UTILIZATION OF RELIGIOUS OFFERING WASTE (CANANG) AS A RAW MATERIAL FOR BRIQUETTES AS AN ENVIRONMENTALLY FRIENDLY ALTERNATIVE ENERGY SOURCE

PEMANFAATAN LIMBAH UPACARA (CANANG) MENJADI BAHAN BAKU BRIKET SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF RAMAH LINGKUNGAN

Ida Bagus Made Baskara Andika*, I Gusti Agung Ratih Pradnya Swari , I Gusti Ngurah Agung Indra Saguna, I Gusti Ngurah Agung Satria Ananda
Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia

Diterima 13 Oktober 2025 / Disetujui 20 Februari 2026

ABSTRACT

Canang waste, a type of organic waste from Balinese Hindu offerings, is commonly produced in traditional villages such as Desa Tihingan. This study aims to utilize canang waste as raw material for briquette production. The method employed is experimental, involving stages such as material collection, drying, shredding, carbonization, sieving, mixing, molding, and drying. Samples were tested using a bomb calorimeter to determine their Higher Heating Value (HHV) and Lower Heating Value (LHV). The results showed that canang briquettes have an HHV of 21.27 MJ/kg and an LHV of 19.64 MJ/kg, which are higher than those of mixed organic briquettes (HHV: 20.62 MJ/kg, LHV: 18.47 MJ/kg), but lower than prapen charcoal (HHV: 26.95 MJ/kg, LHV: 25.82 MJ/kg). These findings indicate that canang briquettes have potential as a viable alternative fuel. Moreover, this approach offers an environmentally friendly and sustainable solution for managing ceremonial waste.
Keywords : *biomass briquettes, canang waste, waste managemet, renewable energy, waste to energy*

ABSTRAK

Limbah upacara (canang) merupakan salah satu jenis sampah organik yang banyak dihasilkan di Bali, khususnya di desa yang aktif secara adat seperti Desa Tihingan. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah canang sebagai bahan baku pembuatan briket. Metode yang digunakan adalah eksperimen atau pengujian, dengan tahapan produksi meliputi pengumpulan bahan, pengeringan, pencacahan, pengarangan, pengayakan, pencampuran, pencetakan, dan pengeringan. Sampel diuji menggunakan bom kalorimeter untuk mengetahui nilai kalor tinggi (HHV) dan nilai kalor rendah (LHV). Hasil menunjukkan bahwa briket canang memiliki HHV sebesar 21,27 MJ/kg dan LHV sebesar 19,64 MJ/kg, yang lebih tinggi dibandingkan briket campuran organik dengan nilai HHV sebesar 20,62 MJ/kg dan LHV sebesar 18,47 MJ/kg, namun masih di bawah arang prapen dengan HHV adalah 26,95 MJ/kg dan LHV adalah 25,82 MJ/kg. Hasil ini membuktikan bahwa briket canang memiliki potensi sebagai bahan bakar alternatif yang layak. Selain itu, pendekatan ini juga menjadi solusi pengelolaan limbah upacara yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
Kata kunci : briket biomasa, limbah canang, pengelolaan sampah, energi terbarukan, sampah menjadi energi

* Korespondensi Penulis:
Email: ibmbaskara@unud.ac.id

PENDAHULUAN

Permasalahan pengelolaan limbah sisa upacara masih menjadi isu lingkungan yang cukup serius di berbagai wilayah di Bali, terutama di desa-desa yang memiliki aktivitas adat dan keagamaan yang tinggi. Sampah dari area Pura umumnya dikumpulkan terlebih dahulu sebelum diangkut menuju Tempat Pembuangan Akhir (TPA) dan ditimbun bersama jenis sampah lainnya tanpa proses pemilahan. Salah satu jenis limbah yang jumlahnya cukup signifikan adalah limbah canang, yaitu sisa sarana persembahyangan umat Hindu Bali yang dihasilkan setiap hari. Limbah canang sebagian besar berupa bahan organik seperti daun kelapa (busung), daun pisang, dan bunga, yang sering kali berakhir di tempat pembuangan tanpa proses pemanfaatan kembali. Kegiatan upacara keagamaan Hindu di tempat suci (pura) menghasilkan timbulan sampah rata-rata mencapai 2000 liter per hari (Wijaya & Putra, 2021).

Permasalahan serupa juga dihadapi oleh Desa Tihingan, di mana pengelolaan limbah sisa upacara belum optimal meskipun telah memiliki Tempat Pengelolaan Sampah Berbasis *Reduce*, *Reuse* dan *Recycle* (TPS 3R) yang dikelola oleh desa. Kapasitas dan jangkauan layanan pengelolaan sampah belum mampu menampung seluruh volume sampah yang dihasilkan masyarakat, sehingga sebagian sampah masih ditimbun dan menimbulkan praktik *open dumping* di sekitar TPS 3R maupun di aliran Sungai Tukad Jinah. Penumpukan sampah organik di ruang terbuka tanpa pengelolaan yang memadai dapat memicu proses dekomposisi anaerobik yang menghasilkan gas metana (CH_4), gas rumah kaca yang berkontribusi terhadap pemanasan global serta menghasilkan lindi yang berpotensi mencemari tanah dan sumber air bersih di sekitarnya (Yusmaman et al., 2023).

Kebutuhan energi panas di tingkat rumah tangga dan usaha kecil di Desa Tihingan masih sangat tinggi. Energi digunakan untuk kegiatan memasak, pengolahan hasil pangan lokal, dan produksi gamelan. Energi biomassa merupakan sumber energi terbesar, yang menyumbang 9% (~ 51 EJ) dari total pasokan energi primer di dunia, termasuk berasal dari sumber daya limbah di negara-negara berkembang (Iskandar et al., 2019). Namun saat ini masyarakat masih mengandalkan arang kayu sebagai bahan bakar utama. Ketergantungan terhadap arang dalam jangka panjang berpotensi menimbulkan deforestasi, peningkatan emisi karbon, serta menekan ketersediaan sumber daya hutan yang semakin terbatas. Sehingga diperlukan alternatif energi yang berkelanjutan, ramah lingkungan, dan ekonomis untuk mengurangi tekanan terhadap sumber daya alam (Imaniraguha et al., 2025).

Salah satu alternatif solusinya adalah memanfaatkan limbah upakara (canang) menjadi bahan baku briket arang. (Lima et al., 2026) menyatakan bahwa pemanfaatan energi dari limbah dalam bentuk biofuel (misalnya briket) merupakan sebagai alternatif yang menjanjikan untuk menyelesaikan permasalah sampah. Menurut (Iswara et al., 2024), briket merupakan salah satu bentuk energi terbarukan yang dihasilkan dari bahan organik padat dengan nilai kalor yang cukup tinggi dan dapat berperan sebagai pengganti bahan bakar konvensional. Inovasi ini tidak hanya berkontribusi dalam pengurangan volume limbah organik tetapi juga menyediakan sumber energi alternatif terbarukan yang dapat digunakan oleh masyarakat setempat.

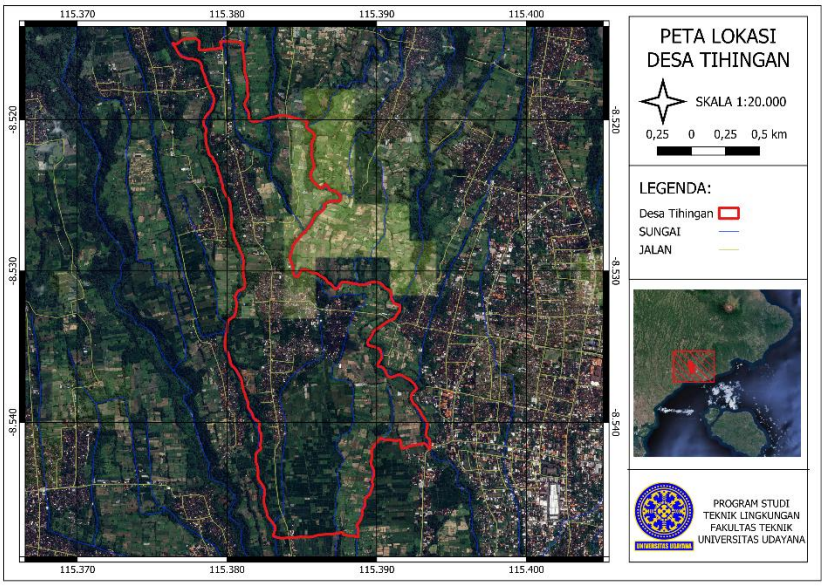
Briket biomassa adalah bahan bakar padat yang dibuat melalui proses pemadatan material organik seperti daun, ranting, dan sisa tanaman dengan bahan perekat (umumnya tepung tapioka). Dalam proses pembuatan briket, diperlukan bahan perekat untuk menyatukan serbuk arang karena material tersebut memiliki kecenderungan untuk tidak saling melekat (Wulandari et al., 2025). Dalam konteks penelitian ini, bahan utama yang digunakan meliputi daun kelapa (busung), daun pisang, dan bunga sisa upacara. Briket memiliki sejumlah keunggulan, antara lain nilai kalor yang tinggi, nyala api yang lebih stabil, dan masa bakar yang lebih lama dibandingkan bahan bakar konvensional (Kapita et al., 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah biomassa sisa upacara (canang) sebagai bahan baku pembuatan briket, yang diharapkan dapat menjadi alternatif pengganti arang kayu serta berkontribusi terhadap pengurangan limbah organik dan penyediaan energi alternatif ramah lingkungan di Desa Tihingan. Proses pembuatan briket dalam penelitian ini meliputi pembakaran awal (karbonisasi), pencampuran dengan perekat, pencetakan dan pengeringan. Melalui pendekatan ini, diharapkan limbah upacara yang semula dianggap tidak berguna dapat diolah menjadi produk bernilai guna tinggi, sekaligus mendukung transisi energi bersih di tingkat desa.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan pada Juni-Agustus 2025. Pengambilan sampel dilakukan di Desa Tihingan Kabupaten Klungkung (Gambar 1), sedangkan pengujian sampel dilakukan pada Laboratorium Analisis Bahan Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah upacara (canang) kering yang diperoleh dari rumah masyarakat, Pura dan TPS 3R Desa Tihingan. Limbah canang yang dimanfaatkan meliputi komponen organik seperti daun kelapa (busung), daun pisang, dan bunga sisa persembahan. Bahan tambahan yang digunakan adalah tepung tapioka sebagai perekat alami dan air untuk membantu proses pencampuran bahan. Alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi timbangan digital (untuk menimbang bahan baku dan perekat), alat pencacah (untuk memotong bahan baku menjadi ukuran kecil), tungku pembakaran (untuk proses pembentukan arang dari biomassa), wadah pengaduk (untuk mencampur arang dengan perekat), cetakan briket (bentuk silinder atau kubus), dan oven atau dapat memanfaatkan sinar matahari langsung dalam proses pengeringan.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan eksperimental sederhana (eksperimen laboratorium skala

kecil) dengan pendekatan kuantitatif deskriptif. Tujuan utama adalah untuk mengetahui potensi limbah canang sebagai bahan baku briket biomassa dengan menilai karakteristik fisik dan nilai energi yang dihasilkan. Terdapat 2 variasi perlakuan berdasarkan perbandingan campuran arang limbah canang, yaitu briket yang hanya menggunakan limbah canang serta briket dengan campuran limbah canang dan sampah organik kering lain seperti rumput, kulit buah, dan daun kering.

Pelaksanaan Penelitian

Pengumpulan bahan baku

Pengumpulan limbah upacara dilakukan dengan mendistribusikan tempat sampah khusus di setiap pura yang ada di wilayah Desa Tihingan. Tempat sampah ini secara khusus digunakan untuk menampung sisa canang dan limbah upakara lainnya. Selain dari lingkungan pura, limbah sisa upacara juga diperoleh dari TPS 3R (Gambar 2). Namun sampah organik di TPS 3R sudah tercampur, sehingga dilakukan pemilahan secara manual untuk memilih komponen sampah organik seperti daun, bunga, dan pelepah.

Gambar 2. Pengumpulan Bahan Baku Canang

Persiapan bahan

Limbah upacara yang masih dalam keadaan basah dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur di bawah sinar matahari langsung. Proses pengeringan dilakukan selama 2–3 hari, kondisi kadar air yang diharapkan sebelum proses pengarangan dan pencetakan briket berkisar antara 8–12% (Gambar 3). Bahan biomassa perlu dikeringkan untuk menghasilkan proses pembakaran berlangsung stabil, nilai kalor lebih tinggi, dan briket yang dihasilkan memiliki kekuatan mekanik yang baik serta tidak mudah retak atau hancur.

Gambar 3. Proses Pengeringan

Pencacahan

Limbah yang telah kering kemudian dicacah menggunakan mesin pencacah yang tersedia di TPS 3R Bakti Resik Desa Tihingan, hingga menghasilkan cacahan berukuran 1-2 cm (Gambar 4). Tujuan pencacahan ini adalah untuk memperkecil dan menyeragamkan ukuran bahan agar lebih mudah

diproses pada tahap berikutnya.

Gambar 4. Proses Pencacahan

Proses karbonisasi

Bahan kering sebanyak 5 kg dimasukkan ke dalam tungku karbonisasi dan dibakar pada suhu 300–400°C dengan kondisi oksigen terbatas untuk menghasilkan arang, dilakukan selama ± 3 jam. Setelah proses selesai, arang didinginkan dan dihaluskan menggunakan lumpang atau blender kasar. Proses ini dilakukan untuk menurunkan kadar air menjadi <10% dan meningkatkan kandungan karbon >50%. Pengarangan dilakukan secara tradisional menggunakan drum atau tungku sederhana (Gambar 5), hingga diperoleh bahan setengah arang berwarna kehitaman, namun masih mempertahankan struktur aslinya.

Gambar 5. Proses Pengarangan

Pengayakan

Arang biomassa hasil karbonisasi digerus hingga menjadi serbuk, kemudian dilakukan prroses pengayakan menggunakan *mesh* berukuran 40 mesh (±0,42 mm) (Gambar 6). Pengayakan bertujuan untuk menghasilkan campuran yang homogen, meningkatkan daya ikat dengan perekat, serta menghasilkan briket dengan kekuatan mekanik dan kestabilan pembakaran yang baik. Partikel yang tertahan, akan digerus kembali hingga memenuhi ukuran yang ditetapkan.

Gambar 6. Proses pengayakan

Pembuatan adonan briket

Serbuk arang hasil pengayakan dicampur dengan larutan perekat tepung tapioka dengan

perbandingan sebesar 2:1. Tepung tapioka dilarutkan dalam air dengan suhu 70-80 °C, dengan perbandingan 1: 1,6. Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian ini sebanyak 1000 gram (1 kg) serbuk canang dicampurkan 500 gram tepung tapioka (yang 800 mL air). Proses pencampuran dilakukan secara manual hingga seluruh bahan menyatu membentuk adonan yang siap untuk dicetak.

Gambar 7. Proses pengadonan briket limbah upacara (canang)

Pencetakan dan pengeringan

Adonan briket dicetak menggunakan cetakan silinder padat hasil modifikasi mesin penggiling, dengan diameter cetakan 4 cm dan tinggi 5 cm (Gambar 8). Briket hasil pencetakan selanjutnya dikeringkan dengan dua metode, yaitu pengeringan oven dan pengeringan alami. Pengeringan menggunakan oven dilakukan pada suhu tetap 100 °C selama ±2 jam, sedangkan pengeringan alami dilakukan dengan cara penjemuran di bawah sinar matahari langsung pada suhu lingkungan rata-rata 30–35 °C selama 2 hari (±16 jam efektif penyinaran).

Gambar 8. Proses pencetakan briket limbah upacara (canang)

Gambar 9.Proses pengeringan akhir

Pengujian karakteristik briket

Briket yang telah selesai proses pencetakan dan pengeringan (Gambar 9), selanjutnya akan dilakukan pengujian di laboratorium untuk mengetahui nilai kalor, kadar air, dan suhu (awal sebelum dilakukan pembakaran dan akhir setelah dilakukan pembakaran) lalu dibandingkan dengan SNI No.1/6235/2000 tentang Briket Arang Kayu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji

Pengujian kualitas briket dilakukan untuk menentukan karakteristik energi dan fisik dari setiap sampel, meliputi arang, limbah canang, dan campuran organik. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk data nilai kalor, kadar air, serta energi panas yang dihasilkan sebagaimana ditunjukkan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Uji Kualitas Briket

Parameter	Satuan	Sampel		
		Arang	Canang	Organik (Campuran Canang, Daun, Sekam Padi)
Nilai Standarisasi	Cal/°C	1921.344	1921.344	1921.344
Masaa	g	1.0374	1.0245	1.0159
T1	°C	26.162	26.768	26.563
T2	°C	29.638	28.955	28.325
m.H2O	g.H2O	0.501	0.58	0.6377
HHV	cal/g	6437.819	4101.494	3332.423
LHV	cal/g	6437.820	3786.322	2985.259
Panas Laten H2O	cal/g-H2O	542.4	543.4	544.4
Energi H2O	cal	271.7424	315.172	347.1639
Konversi cal=joule	-	4.1868	5.1868	6.1868
cal=kJ	-	0.0041868	0.0051868	0.0061868
HHV	MJ/kg	26.95385924	21.27362693	20.61703637
LHV	MJ/kg	25.81612816	19.6388928	18.46920287

*Sumber: Hasil Uji Lab, 2025

Suhu Awal dan Akhir Pengujian (T_1 dan T_2)

Nilai suhu awal (T_1) dan akhir (T_2) menggambarkan besarnya perubahan suhu air akibat pembakaran sampel di dalam kalorimeter. Hasil menunjukkan bahwa selisih suhu tertinggi diperoleh oleh arang dengan nilai sebesar 3,476 °C, sedangkan selisih terendah diperoleh oleh organik campuran dengan nilai 1,762 °C. Peningkatan suhu yang paling besar menunjukkan bahwa energi panas yang dilepaskan oleh arang lebih tinggi dibandingkan dengan limbah canang atau campuran organik (Leão et al., 2026). Hal ini karena arang kayu merupakan hasil karbonisasi sempurna yang memiliki kandungan *fixed carbon* lebih tinggi serta kadar air dan zat volatil yang lebih rendah dibandingkan dengan arang canang dan organik campuran.

Tabel 2. Selisih Suhu T1 dan T2

Parameter	Satuan	Sampel		
		Arang	Canang	Organik (Campuran Canang, Daun, Sekam Padi)
Selisih Suhu	°C	3,476	2.187	1.762

(Hasil analisis, 2026)

Massa dan Kadar Air ($m.H_2O$)

Kadar air dalam briket harus serendah mungkin agar dapat memperoleh nilai kalor yang tinggi dan

briket mudah dibakar. Di sisi lain, briket dengan kadar air tinggi akan mengakibatkan penurunan nilai kalor yang dihasilkan (Athaillah et al., 2024). Hasil uji menunjukka sampel campuran organik memiliki kadar air tertinggi (0.6377 gr H_2O) dibandingkan arang (0.501 gr) dan canang (0.58 gr). Kandungan air yang tinggi dapat menyebabkan penurunan efisiensi pembakaran, karena sebagian energi digunakan untuk menguapkan air sebelum terjadi pembakaran sempurna. Berdasarkan SNI No.1/6235/2000 tentang Briket Arang Kayu, kadar air yang tepat untuk briket arang bernilai < 8%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air briket arang canang memiliki nilai kadar air <8%.

Nilai Kalor Tinggi (High Heating Value/HHV)

Nilai kalor tinggi (*Higher Heating Value*/HHV) didefinisikan sebagai jumlah panas total yang dilepaskan selama proses pembakaran bahan bakar, sedangkan nilai kalor bawah (Lower Heating Value/LHV) merepresentasikan energi yang digunakan untuk menguapkan kandungan air yang terbentuk selama pembakaran. Sebagai indikator energi yang tersimpan dalam biomassa, HHV merupakan parameter penting dalam mengevaluasi kinerja dan efisiensi proses pembakaran. (Dirgantara et al., 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa arang memiliki HHV tertinggi sebesar 26.95 MJ/kg, limbah canang memiliki HHV sebesar 21.27 MJ/kg, dan campuran organik memiliki HHV sebesar 20.62 MJ/kg. Perbedaan ini disebabkan oleh tingkat karbonisasi dan komposisi bahan penyusun. Arang yang melalui proses pembakaran tidak langsung (karbonisasi) memiliki kandungan karbon tetap lebih tinggi dan kadar zat volatil lebih rendah, menghasilkan nilai kalor yang besar. Sebaliknya, canang dan campuran organik yang terdiri dari daun, bunga, serta serat tumbuhan memiliki kandungan lignoselulosa tinggi yang mempunyai berat molekul tinggi dan kaya energi tetapi nilai kalorinya lebih rendah (Ibrahim et al., 2023). Meski demikian, nilai HHV canang dan campuran organik masih berada dalam kisaran biomassa layak bakar, menurut (Xing et al., 2018) kisaran nilai HHV biomassa layak bakar bernilai 15 – 25 MJ/kg..

Nilai Kalor Rendah (Low Heating Value/LHV)

LHV menunjukkan jumlah energi panas yang dapat dimanfaatkan secara aktual, yaitu energi bersih setelah dikurangi panas laten dari uap air hasil pembakaran (Wang et al., 2021). Hasil uji menunjukkan nilai LHV tertinggi dimiliki oleh arang (25.82 MJ/kg), diikuti oleh canang (19.64 MJ/kg), dan campuran organik (18.47 MJ/kg). Perbedaan LHV dan HHV antara ketiga sampel tidak terlalu besar (sekitar 1–2 MJ/kg), yang menunjukkan bahwa perbedaaan kadar air tidak terlalu jauh antar sampel, namun tetap berpengaruh terhadap efisiensi pembakaran (Kapita et al., 2021). Limbah canang dan campuran organik memiliki potensi termal sekitar 70–75% dari energi arang, yang efektif untuk digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga atau usaha mikro.

Energi H_2O dan Panas Laten Air

Nilai energi H_2O dan panas laten air (542–544 cal/gr) berhubungan dengan energi yang dibutuhkan untuk menguapkan kandungan air selama proses pembakaran. Sampel dengan kadar air lebih tinggi seperti campuran organik (m.H_2O = 0.6377) menunjukkan energi H_2O yang lebih besar (347.16 cal). Hal ini menegaskan bahwa sebagian energi dari pembakaran tidak berkontribusi langsung terhadap peningkatan suhu (panas berguna), tetapi terserap untuk mengubah air menjadi uap. Pengeringan awal bahan sebelum karbonisasi menjadi tahapan penting dalam peningkatan efisiensi energi briket. Sampah organik memiliki kadar air tinggi dan memiliki nilai kalor, sehingga proses pengeringan dapat meningkatkan efisiensi energi (Faisal et al., 2023).

Implikasi Keberlanjutan Energi

Pemanfaatan limbah canang menjadi briket tidak hanya menawarkan solusi teknis, tetapi juga aspek sosial dan ekologis. Desa Tihingan dapat mengembangkan sistem ekonomi sirkular berbasis budaya, di mana sisa upacara yang semula menjadi limbah kini bernilai ekonomi dan energi. Dengan nilai kalor berkisar 18-22 MJ/kg, briket canang mampu menggantikan sebagian konsumsi arang kayu, mengurangi deforestasi, serta meningkatkan kemandirian energi masyarakat desa.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Penelitian ini membuktikan bahwa limbah upacara (canang) yang terdiri atas bahan organik seperti daun kelapa (busung), daun pisang, dan bunga memiliki potensi tinggi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan briket biomassa. Proses produksi yang dilakukan secara sederhana melalui pencampuran limbah canang yang telah dikarbonisasi dengan tepung tapioka dan air mampu menghasilkan briket dengan nilai kalor berkisar 18-22 MJ/kg.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa briket dari limbah canang memiliki nilai kalor atas (HHV) sebesar 21,27 MJ/kg dan nilai kalor bawah (LHV) sebesar 19,64 MJ/kg. Nilai ini menunjukkan bahwa briket berbahan limbah canang layak dipertimbangkan sebagai sumber energi alternatif yang efisien dan ramah lingkungan. Jika dibandingkan dengan briket campuran organik, briket canang menunjukkan nilai kalor yang lebih tinggi dan stabil, meskipun masih berada di bawah arang konvensional. Dengan demikian, briket ini berpotensi digunakan sebagai substitusi parsial terhadap arang kayu, khususnya untuk kebutuhan pembakaran berskala rumah tangga atau usaha kecil yang membutuhkan panas sedang dan berkelanjutan.

Saran

Penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan uji coba produksi dan penggunaan briket limbah canang pada skala rumah tangga atau usaha kecil untuk mengevaluasi performa produk dalam kondisi penggunaan nyata. Selain itu pengembagan teknologi pencetakan dan pengeringan yang lebih efisien perlu dilakukan guna meningkatkan proses produksi menjadi lebih stabil, cepat, dan konsisten. Langkah ini diharapkan dapat meningkatkan mutu briket serta memastikan potensi penerapannya sebagai sumber energi alternatif yang layak dan berkelanjutan.

Lebih lanjut, hasil penelitian ini dapat diadaptasi dalam program kerja desa dengan melibatkan kelompok masyarakat dan Badan Usaha Miliki Desa (BUMDes) sebagai pelaksana dan pengelola. Pelibatan ini diharapkan dapat memperkuat aspek keberlanjutan program, membuka peluang pengembangan usaha berbasis lingkungan, mendorong penggunaan energi terbarukan, serta memberikan nilai tambah ekonomi bagi masyarakat desa.

DAFTAR PUSTAKA

Athaillah, T., Masykur, M., Husin, H., Adib, A., and Aulia, M. R. 2024. Briquettes from a Mixture of Cow Menure, Rice Husks and Wood Dust as Alternative Fuel. *Journal of Ecological Engineering*, *25*(2): 290–299. https://doi.org/10.12911/22998993/177194

Dirgantara, M., Kristian, N., Karelius, and Karelius. 2019. Evaluasi Prediksi Nilai Higher Heating Value (HHV) Biomassa Berdasarkan Analisis Ultimate. *Jurnal Jejaring Matematika Dan Sains*, *1*(2): 107–113. https://doi.org/10.36873/jjms.v1i2.218

Faisal, M., Mundu, M. M., and Nnamchi, S. N. 2023. Assessment of the impact of moisture content

on the heating value of Municipal solid waste from Kabagarame dumping site in Bushenyi District, Uganda. *IDOSR Journal Of Science And Technology*, 1(2): 62–73. https://doi.org/10.59298/IDOSR/JST/03.1.12005

Ibrahim, F., Amaliyah, and Qurthobi, A. 2023. Studi Briket Biokomposit Plastik Lignoselulosa Sebagai Bahan Bakar Padatan. *EProceedings of Engineering Telkom University*, 10(3): 2252–2257.

Imaniraguha, J., Mushimiyimana, T., Lucas, C., and Condo, A. 2025. Production and characterization of briquettes from Panicum maximum Jacq. (guinea grass) and cassava peel waste. *Energy Reports*, 14(1)*:* 1043–1050. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2025.07.033

Iskandar, N., Nugroho, S., and Feliyana, M. F. 2019. Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI. *Jurnal Ilmiah Momentum*, 15(2):103-108. https://doi.org/10.36499/jim.v15i2.3073

Iswara, M. A. I., Mustain, A., Mufid, M., and 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

Kapita, H., Idrus, S., and Fanumbi, F. 2021. Pemanfaatan Limbah Biomassa Kelapa Dan Tongkol Jagung Untuk Pembuatan Briket. *Jurnal Teknik SILITEK*, 1(01): 9–16. https://doi.org/10.51135/jts.v1i01.2

Leão, P. M. G. C., Zicker, T. B., Ferreira, N. H. A., Ardisson, J. D., and Bagatini, M. C. 2026. Influence of biomass pyrolysis temperature on the performance of self-reducing briquettes for use in blast furnaces. *Biomass and Bioenergy*, 2(6): 108-114. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2025.108691

Lima, P. A. F., de Paiva, N. S., da Silva, M. F., Santos, A. C., Alves de Moraes, M. D., Pereira, G. S. J., Barbosa Silva, C. E., and Sette-Júnior, C. R. 2026. Energy recovery of solid agro-industrial waste: byproduct in the form of briquettes. *Biomass and Bioenergy*, 2(5): 1-7. https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2025.108520

Wang, D., Tang, Y.-T., He, J., Yang, F., and Robinson, D. 2021. Generalized models to predict the lower heating value (LHV) of municipal solid waste (MSW). *Journal Energy*, 2(16): 119-127. https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.119279

Wijaya, I. M. W., and Putra, I. K. A. 2021. Potensi Daur Ulang Sampah Upacara Adat di Pulau Bali. *Jurnal Ecocentrism*, 1(1): 1–8. https://doi.org/10.36733/jeco.v1i1.1763

Wulandari, F. K., Wardana, R. W., Setiawan, I., Koto, I., and Parlindungan, D. 2025. Kualitas Briket Arang Berbahan Baku Cangkang Kemiri (Aleurites mollucanus) dan Serbuk Kayu Jati (Tectona grandis). *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 9(2): 309-315. https://doi.org/10.32522/ujht.v9i2.19630

Xing, X., Fan, F., and Jiang, W. 2018. Characteristics of biochar pellets from corn straw under different pyrolysis temperatures. *Royal Society Open Science*, 5(8): 172-179. https://doi.org/10.1098/rsos.172346

Yusmaman, W. M., Widiyanto, H., Rohmah, S. N., and Akbarsyah, M. A. 2023. Bahaya Lingkungan Pada Open Dumping Sampah Organik Perkotaan. *Jurnal Bengawan Solo Pusat Kajian Penelitian Dan Pengembangan Daerah Kota Surakarta*, 2(2): 85–101. https://doi.org/10.58684/jbs.v2i2.83