

ANALISIS KARAKTERISTIK PROKSIMAT BRIKET CANGKANG KACANG METE DAN KEMIRI DENGAN PEREKAT GETAH KARET

Muhammad Farrel Firmansyah

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: muhammadfirmansyah.22073@mhs.unesa.ac.id

Handini Novita Sari

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: handinisari@unesa.ac.id

Abstrak

Pemanfaatan limbah biomassa sebagai sumber energi alternatif terus dikembangkan untuk mendukung penyediaan bahan bakar yang lebih berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik proksimat dan nilai kalor briket berbahan 100% cangkang kacang mete (M1) dan 100% cangkang kemiri (K1) menggunakan perekat getah karet serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan SNI 01-6235-2000. Briket dibuat melalui proses karbonisasi pada suhu 600°C selama 2 jam, kemudian arang dihaluskan hingga lolos ayakan 80 mesh, dicampur dengan perekat getah karet, dicetak pada tekanan 100 kg/cm², dan dikeringkan pada suhu 105°C selama 5 jam. Karakteristik briket dianalisis melalui uji kadar air, kadar zat menguap, kadar abu, karbon terikat, dan nilai kalor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket M1 memiliki kadar air 7,39%, kadar zat menguap 10,60%, kadar abu 5,59%, karbon terikat 76,40%, dan nilai kalor 7247,99 kal/g. Sementara itu, briket K1 memiliki kadar air 5,47%, kadar zat menguap 7,05%, kadar abu 17,40%, karbon terikat 70,07%, dan nilai kalor 6659,25 kal/g. Kedua variasi memenuhi persyaratan SNI 01-6235-2000 untuk kadar air, kadar zat menguap, dan nilai kalor, sedangkan persyaratan kadar abu hanya dipenuhi oleh M1. Berdasarkan hasil tersebut, briket berbahan cangkang kacang mete menunjukkan karakteristik proksimat dan nilai kalor yang lebih baik dibandingkan briket berbahan cangkang kemiri, sehingga memiliki potensi lebih besar sebagai bahan baku briket.

Kata Kunci: briket, cangkang kacang mete, cangkang kemiri, karakteristik proksimat, nilai kalor.

Abstract

The utilization of biomass waste as an alternative energy source has attracted increasing attention to support sustainable fuel development. This study aimed to analyze the proximate characteristics and calorific value of briquettes produced from 100% cashew nut shell (M1) and 100% candlenut shell (K1) using natural rubber latex as a binder and to evaluate their compliance with the Indonesian National Standard (SNI 01-6235-2000). The briquettes were prepared by carbonizing the raw materials at 600°C for 2 hours, grinding and sieving the charcoal to 80 mesh, mixing it with natural rubber latex, compacting it at a pressure of 100 kg/cm², and oven-drying at 105°C for 5 hours. The briquettes were characterized through proximate analysis, including moisture content, volatile matter, ash content, fixed carbon, and calorific value. The results showed that M1 exhibited moisture content of 7.39%, volatile matter of 10.60%, ash content of 5.59%, fixed carbon of 76.40%, and a calorific value of 7247.99 cal/g. Meanwhile, K1 had moisture content of 5.47%, volatile matter of 7.05%, ash content of 17.40%, fixed carbon of 70.07%, and a calorific value of 6659.25 cal/g. Both briquettes satisfied the SNI requirements for moisture content, volatile matter, and calorific value, whereas the ash content requirement was achieved only by M1. Overall, cashew nut shell briquettes demonstrated superior proximate characteristics and calorific value compared with candlenut shell briquettes, indicating greater potential as a raw material for briquette production.

Keywords: briquette, cashew nut shell, candlenut shell, proximate analysis, calorific value.

PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan energi dan keterbatasan bahan bakar memotivasi pengembangan energi terbarukan yang berkelanjutan. Salah satu sumber energi alternatif adalah biomassa, yang dapat dimanfaatkan menjadi briket sebagai bahan bakar padat lebih ramah lingkungan (Ali *et al.*, 2024; Solikah & Bramastia, 2024).

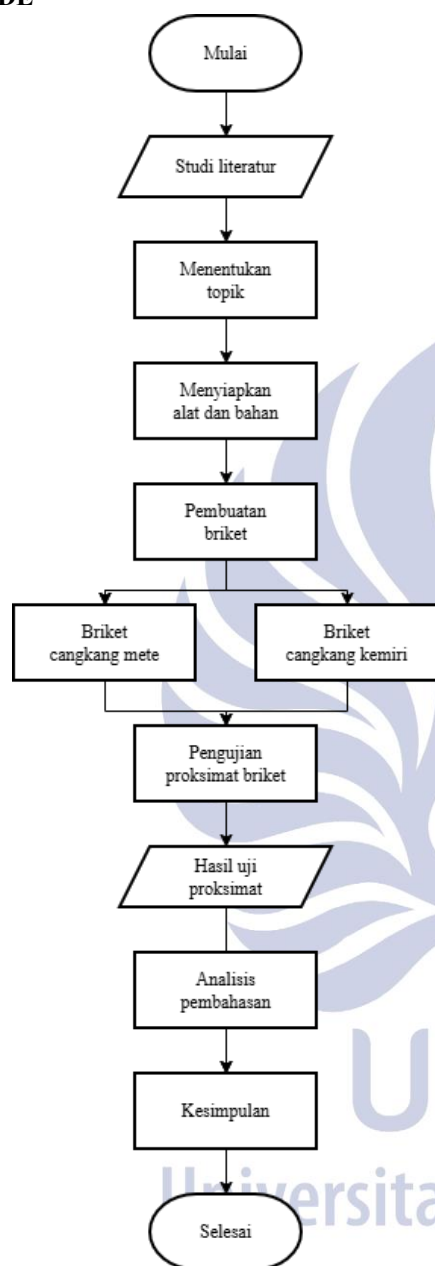
Cangkang kacang mete dan cangkang kemiri merupakan limbah biomassa perkebunan yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku briket. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa briket berbahan cangkang kacang mete menghasilkan briket dengan nilai kalor tinggi dan karakteristik pembakaran yang baik (Kadjo

et al., 2024; Pathaveerat *et al.*, 2024). Sementara itu, briket cangkang kemiri juga mengandung kadar air yang rendah serta nilai kalor yang sudah memenuhi standar mutu briket (Hasibuan *et al.*, 2025). Selain bahan baku, penggunaan getah karet sebagai perekat alami diketahui mampu menghasilkan briket yang memenuhi standar (Saukani *et al.*, 2019).

Meskipun demikian, penelitian terdahulu umumnya masih mengkaji cangkang kacang mete dan cangkang kemiri secara terpisah, sedangkan kajian yang membandingkan karakteristik proksimat kedua biomassa menggunakan perekat getah karet masih sedikit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis karakteristik proksimat dan nilai kalor briket berbahan

100% cangkang kacang mete (M1) dan 100% cangkang kemiri (K1) menggunakan perekat getah karet serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan standar SNI 01-6235-2000 dan standar internasional amerika.

METODE



Gambar 1 Tahapan penelitian

Penelitian ini menggunakan metode membandingkan karakteristik briket berbahan 100% cangkang kacang mete (M1) dan 100% cangkang kemiri (K1) menggunakan perekat getah karet sebanyak 2 gram.

Proses pembuatan briket diawali dengan karbonisasi bahan baku selama 2 jam pada suhu 600°C. Arang hasil karbonisasi dihaluskan lalu diayak hingga lolos ukuran 80 mesh. Selanjutnya, arang dicampurkan dengan perekat getah karet hingga homogen, kemudian dicetak menggunakan tekanan 100 kg/cm². Briket yang telah

dicetak selanjutnya masuk proses pengeringan dalam oven pada suhu 105°C selama 5 jam.

Karakteristik briket dianalisis melalui uji proksimat yang meliputi kadar air, kadar zat menguap, kadar karbon terikat, kadar abu, serta nilai kalor. Data hasil pengujian dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan karakteristik proksimat dan nilai kalor kedua variasi briket, kemudian dievaluasi berdasarkan persyaratan mutu briket menurut SNI 01-6235-2000 dan standar amerika.

Tabel 1 Standar mutu briket (Sari & Wagiman, 2017)

Parameter	Standart	
	SNI 01-6235-2000	AMERIKA
Kadar air (%)	<8	6
Kadar Zat Menguap (%)	<15	19
Kadar Abu (%)	<8	18
Kadar Karbon Terikat (%)	-	58
Nilai Kalor (kal/g)	>5.000	6.500

Tabel 1 menyajikan standar mutu briket yaitu SNI 01-6235-2000 dan Amerika yang dijadikan sebagai acuan dalam penelitian ini. Berdasarkan SNI 01-6235-2000, kadar air, zat menguap, dan abu masing-masing ditetapkan maksimum sebesar 8%, 15%, dan 8%, sedangkan nilai kalor ditetapkan minimum sebesar 5.000 kal/g. Standar tersebut tidak mencantumkan batas persyaratan untuk karbon terikat. Di sisi lain, standar Amerika menetapkan kadar air maksimum sebesar 6%, kadar zat menguap 19%, kadar abu 18%, karbon terikat sebesar 58%, serta nilai kalor minimum sebesar 6.500 kal/g. Kedua standar tersebut akan digunakan sebagai acuan dalam mengevaluasi karakteristik briket yang dihasilkan pada penelitian ini.

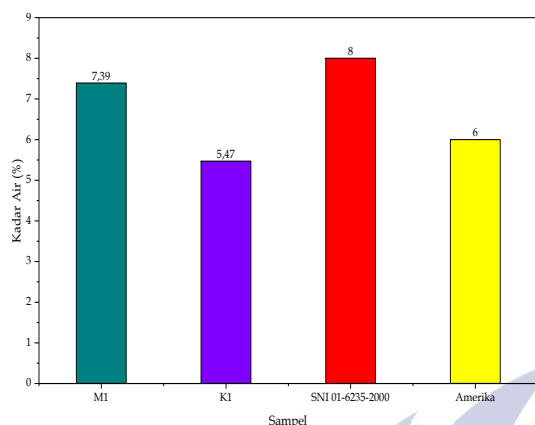
HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2 Briket bioarang

Gambar 2 menunjukkan bentuk fisik briket yang dihasilkan dari proses pencetakan arang cangkang kacang mete dan cangkang kemiri menggunakan perekat getah karet. Briket yang dihasilkan memiliki bentuk yang relatif seragam dengan permukaan yang kompak dan berwarna hitam sebagai karakteristik material hasil karbonisasi. Perbedaan bahan baku tidak menunjukkan perbedaan

visual yang mencolok pada bentuk akhir briket karena seluruh variasi dibuat menggunakan kondisi pencetakan dan komposisi perekat yang sama.



Gambar 3 Kadar air

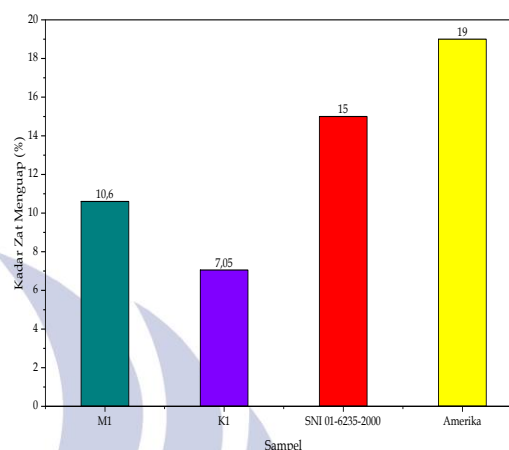
Kadar air yang masih tersisa di dalam briket berpengaruh terhadap efisiensi pemanfaatan energi selama pembakaran. Sebelum proses pembakaran berlangsung secara optimal, panas saat pembakaran akan digunakan untuk menguapkan air di dalam briket. Oleh karena itu, semakin besar kadar air yang dimiliki, semakin banyak juga energi yang terserap untuk proses penguapan sehingga energi yang tersedia untuk menghasilkan panas menjadi berkurang dan nilai kalor cenderung menurun (Ifa *et al.*, 2020).

Sebaliknya, briket dengan kadar air yang rendah umumnya memiliki kestabilan termal yang lebih baik, lebih mudah dinyalakan, serta dapat disimpan dalam waktu yang lebih lama (Akowuah *et al.*, 2012). Pada penelitian ini, kedua variasi briket telah memenuhi persyaratan kadar air menurut SNI 01-6235-2000. Namun demikian, briket berbahan 100% cangkang kemiri (K1) menunjukkan kadar air yang lebih rendah dibandingkan briket berbahan 100% cangkang kacang mete (M1), sehingga berpotensi memberikan performa pembakaran yang lebih baik dari aspek kadar air.

Nilai kadar air yang diperoleh pada kedua variasi briket disajikan pada Gambar 2. Briket (M1) memiliki kadar air sebesar 7,39%, sedangkan briket (K1) sebesar 5,47%. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa K1 mampu mempertahankan kadar air yang lebih rendah dibandingkan M1. Apabila mengacu pada SNI 01-6235-2000, kedua variasi telah memenuhi persyaratan kadar air maksimum sebesar 8%. Namun, berdasarkan standar Amerika (Sari & Wagiman, 2017), yang menetapkan kadar air maksimum sebesar 6%, hanya briket K1 yang memenuhi kriteria tersebut, sedangkan kadar air M1 melampaui batas yang dipersyaratkan.

Perbedaan kadar air antara kedua variasi dipengaruhi oleh karakteristik alami masing-masing bahan baku yang berbeda. Cangkang kemiri memiliki kemampuan menyerap air yang lebih rendah dari cangkang kacang mete sehingga air lebih mudah dihilangkan selama proses pengeringan. Selain itu, seluruh briket pada penelitian ini diproses dengan kondisi yang

sama, yaitu karbonisasi pada suhu 600°C selama 2 jam, ukuran partikel 80 mesh, penggunaan perekat getah karet sebanyak 2 g, serta pengeringan pada suhu 105°C selama 5 jam, sehingga perbedaan kadar air antar briket pada penelitian ini lebih dipengaruhi oleh sifat bahan baku daripada proses pembuatannya.

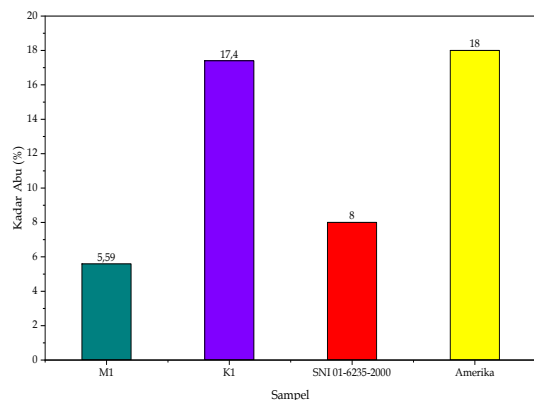


Gambar 4 Kadar zat menguap

Nilai kadar zat menguap pada kedua variasi briket ditampilkan pada Gambar 3. Briket (M1) memiliki kadar zat menguap sebesar 10,60%, sedangkan briket (K1) sebesar 7,05%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan zat menguap pada K1 lebih rendah dibandingkan M1. Berdasarkan ketentuan SNI 01-6235-2000, kadar zat menguap briket tidak boleh melebihi 15%, sehingga kedua variasi telah memenuhi persyaratan tersebut. Sementara itu, apabila mengacu pada standar Amerika (Sari & Wagiman, 2017), yang menetapkan kadar zat menguap pada kisaran 19–28%, nilai yang diperoleh dari kedua variasi berada di bawah rentang tersebut.

Kandungan zat menguap (volatile matter) merupakan fraksi senyawa yang dilepaskan dari briket selama proses pemanasan atau devolatilisasi sebelum karbon padat mengalami pembakaran. Besarnya kandungan zat menguap memengaruhi karakteristik pembakaran karena senyawa volatil akan terbakar pada tahap awal proses pembakaran. Briket dengan kandungan zat menguap yang tinggi umumnya lebih mudah dinyalakan, tetapi juga berpotensi menghasilkan emisi asap yang lebih besar akibat banyaknya senyawa volatil yang dilepaskan selama pembakaran (Ichsan *et al.*, 2025; Ifa *et al.*, 2020). Sebaliknya, kadar zat menguap yang lebih rendah cenderung menghasilkan pembakaran yang lebih stabil dengan pembentukan asap yang lebih sedikit (Ifa *et al.*, 2020).

Pada penelitian ini, seluruh briket dibuat dengan kondisi proses yang sama. Oleh karena itu, perbedaan kadar zat menguap antara M1 dan K1 diduga dipengaruhi oleh karakteristik masing-masing bahan baku. Rendahnya kadar zat menguap yang diperoleh pada kedua variasi juga menunjukkan bahwa proses karbonisasi telah berlangsung dengan baik sehingga sebagian besar senyawa volatil telah terdekomposisi sebelum proses pencetakan briket.



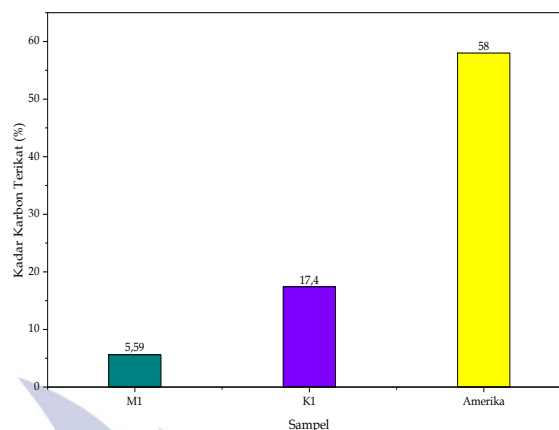
Gambar 5 Kadar abu

Kadar abu adalah jumlah sisa anorganik yang tersisa setelah briket mengalami proses pembakaran sempurna. Residu tersebut terdiri atas mineral yang tidak terbakar, seperti silika, kalsium, magnesium dan unsur anorganik lainnya dimana ini adalah materi anorganik dan residu yang tidak terbakar tetapi berubah menjadi kalsium oksida, magnesium oksida, silika, dan oksida anorganik lainnya (Duangkham & Thuadaij, 2023). Kandungan abu menjadi parameter penting dalam menentukan kualitas briket karena berkaitan dengan efisiensi pembakaran. Semakin rendah kadar abu, semakin sedikit residu yang dihasilkan sehingga proses pembakaran menjadi lebih efektif dan nilai kalor yang dihasilkan cenderung lebih tinggi (Ichsan *et al.*, 2025).

Berdasarkan Gambar 4, kadar abu briket berbahan 100% cangkang kacang mete (M1) sebesar 5,59%, sedangkan briket berbahan 100% cangkang kemiri (K1) sebesar 17,40%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kadar abu briket M1 lebih rendah dibandingkan K1. Berdasarkan persyaratan SNI 01-6235-2000, kadar abu maksimum yang diizinkan adalah 8%, sehingga hanya briket M1 yang memenuhi standar, sedangkan K1 belum memenuhi persyaratan tersebut. Jika dibandingkan dengan standar Amerika (Sari & Wagiman, 2017) yang menetapkan kadar abu maksimum sebesar 18%, kedua variasi briket masih memenuhi standar tersebut.

Perbedaan kadar abu yang diperoleh pada kedua variasi briket diperkirakan berkaitan dengan karakteristik alami bahan baku, terutama kandungan mineral anorganik yang dimiliki oleh masing-masing biomassa. Seluruh sampel pada penelitian ini diproduksi menggunakan parameter proses yang identik, meliputi karbonisasi pada suhu 600°C selama 2 jam, ukuran partikel 80 mesh, penambahan perekat getah karet sebanyak 2 g, serta proses pencetakan dan pengeringan yang sama. Dengan kondisi proses yang seragam, variasi kadar abu yang dihasilkan lebih mencerminkan perbedaan sifat bahan baku dibandingkan pengaruh proses pembuatannya. Kandungan abu yang lebih tinggi pada briket K1 menunjukkan bahwa jumlah residu anorganik yang tersisa setelah pembakaran lebih besar dibandingkan M1. Kondisi tersebut dapat menurunkan efisiensi pembakaran karena sebagian material penyusun briket tidak berkontribusi dalam menghasilkan energi panas. Akibatnya, peningkatan kadar abu umumnya diikuti oleh penurunan nilai kalor briket

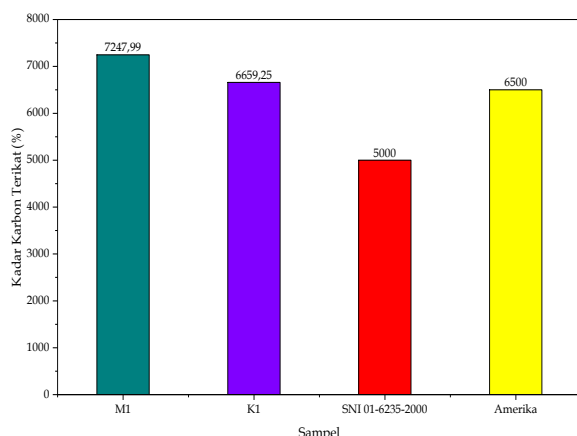
akibat bertambahnya fraksi komponen anorganik yang tidak dapat terbakar (Ichsan *et al.*, 2025).



Gambar 6 Kadar karbon terikat

Karbon terikat menunjukkan fraksi karbon padat yang masih tersisa di dalam briket setelah kandungan abu, zat menguap, dan air. Oleh karena itu, besarnya karbon terikat dipengaruhi secara langsung oleh ketiga parameter tersebut. Penurunan kadar air, abu, dan zat menguap akan meningkatkan proporsi karbon terikat, sedangkan peningkatan ketiga komponen tersebut menyebabkan persentase karbon terikat menjadi lebih rendah. Hubungan tersebut menunjukkan bahwa karbon terikat memiliki korelasi negatif terhadap kadar air, abu, dan zat menguap. Kandungan karbon terikat yang tinggi umumnya berkaitan dengan kualitas briket yang lebih baik karena mampu mempertahankan proses pembakaran dalam waktu yang lebih lama serta menghasilkan energi panas yang lebih stabil selama pembakaran berlangsung (Hamid *et al.*, 2016; Priyanto & Putri, 2017)..

Berdasarkan Gambar 5, karbon terikat briket (M1) sebesar 76,40%, sedangkan briket (K1) sebesar 70,07%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa briket M1 memiliki karbon terikat lebih tinggi dibandingkan K1, yang mengindikasikan bahwa fraksi karbon yang dapat terbakar pada M1 lebih besar daripada K1. Meskipun SNI 01-6235-2000 tidak menetapkan persyaratan karbon terikat, berdasarkan standar Amerika yang menetapkan karbon terikat minimum sebesar 60% (Sari & Wagiman, 2017), kedua variasi briket telah memenuhi standar tersebut. Nilai karbon terikat yang mencapai lebih dari 70% pada kedua variasi juga menunjukkan tingginya fraksi karbon yang tersisa dalam briket setelah kadar air, zat menguap, dan abu diperhitungkan.



Gambar 7 Nilai kalor

Nilai kalor (*Calorific value*) adalah jumlah panas yang dihasilkan dari setiap satuan berat bahan yang mudah terbakar disebut dengan nilai kalor. Nilai kalor menjadi faktor utama untuk menilai kualitas bahan bakar yang telah dibentuk menjadi briket. Selama proses pembakaran sejumlah tertentu bahan bakar, dihasilkan panas serta sisa berupa abu, gas karbon dioksida (CO_2), sulfur dioksida (SO_2), gas nitrogen, dan air. Namun, air yang berubah menjadi uap tidak dihitung dalam perhitungan nilai kalor ini. Kualitas bahan bakar akan meningkat seiring dengan bertambahnya panas yang dihasilkan. Selain itu, kandungan karbon terikat dalam briket memiliki hubungan yang positif dengan nilai kalornya semakin tinggi kandungan karbon tetap, semakin besar pula energi panas yang dapat dihasilkan oleh briket tersebut (Athaillah *et al.*, 2024).

Berdasarkan Gambar 6, briket berbahan 100% cangkang kacang mete (M1) memiliki nilai kalor sebesar 7247,99 kal/g, sedangkan briket berbahan 100% cangkang kemiri (K1) sebesar 6659,25 kal/g. Hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai kalor M1 lebih tinggi dibandingkan K1. Berdasarkan SNI 01-6235-2000, nilai kalor minimum briket adalah 5000 kal/g, sehingga kedua variasi telah memenuhi persyaratan mutu yang ditetapkan. Jika dibandingkan dengan standar Amerika yang menetapkan nilai kalor minimum sebesar 6500 kal/g (Sari & Wagiman, 2017), kedua variasi juga telah memenuhi standar tersebut.

Simpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan jenis bahan baku memengaruhi karakteristik proksimat dan nilai kalor briket yang menggunakan perekat getah karet. Briket berbahan 100% cangkang kacang mete (M1) memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan briket berbahan 100% cangkang kemiri (K1), ditunjukkan oleh kadar abu yang lebih rendah serta karbon terikat dan nilai kalor yang lebih tinggi. Berdasarkan evaluasi terhadap SNI 01-6235-

2000, kedua variasi briket telah memenuhi persyaratan kadar air, kadar zat menguap, dan nilai kalor, sedangkan persyaratan kadar abu hanya dipenuhi oleh M1. Sementara itu, berdasarkan standar Amerika, kedua variasi memenuhi persyaratan kadar abu, karbon terikat, dan nilai kalor, namun hanya K1 yang memenuhi persyaratan kadar air. Dengan demikian, cangkang kacang mete memiliki potensi yang lebih baik sebagai bahan baku pembuatan briket dibandingkan cangkang kemiri.

DAFTAR PUSTAKA

- Akowuah, J. O., Kemausuor, F., & Mitchual, S. J. (2012). Physico-chemical characteristics and market potential of sawdust charcoal briquette. *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 3(1), 20. <https://doi.org/10.1186/2251-6832-3-20>
- Ali, F., Dawood, A., Hussain, A., Alnasir, M. H., Khan, M. A., Butt, T. M., Janjua, N. K., & Hamid, A. (2024). Fueling the future: Biomass applications for green and sustainable energy. *Discover Sustainability*, 5(1), 156. <https://doi.org/10.1007/s43621-024-00309-z>
- Athaillah, T., Masykur, M., Husin, H., Adib, A., & Aulia, M. R. (2024). Briquettes from a Mixture of Cow Manure, Rice Husks and Wood Dust as Alternative Fuel. *Journal of Ecological Engineering*, 25(2), 290–299. <https://doi.org/10.12911/22998993/177194>
- Duangkham, S., & Thuadaij, P. (2023). Characterization of charcoal briquettes produced from blending rice straw and banana peel. *Heliyon*, 9(6), e16305. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e16305>
- Hamid, M. F., Idroas, M. Y., Ishak, M. Z., Zainal Alauddin, Z. A., Miskam, M. A., & Abdullah, M. K. (2016). An Experimental Study of Briquetting Process of Torrefied Rubber Seed Kernel and Palm Oil Shell. *BioMed Research International*, 2016, 1–11. <https://doi.org/10.1155/2016/1679734>
- Hasibuan, R., Hidayati, J., Misran, E., Samosir, R. N., Sitohang, A. J., Pramananda, V., & Fazillah, R. (2025). Characteristics of bio-briquettes from candlenut shells as a renewable energy: Selection of adhesive type, adhesive concentration, and biochar particle size. *Journal of Ecological Engineering*, 26(10), 316–327. <https://doi.org/10.12911/22998993/204924>
- Ifa, L., Yani, S., Nurjannah, N., Darnengsih, D., Rusnaenah, A., Mel, M., Mahfud, M., & Kusuma, H. S. (2020). Techno-economic analysis of bio-briquette from cashew nut shell waste. *Heliyon*, 6(9), e05009. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05009>
- Kadjo, B. S., Sako, M. K., Diango, K. A., Danlos, A., & Perilhon, C. (2024). Characterization and optimization of the heat treatment of cashew nutshells to produce a biofuel with a high-energy

- value. *AIMS Energy*, 12(2), 387–407.
<https://doi.org/10.3934/energy.2024018>
- Pathaveerat, S., Pruengam, P., & Lekrungronggid, N. (2024). The potential of cashew nut shell waste in charcoal briquettes after producing cashew nut shell liquid through cold extraction. *Results in Engineering*, 23, 102579.
<https://doi.org/10.1016/j.rineng.2024.102579>
- Priyanto, E., & Putri, S. L. (2017). *Bio-briquettes Innovation Co-FES (Coconut Fiber and Egg Shell) as the Eco-Friendly Fuel with Pressure Giving Methods for Indonesian Energy Fuels Challenge*.
- Sari, M. K., & Wagiman, S. (2017). *QUALITY OF CHARCOAL BRIQUETTES BASED ON COMPOSITION MIXED CHARCOAL OF RED MERANTI (Shorea sp.)*.
- Saukani, M., Setyono, R., & Trianiza, I. (2019). Pengaruh Jumlah Perkat Karet Terhadap Kualitas Briket Cangkang Sawit. *Jurnal Fisika FLUX*, 1(1), 159.
<https://doi.org/10.20527/flux.v1i1.6159>
- Solikhah, A. A., & Bramastia, B. (2024). Systematic Literature Review: Kajian Potensi dan Pemanfaatan Sumber Daya Energi Baru dan Terbarukan Di Indonesia. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 5(1), 27–43.
<https://doi.org/10.14710/jebt.2024.21742>

