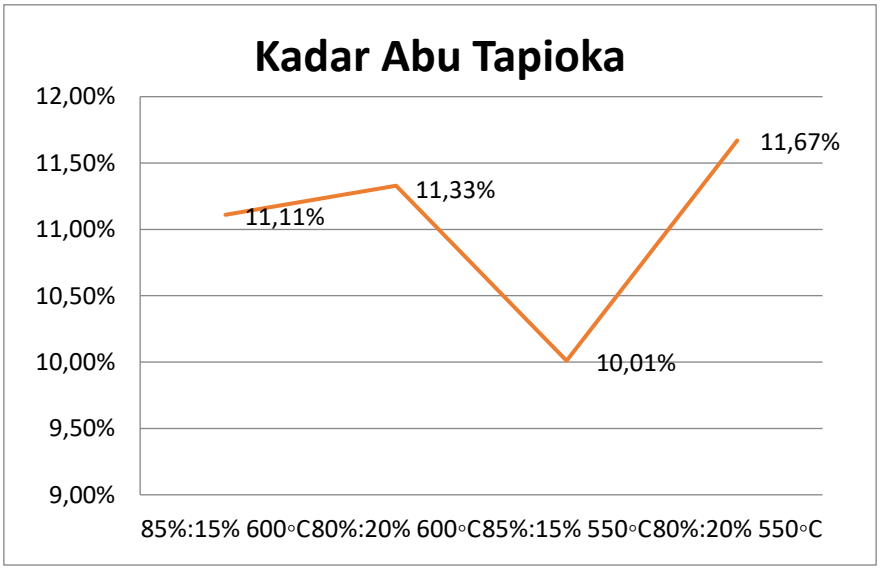


Gambar 3. Grafik kadar air

Berdasarkan grafik diatas maka didapat hasil nilai 600° C dan 550℃ Kadar air , nilai tertinggi pada variasi campuran 85% dan 15% dengan suhu 550℃ kadar air yaitu 35%, dan nilai kadar air terendah terdapat pada variasi campuran 85% cangkang kelapa sawit dengan 15% dengan suhu 600℃ perekat tapioka yaitu 25%.

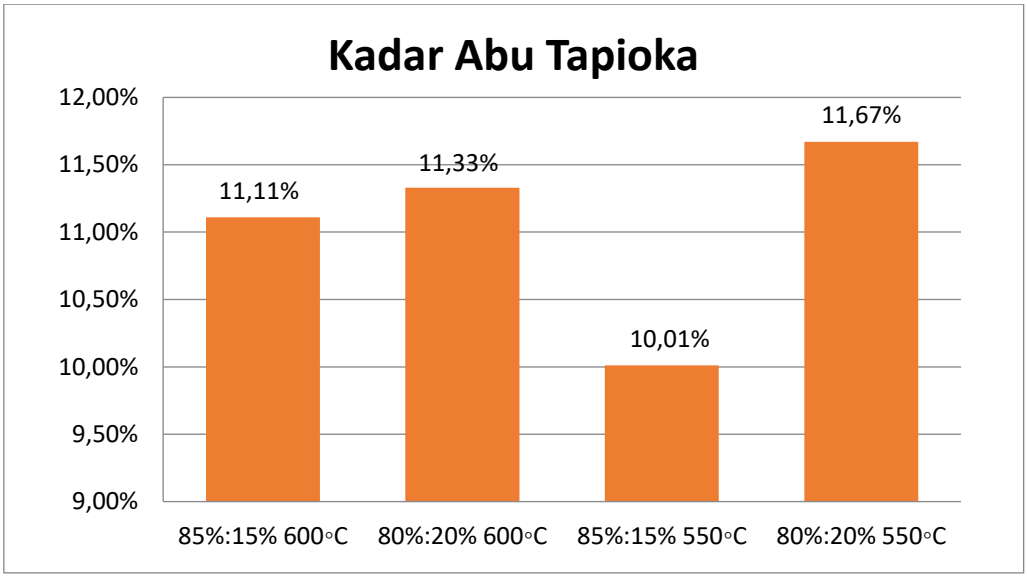
2. Kadar Abu

Abu merupakan bagian yang tersisa dari hasil pembakaran dalam hal ini adalah sisa pembakaran briket. Salah satu unsur penyusun abu adalah silika. Pengaruhnya kurang baik terhadap nilai kalor briket yang dihasilkan. Kandungan abu yang tinggi dapat menurunkan nilai kalor briket sehingga kualitas briket tersebut menurun. Nilai kadar abu pada setiap variasi campuran ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hasil uji kadar abu

Berdasarkan grafik diatas maka didapat hasil nilai 600 ° C dan 550℃ kadar abu, nilai tertinggi pada variasi campuran 80% cangkang kelapa sawit dengan 20% dengan suhu 550℃ perekat tapioka yaitu 11,67% , dan nilai kalor terendah terdapat pada variasi campuran 85% cangkang kelapa sawit dengan 15% dengan suhu 550 ℃ kadar abu 10,01%. Untuk memperjelas pengaruh variasi suhu karbonisasi terhadap kadar abu briket berbasis perekat tapioka, hasil pengujian disajikan pada Gambar 5.

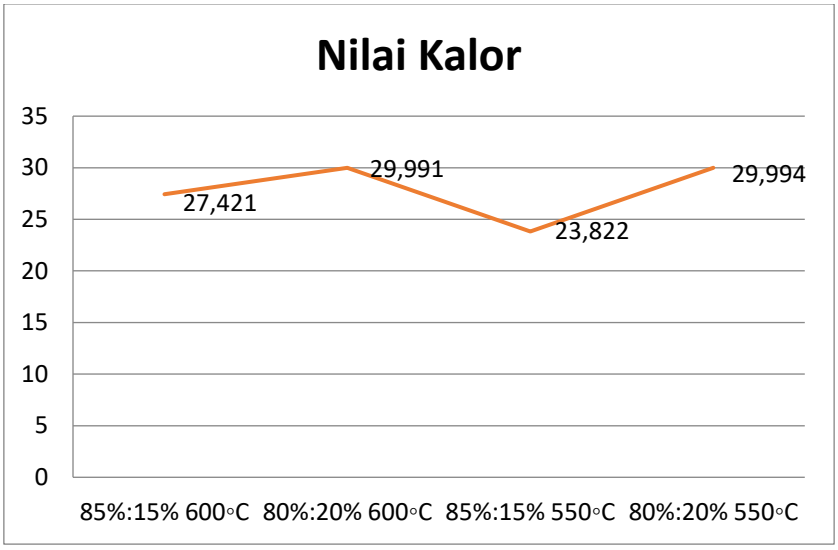


Gambar 5. Kadar Abu Tapioka

Berdasarkan grafik diatas maka didapat hasil nilai 600 ° C dan 550℃ kadar abu, nilai tertinggi pada variasi campuran 80% cangkang kelapa sawit dengan 20% dengan suhu 550℃ perekat tapioka yaitu 11,67% , dan nilai kalor terendah terdapat pada variasi campuran 85% cangkang kelapa sawit dengan 15% dengan suhu 550℃ kadar abu 10,01%.

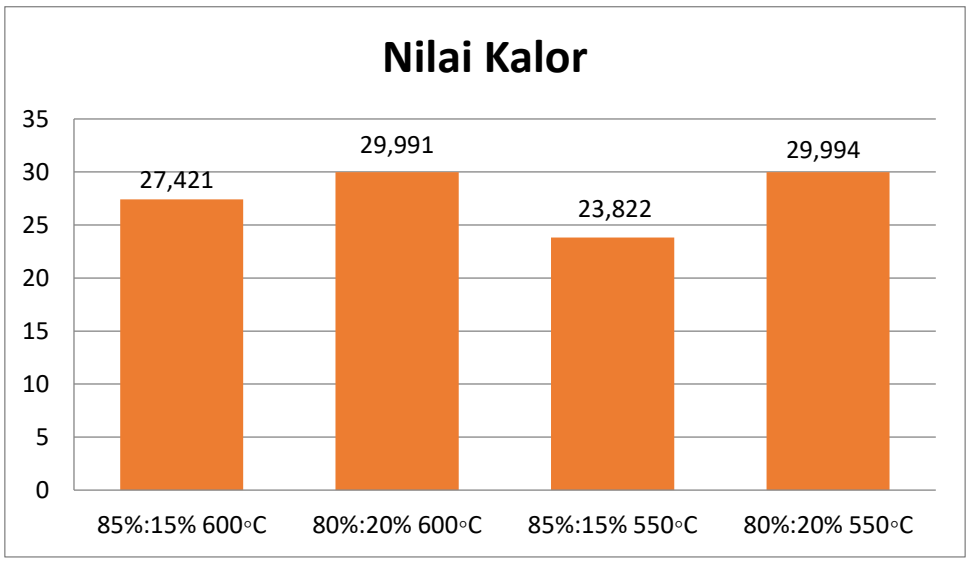
3. **Nilai Kalor**

Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket, semakin tinggi nilai kalor bakar briket semakin baik pula kualitas briket yang dihasilkan. Nilai kalor dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu briket. Semakin tinggi kadar air dan kadar abu briket, maka akan menurunkan nilai kalor bakar briket yang dihasilkan. Nilai rata-rata nilai kalor dari setiap perlakuan ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hasil Nilai Kalor

Berdasarkan grafik diatas maka didapat hasil nilai 600 ° C dan 550℃ Perekat Tapioka, nilai tertinggi pada variasi campuran 80% cangkang kelapa sawit dengan 10% dengan suhu 550℃ perekat tapioka yaitu 29.994 Kj/Kg, dan nilai kalor terendah terdapat pada variasi campuran 85% cangkang kelapa sawit dengan 15% dengan suhu 550℃ perekat tapioka yaitu 23.822 Kj/Kg. Untuk memperjelas pengaruh perbedaan suhu karbonisasi terhadap nilai kalor briket berbasis perekat tapioka, hasil perbandingan nilai kalor ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Nilai Kalor Briket 600 ° C dan 550℃ Perekat Tapioka

Berdasarkan grafik diatas maka didapat hasil nilai 600 ° C dan 550℃ Perekat Tapioka, nilai tertinggi pada variasi campuran 80% cangkang kelapa sawit dengan 20% dengan suhu 550℃ perekat tapioka yaitu 29.994 Kj/Kg, dan nilai kalor terendah terdapat

pada variasi campuran 85% cangkang kelapa sawit dengan 15% dengan suhu 550℃ perekat tapioka yaitu 23.822 Kj/Kg.

Jadi dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan perbandingan sifat briket sebagai berikut:

Tabel 1. Perbandingan Hasil Penelitian dengan Standarisasi

Sifat Briket	Permen No.47 Th.2006	SNI No.1/6235/2000	Sifat briket biomassa	Hasil Pengujian
Moisture (%)	≤ 15	≤ 8	15-25	23-30
Ash(%)	≤ 10	≤ 8	≤ 8	11-16
NilaiKalor(cal/g)	4400	≥ 5000	2876	3209

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakteristik briket campuran arang cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa sangat dipengaruhi oleh variasi komposisi bahan dan temperatur karbonisasi. Parameter utama yang dianalisis meliputi kadar air, kadar abu, dan nilai kalor sebagai indikator kualitas briket. Secara umum, hasil pengujian memperlihatkan bahwa peningkatan temperatur pengarangan hingga 600 °C cenderung menurunkan kadar air briket dan meningkatkan nilai kalor, sementara kadar abu relatif dipengaruhi oleh komposisi bahan dan jumlah perekat yang digunakan.

Nilai kadar air yang diperoleh berada pada rentang 23–30%, dengan nilai terendah ditemukan pada variasi campuran 85% biomassa dan 15% perekat tapioka pada temperatur 600 °C. Hal ini menunjukkan bahwa temperatur karbonisasi yang lebih tinggi mampu menguapkan air terikat dan volatil dalam bahan, sehingga menurunkan kadar air briket. Kadar air yang relatif tinggi pada temperatur 550 °C mengindikasikan bahwa proses karbonisasi belum optimal, sehingga masih menyisakan kandungan air yang berpengaruh terhadap performa pembakaran.

Pada parameter kadar abu, hasil penelitian menunjukkan nilai berkisar antara 10,01–11,67%. Nilai kadar abu tertinggi terdapat pada variasi campuran dengan perekat 20% pada temperatur 550 °C. Tingginya kadar abu ini mengindikasikan meningkatnya residu anorganik hasil pembakaran, yang dapat menurunkan efisiensi pembakaran dan kualitas briket. Sementara itu, nilai kalor yang diperoleh berada pada kisaran 23.822–29.994 kJ/kg, dengan

nilai tertinggi dihasilkan oleh variasi campuran dengan kandungan perekat lebih rendah dan temperatur karbonisasi yang lebih tinggi. Temuan ini menegaskan bahwa kadar air dan kadar abu berbanding terbalik dengan nilai kalor, sebagaimana dinyatakan dalam tujuan penelitian.

Hasil penelitian ini sejalan dengan teori yang dikemukakan oleh Setyono & Purnomo (2022) yang menyatakan bahwa kadar air dan kadar abu merupakan faktor utama yang memengaruhi nilai kalor briket. Semakin tinggi kadar air dan abu, maka semakin rendah nilai kalor yang dihasilkan (Nurdin & , Hasanuddin, Darmawi, Y Setiadhi, 2019). Temuan ini juga konsisten dengan penelitian Sulistyaningkarti & Utami 92017)yang melaporkan bahwa biomassa dengan kandungan air rendah dan residu abu minimal menghasilkan briket dengan performa pembakaran yang lebih baik.

Penelitian ini juga mendukung hasil studi Rahardja et al. (2022) yang menyatakan bahwa limbah cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa memiliki potensi besar sebagai bahan baku briket biomassa. Namun, berbeda dengan beberapa penelitian sebelumnya yang melaporkan kadar air briket berada di bawah 15%, hasil penelitian ini menunjukkan kadar air yang relatif lebih tinggi. Perbedaan ini diduga dipengaruhi oleh metode pengeringan alami (penjemuran) dan proporsi perekat tapioka yang digunakan, sebagaimana juga diungkapkan oleh (Sugiharto & Lestari, 2021).

Selain itu, jika dibandingkan dengan standar mutu briket berdasarkan Permen No. 47 Tahun 2006 dan SNI No. 1/6235/2000, nilai kadar air dan kadar abu pada penelitian ini masih berada di atas ambang batas standar. Meskipun demikian, nilai kalor yang diperoleh telah menunjukkan potensi sebagai bahan bakar alternatif biomassa, khususnya untuk skala rumah tangga dan industri kecil, sebagaimana juga dilaporkan dalam penelitian Rantawi et al. (2022).

Temuan penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam pengembangan energi terbarukan berbasis biomassa, khususnya pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal. Secara praktis, hasil penelitian menunjukkan bahwa pengaturan temperatur karbonisasi dan proporsi perekat yang tepat dapat meningkatkan kualitas briket sebagai bahan bakar alternatif.

Secara konseptual, penelitian ini memperkuat pemahaman bahwa pencampuran dua jenis biomassa dengan karakteristik berbeda dapat menghasilkan briket dengan nilai kalor yang kompetitif, meskipun masih memerlukan optimasi pada tahap pengeringan dan formulasi perekat. Dari sisi kebijakan dan lingkungan, pemanfaatan limbah biomassa ini

berpotensi mengurangi pencemaran lingkungan akibat penumpukan limbah perkebunan serta mendukung upaya transisi energi menuju sumber energi terbarukan yang berkelanjutan.

Penelitian ini memiliki beberapa keterbatasan yang perlu diperhatikan. Pertama, pengeringan briket dilakukan secara alami dengan penjemuran, sehingga kadar air yang dihasilkan relatif tinggi dan dipengaruhi oleh kondisi cuaca. Kedua, variasi komposisi bahan dan temperatur karbonisasi masih terbatas, sehingga belum menggambarkan kondisi optimum secara menyeluruh. Ketiga, pengujian karakteristik briket hanya mencakup parameter kadar air, kadar abu, dan nilai kalor, tanpa menguji parameter lain seperti kuat tekan dan laju pembakaran.

Oleh karena itu, penelitian selanjutnya disarankan untuk menggunakan metode pengeringan terkontrol, menambah variasi komposisi dan temperatur karbonisasi, serta melakukan pengujian mekanik dan emisi gas hasil pembakaran. Dengan demikian, kualitas briket biomassa yang dihasilkan dapat ditingkatkan agar memenuhi standar nasional dan siap diaplikasikan secara lebih luas.

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan baku dan temperatur karbonisasi berpengaruh signifikan terhadap karakteristik briket campuran arang cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa. Hasil penelitian mengonfirmasi bahwa peningkatan temperatur karbonisasi hingga 600 °C mampu menurunkan kadar air briket dan memperbaiki kualitas fisiknya, sementara variasi komposisi bahan dan perekat memengaruhi kadar abu dan nilai kalor yang dihasilkan. Secara umum, briket dengan perekat tapioka menunjukkan kinerja yang baik sebagai bahan bakar alternatif, dengan kombinasi terbaik pada aspek fisik diperoleh pada variasi 80% biomassa dan 20% perekat pada temperatur 600 °C, sedangkan performa energi tertinggi ditunjukkan oleh variasi 80% biomassa dan 20% perekat pada temperatur 550 °C.

Kontribusi penelitian ini terletak pada penyediaan bukti empiris mengenai potensi pemanfaatan limbah cangkang kelapa sawit dan tempurung kelapa sebagai bahan bakar biomassa berbentuk briket melalui optimasi komposisi dan temperatur karbonisasi. Temuan ini memberikan dasar ilmiah bagi pengembangan briket biomassa sebagai sumber energi terbarukan, khususnya untuk skala rumah tangga dan industri kecil. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengoptimalkan metode pengeringan, memperluas variasi komposisi dan

temperatur karbonisasi, serta menambahkan pengujian sifat mekanik dan emisi gas pembakaran agar kualitas briket yang dihasilkan dapat memenuhi standar nasional dan siap diaplikasikan secara lebih luas.

DAFTAR PUSTAKA

Abou-Elhamd, A. S., Abd-Elkareem, M., & El-Zuhry Zayed, A. (2018). Morphogenesis of lingual papillae of one-humped camel (Camelus dromedarius) during prenatal life: A light and scanning electron microscopic study. *Anatomia, Histologia, Embryologia, 47*(1), 38–45. https://doi.org/10.1111/ahe.12321

Afin, A. P., & Kiono, B. F. T. (2021). Potensi Energi Batubara serta Pemanfaatan dan Teknologinya di Indonesia Tahun 2020–2050: Gasifikasi Batubara. *Jurnal Energi Baru Dan Terbarukan, 2*(2), 122–144. https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/jebt/article/view/11429

Barreto, D. T. D. S., & Khinanta, P. (2025). Peran Gas Alam Sebagai Bahan Bakar Penghubung Dalam Transisi Energi. *Citizen: Jurnal Ilmiah Multidisiplin Indonesia, 5*(4), 959–964. https://journal.das-institute.com/index.php/citizen-journal/article/view/856

Binar, M., & Muanah, M. (2021). Pengaruh Variasi Bahan Baku terhadap Kualitas Briket. *Protech Biosystems Journal, 1*(2), 42. https://doi.org/10.31764/protech.v1i2.7031

Dwisari, V., Sudarti, S., & Yushardi, Y. (2023). Pemanfaatan Energi Matahari: Masa Depan Energi Terbarukan. *OPTIKA: Jurnal Pendidikan Fisika, 7*(2), 376–384. https://doi.org/10.37478/optika.v7i2.3322

Febriani, A. V., Hanum, F. F., Rahayu, A., Wardhana, B. S., & Chusna, F. M. A. (2025). The impact of carbonization temperature on the quality of empty fruit bunch charcoal and palm kernel charcoal for co-firing application. *Sains Natural: Journal of Biology and Chemistry, 15*(1), 28–39. https://doi.org/10.31938/jsn.v15i1.766

Firdaus, M., Nurdin, H., Sawit, B. K., Tapioka, T., & Kalor, N. (2019). Analisis Nilai Kalor Briket Bunga Kelapa Sawit Menggunakan Perekat Tapioka dan Damar. 491–496.

Kholiq, I. (2015). Analisis Pemanfaatan Sumber Daya Energi Alternatif sebagai Energi Terbarukan untuk Mendukung Subtitusi BBM. *Jurnal IPTEK, 19*(2), 75–91. https://ejurnal.itats.ac.id/iptek/article/view/12

Nurdin, H., Hasanuddin, Darmawi, Setiadhi, Y., & Saddikin, M. (2019). Calorific value of tibarau cane bio-briquette. *Journal of Physics: Conference Series, 1317*(1), 012110. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012110

Pangestu, R. C. K., & Ayuningsasi, A. A. K. (2024). Pengaruh Konsumsi Energi Sektor Industri, Rumah Tangga, dan Transportasi terhadap Emisi Karbon di Indonesia. *Inisiatif: Jurnal Ekonomi, Akuntansi Dan Manajemen, 3*(4), 297–311. https://jurnaluniv45sby.ac.id/index.php/Inisiatif/article/view/3154

Rahardja, I. B., Gumilang, R. N. R., Rantawi, A. B., & Saputra, H. (2022). Komparasi Karakteristik Laju Panas, Dingin & Massa Jenis pada Crude Palm Oil (CPO), Minyak Goreng serta Air. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ, 1*(1). https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit/article/view/14241

Ruing, A. P. T., & Sulaiman, D. (2022). Analisis Karakteristik Briket Berbahan Cangkang Kelapa Sawit dan Sekam Padi Menggunakan Perekat Tapioka. *Jurnal Sains Benuanta, 1*(1), 15–24. https://doi.org/10.61323/jsb.v1i1.9

Setyono, M. Y. P., & Purnomo, Y. S. (2022). Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan Fly Ash dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu. *INSOLOGI: Jurnal Sains Dan Teknologi, 1*(6), 696–703. https://doi.org/10.55123/insologi.v1i6.1047

Sugiharto, A., & Lestari, I. D. (2021). Briket Campuran Ampas Tebu dan Sekam Padi Menggunakan Karbonisasi Secara Konvensional sebagai Energi Alternatif. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia, 6*(1). https://doi.org/10.31942/inteka.v6i1.4455

Sulistyaningkarti, L., & Utami, B. (2017). Pembuatan Briket Arang dari Limbah Organik Tongkol Jagung dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Persentase Perekat. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia, 2*(1), 43–53. https://jurnal.uns.ac.id/jkpk/article/viewFile/8518/9850

Yanti, R. N., Ratnaningsih, A. T., & Ikhsani, H. (2022). Pembuatan Bio-Briket dari Produk Pirolisis Biochar Cangkang Kelapa Sawit sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Ilmiah Pertanian, 19*(1), 11–18. https://journal.unilak.ac.id/index.php/jip/article/view/7815

Zagita, T., Pitaloka, B. T., Kaunang, R. M., & Ida, G. I. (2025). Energi Fosil di Era Modern: Pemanfaaan, Dampak Negatif, dan Alternatif Energi Terbarukan. *Solusi Dan Inovasi Pengabdian Kepada Masyarakat, 1*(1), 1–8. https://jurnalsolutiva-bpn.org/solutiva/article/view/8