

Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan terhadap Karakteristik Briket Serbuk Arang Kayu dengan Perikat Limbah Nasi

Tia Melati¹⁾, Dwi Handoko²⁾

¹⁻²⁾Program Studi Teknik Mesin, Politeknik Negeri Pontianak
E-mail: ¹⁾tiamelati0514@gmail.com, ²⁾dwihandokopb@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi tekanan pengepresan terhadap karakteristik briket serbuk arang kayu dengan perekat limbah nasi. Penelitian dilakukan menggunakan metode eksperimen dengan tiga variasi tekanan pengepresan, yaitu 150 kg/cm², 160 kg/cm², dan 170 kg/cm². Karakteristik briket yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan kekuatan tekan, kemudian dibandingkan dengan persyaratan SNI 01-6235-2000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan tekanan pengepresan cenderung menurunkan kadar air dan meningkatkan kekuatan tekan briket. Kadar air terendah sebesar 8,79% dan kekuatan tekan tertinggi sebesar 9,03 kg/cm² diperoleh pada tekanan 170 kg/cm². Nilai kalor tertinggi sebesar 4808,48 cal/gram diperoleh pada tekanan 160 kg/cm², sedangkan kadar abu terendah sebesar 0,91% diperoleh pada tekanan 150 kg/cm². Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa seluruh variasi tekanan telah memenuhi persyaratan SNI untuk kadar abu, namun belum memenuhi persyaratan kadar air dan nilai kalor. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa variasi tekanan pengepresan memengaruhi karakteristik briket serbuk arang kayu dengan perekat limbah nasi, meskipun masih diperlukan optimasi lebih lanjut untuk memperoleh kualitas briket yang memenuhi seluruh persyaratan SNI.

Kata Kunci: Briket biomassa; karakteristik briket; limbah nasi; serbuk arang kayu; tekanan pengepresan.

Abstract

This study aims to analyze the effect of variations in pressing pressure on the characteristics of charcoal powder briquettes with rice waste adhesive. The study was conducted using an experimental method with three variations of pressing pressure, namely 150 kg/cm², 160 kg/cm², and 170 kg/cm². The characteristics of the briquettes tested included moisture content, ash content, calorific value, and compressive strength, then compared with the requirements of SNI 01-6235-2000. The results showed that increasing pressing pressure tended to decrease the water content and increase the compressive strength of the briquettes. The lowest water content of 8.79% and the highest compressive strength of 9.03 kg/cm² were obtained at a pressure of 170 kg/cm². The highest calorific value of 4808.48 cal/gram was obtained at a pressure of 160 kg/cm², while the lowest ash content of 0.91% was obtained at a pressure of 150 kg/cm². The results also showed that all pressure variations met the SNI requirements for ash content, but did not meet the requirements for moisture content and calorific value. Based on these results, it can be concluded that variations in pressing pressure affect the characteristics of charcoal powder briquettes with rice waste adhesive, although further optimization is still needed to obtain briquette quality that meets all SNI requirements.

Keywords: Biomass briquettes; briquette characteristics; rice waste; charcoal powder; pressing pressure

1. PENDAHULUAN

Peningkatan konsumsi energi global yang diiringi dengan semakin menipisnya cadangan bahan bakar fosil mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang bersifat terbarukan, ramah lingkungan, dan berkelanjutan. Pemanfaatan biomassa sebagai bahan bakar padat dalam bentuk briket merupakan salah satu solusi yang banyak dikembangkan karena mampu mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil sekaligus meningkatkan nilai tambah limbah biomassa[1], [2]. Selain memiliki emisi karbon yang relatif rendah, briket biomassa juga mudah diproduksi menggunakan bahan baku lokal sehingga berpotensi mendukung ketahanan energi dan pengelolaan limbah secara berkelanjutan[3], [4].

Salah satu limbah biomassa yang memiliki potensi besar sebagai bahan baku briket adalah serbuk arang kayu. Limbah ini tersedia dalam jumlah melimpah dari industri pengolahan kayu, namun pemanfaatannya masih belum optimal. Serbuk arang kayu memiliki kandungan karbon tetap yang relatif tinggi sehingga berpotensi menghasilkan nilai kalor yang baik[5], [6]. Akan tetapi, ukuran partikel yang halus menyebabkan material ini memerlukan perekat agar mampu membentuk briket yang kompak, memiliki kekuatan mekanik yang memadai, dan tidak mudah hancur selama proses penyimpanan maupun pembakaran[7], [8].

Berbagai penelitian telah menggunakan perekat alami seperti tepung tapioka, tepung singkong, molases, maupun pati sebagai bahan pengikat briket biomassa. Penggunaan perekat alami lebih disukai karena mudah diperoleh, murah, tidak bersifat toksik, serta tidak menimbulkan residu berbahaya selama proses pembakaran. Salah satu alternatif perekat yang mulai mendapat perhatian adalah limbah nasi. Limbah nasi mengandung pati yang mampu membentuk ikatan antarpartikel biomassa sehingga berpotensi meningkatkan kekuatan mekanik briket sekaligus menjadi salah satu bentuk pemanfaatan limbah makanan yang mendukung konsep ekonomi sirkular. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa limbah nasi dapat digunakan sebagai perekat briket biomassa dengan karakteristik pembakaran yang cukup baik, meskipun kualitas briket masih dipengaruhi oleh kondisi proses pembuatannya[9], [10].

Selain jenis bahan baku dan perekat, tekanan pengepresan merupakan salah satu parameter proses yang sangat menentukan kualitas briket[11], [12]. Tekanan pengepresan yang diberikan selama proses pencetakan memengaruhi tingkat kepadatan, porositas, kadar air, kekuatan tekan, serta karakteristik pembakaran briket. Peningkatan tekanan pengepresan umumnya mampu meningkatkan kontak antarpartikel sehingga menghasilkan briket yang lebih padat dan memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik. Namun demikian, tekanan pengepresan yang terlalu tinggi tidak selalu menghasilkan karakteristik pembakaran yang optimum karena perubahan struktur internal briket dapat memengaruhi perpindahan panas dan difusi udara selama proses pembakaran[12], [13].

Beberapa penelitian terdahulu telah mengevaluasi pengaruh tekanan pengepresan terhadap kualitas briket berbahan sekam padi, tempurung kelapa, maupun biomassa pertanian lainnya. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tekanan pengepresan berpengaruh terhadap densitas, kadar air, laju pembakaran, serta temperatur pembakaran maksimum[14]. Meskipun demikian, penelitian mengenai pengaruh tekanan pengepresan pada briket berbahan serbuk arang kayu yang menggunakan perekat limbah nasi masih sangat terbatas. Selain itu, sebagian besar penelitian hanya mengevaluasi satu atau dua parameter kualitas

sehingga hubungan antara tekanan pengepresan dengan karakteristik fisik dan karakteristik energi briket belum dijelaskan secara menyeluruh.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini memiliki kebaruan berupa evaluasi pengaruh variasi tekanan pengepresan terhadap karakteristik briket serbuk arang kayu menggunakan perekat limbah nasi melalui pengujian kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan kekuatan tekan berdasarkan persyaratan SNI 01-6235-2000. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan informasi yang lebih komprehensif mengenai hubungan antara tekanan pengepresan dengan kualitas briket sekaligus memperluas pemanfaatan limbah nasi sebagai perekat alami pada pembuatan briket biomassa.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi tekanan pengepresan sebesar 150 kg/cm², 160 kg/cm², dan 170 kg/cm² terhadap karakteristik briket serbuk arang kayu menggunakan perekat limbah nasi. Parameter yang dianalisis meliputi kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan kekuatan tekan. Hasil penelitian diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan tekanan pengepresan yang menghasilkan kualitas briket terbaik serta menjadi referensi bagi pengembangan bahan bakar biomassa yang lebih ramah lingkungan dan berkelanjutan.

2. METODE PENELITIAN

a. Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas serbuk arang kayu sebagai bahan utama dan limbah nasi sebagai perekat alami dengan komposisi 35% dari total campuran. Peralatan yang digunakan meliputi mesin hidrolis pengepres briket, cetakan briket berbentuk silinder, oven Memmert, *furnace*, ayakan 80 mesh, blender, timbangan digital, *Thermogravimetric Analyzer* (TGA 701), *bomb calorimeter*, dan *spring tester*.

b. Pembuatan Briket

Serbuk kayu terlebih dahulu dikarbonisasi selama 8 jam hingga menjadi arang. Setelah proses karbonisasi selesai, arang didinginkan, dihaluskan menggunakan blender, kemudian diayak menggunakan saringan 80 mesh agar diperoleh ukuran partikel yang seragam.

Limbah nasi diolah menjadi perekat dengan perbandingan limbah nasi dan air sebesar 1:3 hingga membentuk pasta. Selanjutnya, serbuk arang kayu dicampurkan dengan perekat limbah nasi sebanyak 35% dari total massa campuran dan diaduk hingga homogen.

Campuran dimasukkan ke dalam cetakan silinder berdiameter 40 mm dan tinggi 70 mm, kemudian dipres menggunakan mesin hidrolis dengan variasi tekanan pengepresan 150 kg/cm², 160 kg/cm², dan 170 kg/cm². Briket yang telah dicetak selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 5 jam sebelum dilakukan pengujian.

c. Pengujian Karakteristik Briket

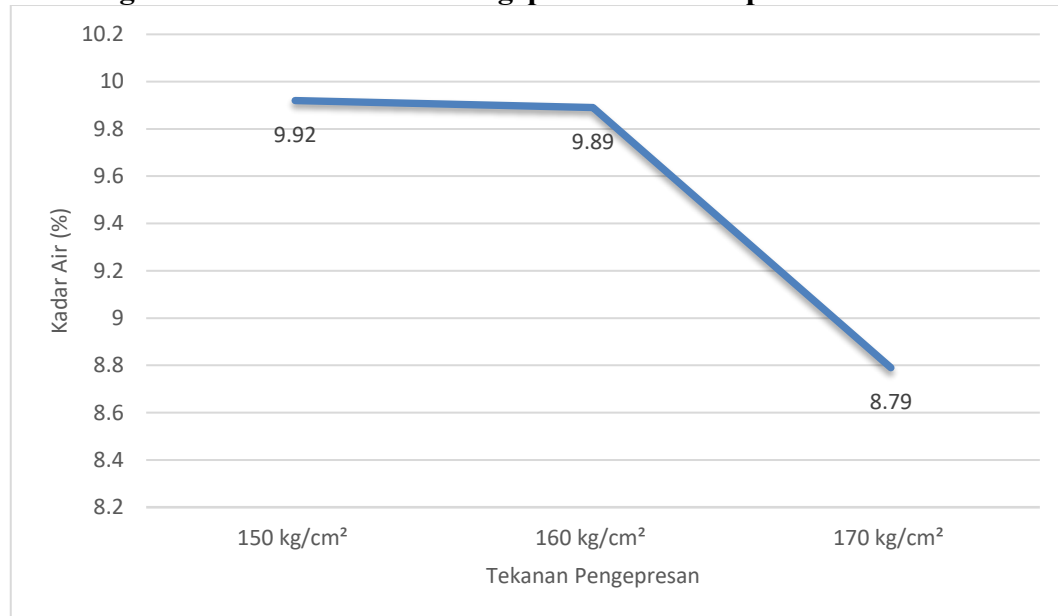
Karakteristik briket yang diuji meliputi kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan kekuatan tekan. Pengujian kadar air dan kadar abu dilakukan menggunakan *Thermogravimetric Analyzer* (TGA 701). Pengujian nilai kalor dilakukan menggunakan *bomb calorimeter*, sedangkan pengujian kekuatan tekan dilakukan menggunakan *spring tester*. Setiap variasi tekanan pengepresan dibuat sebanyak tiga sampel, kemudian hasil pengujian disajikan dalam bentuk nilai rata-rata.

d. Analisis Data

Data hasil pengujian disajikan dalam bentuk tabel dan grafik, kemudian dianalisis secara deskriptif untuk membandingkan pengaruh variasi tekanan pengepresan terhadap kadar air, kadar abu, nilai kalor, dan kekuatan tekan briket. Selanjutnya, hasil pengujian dibandingkan dengan persyaratan mutu briket berdasarkan SNI 01-6235-2000.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Terhadap Kadar Air



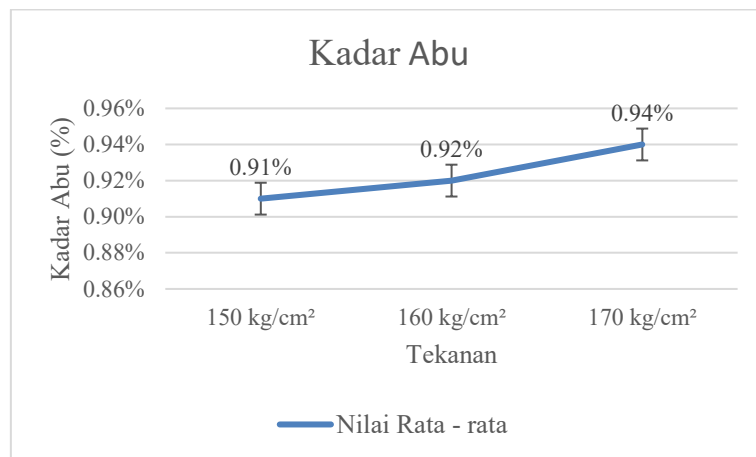
Gambar 1. Grafik Kadar Air berbagai Tekanan pengepresan dan Nilai Rata – Rata

Gambar 4 menunjukkan bahwa peningkatan tekanan pengepresan cenderung menurunkan kadar air briket. Nilai kadar air rata-rata terendah diperoleh pada tekanan pengepresan 170 kg/cm² sebesar 8,79%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada tekanan pengepresan 150 kg/cm² sebesar 9,92%.

Penurunan kadar air diduga terjadi karena tekanan pengepresan yang lebih tinggi menghasilkan briket yang lebih padat sehingga rongga antarpartikel menjadi lebih kecil[11]. Kondisi tersebut menyebabkan kandungan air yang tersisa setelah proses pengeringan menjadi lebih sedikit[14]. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Thamrin dkk. yang menyatakan bahwa peningkatan tekanan pengepresan dapat menurunkan kadar air briket melalui peningkatan tingkat pemadatan bahan[8], [15].

Meskipun terjadi penurunan kadar air, seluruh perlakuan masih menghasilkan kadar air di atas persyaratan SNI 01-6235-2000 yang menetapkan kadar air maksimum sebesar 8%. Oleh karena itu, diperlukan optimasi lebih lanjut, seperti penyesuaian komposisi perekat atau waktu pengeringan, agar kualitas briket memenuhi standar yang berlaku.

b. Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Terhadap Kadar Abu



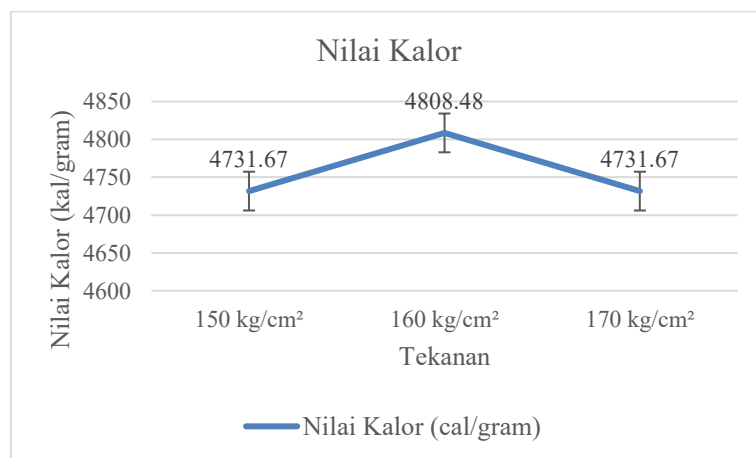
Gambar 2. Grafik Kadar Abu dan Nilai Rata – Rata

Berdasarkan Gambar 5, kadar abu mengalami sedikit peningkatan seiring bertambahnya tekanan pengepresan. Nilai kadar abu terendah diperoleh pada tekanan pengepresan 150 kg/cm² sebesar 0,91%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada tekanan pengepresan 170 kg/cm² sebesar 0,94%.

Perbedaan kadar abu antarperlakuan relatif kecil sehingga menunjukkan bahwa variasi tekanan pengepresan tidak memberikan perubahan yang berarti terhadap kandungan mineral yang tersisa setelah proses pembakaran. Kadar abu lebih dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku dibandingkan tekanan pengepresan selama proses pencetakan[14]. Hasil ini sejalan dengan penelitian Tonda dkk. yang melaporkan bahwa kadar abu briket biomassa tetap rendah meskipun tekanan pengepresan mengalami peningkatan[8], [16].

Seluruh hasil pengujian kadar abu telah memenuhi persyaratan SNI 01-6235-2000 karena berada jauh di bawah batas maksimum sebesar 8%. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk arang kayu dengan perekat limbah nasi memiliki potensi sebagai bahan baku briket dengan kualitas abu yang baik.

c. Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Terhadap Nilai Kalor



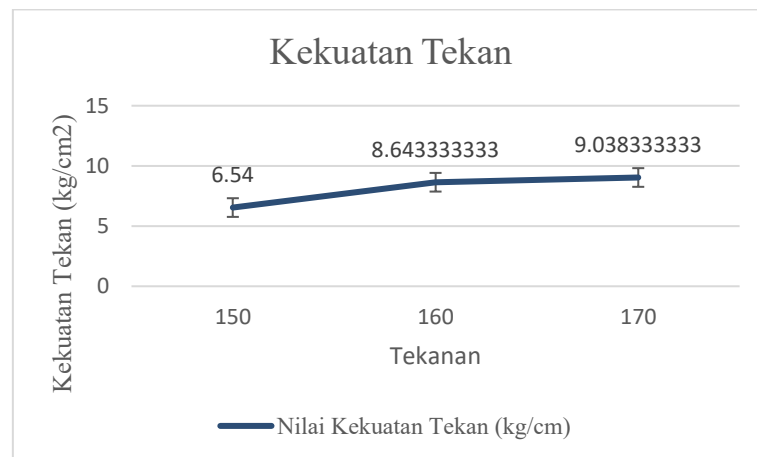
Gambar 3. Grafik Nilai Kalor

Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai kalor tertinggi diperoleh pada tekanan pengepresan 160 kg/cm² sebesar 4.808,48 cal/gram. Sementara itu, tekanan pengepresan 150 kg/cm² dan 170 kg/cm² menghasilkan nilai kalor yang relatif sama, yaitu sebesar 4.731,67 cal/gram.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa peningkatan tekanan pengepresan tidak selalu diikuti oleh peningkatan nilai kalor. Tekanan pengepresan yang terlalu rendah menghasilkan briket yang kurang padat, sedangkan tekanan pengepresan yang terlalu tinggi diduga menyebabkan struktur briket menjadi terlalu rapat sehingga proses pembakaran kurang optimal [12], [14], [17]–[19]. Oleh karena itu, tekanan pengepresan 160 kg/cm² memberikan kondisi yang lebih baik dibandingkan dua variasi tekanan pengepresan lainnya.

Meskipun menghasilkan nilai kalor tertinggi, seluruh perlakuan masih berada di bawah persyaratan SNI 01-6235-2000. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan lebih lanjut, misalnya melalui optimasi komposisi bahan baku, kadar perekat, maupun proses karbonisasi untuk meningkatkan nilai kalor briket.

d. Pengaruh Variasi Tekanan Pengepresan Terhadap Kekuatan Tekan



Gambar 4. Grafik Kekuatan Tekan dan Nilai Rata – Rata

Berdasarkan Gambar 7, kekuatan tekan briket meningkat seiring dengan bertambahnya tekanan pengepresan. Nilai kekuatan tekan tertinggi diperoleh pada tekanan pengepresan 170 kg/cm² sebesar 9,03 kg/cm², sedangkan nilai terendah diperoleh pada tekanan pengepresan 150 kg/cm² sebesar 6,54 kg/cm².

Peningkatan kekuatan tekan menunjukkan bahwa tekanan pengepresan yang lebih tinggi mampu memperkuat ikatan antarpartikel serbuk arang kayu dan perekat limbah nasi sehingga menghasilkan briket yang lebih padat dan tidak mudah mengalami kerusakan. Semakin tinggi tekanan pengepresan yang diberikan, semakin kecil rongga di dalam briket sehingga kekuatan mekaniknya meningkat [1], [11], [19].

Seluruh variasi tekanan pengepresan menghasilkan nilai kekuatan tekan di atas batas minimum yang dipersyaratkan dalam SNI 01-6235-2000. Dengan demikian, dari aspek kekuatan mekanik, seluruh briket yang dihasilkan telah memenuhi standar mutu dan layak digunakan sebagai bahan bakar padat.

e. Pembahasan Umum

Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi tekanan pengepresan memberikan kecenderungan yang berbeda terhadap setiap parameter kualitas briket. Peningkatan tekanan pengepresan hingga 170 kg/cm^2 mampu menurunkan kadar air dan meningkatkan kekuatan tekan, yang menunjukkan bahwa tekanan pengepresan yang lebih tinggi menghasilkan briket dengan tingkat kepadatan yang lebih baik. Sebaliknya, nilai kalor tertinggi diperoleh pada tekanan pengepresan 160 kg/cm^2 , sedangkan kadar abu terendah diperoleh pada tekanan pengepresan 150 kg/cm^2 .

Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa tidak terdapat satu variasi tekanan pengepresan yang mampu menghasilkan nilai optimum untuk seluruh parameter pengujian. Tekanan pengepresan yang terlalu rendah menghasilkan briket dengan kepadatan yang kurang baik, sedangkan tekanan pengepresan yang terlalu tinggi belum tentu memberikan nilai kalor yang paling tinggi. Oleh karena itu, pemilihan tekanan pengepresan perlu disesuaikan dengan karakteristik briket yang ingin diutamakan.

Secara keseluruhan, tekanan pengepresan 160 kg/cm^2 dapat dipertimbangkan sebagai kondisi yang cukup baik karena menghasilkan nilai kalor tertinggi, sementara kadar air, kadar abu, dan kekuatan tekan masih menunjukkan karakteristik yang relatif baik. Namun demikian, penelitian lanjutan masih diperlukan dengan menambahkan variasi tekanan pengepresan yang lebih luas maupun variasi komposisi perekat sehingga dapat diperoleh kondisi optimum yang memenuhi seluruh persyaratan mutu briket berdasarkan SNI 01-6235-2000.

4. SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, variasi tekanan pengepresan memengaruhi karakteristik briket serbuk arang kayu dengan perekat limbah nasi. Peningkatan tekanan pengepresan cenderung menurunkan kadar air dan meningkatkan kekuatan tekan briket. Kadar air terendah sebesar 8,79% dan kekuatan tekan tertinggi sebesar $9,03 \text{ kg/cm}^2$ diperoleh pada tekanan pengepresan 170 kg/cm^2 . Sementara itu, kadar abu terendah sebesar 0,91% diperoleh pada tekanan pengepresan 150 kg/cm^2 dan nilai kalor tertinggi sebesar 4808,48 cal/gram diperoleh pada tekanan pengepresan 160 kg/cm^2 .

Hasil penelitian menunjukkan bahwa belum terdapat satu variasi tekanan pengepresan yang menghasilkan nilai terbaik untuk seluruh parameter pengujian. Meskipun demikian, seluruh variasi tekanan pengepresan menghasilkan kadar abu yang telah memenuhi persyaratan SNI 01-6235-2000, sedangkan kadar air dan nilai kalor masih belum memenuhi standar tersebut. Oleh karena itu, diperlukan penelitian lanjutan untuk mengoptimalkan tekanan pengepresan, komposisi perekat, maupun proses pembuatan briket agar diperoleh kualitas briket yang memenuhi seluruh persyaratan standar.

Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengevaluasi pengaruh variasi komposisi perekat, suhu dan waktu karbonisasi, serta tekanan pengepresan yang lebih luas terhadap karakteristik briket. Selain itu, diperlukan pengujian parameter lain, seperti densitas, laju pembakaran, dan waktu pembakaran agar kualitas briket dapat dievaluasi secara lebih komprehensif serta memenuhi persyaratan SNI 01-6235-2000.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] E. Jumiati, "Pengaruh sifat mekanik dan laju pembakaran pada briket bioarang kulit durian dengan perekat tepung tapioka," *J. Islam. Sci. Technol.*, vol. 5, no. 1, pp. 62–70, 2020.
- [2] N. Sri, A. Noprianti, and N. Y. Sudiar, "Analisis Pemanfaatan Biobriket Dari Limbah Kulit Kopi Sebagai Basis Pengembangan Energi Terbarukan," *J. Appl. Mech. Eng. Renew. ENERGY*, vol. 4, no. 2, 2024.
- [3] O. I. Alongea and S. O. Obayopo, "Journal of Renewable Characterization of Briquettes Made from Low- and High-Density Wood Sawdust Mixed with Palm Kernel Shell," *J. Renew. Energy Environ.*, vol. 12, no. 3, pp. 36–44, 2025.
- [4] H. Aliah, I. Winarti, R. N. Iman, A. Setiawan, R. Safarina, and A. Sawitri, "Influence of Sieve Size on Calorific Value and Proximate Properties of Bio-Briquette Composites," *J. Ecol. Eng.*, vol. 24, no. 7, pp. 25–34, 2023.
- [5] F. Maharani, Muhammad, Jalaluddin, E. Kurniawan, and Z. Ginting, "Pembuatan briket dari arang serbuk gergaji kayu dengan perekat tepung singkong sebagai bahan bakar alternatif," *J. Teknol. Kim. Unimal 112*, vol. 11, no. 2, pp. 207–216, 2022.
- [6] J. F. N. Maurits, A. F. Walukow, and J. Siallagan, "Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu Sebagai Sumber Energi Arang Alternatif di Kota Jayapura," *J. Biol. PAPUA*, vol. 15, no. 1, pp. 39–47, 2023, doi: 10.31957/jbp.2700.
- [7] C. Antwi-Boasiako and B. B. Acheampong, "Strength properties and calorific values of sawdust-briquettes as wood-residue energy generation source from tropical hardwoods of different densities," *Biomass and Bioenergy*, vol. 85, pp. 144–152, 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.12.006>.
- [8] A. C. Ichsan, R. V. Ningsih, D. S. Rini, and K. Webliana, "Combustion Performance and Physicochemical Characteristics of Sawdust- Based Bio-Charcoal Briquettes using Molasses Adhesive," *J. Sylva Lestari*, vol. 13, no. 2, pp. 578–600, 2025.
- [9] L. Madhusanka, H. Nilmalgoda, I. Wijethunga, and A. Ampitiyawatta, "Agri-Eco Energy: Evaluating Non-Edible Binders in Coconut Shell Biochar and Cinnamon Sawdust Briquettes for Sustainable Fuel Production," *AgriEngineering*, vol. 7, no. 132, pp. 1–20, 2025.
- [10] M. M. Manyuchi, C. Mbohwa, and E. Muzenda, "Value addition of coal fines and sawdust to briquettes using molasses as a binder," *South African J. Chem. Eng.*, vol. 26, no. April, pp. 70–73, 2018.
- [11] D. K. Mustofa, Y. Wibisono, and M. Lutfi, "Studi Analisis Pengaruh Tekanan Dan Komposisi Bahan Terhadap Kualitas Briket Arang Dari Tempurung Kemiri dan Tempurung Keluak Study Analysis the Effects of Pressure and Materials Composition on the Quality of Charcoal Briquettes from Candlenut and Keluak," *J. Agric. Biosyst. Eng. Res.*, vol. 1, no. 1, pp. 23–34, 2020.
- [12] J. Titarsole and J. Fransz, "PENGARUH TEKATANAN DAN SUHU TERHADAP KERAPATAN DAN NILAI KALOR BRIKET ARANG LIMBAH SERBUK KAYU MERANTI MERAH (*Shorea selanica*)," *J. Hutan Pulau-Pulau Kecil J. Ilmu-Ilmu Kehutan. dan Pertan.*, vol. 7, no. 1,

- pp. 97–105, 2023.
- [13] M. Wilson, “OPTIMAL COMPACTION PRESSURE , PARTICLE SIZE AND BINDER RATIO FOR QUALITY BRIQUETTES MADE FROM MAIZE COBS,” Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology, 2016.
- [14] M. M. Manyuchi, C. Mbohwa, T. N. Mutusva, and W. Stinner, “South African Journal of Chemical Engineering An analysis of effect of temperature and pressure on bio pellets physicochemical properties,” *South African J. Chem. Eng.*, vol. 54, no. February, pp. 29–43, 2025, doi: 10.1016/j.sajce.2025.06.006.
- [15] H. Nurdin *et al.*, “Evaluation and characterization of charcoal briquettes using damar binder for sustainable energy,” *Teknomekanik*, vol. 8, no. 1, pp. 24–37, 2025.
- [16] N. Tonda, J. U. Jasron, Y. M. Pell, and D. P. Mangesa, “Analisis Pengaruh Variasi Tekanan Pada Briket Cangkang Kemiri Terhadap Temperatur, Laju Pembakaran Dan Kadar Abu,” *LONTAR J. Tek. Mesin Undana*, vol. 11, no. 01, pp. 1–6, 2024.
- [17] Z. H. Siregar, R. Alhadi, and A. C. Sembiring, “Uji Karakteristik Briket Serbuk Kayu Terhadap Laju Pembakaran,” *J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol.*, vol. 9, no. 2, 2023.
- [18] I. C. Hernando, W. Anggono, S. Yuke, P. Studi, T. Mesin, and U. Kristen, “Pengaruh Tekanan Pemadatan terhadap Karakteristik Pembakaran Briket Limbah Sabut Kelapa sebagai Bahan Bakar Biomassa Alternatif,” *J. Mesin Nusant.*, vol. 8, no. 2, pp. 185–197, 2025.
- [19] R. Solórzano, A. Paquiyauri, W. Neyra, R. D. C. Siqueira-bahia, and G. Vallejos-torres, “Analysis of binder proportions on the calorific value in a briquette made from cocoa pod husk in the Peruvian Amazon,” *Front. Energy Res.*, vol. 13, no. September, pp. 1–12, 2025, doi: 10.3389/fenrg.2025.1661636.