RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA MESIN PRODUKSI BRIKET TEMPURUNG KELAPA SERTA EVALUASI KUALITAS PRODUK BERDASARKAN SNI 01-6235-2000

Timotius Anggit Kristiawan[1*], Ragil Tri Indrawati[2], Dwiana Hendrawati [3], Wahyu Isti Nugroho[1], Slamet Priyoatmojo[4], Hutomo Jiwo Satrio[3], Adhi Brahmantya Herdhani[4], Trio Setiyawan[2], M. Dwapara Pradiptanira[2]

[1)]Program Studi Teknik Mesin Produksi dan Perawatan, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

[2)]Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

[3)]Program Studi Teknologi Rekayasa Pembangkit Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

[4)]Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Semarang

[*]E-mail: anggit.kristiawan@polines.ac.id

ABSTRAK

Pemanfaatan limbah tempurung kelapa sebagai sumber energi terbarukan memiliki potensi signifikan dalam pengembangan bahan bakar alternatif. Salah satu teknologi yang digunakan untuk mengubah arang tempurung kelapa menjadi bahan bakar adalah pembuatan briket. Studi ini bertujuan untuk merancang dan mengembangkan mesin produksi briket arang tempurung kelapa yang digerakkan oleh motor listrik 1,5 HP, serta mengevaluasi kinerja dan kualitas briket yang dihasilkan. Tahapan penelitian meliputi *design phase, fabrication phase, experimental testing, performance evaluation, dan product characterization*. Mesin yang dikembangkan mengintegrasikan mekanisme pencampuran, pengepresan, dan pemotongan otomatis untuk meningkatkan efisiensi produksi. Pengujian kinerja dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan operasional mesin, sedangkan pengujian produk meliputi kadar air, kadar abu, waktu penyalaan, durasi pembakaran, dan nilai kalor. Hasil menunjukkan bahwa mesin mampu menghasilkan briket dengan kualitas struktur yang baik dan bentuk yang seragam sesuai standar SNI 01-6235-2000. Komposisi C menunjukkan komposisi briket terbaik dengan nilai kalor 6711,51 kkal/kg, waktu penyalaan 4 menit 19 detik, durasi pembakaran 1 jam 56 menit 30 detik, kadar air 8%, dan kadar abu 7,7%.

Kata kunci: Mesin briket; arang tempurung kelapa; energi terbarukan; desain mesin; nilai kalor.

ABSTRACT

The utilization of coconut shell waste as a renewable energy source has significant potential in the development of alternative fuels. One of the technologies used to convert coconut shell charcoal into fuel is briquetting. This study aims to design and develop a coconut shell charcoal briquette production machine powered by a 1.5 HP electric motor, as well as evaluate its performance and the quality of the produced briquettes. Research methods include design phase, fabrication phase, experimental testing, performance evaluation, and product characterization. The developed machine integrates mixing, pressing, and automatic cutting mechanisms to improve production efficiency. Performance testing was conducted to evaluate the machine's operational capability, while product testing included moisture content, ash content, ignition time, burning duration, and calorific value. The results show that the machine is able to produce briquettes with good structural quality and uniform shape according to SNI 01-6235-2000 standards. Composition C shows the best briquette composition with a calorific value of 6711.51 kcal/kg, an ignition time of 4 minutes 19 seconds, a burning duration of 1 hour 56 minutes 30 seconds, a water content of 8%, and an ash content of 7.7%.

***Keywords**: Briquette machine; coconut shell charcoal; renewable energy; machine design; calorific value.*

Journal of Economic, Business and Engineering (JEBE) is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License (CC BY 4.0)

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi global yang terus meningkat mendorong pengembangan sumber energi alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan. Ketergantungan terhadap bahan bakar fosil tidak hanya menyebabkan keterbatasan ketersediaan energi, tetapi juga meningkatkan emisi gas rumah kaca yang berdampak pada perubahan iklim global. Oleh karena itu, pemanfaatan energi terbarukan berbasis biomassa menjadi salah satu solusi yang banyak diteliti dalam beberapa tahun terakhir. Biomassa memiliki potensi besar sebagai sumber energi alternatif karena bersifat terbarukan, tersedia dalam jumlah melimpah, serta dapat memanfaatkan limbah pertanian yang sebelumnya kurang dimanfaatkan secara optimal (Ali et al., 2024).

Salah satu limbah biomassa yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif adalah tempurung kelapa. Indonesia merupakan salah satu negara penghasil kelapa terbesar di dunia sehingga menghasilkan limbah tempurung kelapa dalam jumlah yang sangat besar setiap tahunnya. Limbah tempurung kelapa yang tidak dimanfaatkan secara optimal dapat menimbulkan permasalahan lingkungan. Padahal, tempurung kelapa memiliki kandungan karbon tetap yang tinggi serta nilai kalor yang cukup besar sehingga sangat potensial digunakan sebagai bahan bakar alternatif dalam bentuk briket (Ristawati et al., 2026).

Briket biomassa merupakan bahan bakar padat yang dihasilkan melalui proses densifikasi biomassa sehingga memiliki kerapatan energi yang lebih tinggi, mudah disimpan, serta memiliki karakteristik pembakaran yang lebih stabil dibandingkan biomassa dalam bentuk aslinya (Sarker et al., 2021). Selain itu, pemanfaatan biomassa dalam bentuk briket juga dapat meningkatkan efisiensi energi serta mengurangi emisi karbon dibandingkan penggunaan bahan bakar fosil (Roman & Grzegorzewska, 2024). Briket yang dihasilkan dari tempurung kelapa diketahui memiliki nilai kalor yang tinggi, kadar abu yang relatif rendah, serta waktu pembakaran yang lebih lama dibandingkan beberapa jenis biomassa lainnya (Ossei-Bremang et al., 2024).

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kualitas briket dipengaruhi oleh komposisi bahan baku, proses karbonisasi, serta metode pemadatan. Parameter seperti nilai kalor, kadar air, dan kadar abu menjadi indikator utama dalam menilai performa briket sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. (2024) menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan baku biomassa dapat mempengaruhi nilai kalor, kadar air, serta kestabilan pembakaran briket yang dihasilkan. Penelitian lain yang dilakukan oleh Pranowo et al. (2021) menunjukkan bahwa penggunaan tempurung kelapa sebagai bahan baku briket mampu menghasilkan bahan bakar padat dengan nilai kalor yang cukup tinggi danefisiensi pembakaran yang baik. Selain itu, Adhitasari et al. (2025) menyatakan bahwa proses karbonisasi dan pemadatan yang tepat dapat meningkatkan kualitas briket biomassa secara signifikan.

Namun demikian, jika dianalisis secara lebih mendalam, sebagian besar penelitian terdahulu masih berfokus pada peningkatan karakteristik bahan bakar briket (*material-oriented*), sementara aspek sistem produksi briket (*process/system-oriented*) belum banyak dikaji secara komprehensif. Dalam praktiknya, proses produksi briket biomassa umumnya terdiri dari beberapa tahapan utama, yaitu pencampuran bahan baku dan perekat, pencetakan (densifikasi), serta pengeringan, yang masih dilakukan secara berurutan (*sequential process*) dan menggunakan unit proses yang berbeda, sehingga belum terintegrasi dalam satu sistem produksi yang utuh (Marreiro et al., 2021; Masse et al., 2023). Proses pencampuran, misalnya, dilakukan menggunakan unit mixer tersendiri sebelum dilanjutkan ke proses pencetakan, yang menegaskan bahwa sistem produksi masih bersifat terpisah antar proses. Selain itu, pada skala usaha kecil dan menengah, teknologi yang digunakan umumnya masih bersifat manual atau semi-manual dengan pendekatan bertahap (*step-by-step*), yang berpotensi menurunkan efisiensi produksi, meningkatkan waktu proses, serta menghasilkan kualitas produk yang kurang konsisten. Kondisi ini menunjukkan bahwa integrasi sistem produksi dalam satu unit mesin masih menjadi tantangan sekaligus peluang pengembangan teknologi dalam proses manufaktur briket biomassa.

Temuan tersebut diperkuat oleh hasil observasi lapangan di PT Arang Abadi Sanop, Sukoharjo, diketahui bahwa mesin produksi briket yang digunakan saat ini masih memiliki beberapa keterbatasan teknis. Proses pengadukan, pencetakan, dan pemotongan briket masih dilakukan secara terpisah sehingga proses produksi membutuhkan waktu yang lebih lama dan menghasilkan ukuran briket yang kurang seragam. Selain itu, proses pemotongan briket sebagian masih dilakukan secara manual sehingga kualitas produk yang dihasilkan kurang konsisten. Hal ini menunjukkan adanya kesenjangan antara kebutuhan industri akan sistem produksi yang efisien dengan pengembangan teknologi mesin yang tersedia saat ini.

Sejalan dengan kondisi tersebut, kesenjangan penelitian ditemukan pada masih terbatasnya pengembangan mesin produksi briket yang mampu mengintegrasikan seluruh tahapan proses, meliputi pengadukan, pencetakan, dan pemotongan, ke dalam satu sistem yang bekerja secara kontinyu, khususnya pada skala usaha kecil dan menengah. Selain itu, kajian yang menghubungkan integrasi sistem produksi dengan peningkatan efisiensi proses serta konsistensi kualitas produk secara bersamaan masih relatif terbatas dalam literatur yang ada. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa kajian terkait briket biomassa di Indonesia masih didominasi oleh analisis karakteristik bahan bakar, seperti kadar air, kadar abu, dan nilai kalor, sementara aspek pengembangan sistem produksi dan integrasi mesin masih terbatas (Arifin et al., 2023; Fitriana et al., 2024; Wulandari & Lestari, 2025). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun mesin produksi briket tempurung kelapa yang terintegrasi dalam satu unit mesin dengan sistem pengadukan, pencetakan, dan pemotongan otomatis, serta mengevaluasi karakteristik kualitas briket yang dihasilkan.

Dalam upaya mengatasi kesenjangan tersebut, penelitian ini mengembangkan mesin produksi briket tempurung kelapa yang terintegrasi dalam satu unit proses. Mesin yang dirancang mampu menjalankan proses pengadukan, pencetakan, dan pemotongan secara otomatis dan kontinyu. Sistem ini dilengkapi dengan mekanisme pemotongan otomatis berbasis solenoid dan sensor proximity yang dirancang untuk meningkatkan ketepatan dimensi serta keseragaman ukuran briket yang dihasilkan. Selain itu, kualitas briket yang dihasilkan dianalisis berdasarkan parameter utama seperti kadar air, kadar abu, nilai kalor, serta kuat tekan dan laju pembakaran, yang umum digunakan sebagai indikator kualitas briket biomassa (Ossei-Bremang et al., 2024; Sarker et al., 2021; Sukarti et al., 2023).

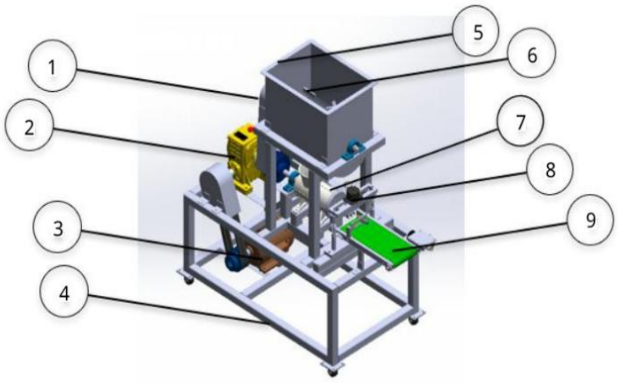
Secara keseluruhan, kontribusi ilmiah penelitian ini tidak hanya terletak pada aspek perancangan mesin, tetapi juga pada pengembangan konsep integrasi sistem produksi briket yang berimplikasi pada peningkatan efisiensi proses, pengurangan ketergantungan terhadap tenaga kerja, serta peningkatan konsistensi kualitas produk. Evaluasi karakteristik briket yang dihasilkan juga memberikan dasar ilmiah dalam menilai hubungan antara sistem produksi yang terintegrasi dengan kualitas bahan bakar yang dihasilkan. Di samping itu, penelitian ini memberikan kontribusi praktis dalam mendukung optimalisasi pemanfaatan limbah tempurung kelapa sebagai sumber energi terbarukan yang telah banyak dikembangkan di Indonesia sebagai solusi energi alternatif.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama, yaitu *design phase, fabrication phase, experimental testing, performance evaluation, dan product characterization,* yang merupakan pendekatan umum dalam penelitian pengembangan mesin briquetting berbasis eksperimen (Ibitoye et al., 2024).

2.1 Perancangan Mesin *(Design Phase)*

Mesin produksi briket dirancang untuk memproses campuran arang tempurung kelapa dan bahan perekat menjadi briket dengan bentuk dan ukuran yang seragam. Mesin didesain dapat melakukan mekanisme kerja pencampuran, pencetakan, dan pemotongan secara otomatis otomatis dalam kerja kontinue. Mesin menggunakan motor listrik 1,5 HP sebagai sumber penggerak utama. Perancangan atau pembuatan desain mesin produksi briket tempurung kelapa ini menggunakan bantuan perangkat lunak *software solidwork*. Desain mesin produksi briket ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Desain mesin produksi briket

Komponen utama mesin meliputi:

1. Box panel
2. Gear box
3. Motor listrik
4. Rangka mesin
5. Tabung pengaduk
6. Poros pengaduk
7. Screw extruder
8. Solenoid pemotong
9. Belt conveyor

Prinsip kerja mesin dimulai dari proses pencampuran bahan baku hingga homogen, menurut Walozi et al. (2026) homogenitas bahan briket akan mempengaruhi kualitas briket yang dihasilkan. Setalah tercampur material masuk kedalam pencetak melalui hopper. *Screw* akan mendorong campuran menuju cetakan dan memadatkannya menjadi briket. Setelah mencapai panjang tertentu, sensor *proximity* akan mengaktifkan *solenoid* untuk memotong briket secara otomatis. Hasil potongan briket yang seragam akan masuk ke dalam wadah penampung.

2.2 Pembuatan Mesin *(Fabrication Phase)*

Pada tahap fabrication phase, pembuatan mesin produksi briket dilakukan berdasarkan desain yang telah dirancang melalui serangkaian proses manufaktur, meliputi pemesinan (machining) seperti pengelasan, pengeboran, pembubutan, dan penggerindaan untuk menghasilkan komponen sesuai spesifikasi teknis, yang kemudian dilanjutkan dengan proses *assembly* (perakitan) guna menyusun seluruh komponen menjadi satu sistem mesin yang utuh dan berfungsi secara optimal. Tahapan fabrikasi dan perakitan ini merupakan bagian penting dalam memastikan kesesuaian dimensi, kekuatan struktur, serta keandalan operasional mesin, sebagaimana dilaporkan dalam penelitian pengembangan mesin berbasis proses manufaktur yang menekankan pentingnya integrasi proses pemesinan dan perakitan dalam menghasilkan performa sistem yang baik (Dahlan et al., 2024).

2.3 *(Experimental Testing)*

Uji kinerja mesin dilakukan untuk mengetahui kemampuan mesin dalam memproduksi briket secara kontinyu dalam proses aduk, cetak dan potong dalam sekali kerja. Parameter Uji yang diamati meliputi: Stabilitas operasi mesin, Kapasitas Produksi (Kg/Jam), Keseragaman ukuran briket, Keandalan sistem pemotong otomatis, Kemampuan pemadatan briket. Pengukuran dimensi briket dilakukan menggunakan jangka sorong dengan ketelitian 0,01 mm, sedangkan massa diukur menggunakan timbangan digital.

2.4 Performance Evaluation

Evaluasi kinerja mesin dilakukan berdasarkan data hasil pengujian. Indikator kinerja yang digunakan meliputi:

1. Kapasitas produksi (kg/jam) dan efisiensi mesin
2. Keseragaman produk, dianalisis menggunakan standar deviasi ukuran briket
3. Stabilitas operasi, ditinjau dari kontinuitas aliran material dan performa sistem pemotong

Analisis data dilakukan secara deskriptif dan kuantitatif, dengan membandingkan hasil antar variasi komposisi bahan.

2.5 Pengujian Kualitas Briket *(Product Characterization)*

Pengujian dilakukan dengan menggunakan beberapa variasi komposisi bahan seperti ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. Komposisi bahan briket

Kode Komposisi	Arang (kg)	Perekat (gr)	Air (ml)
A	1	52,69	631,57
B	1	111	666,66
C	1	176,47	705,88
D	1	250	750

Variasi komposisi bahan dilakukan untuk menganalisis pengaruh perbandingan campuran terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Heterogenitas komposisi biomassa diketahui berperan penting dalam menentukan sifat fisik, kimia, serta performa pembakaran briket, terutama pada parameter seperti kadar air, kadar

abu, dan nilai kalor (Fardin & Nurjannah, 2025; Walozi et al., 2026).

Pengujian kualitas briket dilakukan dengan mengacu pada standar SNI 01-6235-2000 (Badan Standardisasi Nasional, 2000). Pengujian kualitas briket dilakukan berdasarkan beberapa parameter utama yaitu:

1. Kadar air
2. Kadar abu
3. Waktu penyalaan
4. Lama menyala
5. Nilai kalor

Jumlah sampel yang digunakan dalam pengujian adalah empat briket hasil cetakan untuk setiap variasi komposisi. Pengujian nilai kalor dilakukan menggunakan *Parr Bomb Calorimeter 6400* di UPT Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, dengan mengukur energi panas yang dihasilkan selama proses pembakaran. Metode pengujian nilai kalor menggunakan bomb calorimeter ini telah digunakan dalam penelitian sebelumnya (Gebremariyam et al., 2025; Jabu et al., 2023).

Data hasil pengujian selanjutnya dianalisis menggunakan teknik analisis deskriptif komparatif, yaitu dengan menggambarkan karakteristik briket berdasarkan parameter pengujian serta membandingkan hasil antar variasi komposisi bahan. Analisis dilakukan dengan mengidentifikasi kecenderungan perubahan nilai pada setiap parameter uji untuk menentukan pengaruh komposisi terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah interpretasi dan penarikan kesimpulan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rancang Bangun Mesin

Mesin produksi briket yang dirancang berhasil direalisasikan sesuai dengan rancangan yang telah ditetapkan, dengan mengintegrasikan sistem pengadukan, pencetakan menggunakan *screw extruder*, dan pemotongan otomatis dalam satu unit. Hasil fabrikasi menunjukkan bahwa seluruh komponen utama seperti tabung pengaduk, poros, screw, dan sistem pemotong berbasis *solenoid* dapat terpasang dan berfungsi dengan baik. Hasil rancang bangun mesin briket ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Mesin Produksi Briket

Pengadukan dilakukan menggunakan pengaduk tipe *multi paddle* dengan 8 lengan dayung, yang mampu mencampur material secara merata sehingga menghasilkan campuran yang homogen dan siap untuk proses pencetakan. Homogenitas material ini menjadi faktor penting dalam proses densifikasi, karena mempengaruhi kestabilan aliran material selama proses ekstrusi. Penggunaan *screw extruder* memungkinkan proses pemadatan berlangsung secara kontinyu, sehingga meningkatkan efisiensi produksi dibandingkan sistem konvensional yang bersifat bertahap.

Sistem pemotongan otomatis yang menggunakan sensor *proximity* dan aktuator *solenoid* juga menunjukkan kinerja yang baik. Sistem ini mampu memotong briket pada panjang tertentu secara konsisten, sehingga menghasilkan produk dengan ukuran yang seragam, yaitu 25 × 25 mm, seperti ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Briket hasil Cetakan

Keseragaman dimensi ini menunjukkan bahwa sistem kontrol yang diterapkan mampu meningkatkan kualitas produk serta mengurangi

variasi hasil yang umumnya terjadi pada pemotongan manual.

Pengujian kinerja mesin dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan operasional mesin dalam menjalankan proses pencampuran, pencetakan, dan pemotongan secara kontinyu pada berbagai variasi komposisi bahan. Berdasarkan hasil pengujian dengan beberapa kali ulangan, mesin menunjukkan kinerja yang relatif stabil tanpa gangguan signifikan pada sistem transmisi maupun aliran material. Stabilitas ini mengindikasikan bahwa sistem penggerak dengan motor listrik 1,5 HP mampu menghasilkan torsi yang cukup untuk mendorong material melalui mekanisme *screw extruder*. Dalam proses densifikasi biomassa, kemampuan *screw* dalam mengatasi resistansi material sangat dipengaruhi oleh sifat aliran dan homogenitas campuran, sehingga kestabilan yang diperoleh menunjukkan bahwa desain *screw* dan konfigurasi sistem telah sesuai dengan karakteristik bahan yang digunakan. Temuan ini sejalan dengan hasil penelitian Kpalo et al. (2020) yang menyatakan bahwa kestabilan proses ekstrusi sangat dipengaruhi oleh prilaku aliran material dan desain sistem pemadatan. Selain itu, keandalan sistem pemotong terlihat dari respons yang cepat terhadap sinyal sensor, sehingga proses pemotongan tidak mengganggu aliran material dan tetap menjaga kontinuitas produksi.

Variasi komposisi bahan juga mempengaruhi kinerja mesin, khususnya pada proses pencetakan. Campuran dengan kandungan perekat yang lebih tinggi menghasilkan material yang lebih plastis dan homogen sehingga lebih mudah dipadatkan oleh *screw extruder*. Sebaliknya, campuran dengan perekat rendah menunjukkan aliran yang kurang stabil dan menghasilkan briket yang kurang kompak pada tahap awal pembentukan. Hal ini menunjukkan bahwa sifat reologi material berperan penting dalam menentukan keberhasilan proses ekstrusi dan pemadatan. Hasil ini sejalan dengan penelitian Ossei-Bremang et al. (2024) yang menunjukkan bahwa komposisi perekat berpengaruh signifikan terhadap proses densifikasi dan kualitas briket yang dihasilkan. Uji kinerja mesin yang dikembangkan menunjukkan keunggulan mesin meliputi:

- Operasi lebih efisien dengan menggabungkan 3 operasi kerja
- Sistem pemotong otomatis dengan bentuk briket seragam
- Cocok untuk skala UMKM dengan kapasitas 20 (kg/jam)

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa mesin yang dikembangkan mampu bekerja secara efektif dalam menghasilkan briket secara kontinyu dengan tingkat kestabilan yang baik. Integrasi proses dalam satu unit mesin memberikan keuntungan dalam hal efisiensi operasional dan konsistensi produk, sehingga sistem ini memiliki potensi untuk diterapkan pada skala produksi yang lebih luas. Spesifikasi akhir dari mesin briket yang telah dibuat yaitu:

Daya motor	: 1,5 (Hp)
Kapasitas produksi	: 20 (kg/jam)
Dimensi mesin	: 1200x1300x540 (mm)
Massa mesin	: 120 (kg)
Sistem transmisi	: Sabuk V dan Pully
Putaran Poros pengaduk	: 70 (Rpm)
Putaran Screw	: 35 (Rpm)
Sistem pemotong	: Sensor proximity dan Selenoid
Dimensi briket	: (25x25) mm

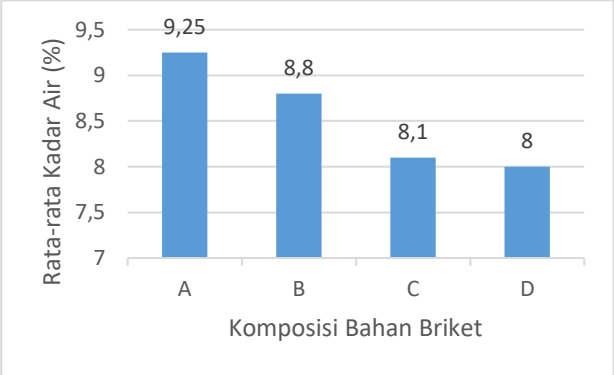
3.2 Hasil Pengujian dan Evaluasi

Pengujian dilakukan terhadap empat variasi komposisi campuran bahan baku briket tempurung kelapa untuk menganalisis pengaruh komposisi terhadap kualitas produk yang dihasilkan. Parameter pengujian meliputi kadar air, kadar abu, waktu penyalaan, lama nyala api, dan nilai kalor. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan, khususnya jumlah perekat, memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik dan performa pembakaran briket. Hal ini sesuai dengan Fardin & Nurjannah (2025) yang menyatakan bahwa komposisi bahan menentukan kualitas briket, serta memperkuat bahwa evaluasi kualitas harus mengacu pada standar seperti Badan Standarisasi Nasional SNI 01-6235-2000.

3.2.1 Kadar Air

Hasil pengujian menunjukkan kadar air rata-rata tertinggi terdapat pada komposisi A sebesar 9,25%, sedangkan kadar air terendah terdapat pada komposisi D sebesar 8,00%. Berdasarkan hasil pengujian, hanya komposisi

D yang memenuhi batas standar SNI 01-6235-2000 tersebut, sedangkan komposisi A, B, dan C masih berada di atas nilai maksimum yang ditetapkan. Perbandingan rata-rata kadar air dengan masing-masing komposisi ditunjukan Gambar 4.



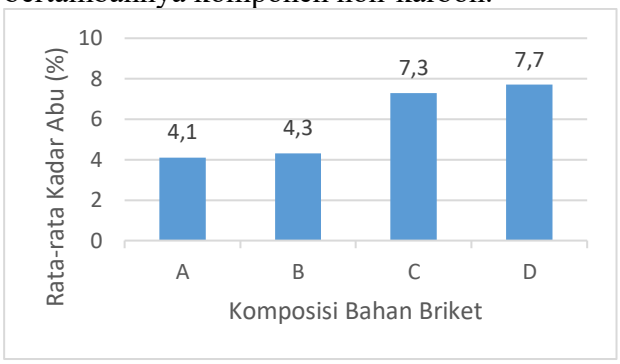
Gambar 4. Perbandingan rata-rata kadar air

Grafik menunjukkan adanya penurunan kadar air seiring peningkatan jumlah perekat. Hal ini menunjukkan bahwa perekat berperan dalam meningkatkan kemampuan pengikatan dan distribusi air dalam campuran, sehingga mempercepat proses pengeringan. Hasil ini konsisten dengan temuan Celestino et al. (2023) yang menyatakan bahwa peningkatan kandungan binder menurunkan kadar air briket akibat sifat hidrofilik material. Selain itu, peningkatan jumlah perekat tidak hanya berpengaruh terhadap proses pengeringan, tetapi juga menjadi faktor penting dalam memenuhi standar kualitas briket, khususnya dalam menurunkan kadar air hingga sesuai dengan persyaratan yang ditetapkan.

3.2.2 kadar Abu

Kadar abu briket merupakan persentase massa abu yang tersisa setelah briket dibakar. Abu adalah bagian briket yang tidak dapat terbakar dan tidak mengandung karbon. Hasil pengujian menunjukkan adanya variasi kadar abu pada setiap komposisi seperti ditunjukkan pada gambar 5 dimana terjadi peningkatan jumlah kadar abu dengan meningkatnya jumlah perekat. Meskipun selalu terjadi peningkatan, seluruh variasi masih berada di bawah batas maksimum kadar abu standar SNI yaitu 8%.

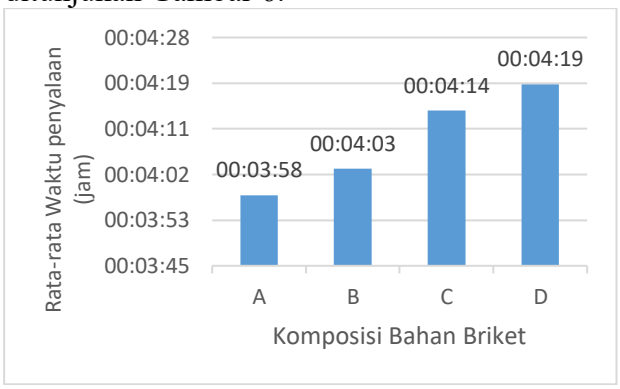
Peningkatan kadar abu seiring bertambahnya jumlah perekat menunjukkan bahwa bahan perekat turut menyumbang kandungan mineral yang tidak terbakar dalam briket. Hal ini sejalan dengan penelitian Sukarti et al. (2023) yang menyatakan bahwa peningkatan persentase perekat dapat meningkatkan residu pembakaran akibat bertambahnya komponen non-karbon.



Gambar 5. Perbandingan rata-rata kadar abu

3.2.3 Waktu penyalaan

Waktu penyalaan menunjukkan seberapa cepat briket dapat mulai terbakar sejak pertama kali disulut api. Semakin singkat waktu penyalaan, maka semakin mudah briket digunakan. Dari hasil pengujian, waktu penyalaan tercepat terdapat pada komposisi A dengan waktu 3 menit 58 detik, sedangkan waktu penyalaan terlama terdapat pada komposisi D, yaitu 4 menit 19 detik. Perbandingan rata-rata waktu yang dibutuhkan untuk menyalakan briket dengan sempurna ditunjukan Gambar 6.



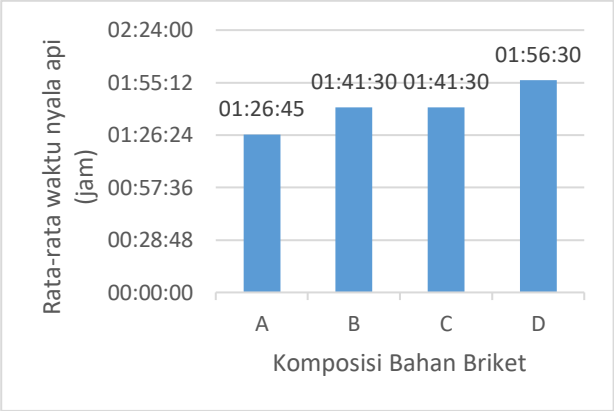
Gambar 6. Perbandingan rata-rata waktu penyalaan briket

Peningkatan kandungan perekat dalam komposisi cenderung memperlambat waktu penyalaan karena material menjadi lebih padat dan sulit menangkap nyala api pada awal pembakaran.

3.2.4 Lama api menyala

Waktu api menyala menunjukkan seberapa lama briket dapat terbakar secara stabil. Semakin lama nyala api, maka semakin baik efisiensi energi dari briket tersebut. Berdasarkan hasil pengujian, komposisi D menunjukkan waktu nyala terlama yaitu 1 jam 56 menit 30

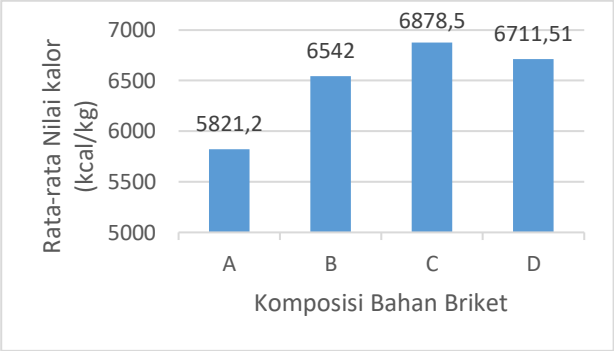
detik, sedangkan yang tercepat adalah komposisi A dengan 1 jam 26 menit 45 detik. Hal ini menunjukan bahwa peningkatan kadar perekat sangat berpengaruh terhadap kepadatan dan kestabilan struktur briket, sehingga memperlambat pembakaran dan memperpanjang waktu nyala api. Perbandingan rata-rata waktu nyala api yang dihasilkan oleh briket ditunjukan Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan rata-rata waktu nyala api

3.2.5 Nilai kalor

Pengujian nilai kalor dilakukan terhadap empat variasi komposisi bahan briket ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 8. Perbandingan nilai kalor briket

Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai kalor briket, dimana nilai kalor tertinggi diperoleh pada komposisi C sebesar 6878,5 kkal/kg dan terendah pada komposisi A sebesar 5821,2 kkal/kg. Fenomena ini menunjukkan adanya komposisi optimum, dimana keseimbangan antara bahan utama dan perekat menghasilkan nilai kalor maksimum, sedangkan peningkatan perekat yang berlebihan cenderung menurunkan nilai kalor akibat berkurangnya kandungan karbon tetap (*fixed carbon*) yang berkontribusi langsung terhadap nilai kalor dan efisiensi pembakaran. Hasil ini sejalan dengan Sukarti et al. (2023) yang menyatakan bahwa komposisi mempengaruhi nilai kalor briket.

Jika dibandingkan dengan penelitian lain, nilai kalor yang diperoleh dalam penelitian ini tergolong tinggi, dimana briket tempurung kelapa umumnya memiliki nilai kalor pada kisaran 5000–6200 kkal/kg, sedangkan hasil penelitian ini mencapai 6878,5 kkal/kg. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi dan proses yang digunakan mampu menghasilkan kualitas energi yang lebih baik, sehingga briket yang dihasilkan memiliki potensi yang lebih tinggi sebagai bahan bakar alternatif.

3.3 Performance Evaluation: Hubungan Kinerja Mesin dan Kualitas Briket

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa kinerja mesin berpengaruh langsung terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Mesin dengan kemampuan pemadatan yang baik menghasilkan briket dengan struktur yang lebih padat, yang berkontribusi terhadap peningkatan nilai kalor dan lama nyala. Selain itu, integrasi sistem pengadukan, pencetakan, dan pemotongan dalam satu unit mesin mampu meningkatkan konsistensi produk, karena mengurangi variasi proses manual. Hal ini menunjukkan bahwa sistem produksi terintegrasi memiliki keunggulan dalam efisiensi dan kualitas produk.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Mesin produksi briket tempurung kelapa berbasis motor listrik 1,5 HP berhasil dirancang dan dibangun dengan sistem pencampuran, pencetakan dan pemotongan otomatis. Mesin mampu menghasilkan briket dengan bentuk seragam, proses produksi yang lebih efisien dan memenuhi standar SNI 01-6235-2000. Hasil pengujian menunjukkan bahwa variasi komposisi bahan berpengaruh terhadap kualitas briket yang dihasilkan. Komposisi C memberikan hasil terbaik dengan nilai kalor diperoleh sebesar 6711,51 kcal/kg, kadar air 8%, dan kadar abu 7,7%, dengan waktu penyalaan 4 menit 19 detik dan lama nyala 1 jam 56 menit 30 detik.

Penggunaan mesin terintegrasi dalam penelitian ini menunjukkan bahwa proses produksi dapat dilakukan secara lebih efisien dengan kualitas produk yang lebih konsisten, sehingga berpotensi untuk diterapkan pada skala

usaha kecil dan menengah. Namun demikian, penelitian ini masih memiliki keterbatasan, yaitu belum dilakukan pengujian jangka panjang terhadap kelayakan mesin serta belum mencakup analisis ekonomi terkait biaya produksi dan kelayakan penggunaan mesin.

4.2 Saran

Melakukan pengujian kinerja mesin dalam jangka waktu yang panjang untuk mengetahui tingkat kebugaran dan umur pakai mesin. Selain itu, analisis ekonomi perlu dilakukan untuk memungkinkan kelayakan penerapan mesin pada skala industri. Penelitian lanjutan juga dapat mengembangkan variasi komposisi bahan dan jenis perekat yang berbeda guna memperoleh kualitas briket yang lebih optimal.

5. DAFTAR PUSTAKA

Adhitasari, A., Manfaati, R., Paramitha, T., Zahwa, A., Setiawan, S., & Yusuf, Y. (2025). Utilization of Coconut Shell and Coffee Grounds as Briquettes Using the Carbonization Method. In *Chemical Engineering Journal e* (Vol. 22, Number 3).

Ali, F., Dawood, A., Hussain, A., Alnasir, M. H., Khan, M. A., Butt, T. M., Janjua, N. K., & Hamid, A. (2024). Fueling the future: biomass applications for green and sustainable energy. In *Discover Sustainability* (Vol. 5, Number 1). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/s43621-024-00309-z

Arifin, M., Dwityaningsih, R., & Ratri Harjanto, T. (2023). Pengaruh Penambahan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Briket dari Arang Pelepah Nipah Menggunakan Tepung Tapioka Sebagai Perekat. *Infotekmesin*, *14*(2), 418–423. https://doi.org/10.35970/infotekmesin.v14i2.1938

Badan Standardisasi Nasional. (2000). *SNI 01-6235-2000: Briket Arang Kayu*.

Celestino, J. M. T., Lating, P. O., Nabuuma, B., & Yiga, V. A. (2023). Effects of clay, gum Arabic and hybrid binders on the properties of rice and coffee HUSK briquettes. *Results in Engineering*, *20*. https://doi.org/10.1016/j.rineng.2023.101488

Dahlan, M., Sulfiana, E., Purna yudha, S., & Amaluddin, Muh. N. H. (2024). Studi Karakteristik Briket Arang Biomassa Berbasis Screw Press. *Jurnal Rekayasa Mesin*, *15*(3), 1643–1653. https://doi.org/10.21776/jrm.v15i3.1824

Fardin, M., & Nurjannah, I. (2025). Analisis Karakteristik Briket Berbahan Campuran Tempurung Kelapa, Sekam Padi Dan Tepung Tapioka. *Jurnal Teknik Mesin (JTM)*, *15*(02), 15–22.

Fitriana, F., Wardana, R. W., Uliyandari, M., Sutarno, S., & Saprudin, S. (2024). Utilization of Bagasse Waste Briquettes As An Alternative to Environmentally Friendly Technology. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin*, *18*(1), 49–54. https://doi.org/10.24853/sintek.18.1.49-54

Gebremariyam, E. Z., Demeke, E. D., Mengistu, W. M., & Mekonnen, Y. S. (2025). Briquette production from industrial and fruit wastes as a clean fuel for versatile applications. *Scientific Reports*, *15*(1). https://doi.org/10.1038/s41598-025-23806-1

Ibitoye, S. E., Mahamood, R. M., Jen, T. C., Loha, C., & Akinlabi, E. T. (2024). Design and fabrication of biomass densification machine for teaching and research purposes. *Biomass Conversion and Biorefinery*, *14*(19), 24253–24264. https://doi.org/10.1007/s13399-023-04455-8

Jabu, G. O., Mulyono, & Sudarman. (2023). Pengaruh Campuran Perekat terhadap Nilai Kalor Briket Arang Sabut Kelapa. *TURBINE Journal Technology Urgency Breakthrough in Engineering*, *1*(1), 133–140.

Kpalo, S. Y., Zainuddin, M. F., Manaf, L. A., & Roslan, A. M. (2020). A Review of Technical and Economic Aspects of Biomass Briquetting. *Sustainability*, *12*(11), 4609. https://doi.org/10.3390/su12114609

Marreiro, H. M. P., Peruchi, R. S., Lopes, R. M. B. P., Andersen, S. L. F., Eliziário, S. A., & Junior, P. R. (2021). Empirical studies on biomass briquette production: A literature review. In *Energies* (Vol. 14, Number 24). MDPI. https://doi.org/10.3390/en14248320

Masse, A. A., Sikazwe, kunda S., Lichinga, K. N., Nazayoeli, R. E., & Shija, H. (2023).

Biomass Briquettes Production Handbook. Tanzania Industrial Research and Development Organization (TIRDO) & REPOA. www.repoa.or.tz

Ossei-Bremang, R. N., Adjei, E. A., Kemausuor, F., Mockenhaupt, T., & Bar-Nosber, T. (2024). Effects of compression pressure, biomass ratio and binder proportion on the calorific value and mechanical integrity of waste-based briquettes. *Bioresource Technology Reports*, *25*, 101724. https://doi.org/10.1016/j.biteb.2023.101724

Pranowo, D., Savira, T. D., Perdani, C. G., & Setyawan, H. Y. (2021). Characteristics of Briquette as an Alternative Fuel Made of Mixed-Biomass Waste (Dairy Sludge and Coconut Shell). *Advances in Engineering Research*, 148–154. https://www.atlantis-press.com/article/125963615

Ristawati, A., Fattahanisa, A., Wijayanti, P., Kurniawati, R., Mirza Ananta, M., Hiswara, I., Perminyakan, P. T., Kebumian, T., & Trisakti, E. (2026). Utilization of Organic Waste Coconut Shells as an Alternative Energy Source in the Laogo Area. *International Journal of Community Service (IJCS)*, *6*(1), 126–129. https://ijcsnet.id

Roman, K., & Grzegorzewska, E. (2024). Biomass Briquetting Technology for Sustainable Energy Solutions: Innovations in Forest Biomass Utilization. In *Energies* (Vol. 17, Number 24). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/en17246392

Sari, K., Anisyah, Toruan, P. L., & Setiawan, A. A. (2024). Variations of Coconut Shell, Rice Husk, and Bagasse as an Alternative of Briquettes Materials. *Jurnal ILMU DASAR*, *25*(1), 1.

Sarker, T. R., Nanda, S., Dalai, A. K., & Meda, V. (2021). A Review of Torrefaction Technology for Upgrading Lignocellulosic Biomass to Solid Biofuels. *BioEnergy Research*, *14*, 645–669. https://doi.org/10.1007/s12155-020-10236-2/Published

Sukarti, Pangga, D., & Ahzan, S. (2023). Pengaruh Persentasi Perekat Briket Berbahan Dasar Tempurung Kelapa terhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran. *Jurnal Ilmiah IKIP Mataram* |, *10*(1), 2023. https://ojs.ikipmataram.ac.id/index.php/jiim

Walozi, R., Onep, G. S., Sanusi, Y. S., Babiker, O. E., Dennison, M. S., Candia, A., & Okurut, S. (2026). Critical review of biomass heterogeneity effects on briquette combustion. *Discover Applied Sciences*, *8*(3), 309. https://doi.org/10.1007/s42452-025-08212-6

Wulandari, F. T., & Lestari, D. (2025). Analisis Kelayakan Limbah Serbuk Kayu dan Tempurung Kelapa sebagai Bahan Baku Briket Arang. *Kappa Journal*, *9*(1), 7–12. https://doi.org/10.29408/kpj.v9i1.29268