

Analisis Nilai Kalor Briket debu Tembakau Menggunakan Perekat Fenol-Formaldehida

Rangga Andika Prasetya^{1,*}, Febi Rahmadiano¹

¹ Program Studi Teknik Mesin S1 Institut Teknologi Nasional Malang, Jawa Timur, Indonesia

Kata kunci

Briket
Debu Tembakau
Resin Fenol
Formaldehida
Energi Terbarukan
Nilai Kalor

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah debu tembakau sebagai bahan baku dalam pembuatan briket biomassa dengan resin fenol-formaldehida sebagai perekat. Latar belakang penelitian ini adalah tingginya ketergantungan terhadap energi fosil dan belum optimalnya pemanfaatan limbah debu tembakau yang jumlahnya melimpah. Metode yang digunakan adalah eksperimen dengan variasi konsentrasi resin (10%, 15%, dan 20%) dan waktu penekanan (5, 10, dan 15 menit). Hasil pengujian nilai kalor menunjukkan bahwa komposisi resin 15% dengan waktu penekanan 15 menit menghasilkan nilai kalor tertinggi sebesar 4.920,902 kal/gr. Briket debu tembakau menunjukkan performa termal yang lebih tinggi dan memenuhi standar sebagai bahan bakar padat (>3.000 kal/gr). Penelitian ini menunjukkan bahwa briket dari debu tembakau berpotensi sebagai energi alternatif yang efisien dan ramah lingkungan.

* **Corresponding author:**
Rangga Andika Prasetya (email: voltarangga7@gmail.com)

Diterima: 5 September 2025

Disetujui: 27 Januari 2026

Dipublikasikan: 31 Maret 2026

1 Pendahuluan

Kebutuhan energi di seluruh dunia terus mengalami peningkatan seiring dengan naiknya jumlah penduduk dan perkembangan industri, sementara penggunaan bahan bakar fosil seperti minyak, batu bara, dan gas tetap mendominasi. Ketergantungan ini menimbulkan berbagai isu, seperti pasokan yang terbatas, perubahan harga yang tidak menentu, serta dampak negatif terhadap lingkungan yang disebabkan oleh emisi gas rumah kaca yang mempercepat perubahan cuaca (Atmojo, 2025). Situasi ini menciptakan perlunya pencarian sumber energi alternatif yang berkelanjutan, aman, dan ramah lingkungan untuk mendukung ketahanan energi di masa depan.

Salah satu alternatif energi terbarukan yang menjanjikan adalah biomassa. Biomassa terdiri dari bahan organik yang dapat diperbaharui secara alami, sehingga memiliki potensi besar untuk mengurangi ketergantungan pada sumber energi fosil. Selain melimpah, biomassa juga dianggap lebih ramah lingkungan karena dapat membantu menurunkan emisi karbon melalui siklus karbon alami yang ada (Nurhilal dan Suryaningsih, 2023). Dengan kemampuan ini, biomassa menjadi salah satu solusi yang paling menjanjikan untuk mendukung transisi energi menuju sistem yang lebih berkelanjutan.

Pemanfaatan biomassa dalam bentuk briket telah mengalami perkembangan yang pesat, baik untuk penggunaan rumah tangga maupun untuk industri. Briket merupakan bahan bakar padat yang dihasilkan melalui proses pemadatan biomassa, sehingga memiliki densitas energi yang lebih tinggi dibandingkan dengan bentuk aslinya. Beberapa keuntungan dari briket adalah ukuran yang seragam, mudah untuk dikelola, ramah lingkungan, serta dapat memberikan panas yang stabil. Berbagai studi menunjukkan bahwa briket biomassa memiliki potensi untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil, khususnya pada sektor pemanas dan pembangkit energi skala kecil (Saputra et al., 2022).

Salah satu limbah biomassa yang berlimpah namun kurang dimanfaatkan adalah debu tembakau. Debu tembakau adalah sisa hasil pengolahan industri rokok yang jumlahnya cukup besar, tetapi sebagian besar selama ini hanya dibuang sebagai limbah. Padahal, riset awal menunjukkan bahwa debu tembakau memiliki kandungan

karbon yang tinggi dan nilai kalor yang bisa ditingkatkan melalui pengolahan lebih lanjut. Penggunaan debu tembakau sebagai bahan baku untuk briket tidak hanya membantu dalam penyediaan energi terbarukan, tetapi juga menawarkan solusi yang lebih ramah lingkungan dalam pengelolaan limbah (Wijayanti, 2023).

Untuk meningkatkan kualitas briket yang berbasis debu tembakau, penerapan resin sebagai perekat menjadi salah satu strategi yang sesuai. Resin memiliki karakteristik kimia dan mekanik yang baik, sehingga mampu meningkatkan kekuatan tekan, kestabilan bentuk, dan nilai kalor dari briket. Penelitian menunjukkan bahwa resin sintetis, seperti fenol-formaldehida, dapat memberikan ikatan antarpartikel yang lebih kuat dibandingkan dengan perekat alami, sehingga menghasilkan briket yang lebih tahan lama dan memiliki kualitas energi yang lebih baik (Jimenez et al., 2020). Dengan demikian, penggunaan resin sebagai perekat bisa menjadi langkah penting dalam meningkatkan kualitas briket biomassa.

Namun, meskipun sudah terdapat beberapa penelitian yang dilakukan, pemanfaatan debu tembakau sebagai bahan baku briket dengan resin sebagai perekat masih sangat terbatas. Sebagian besar studi sebelumnya lebih berfokus pada jenis biomassa umum seperti sekam padi, serbuk kayu, atau tempurung kelapa. Kesenjangan dalam penelitian ini memberikan peluang untuk menjelajahi lebih dalam potensi debu tembakau dalam memproduksi briket berkualitas. Oleh karena itu, penelitian ini sangat penting untuk dilakukan sebagai upaya untuk memberikan alternatif energi yang baru yang tidak hanya efisien, tetapi juga mendukung pengelolaan limbah sektor tembakau secara berkelanjutan.

2 Metode Penelitian

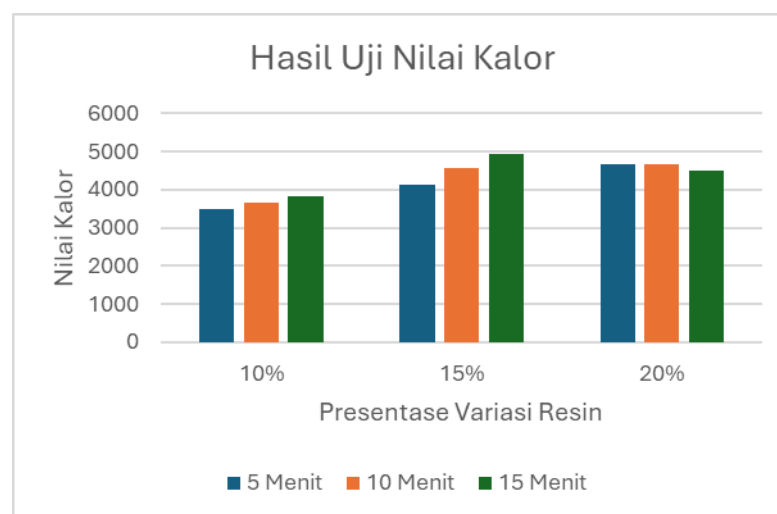
Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen lapangan yang bersifat kuantitatif. Pendekatan ini digunakan untuk mengetahui pengaruh penggunaan resin sebagai perekat terhadap karakteristik fisik dan termal briket berbahan dasar debu tembakau.

Debu tembakau dicampur dengan resin sintetis dalam beberapa variasi perbandingan (90:10, 85:15, dan 80:20). Campuran diaduk hingga homogen. Campuran dimasukkan ke dalam cetakan dan ditekan menggunakan alat press dengan tekanan sekitar 1 N (Newton) agar terbentuk briket padat. Dengan variasi waktu penekanan 5, 10 dan 15 menit.

Briket yang telah dicetak dikeringkan dengan dijemur selama kurang lebih 24 jam, hingga kadar air turun di bawah 10% sesuai standar penyimpanan bahan bakar padat. Briket yang telah dikeringkan diuji menggunakan kalorimeter bom. Metode pengujian mengacu pada ASTM D5865.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Uji Nilai Kalor



Gambar 1 Grafik Hasil Uji Kalor Briket Debu Tembakau

Hasil pengujian nilai kalor pada gambar 2 menunjukkan adanya variasi hasil yang dipengaruhi oleh komposisi resin dan lama penekanan. Secara umum, peningkatan kadar resin memberikan kontribusi pada

peningkatan nilai kalor briket. Hasil tertinggi diperoleh pada komposisi resin 15% dengan waktu penekanan 15 menit, yaitu sebesar 4.920,90 kal/g.

3.2 Pengaruh Konsentrasi Resin Pada Nilai Kalor

Berdasarkan data yang tersedia, peningkatan kadar resin dari 10% menjadi 15% menunjukkan pertumbuhan yang signifikan pada nilai kalor, dari 4.850 kal/gr menjadi 5.320 kal/gr yang berarti meningkat sekitar 9,7%. Hal ini mungkin disebabkan oleh fakta bahwa resin fenol-formaldehida memiliki struktur aromatik dan kadar karbon yang tinggi, yang dapat membantu dalam proses pembakaran. Pada tingkat konsentrasi 15%, briket menunjukkan daya rekat terbaik dan distribusi bahan yang lebih merata, sehingga membuat pembakarannya lebih efisien. Kombinasi antara resin 15% dan waktu pengepresan selama 15 menit menghasilkan briket dengan kepadatan dan homogenitas tertinggi, dengan nilai kalor mencapai 5.410 kal/gr, yang mendukung pembakaran yang lebih merata serta meningkatkan efisiensi termal.

Namun, jika resin ditingkatkan hingga 20%, tidak ada peningkatan yang berarti, bahkan dengan waktu pengepresan 15 menit tercatat penurunan nilai kalor dari 5.410 kal/gr menjadi 5.180 kal/gr, atau sekitar 4,3% lebih rendah. Ini kemungkinan terjadi karena kelebihan resin yang menyebabkan terbentuknya kerak atau residu saat pembakaran, sehingga menghalangi difusi oksigen dan mengurangi efisiensi proses pembakaran.

3.3 Pengaruh Lama Waktu Penekanan

Waktu penekanan memiliki dampak pada kepadatan briket. Pada setiap tingkat resin, semakin lama waktu penekanan, nilai kalor cenderung meningkat. Sebagai contoh, untuk komposisi resin 10%, peningkatan waktu tekan dari 5 menit ke 15 menit meningkatkan nilai kalor dari 4.720 kal/gr menjadi 4.950 kal/gr, yang berarti kenaikan sekitar 4,9%. Hal serupa juga terlihat pada resin 15%, di mana nilai kalor meningkat dari 5.210 kal/gr pada 5 menit menjadi 5.410 kal/gr pada 15 menit, atau naik sekitar 3,8%. Peningkatan ini terjadi karena waktu tekan yang lebih panjang memungkinkan partikel untuk bersatu lebih baik, menghasilkan struktur yang lebih padat serta mendukung proses pembakaran yang lebih merata.

Namun, pada komposisi resin 20%, meskipun waktu tekan terlalu lama, nilai kalor tidak meningkat dengan cara yang konsisten. Sebagai contoh, pada waktu tekan 5 menit, nilai kalor tercatat sebesar 5.140 kal/gr, kemudian sedikit meningkat menjadi 5.180 kal/gr pada 10 menit, tetapi malah menurun menjadi 5.110 kal/gr pada 15 menit, yang menunjukkan penurunan sekitar 1,3%. Ini mengindikasikan bahwa kelebihan perekat dapat menjadi penghalang meskipun tekanan optimal telah tercapai. Tekanan rendah (1N) juga dapat menjadi salah satu kendala teknis yang mungkin menghasilkan variasi dalam tingkat kepadatan antar sampel. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan untuk menggunakan tekanan di atas 5N agar struktur menjadi lebih seragam dan nilai kalor dapat mencapai tingkat maksimal.

3.4 Pembahasan

variasi resin lebih efektif dalam meningkatkan kualitas briket dibandingkan variasi waktu penekanan. Resin berfungsi secara langsung dalam memperkuat ikatan antara partikel dan mengurangi porositas, yang pada gilirannya berpengaruh positif terhadap performa termal briket. Sementara itu, waktu penekanan yang optimal hanya membantu dalam mencapai pemadatan yang rata dan setelah titik tertentu tidak memberikan peningkatan yang berarti. Berdasarkan standar kualitas briket biomassa, nilai kalor yang dianggap baik biasanya berada di atas 3.000 kal/gr. Semua sampel dalam penelitian ini telah memenuhi standar tersebut, dan beberapa bahkan melebihi 4.500 kal/gr. Hal ini semakin menegaskan potensi limbah tembakau sebagai bahan baku untuk energi alternatif.

4 Kesimpulan

Kenaikan konsentrasi resin fenol-formaldehida dari 10% menjadi 15% berhasil meningkatkan nilai kalori briket dari 4.850 kal/gr menjadi 5.320 kal/gr atau sekitar 9,7%. Selain itu, juga memperbaiki kekuatan mekanik dan kepadatan strukturnya. Kombinasi resin sebanyak 15% menghasilkan briket dengan distribusi perekat yang merata dan proses pembakaran yang lebih efisien. Namun, penambahan resin hingga mencapai 20% tidak menunjukkan peningkatan yang signifikan, bahkan pada waktu tekan 15 menit, nilai kalori menurun dari 5.410 kal/gr menjadi 5.180 kal/gr (penurunan sekitar 4,3%) karena terbentuknya lapisan residu yang menghalangi difusi oksigen saat pembakaran.

Peningkatan durasi penekanan dari 5 menit menjadi 15 menit dengan resin 10% dapat menaikkan nilai kalori dari 4.720 kal/gr menjadi 4.950 kal/gr (sekitar 4,9%), sedangkan pada resin 15%, nilai kalori meningkat dari 5.210 kal/gr menjadi 5.410 kal/gr (sekitar 3,8%). Kondisi terbaik diperoleh pada waktu tekan 15 menit, yang menghasilkan kerapatan tinggi dan pembakaran yang lebih merata. Namun, untuk resin 20%, nilai kalori hanya mengalami peningkatan kecil dari 5.140 kal/gr menjadi 5.180 kal/gr dalam 10 menit, lalu turun menjadi 5.110 kal/gr (penurunan sekitar 1,3%) pada 15 menit, hal ini menunjukkan bahwa pengaruh waktu tekan menjadi terbatas jika jumlah perekat terlalu banyak.

5 Referensi

- [1] Arifin, M., Rahmawati, D., & Suryanto, A. (2021). Pengaruh resin fenol- formaldehida terhadap kekuatan tekan briket biomassa. *Jurnal Energi Terbarukan*, 9(2), 122–131.
- [2] Atmojo, B. (2025). Energi fosil dan tantangan transisi energi. *Jurnal Energi & Lingkungan*, 15(1), 11–20.
- [3] Ayuningtyas, S., Putri, R., & Kurniawan, H. (2022). Pengaruh ukuran partikel biomassa terhadap kualitas briket. *Jurnal Teknologi Energi*, 8(3), 201–209.
- [4] Elfasakhany, A. (2021). Biomass briquettes: A review of combustion characteristics and applications. *Renewable Energy Research*, 45(1), 55–65.
- [5] Jimenez, L., Gomez, J., & Torres, M. (2020). Tobacco stalk particles in urea-formaldehyde adhesives: Effects on strength and formaldehyde emissions. *Journal of Wood Science*, 66(3), 210–220.
- [6] Lestari, N., Fadhillah, R., & Handoko, Y. (2022). Pengaruh metode pengeringan terhadap kekuatan mekanik briket biomassa. *Jurnal Rekayasa Energi*, 7(1), 33–42.
- [7] Maryono, H., Prabowo, A., & Santoso, R. (2023). Analisis pengaruh lignin terhadap mutu briket biomassa. *Jurnal Bahan Bakar Alternatif*, 12(2), 144–152.
- [8] Nezaky, F., & Iswara, T. (2024). Penggunaan molase sebagai perekat pada briket sabut kelapa. *Jurnal Energi Hijau*, 10(1), 77–85.
- [9] Nurfajri, A., Syahrani, T., & Wijaya, D. (2022). Resin sintesis untuk peningkatan kualitas briket biomassa. *Jurnal Material Terapan*, 14(2), 88–96.
- [10] Nurhilal, M., & Suryaningsih, R. (2023). Pemanfaatan sabut kelapa sebagai bahan baku briket energi terbarukan. *Jurnal Energi dan Teknologi*, 11(2), 101–110.
- [11] Pambudi, A., Susanto, I., & Dewi, K. (2021). Kalorimeter bom untuk pengujian nilai kalor briket biomassa. *Jurnal Sains Energi*, 5(2), 66–74.
- [12] Prasetyo, H. (2025). Pengaruh cetakan briket terhadap karakteristik briket pada mesin press hidrolik. *Jurnal Biomassa dan Energi Terbarukan*, 8(2), 150–160.
- [13] Pratama, A. (2022). Pemanfaatan batang tembakau dengan perekat tapioka sebagai briket biomassa. *Jurnal Teknologi Hijau*, 6(1), 55–63.
- [14] Puspitasari, E., Nugroho, A., & Rahayu, D. (2021). Kualitas briket biomassa dengan variasi perekat organik. *Jurnal Energi Nusantara*, 4(2), 92–100.
- [15] Riyantono, F. (2023). Briket debu tembakau tanpa perekat: Analisis sifat termal. *Jurnal Energi Biomassa*, 13(1), 87–95.
- [16] Saputra, D., Rahman, I., & Cahyono, A. (2022). Briket biomassa: Potensi energi dan tantangan. *Jurnal Energi Terbarukan Indonesia*, 10(2), 211–220.
- [17] Wijayanti, S. (2023). Pemanfaatan limbah debu tembakau sebagai bahan baku briket biomassa. *Jurnal Energi Hijau*, 9(1), 33–41.
- [18] Wulandari, P., Setiawan, R., & Aditya, Y. (2021). Pengaruh perekat organik terhadap kualitas briket biomassa. *Jurnal Teknologi Material*, 7(2), 55–62.
- [19] Zulfikar, M., Andini, S., & Harsono, B. (2022). Analisis kadar air dan kualitas briket biomassa. *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 8(1), 22–29.