Journal of Innovative and Creativity
Journal Homepage: https://joecy.org/index.php/joecy
e-mail: journaljoecy@gmail.com

Faculty of Education
University of Pahlawan Tuanku Tambusai
ISSN 2775-771X (Online)
ISSN 2962-570X **(Printed)**
5 (3) 2025, Page 12857-12868

Peningkatan Kualitas Briket melalui Pemanfaatan Limbah Fine Coal dan Biomassa: Studi di Pabrik Briket Tanjung Enim PT Bukit Asam Tbk

Indra Nuryanneti[1], Siti Amina[2], Putra[3]
[1,2,3]Akademi Komunitas Industri Pertambangan Bukit Asam
Corresponding Author: Indra, Nuryanneti, e-mail: indranuryanneti@akipba.ac.id

Published: Oktober, 2025

ABSTRAK

Permasalahan limbah fine coal yang melimpah di industri batubara menjadi tantangan serius, baik dari aspek lingkungan maupun ekonomi. Fine coal merupakan produk sampingan proses pengecilan ukuran batubara yang selama ini belum dimanfaatkan secara optimal, sehingga berpotensi mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan nilai guna limbah fine coal melalui pencampuran dengan biomassa lokal berupa arang bambu (Schizostachyum brachycladum) dan serbuk kayu jati (Tectona grandis) dalam proses pembuatan briket di Pabrik Briket Tanjung Enim PT Bukit Asam Tbk. Metode penelitian mencakup tahap karbonisasi, penggilingan, pencampuran dengan empat variasi komposisi bahan, pencetakan, pengeringan, serta serangkaian uji laboratorium meliputi analisis proksimat, kadar sulfur, nilai kalor, suhu pembakaran, kuat tekan, dan laju pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi 1 (63% fine coal, 20% arang bambu, dan 10% serbuk kayu jati) menghasilkan kinerja terbaik dengan nilai kalor tertinggi mencapai 4.642 kkal/gr, kadar sulfur terendah 0,59%, serta karakteristik pembakaran yang efisien dan relatif ramah lingkungan. Penambahan biomassa terbukti mampu meningkatkan kualitas fisik dan termal briket dibandingkan fine coal murni. Kesimpulannya, pemanfaatan campuran fine coal dan biomassa lokal berpotensi menjadi solusi energi alternatif yang efektif, ekonomis, dan berkelanjutan, sekaligus mendukung agenda transisi energi bersih nasional.

Kata Kunci: arang bambu, biomassa, briket, *fine coal*

ABSTRACT

The issue of fine coal waste in the coal industry poses significant environmental and economic challenges. Fine coal is a by-product of the coal size reduction process that has not been optimally utilized and has the potential to cause environmental pollution if not properly managed. This study aims to enhance the utilization value of fine coal by mixing it with local biomass materials—bamboo charcoal (Schizostachyum brachycladum) and teak wood powder (Tectona grandis)—for briquette production at the Tanjung Enim Briquette Plant of PT Bukit Asam Tbk. The research methodology includes carbonization, grinding, mixing with four different composition variations, molding, drying, and a series of laboratory tests covering proximate analysis, sulfur content, calorific value, combustion temperature, compressive strength, and burning rate. The results indicate that Variation 1 (63% fine coal, 20% bamboo charcoal, and 10% teak wood powder) provides the best performance, with the highest calorific value of 4,642 kcal/g, the lowest sulfur content of 0.59%, and efficient combustion characteristics with relatively low emissions. The addition of biomass significantly improves the physical and thermal quality of briquettes compared to pure fine coal. In conclusion, the utilization of fine coal mixed with local biomass has strong potential as an effective, economical, and sustainable alternative energy solution, supporting the national clean energy transition agenda.

Keyword: bamboo charcoal, biomass, briquettes, fine coal

© The Author(s). 2021 Open Access This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License, which permits use, sharing, adaptation, distribution and reproduction in any medium or format, as long as you give appropriate credit to the original author(s) and the source, provide a link to the Creative Commons licence, and indicate if changes were made. The images or other third party material in this article are included in the article's Creative Commons licence, unless indicated otherwise in a credit line to the material. To view a copy of this licence, visit http://creativecommons.org/licenses/by/4.0

PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di Indonesia terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk, ekspansi sektor industri, dan meningkatnya taraf hidup masyarakat. Berdasarkan data Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM, 2024), sebagian besar kebutuhan energi nasional masih dipasok oleh sumber daya fosil, khususnya batubara, minyak bumi, dan gas alam. Ketergantungan terhadap energi fosil ini menimbulkan tantangan serius, di antaranya keterbatasan ketersediaan sumber daya, volatilitas harga energi global, serta dampak lingkungan berupa emisi karbon yang tinggi. Oleh karena itu, pemanfaatan energi alternatif yang lebih bersih, berkelanjutan, dan ekonomis menjadi kebutuhan strategis.

Salah satu masalah yang dihadapi industri batubara adalah timbulnya limbah batubara halus (*fine coal*). *Fine coal* merupakan produk sampingan dari proses pengecilan ukuran batubara yang umumnya memiliki ukuran partikel <3 mm (Adeleke et al., 2021). Kandungan abu, sulfur, dan kadar air yang relatif tinggi pada *fine coal* menjadikannya sulit untuk dimanfaatkan secara langsung sebagai bahan bakar (Azis et al., 2022). Di Pabrik Briket Tanjung Enim PT Bukit Asam Tbk, limbah ini ditampung dalam kolam air untuk mencegah debu dan kebakaran, namun cara ini tidak memberikan nilai tambah baik dari aspek ekonomi maupun lingkungan.

Di sisi lain, biomassa merupakan sumber daya terbarukan yang berpotensi besar untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif (Ikhbar & Rusmina, 2024). Biomassa didefinisikan sebagai bahan organik hasil proses fotosintesis, baik berupa limbah pertanian, kehutanan, maupun tanaman energi (Parinduri & Parinduri, 2020). Bambu (*Schizostachyum brachycladum*) dan kayu jati (*Tectona grandis*) merupakan contoh biomassa lokal dengan kandungan lignin dan selulosa tinggi yang mampu menghasilkan arang dengan nilai kalor yang baik (Prasaningtyas, 2011; Rahmiyani & Lensoni, 2021). Bambu diketahui memiliki porositas tinggi dan mudah dikarbonisasi (Gustan Pari et al., 2025), sedangkan kayu jati memiliki nilai kalor 4.191–4.520 kkal/gr sehingga berpotensi sebagai bahan campuran briket (Aldillah et al., 2024).

Briket sendiri merupakan bahan bakar padat hasil pemadatan material yang mengandung karbon, baik dari batubara maupun biomassa (Faizah et al., 2022). Dibandingkan dengan bahan bakar konvensional, briket memiliki keunggulan berupa bentuk yang seragam, densitas tinggi, nilai kalor yang terjaga, serta lebih mudah dalam penyimpanan dan transportasi. Pencampuran *fine coal* dengan biomassa dalam pembuatan briket telah dilaporkan mampu meningkatkan nilai kalor, menurunkan kadar sulfur, serta menghasilkan emisi yang lebih rendah dibandingkan penggunaan *fine coal* murni (Marganingrum & Estiaty, 2020; Ugwu et al., 2024).

Lebih lanjut, penelitian mengenai briket berbasis biomassa dan batubara halus juga sejalan dengan prinsip ekonomi sirkular. Pemanfaatan limbah *fine coal* yang sebelumnya tidak bernilai menjadi produk energi alternatif dapat mengurangi beban lingkungan sekaligus menciptakan nilai tambah. Selain itu, penggunaan biomassa lokal dapat membuka peluang pemberdayaan masyarakat sekitar, misalnya melalui

pemanfaatan limbah ranting kayu jati dan bambu yang berlimpah. Dengan demikian, penelitian ini memiliki dimensi teknis sekaligus sosial-ekonomi yang mendukung pembangunan berkelanjutan.

Dari perspektif lingkungan, pencampuran biomassa ke dalam *fine coal* juga terbukti dapat menurunkan kadar emisi sulfur dioksida (SO_2) dan karbon dioksida (CO_2) yang dihasilkan selama pembakaran. Hal ini penting mengingat emisi sulfur yang tinggi berpotensi merusak kualitas udara dan kesehatan masyarakat (EPA, 2025). Briket berbasis biomassa-*fine coal* dapat menjadi solusi energi alternatif yang lebih ramah lingkungan dibandingkan batubara murni, serta mendukung kebijakan nasional dalam meningkatkan bauran energi terbarukan sebagaimana tercantum dalam Rencana Umum Energi Nasional (RUEN).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengembangkan formulasi briket berbasis *fine coal* dengan campuran biomassa lokal berupa arang bambu dan serbuk kayu jati. Tujuan utamanya adalah menghasilkan briket dengan kualitas fisik yang baik, nilai kalor tinggi, kadar sulfur rendah, serta karakteristik pembakaran yang efisien. Penelitian ini diharapkan tidak hanya memberikan solusi terhadap permasalahan limbah batubara, tetapi juga mendukung upaya transisi energi bersih dan memperkuat ketahanan energi nasional berbasis sumber daya lokal.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Briket Tanjung Enim PT Bukit Asam Tbk, yang berlokasi di Kecamatan Lawang Kidul, Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Lokasi penelitian berada dalam wilayah izin usaha pertambangan (WIUP) PT Bukit Asam dengan koordinat 3°42'30" LS – 4°47'30" LS dan 103°45'00" BT – 103°50'10" BT. Praktik pengujian dan pembuatan sampel dilakukan selama periode 2 Juni hingga 25 Juli 2025 dengan kegiatan penelitian lapangan dan laboratorium.

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah fine coal dari Pabrik Briket Tanjung Enim, arang bambu (*Schizostachyum brachycladum*), serbuk kayu jati (*Tectona grandis*), serta bahan perekat berupa tepung tapioka dan *clay*. Selain itu, *caustic soda* 0,75% ditambahkan untuk menyesuaikan komposisi sesuai dengan standar pabrik. Peralatan yang digunakan meliputi drum karbonisasi, grinder untuk pengecilan ukuran, alat pencetak briket, oven pengering, serta peralatan uji laboratorium seperti kalorimeter bom, alat uji kadar sulfur, dan *universal testing machine* untuk uji tekan.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan Bahan
   a. *Fine coal* dikeringkan dan digiling hingga mencapai ukuran seragam.
   b. Biomassa berupa bambu dan kayu jati dikarbonisasi pada suhu tertentu untuk menghasilkan arang, kemudian digiling menjadi serbuk halus.

2. Pembuatan Briket
    a. Bahan dicampur sesuai dengan empat variasi komposisi yang ditentukan:
        1) Variasi 1: 63% fine coal, 20% arang bambu, 10% kayu jati, 4% tapioka, 3% clay.
        2) Variasi 2: 63% fine coal, 30% arang bambu, 4% tapioka, 3% clay.
        3) Variasi 3: 63% fine coal, 30% kayu jati, 4% tapioka, 3% clay.
        4) Variasi 4: 93% fine coal, 4% tapioka, 3% clay.
    b. Setiap campuran diaduk merata, dicetak menggunakan cetakan briket, kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari dan oven hingga kadar air berkurang.
3. Pengujian Laboratorium dan Fisik
    a. Analisis Proksimat: meliputi kadar air, kadar abu, *volatile matter*, dan *fixed carbon*.
    b. Uji Kadar Sulfur: untuk mengetahui kandungan sulfur total dalam briket.
    c. Uji Nilai Kalor: dilakukan menggunakan *bomb calorimeter* untuk menentukan energi pembakaran.
    d. Uji Suhu Pembakaran: mengukur suhu tertinggi dan terendah yang dihasilkan saat briket dibakar.
    e. Uji Kuat Tekan: mengukur kekuatan mekanis briket menggunakan *dynamometer*.
    f. Uji Daya Rambat Pembakaran: menghitung laju pembakaran dengan membandingkan berat awal dan akhir briket setelah pembakaran.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara kuantitatif dengan membandingkan hasil pengujian antar variasi komposisi. Variasi terbaik ditentukan berdasarkan kombinasi nilai kalor tertinggi, kadar sulfur terendah, kekuatan tekan optimal, dan karakteristik pembakaran yang efisien.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Bahan

Tabel 1. Hasil Uji Bahan

Pengujian	Arang Bambu	Serbuk Kayu Jati	Fine Coal
Ash (%)	8,8	6,3	25,3
Vm (%)	9	47,2	31,4
Sulfur (%)	0,25	0,12	0,97
Kalor (kkal/gr)	6.672	5.351	4.231

Dari tabel 1 menunjukkan bahwa arang bambu memiliki kadar abu sebesar 8,8%, tergolong rendah dan menandakan sedikit residu pembakaran. Nilai volatile matternya sangat rendah 9%, menunjukkan bahan ini cenderung stabil dan tidak mudah menguap. Kadar sulfur hanya 0,25%, relatif aman dan ramah lingkungan. Nilai kalornya cukup tinggi yaitu 6.672 kkal/gr, cocok sebagai starter pembakaran.

Kayu jati memiliki kadar abu paling rendah yaitu 6,3%, artinya sangat sedikit sisa pembakaran. Namun *volatile matter*-nya sangat tinggi 47,2%, menunjukkan bahan ini mudah menguap dan cepat menyala, sangat baik untuk proses awal pembakaran. Kadar sulfur sangat rendah 0,12%, menjadikannya

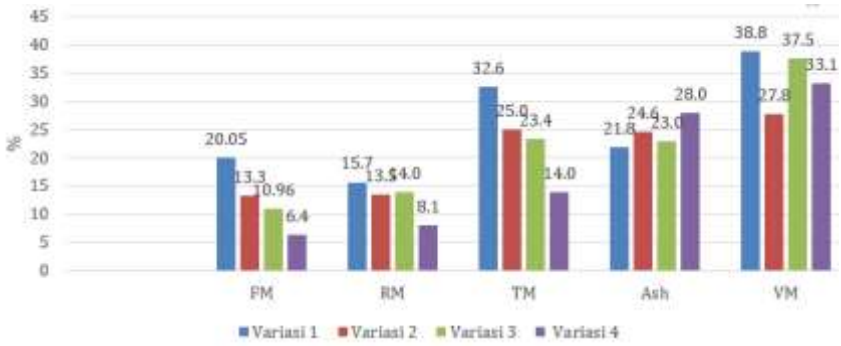
bahan yang bersih saat dibakar. Nilai kalornya sebesar 5.351 kkal/gr, cukup tinggi dan efektif sebagai pencampur dalam briket.

Fine coal memiliki kadar abu tertinggi yaitu 25,3%, menunjukkan banyak residu setelah pembakaran dan berpotensi mengurangi efisiensi panas. Nilai *volatile matter*-nya 31,4%, menandakan sifat mudah terbakar namun tidak secepat kayu jati. Kadar sulfur cukup tinggi 0,97%, perlu dikontrol agar emisi tetap aman. Nilai kalornya paling rendah 4.231 kkal/gr, tetapi karena jumlahnya dominan dalam komposisi, tetap memberikan kontribusi utama terhadap energi pembakaran.

Hasil Uji Proksimat

Tabel 2. Hasil Uji Proksimat

Parameter Pengujian	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
FM	20,05	13,3	10,96	6,4
RM	15,7	13,5	14,0	8,1
TM	32,6	25,0	23,4	14,0
Ash	21,8	24,6	23,0	28,0
VM	38,8	27,8	37,5	33,1



Gambar 1. Diagram Batang Hasil Uji Proksimat

Berdasarkan Tabel 2 dan Gambar 1 menghasilkan nilai uji proksimat sebagai berikut:

1. *Free Moisture* (FM)

Nilai *free moisture* tertinggi terdapat pada variasi 1 (20,05%) karena kandungan arang bambu dan kayu jati yang poros dan higroskopis, sehingga briket lebih lembap dan mudah berjamur. Nilai terendah (6,4%) pada variasi 4 disebabkan dominasi *fine coal* yang tidak menyerap air, membuat briket lebih kering dan tahan simpan

2. *Residual Moisture* (RM)

Variasi 1 memiliki nilai *residual moisture* tertinggi (15,7%) karena biomassa seperti kayu jati dan arang bambu menyimpan air yang sulit dihilangkan, menurunkan efisiensi pembakaran. Nilai terendah (8,1%) pada variasi 4 menunjukkan *fine coal* yang padat dan rendah kelembapan, sehingga pembakaran lebih cepat dan efisien.

3. *Total Moisture* (TM)

Variasi 1 memiliki nilai *total moisture* tertinggi (32,6%) yang menurunkan efisiensi pembakaran karena banyak kalor terbuang untuk menguapkan air. Kondisi ini umumnya akibat pengeringan kurang sempurna atau penyimpanan lembap. Variasi 4 memiliki kadar terendah (14,0%), sehingga lebih kering, api cepat menyala, dan suhu pembakaran lebih tinggi.

4. *Ash* (Kadar Abu)

Variasi 4 memiliki nilai *ash* tertinggi (28,0%) yang berpotensi membuat pembakaran kurang stabil dan menyisakan banyak residu. Sebaliknya, variasi 1 dengan nilai ash 21,8% menghasilkan residu lebih sedikit setelah pembakaran.

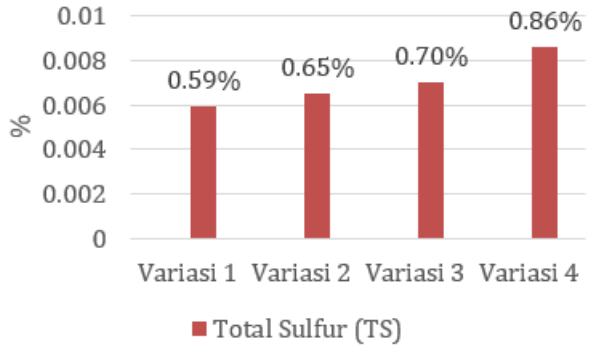
5. *Volatile Matter* (VM)

Variasi 1 memiliki nilai *volatile matter* tertinggi (38,8%) sehingga laju pembakarannya lebih cepat karena banyak zat mudah menguap. Variasi 2 memiliki nilai terendah (27,8%), api awal lebih lambat namun pembakaran lebih stabil dan tahan lama, cocok untuk kebutuhan panas konstan.

Hasil Uji Sulfur

Tabel 3. Hasil Uji Sulfur

Parameter Pengujian	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
Total Sulfur (TS)	0,59%	0,65%	0,70%	0,86%



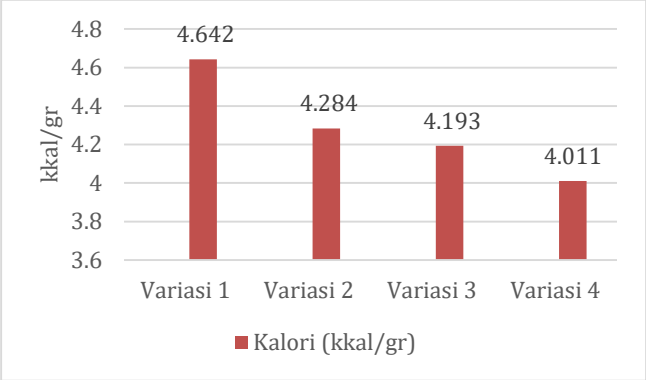
Gambar 2. Diagram Batang Hasil Uji Sulfur

Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 2 menunjukkan bahwa variasi 1 memiliki nilai kadar sulfur terendah (0,59%) sehingga paling ramah lingkungan, sedangkan variasi 4 tertinggi (0,86%) berisiko menghasilkan emisi berbahaya dan merusak peralatan pembakaran. Sulfur yang tinggi sangat berbahaya, hal ini juga ditegaskan oleh EPA (*Environmental Protection Agency U.S*) yang menyatakan bahwa terpapar polusi udara yang mengandung sulfur dioksida bisa membahayakan kesehatan dengan risiko memicu asma, merusak paru-paru, dan mengganggu jantung yang berpotensi mematikan.

Hasil Uji Kalor

Tabel 4. Hasil Uji Kalor

Parameter Pengujian	Variasi 1	Variasi 2	Variasi 3	Variasi 4
Kalor (kkal/gr)	4.642	4.282	4.193	4.011



Gambar 3. Diagram Batang Hasil Uji Kalori

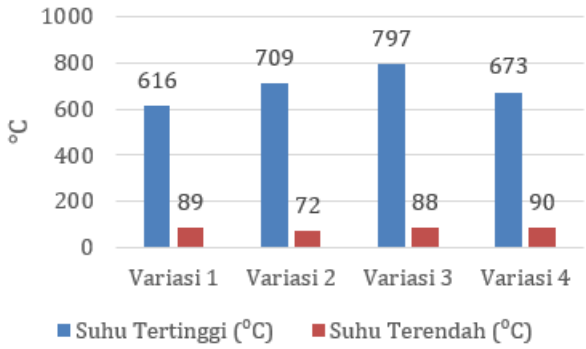
Berdasarkan Tabel 4 dan Gambar 3 menunjukkan bahwa variasi 1 menduduki posisi nilai kalor tertinggi dari variasi lainnya sebesar 4.62 kkal/gr. Hal ini menunjukkan bahwa limbah *fine coal* dapat dijadikan briket dengan campuran biomassa. Berbeda hal nya dengan variasi 4 yang menghasilkan nilai kalor terendah dari sampel lainnya sebesar 4.011 kkal/gr.

Berdasarkan penelitian Iswara dkk., (2024), briket berbahan murni biomassa berupa campuran arang tempurung kelapa dan sabut kelapa mampu mencapai nilai kalor sebesar 6.211 kkal/gr. Hasil ini menunjukkan bahwa penggunaan biomassa kelapa secara penuh dapat menghasilkan kandungan energi yang tinggi. Sementara itu, briket hasil penelitian ini yang menggunakan campuran *fine coal* dan arang bambu hanya memiliki nilai kalori sekitar 4.642 kkal/gr. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa dominasi bahan non-biomassa pada briket campuran cenderung menurunkan kontribusi biomassa terhadap peningkatan nilai kalor.

Hasil Uji Suhu

Tabel 5. Hasil Uji Suhu

Variasi	Suhu Tertinggi (°C)	Suhu Terendah (°C)
Variasi 1	616	89
Variasi 2	709	72
Variasi 3	797	88
Variasi 4	673	90



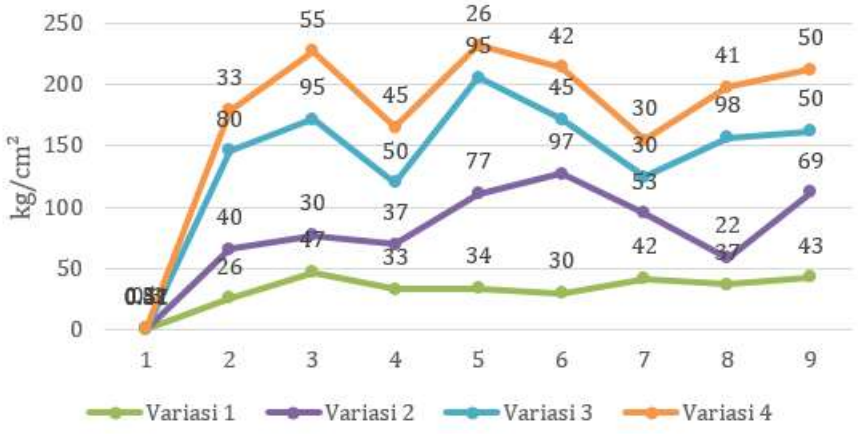
Gambar 4. Diagram Batang Hasil Uji Suhu

Berdasarkan Gambar 4 dan Tabel 5 menunjukkan bahwa briket dengan komposisi variasi 1 menunjukkan pembakaran yang cukup seimbang, dengan suhu tertinggi 616°C dan suhu terendah 89°C, cocok untuk kebutuhan sedang. Komposisi variasi 2 menghasilkan nyala sangat cepat dan suhu tinggi hingga 709°C, namun tidak stabil karena suhu turun drastis ke 72°C, cocok untuk kebutuhan instan. Variasi 3 menunjukkan performa terbaik, mencapai suhu tertinggi 797°C dan suhu rendah yang stabil di 88°C, ideal untuk pembakaran jangka panjang dan efisien secara termal. Sementara itu, variasi 4 memberikan suhu tinggi 673°C dan stabil 90°C, tetapi sulit menyala tanpa bahan bantu, lebih cocok untuk penggunaan skala besar yang tidak membutuhkan penyalaan cepat.

Hasil Uji Daya Tekan

Tabel 6. Hasil Uji Kuat Tekan

Variasi	Berat 10 (butir)	Pengujian Kekerasan									
Variasi 1	0,51	26	47	33	34	21	27	30	42	37	43
Variasi 2	0,47	40	30	37	77	38	57	97	53	22	69
Variasi 3	0,51	80	95	50	95	90	75	45	30	98	50
Variasi 4	0,60	33	55	45	26	36	48	42	30	41	50



Gambar 5. Diagram Batang Hasil Uji Daya Tekan

Tabel 7. Tabel Rata-rata Hasil Uji Daya Tekan

							SNI 01-6235-2000	
Variasi	**Fine Coal**	**Arang Bambu**	**Kayu Jati**	**Tepung Tapioka**	**Clay**	**Standar Mutu**	**Berat 10 butir (kg)**	**Rata-rata**
Variasi 1	63%	20%	10%	4%	3%	> 12	0,51	34
Variasi 2	63%	30%	0	4%	3%		0,47	52
Variasi 3	63%	0	30%	4%	3%		0,51	70,8
Variasi 4	93%	0	0	4%	3%		0,60	40,6

Berdasarkan Gambar 5, Tabel 6, dan Tabel 7 menunjukkan bahwa hasil nilai uji daya tekan, sebagai berikut: Pengujian uji daya tekan pada semua variasi briket menggunakan alat *dynamometer*. Variasi 1 memiliki kekerasan moderat 34 kg/cm² dan bobot sedang 0,51kg, cocok untuk pemakaian rumahan dengan distribusi terbatas. Variasi 2 memiliki bobot paling ringan 0,47kg namun kekerasannya tinggi 52 kg/cm², menjadikannya ideal untuk briket ringan yang tetap kuat secara fisik. Variasi 3 menunjukkan kekerasan tertinggi 70,8 kg/cm² dengan bobot 0,51 kg, sangat cocok untuk distribusi jauh dan penyimpanan jangka panjang. Sementara itu, Variasi 4 memiliki bobot terberat 0,60kg dan kekerasan menengah 40,6 kg/cm², cukup stabil meski tanpa bahan penguat, tetapi kurang fleksibel dibanding campuran yang mengandung arang atau kayu.

Hasil Uji Daya Rambat

Semua variasi yang melakukan pengujian uji rambat akan memperoleh hasil yang dihitung menggunakan rumus dibawah ini:

$$\frac{Berat\ awal\ (kg/g) - Berat\ Akhir\ (abu)}{Waktu\ (jam/menit)}$$

Tabel 8. Hasil Uji Rambat

Variasi	**Fine Coal**	**Arang Bambu**	**Kayu Jati**	**Tepung Tapioka**	**Clay**	**Berat Awal (gr)**	**Berat Akhir (gr)**	**Waktu (menit)**	**Rambat (gr/menit)**
Variasi 1	63%	20%	10%	4%	3%	920	190	270	2,7
Variasi 2	63%	30%	0	4%	3%	930	360	300	1,9
Variasi 3	63%	0	30%	4%	3%	1030	460	270	2,1
Variasi 4	93%	0	0	4%	3%	1160	590	360	1,5

Dari hasil pengujian laju pembakaran, variasi 1 menunjukkan laju tertinggi sebesar 2,7 gr/menit, yang berarti briket cepat habis terbakar dan mudah menyala karena kandungan arang bambu yang tinggi, namun rendahnya proporsi kayu jati membuat ketahanan bakarnya kurang, sehingga kurang efisien untuk pembakaran jangka panjang. Sebaliknya, variasi 4 memiliki laju pembakaran terendah yaitu 1,5 gr/menit, menandakan ketahanan bakar paling baik karena dominasi *fine coal* sebagai bahan utama. Meskipun

penyalaannya lebih lama, pembakarannya yang lambat dan stabil menjadikan briket ini paling unggul dalam untuk jangka panjang.

Pembahasan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposisi campuran bahan memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Penambahan biomassa berupa arang bambu dan serbuk kayu jati pada variasi 1 berkontribusi terhadap peningkatan nilai kalor, penurunan kadar sulfur, dan karakteristik pembakaran yang lebih stabil. Arang bambu berperan sebagai starter pembakaran karena *volatile matter* rendah dan nilai kalor tinggi, sedangkan kayu jati mempercepat penyalaan berkat *volatile matter* yang tinggi. Kadar air yang tinggi pada variasi 1 menyebabkan kelembapan briket lebih besar, sehingga perlu proses pengeringan yang lebih optimal untuk mencegah jamur dan menjaga efisiensi pembakaran. Sebaliknya, variasi 4 dengan dominasi *fine coal* menunjukkan kadar air rendah dan ketahanan pembakaran tinggi, namun sulit menyala tanpa bahan bantu.

Dari sisi emisi, kadar sulfur yang lebih rendah pada variasi 1 menunjukkan keunggulan pencampuran biomassa terhadap pengurangan emisi berbahaya, sejalan dengan temuan Ugwu dkk., (2024) bahwa *bio-coal briquettes* mampu menekan emisi SO_2 dan CO_2 dibandingkan batubara murni. Sementara itu, nilai kalor variasi 1 yang mencapai 4.642 kkal/gr lebih tinggi dari *fine coal* murni (4.231 kkal/gr), menegaskan peran positif biomassa dalam meningkatkan kualitas termal briket. Hasil uji kuat tekan menunjukkan bahwa variasi 3 (dominasi kayu jati) memberikan kekuatan mekanik tertinggi, menjadikannya ideal untuk penyimpanan dan distribusi jangka panjang. Namun, variasi ini memiliki nilai kalor sedikit lebih rendah dibanding variasi 1, menunjukkan adanya *trade-off* antara kekuatan fisik dan performa termal.

Secara keseluruhan, variasi 1 dianggap paling optimal untuk kebutuhan pembakaran skala rumah tangga dan industri kecil karena keseimbangan antara nilai kalor, kadar sulfur rendah, dan karakteristik pembakaran yang baik. Sementara variasi 4 lebih cocok untuk pembakaran jangka panjang dalam skala besar dengan sistem penyalaan khusus.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menjawab permasalahan utama terkait pemanfaatan limbah *fine coal* yang selama ini belum optimal serta tantangan peningkatan kualitas briket sebagai sumber energi alternatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pencampuran *fine coal* dengan biomassa lokal berupa arang bambu dan serbuk kayu jati mampu meningkatkan kualitas briket secara signifikan, baik dari aspek nilai kalor, kadar sulfur, karakteristik pembakaran, maupun kekuatan fisik. Variasi komposisi 63% fine coal, 20% arang bambu, dan 10% serbuk kayu jati (Variasi 1) memberikan performa paling optimal, dengan nilai kalor tertinggi (4.642 kkal/gr), kadar sulfur terendah (0,59%), serta laju pembakaran yang cepat dan stabil. Temuan ini membuktikan bahwa biomassa lokal memiliki potensi besar untuk mendukung

pengembangan energi alternatif yang bersih dan berkelanjutan. Sebagai solusi praktis, formulasi briket berbasis campuran *fine coal*–biomassa dapat diterapkan pada skala industri kecil maupun menengah, terutama di wilayah sekitar tambang, guna mengurangi volume limbah, menekan emisi berbahaya, dan menyediakan bahan bakar alternatif yang ekonomis. Optimalisasi proses pengeringan dan penyimpanan juga direkomendasikan untuk mengatasi kelembapan tinggi yang masih menjadi kelemahan utama pada beberapa variasi campuran. Untuk penelitian selanjutnya, disarankan melakukan kajian terhadap beberapa aspek lanjutan, antara lain: (1) penggunaan jenis biomassa lain seperti limbah pertanian atau sampah organik untuk memperluas sumber bahan baku; (2) analisis emisi gas buang secara kuantitatif untuk menilai dampak lingkungan secara menyeluruh; dan (3) pengujian performa pembakaran pada skala kompor atau tungku industri nyata. Penelitian lanjutan ini diharapkan dapat menghasilkan inovasi formulasi briket yang lebih efisien, ramah lingkungan, dan siap untuk diimplementasikan dalam mendukung transisi energi nasional.

REFERENCES

Adeleke, A., Odusote, J., Ikubanni, P., Lasode, O., Malathi, M., & Pasawan, D. (2021). Physical and mechanical characteristics of composite briquette from coal and pretreated wood fines. *International Journal of Coal Science & Technology*, *8*(5), 1088–1098. https://doi.org/10.1007/s40789-021-00438-0

Aldillah, A. Z., Gusniawan, P. V., & Rulianah, S. (2024). Pembuatan Biobriket Dari Kayu Jati Dan Bambu Petung Dengan Menggunakan Metode Pirolisis. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, *10*(2), 448–462. https://doi.org/10.33795/distilat.v10i2.5078

Azis, I. I., Syaiful, A. Z., & Gazali, A. (2022). Penentuan waktu optimum pengolahan fine coal dengan metode molenisasi. *Jurnal Saintis*, *3*(1), 27–34.

Faizah, M., Rizky, A., Zamroni, A., & Khasan, U. (2022). Pembuatan Briket sebagai Salah Satu Upaya Pemanfaatan Limbah Pertanian Bonggol Jagung di Desa Tampingmojo. *Jumat Pertanian: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, *3*(2), 65–68. https://doi.org/10.32764/abdimasper.v3i2.2863

Gustan Pari, Adi Santoso, Djeni Hendra, Buchari, Akhirudin Maddu, Mamat Rachmat, Muji Harsini, Teddi Her anto, & Saptadi Darmawan. (2025). Potensi Struktur Nano Karbon Dari Bahan Lignoselulosa Kayu Jati dan Bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, *34*(4), 309–322. https://doi.org/10.20886/jphh.2016.34.4.309-322

Ikhbar, S., & Rusmina, C. (2024). Optimalisasi Energi Biomassa: Solusi Energi Terbarukan untuk Ekonomi Hijau dengan Tinjauan Finansial dan Lingkungan. *Jurnal Serambi Engineering*, *9*(3).

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

Marganingrum, D., & Estiaty, L. M. (2020). Value increasing of reject coal with biomass adding as bio-coal briquette. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, *3*(2), 123–135. https://doi.org/10.25105/urbanenvirotech.v3i2.5110

Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi biomassa sebagai sumber energi terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, *5*(2), 88–92.

Prasaningtyas, A. (2011). *Variasi Nilai Kalor 5 Provenan Jati (Tectona grandis Lf) dari 3 KPH Perum Perhutani: Bojonegoro, Ngawi, Ciamis*.

Rahmiyani, D., & Lensoni, L. (2021). Pengaruh Arang Bambu Terhadap Daya Adsorpsi Air Limbah Merkuri Dari Penambang Emas. *Jurnal KANAKA*, *1*(1), 15–18.

Ugwu, K. E., Ezema, C. G., Ibeto, C. N., & Okafor, I. F. (2024). Properties of biocoal briquettes from mesoporous coals and rice husk and their effects on environmental pollution. *Discover Environment*, *2*(1), 106. https://doi.org/10.1007/s44274-024-00141-2