

UJI FORMULASI BRIKET ARANG DARI CAMPURAN SEKAM PADI DAN CANGKANG KELAPA SAWIT DENGAN VARIASI PENGGUNAAN BAHAN PEREKAT TEPUNG TAPIOKA

FORMULATION TEST OF CHARCOAL BRIQUETTE FROM A MIXTURE OF RICE HUSK AND PALM OIL SHELL WITH VARIATIONS IN THE USE OF TAPIOCA FLOUR ADHESIVE MATERIAL

Jireh Imanuella Ratjade¹, Muhammad Fadhil Nasrullah¹, Eko Heryadi*

¹ Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
Jl. Sambaliung No.9, Gunung Kelua, Samarinda, Indonesia

*email : e.heryadi@ft.unmul.ac.id

(Received: 2025 09, 08; Reviewed: 2025 12, 05; Accepted: 2025 12, 28)

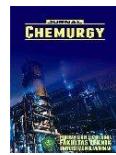
Abstrak

Globalisasi mendorong pertumbuhan penduduk dan ekonomi, meningkatkan permintaan energi namun mengurangi ketersediaan bahan bakar fosil. Solusinya adalah energi alternatif, seperti biobriket dari limbah organik seperti sekam padi dan cangkang kelapa sawit. Penelitian ini menguji formulasi briket arang dari campuran sekam padi dan cangkang kelapa sawit dengan variasi perekat tepung tapioka. Proses uji dilakukan dengan mencakup pengeringan, pengarangan, penumbukan, pencampuran, pencetakan, dan pengeringan, dengan pengujian kadar air, abu, zat menguap, densitas, dan laju pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kadar air (15.91-40.63%) dan kadar abu (51.35-64.71%) dari seluruh sampel tidak memenuhi SNI 01-6235-2000. Namun, kadar zat menguap (6.90-14.78%) dan densitas (1.25-1.83 g/cm³) memenuhi standar. Nilai kalor tertinggi (5242.76 cal/g) diperoleh pada briket 100% sekam padi. Secara keseluruhan, penelitian ini membuktikan bahwa limbah biomassa dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku briket yang ramah lingkungan

Kata Kunci: briket arang, sekam padi, cangkang kelapa sawit, tepung tapioka, biomassa

Abstract

Globalization drives population and economic growth, increasing energy demand while reducing the availability of fossil fuels. The solution lies in alternative energy sources, such as bio-briquettes made from organic waste like rice husks and palm kernel shells. This study examines the formulation of charcoal briquettes from a mixture of rice husks and palm kernel shells with variations in tapioca flour as a binder. The testing process involved drying, carbonization, pulverizing, mixing, molding, and drying, with tests for moisture content, ash content, volatile matter, density, and burning rate. The results show that the moisture content (15.91-40.63%) and ash content (51.35-64.71%) of all samples did not meet the Indonesian National Standard (SNI) 01-6235-2000. However, the volatile matter content (6.90-14.78%) and density (1.25-1.83



g/cm^3) met the standard. The highest calorific value (5242.76 cal/g) was obtained from the 100% rice husk briquette. Overall, this study proves that biomass waste can be utilized as a raw material for environmentally friendly briquettes

Keywords: charcoal briquettes, rice husks, palm kernel shells, tapioca, biomass

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan akan bahan bakar alternatif semakin tinggi seiring dengan meningkatnya konsumsi energi tak terbarukan dan dampak lingkungan yang ditimbulkan. Salah satu solusi dari peningkatan kebutuhan bahan bakar tersebut adalah dengan mengganti bahan bakar fosil dengan memanfaatkan biomassa sebagai sumber energi terbarukan. Limbah pertanian, seperti sekam padi dan cangkang kelapa sawit berpotensi diolah menjadi briket arang yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif.

Indonesia adalah salah satu produsen utama padi dan kelapa sawit di dunia. Setiap tahunnya, negara ini menghasilkan jutaan ton kedua komoditas tersebut, yang turut menghasilkan limbah seperti sekam padi dan cangkang kelapa sawit dalam jumlah besar. Menurut Supit et al., (2015), Indonesia memproduksi kira-kira 25 juta ton beras setiap tahunnya dimana, pada tingkat produksi yang mencapai 25 juta ton beras akan menghasilkan sekam padi sekitar 7,55 juta ton. Pengolahan kelapa sawit menjadi minyak sawit diperkirakan menghasilkan 60% limbah cangkang kelapa sawit (Rantawi et al., 2021). Dimana, indonesia memproduksi sawit kurang lebih 40 juta ton pertahunnya (Kementerian Pertanian Republik Indonesia, 2024). Oleh karena itu, pemanfaatan limbah-limbah ini menjadi sangat penting untuk mengurangi dampak negatifnya terhadap lingkungan.

Penelitian sebelumnya banyak memfokuskan pada bahan baku tunggal. Penelitian ini mengkaji formulasi campuran untuk mendapatkan sinergi yang optimal dan mengatasi keterbatasan kualitas salah satu bahan baku. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan pemanfaatan biomassa dengan membuat briket arang sebagai bahan bakar alternatif dan menguji formulasi briket arang berdasarkan variasi bahan baku tempurung kelapa dan cangkang kelapa sawit dengan tepung tapioka sebagai perekat, guna mengetahui pengaruhnya terhadap kualitas briket, seperti kadar air, kadar abu, kadar zat menguap, densitas dan waktu pembakaran.

2. METODOLOGI

2.1 Bahan Baku

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya drum pembakaran, ayakan, pencetak briket, oven, timbangan digital, gelas kimia 100 mL, *thermogun*, pengaduk, lesung, kompor pembakaran, *furnace*, *stopwatch* dan wadah plastik. Bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya sekam padi dan cangkang kelapa sawit yang sudah diarangkan dan dihaluskan, tepung tapioka sebagai bahan perekat dan air.

2.2 Alat dan Cara Kerja

Prosedur kerja pada penelitian ini meliputi pengeringan bahan baku, pembakaran, penumbukan dan penyaringan, pencampuran bahan perekat, pencetakan dan pengempaan, serta pengeringan. Adapun prosedur kerja dari masing-masing tahapan tersebut dapat diterangkan sebagai berikut:

2.2.1 Pengeringan Bahan Baku

Pada proses ini sekam padi dikeringkan dengan cara dimasukkan ke dalam drum yang pada bagian bawahnya berisi arang yang masih menyala selama sehari kemudian sekam padi yang sudah kering dipisahkan dengan sekam padi yang sudah menjadi abu dan sekam padi yang belum kering, dimana untuk sekam padi yang belum kering akan dimasukan lagi ke dalam drum dan dipanaskan lagi hingga kering. Proses pengeringan cangkang kelapa sawit, terlebih dahulu dibersihkan dari bahan pengotor seperti serabut-serabut, tanah dan kotoran-kotoran lain yang menempel. Selanjutnya dikeringkan di bawah sinar matahari selama 1 hari untuk mengurangi kandungan air dari cangkang kelapa sawit.

2.2.2 Pembakaran

Cangkang kelapa sawit yang sudah kering diarangkan dengan menggunakan drum pembakaran seperti Gambar 1. Sebelum cangkang kelapa sawit dimasukkan ke drum terlebih dahulu pada bagian bawah drum diletakkan kayu bakar sebagai umpan, selanjutnya kayu dibakar hingga bahan baku terbakar dan menyala. Proses pembakaran ini berlangsung selama 4 jam dengan suhu pembakaran sebesar 90 – 150°C, selanjutnya arang didinginkan selama 1 jam dan dilakukan penyortiran dengan memisahkan arang yang berwarna hitam dengan arang yang telah membentuk abu maupun arang yang belum terbentuk sempurna.



Gambar 1. Drum pembakaran

2.2.3 Penumbukan dan Penyaringan

Sekam padi yang sudah kering dan arang cangkang kelapa sawit yang telah terbentuk pada proses pengeringan dan pembakaran selanjutnya dihaluskan dengan cara ditumbuk menggunakan lesung. Arang yang telah halus kemudian diayak untuk memastikan ukuran material yang diambil sama.

2.2.4 Pencampuran dengan Bahan Perekat

Sekam padi dan arang dari cangkang kelapa sawit yang sudah diayak akan dicampur dengan beberapa komposisi pada Tabel 1 yang kemudian akan ditambahkan dengan perekat tepung tapioka sebanyak 20% dan ditambahkan juga dengan air sebanyak 40% dari jumlah kedua bahan yang digunakan. Pencampuran dilakukan dengan cara manual yang akan terus diaduk selama 5-10 menit agar tercampur merata, kemudian dilanjutkan dengan proses pencetakan briket.

Tabel 1. Komposisi Campuran Arang

Campuran	Sekam padi (g)	Arang Cangkang kelapa Sawit (g)
C1	250	0
C2	175	75

Campuran	Sekam padi (g)	Arang Cangkang kelapa Sawit (g)
C3	125	125
C4	75	175
C5	0	250

2.2.5 Pencetakan dan Pengempaan

Hasil adonan briket diletakkan pada cetakan briket seperti Gambar 2. Kemudian dikempa menggunakan alat kempa hidraulik manual. Sehingga akan didapatkan briket dengan bentuk balok seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Alat pencetak briket



Gambar 3. Bentuk balok briket

2.2.6 Pengeringan

Briket arang yang dihasilkan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C selama 3x24 jam. Pengeringan ini dilakukan untuk mengurangi kadar air yang terkandung dalam briket agar mendapatkan kualitas briket yang terbaik. Briket yang telah dikeringkan dikemas dalam kantong plastik dan ditutup rapat untuk menjaga agar briket tetap dalam keadaan kering.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian kualitas briket ini mencakup nilai kalor briket, lama penyalaan, kadar air, kadar abu, densitas. Hasil pengujian kualitas briket sekam padi dan cangkang kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kualitas Briket Sekam Padi dan Cangkang Kelapa Sawit

Sampel	Hasil Pengujian					
	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Volatile Matter (%)	Densitas (g/cm ³)	Nilai Kalor (cal/g)	Laju Pembakaran (g/menit)
C1	38,57	57,78	12,65	1,83	5242,7567	0,55
C2	40,63	51,88	10,95	1,44	4372,7244	0,51
C3	31,82	53,67	12,19	1,37	4305,2389	0,48
C4	38,46	64,71	6,90	1,33	3571,8060	0,43
C5	15,91	51,35	14,78	1,25	3241,2398	0,35

Analisis terhadap Tabel 2 terlihat bahwa sampel dengan kandungan 100% Sekam Padi (C1) memiliki nilai kalor tertinggi (5242 cal/g) namun terlihat pula bahwa kadar abu sangat tinggi (57,78%). Kombinasi ini merupakan ciri khas sekam padi yang memiliki kandungan silika yang sangat tinggi sehingga dapat menghasilkan abu yang banyak, namun dari pengujian terlihat nilai kalornya cukup baik untuk biomassa.

Adapun pada sampel dengan 100% Cangkang Kelapa Sawit (C5) menunjukkan keunggulan dalam densitas yang baik (1,25 g/cm³), kadar air terendah (15,91%), dan laju pembakaran paling lambat (0,35 g/menit). Namun memiliki kendala yaitu nilai kalornya adalah yang terendah (3241 cal/g). Hal ini sesuai dengan karakteristik Cangkang Kelapa Sawit yang keras dan padat.

Pada pengujian sampel briket campuran (C3), komposisi ini menunjukkan performa yang paling seimbang. Nilai kalornya masih cukup baik (4305 cal/g), dengan kadar abu (53,67%) dan laju pembakaran (0,48 g/menit) yang lebih baik dibandingkan briket 100% sekam padi.

3.1 Kadar Air

Analisis kadar air berfungsi untuk mengetahui kadar air yang terkandung dalam briket arang, karena briket arang bersifat higroskopis (Wulandari et al., 2025). Menurut Rindayatno et al., (2018) karakter higroskopis dan berat jenis bahan berperan penting dalam menentukan kadar air briket arang, di mana cangkang kelapa sawit yang memiliki berat jenis lebih tinggi dan sifat higroskopis lebih rendah dibandingkan sekam padi yang dimana sekam padi cenderung meningkatkan kadar air briket seiring bertambahnya proporsi serbuk arangnya. Berdasarkan Tabel 2, hasil pengujian kadar air menunjukkan bahwa kombinasi antara sekam padi dan cangkang kelapa sawit dapat memberikan pengaruh terhadap kadar air briket yang dihasilkan. Berdasarkan data, kadar air tertinggi terdapat pada sampel C2 sebesar 40,63%, sedangkan kadar air terendah terdapat pada sampel C5 sebesar 15,91%. Variasi pencampuran SP dan CKS menghasilkan kadar air yang cukup berbeda, sehingga bisa dilihat perbedaan yang menunjukkan bahwa komposisi bahan baku dapat mempengaruhi kandungan air akhir dalam briket. Cangkang Kelapa Sawit secara alami memiliki struktur yang keras dan padat, sehingga kemampuan menyerap airnya lebih rendah dibandingkan Sekam Padi yang lebih berpori. Kadar air yang rendah sangat menguntungkan karena meningkatkan efisiensi pembakaran. Secara umum, hasil uji kadar air menunjukkan bahwa briket yang dihasilkan masih belum memenuhi standar yang ditetapkan dalam SNI 01-6235-2000, dimana standar kadar air maksimum sebesar 8% untuk briket arang.

3.2 Kadar Abu

Analisis kadar abu bertujuan untuk menentukan jumlah residu padat yang dihasilkan setelah proses pembakaran briket, sebagai salah satu parameter penting dalam menilai mutu produk. Menurut

Wulandari (2025), kandungan abu pada briket arang dapat dipengaruhi oleh abu dari bahan baku, jenis bahan baku dan jumlah perekat yang digunakan, dimana semakin besar konsentrasi perekat maka semakin tinggi pula kadar abu yang dihasilkan selain itu, keberadaan zat pengotor dalam bahan baku turut meningkatkan kandungan mineral dalam arang. Standar kualitas briket dapat dilihat dari kadar abu yang rendah sehingga dapat menghasilkan pembakaran yang bersih serta efisien (Napitupulu et al., 2025). Berdasarkan data pada Tabel 2, kadar abu yang dihasilkan dalam penelitian ini tergolong cukup tinggi, yaitu sekitar 51,35%-64,71% yang melebihi batas maksimum menurut standar SNI 01-6235-2000, yaitu hanya berkisar antara 10 hingga 20%. Kadar abu yang tinggi juga dapat dikarenakan banyak faktor, salah satunya adalah masih adanya zat pengotor dalam bahan baku atau bahkan besarnya konsentrasi tepung tapioka sebagai perekat yang digunakan. Baik Sekam Padi maupun Cangkang Sawit dikenal memiliki kadar abu yang tinggi. Sekam padi mengandung silika yang sangat tinggi, sedangkan cangkang sawit mengandung berbagai mineral. Kadar abu yang tinggi adalah parameter negatif yang mengurangi efisiensi dan berpotensi menyebabkan *slagging* (pembentukan kerak) pada proses pembakaran.

3.3 Kadar Zat Menguap

Kadar zat menguap merupakan komponen selain air dalam arang yang mudah menguap, dan jumlahnya dipengaruhi oleh kandungan senyawa organik. Kandungan zat menguap sebaiknya tidak terlalu tinggi agar pembakaran briket tidak menghasilkan asap berlebih. Nilai zat menguap yang dihasilkan dipengaruhi oleh variasi komposisi bahan baku serta kadar silika, di mana semakin rendah kandungan silika, maka zat menguap yang terbentuk juga cenderung lebih sedikit (Fardin et al., 2025). Berdasarkan hasil uji penelitian briket campuran sekam padi dan cangkang kelapa sawit, kadar zat menguap berkisar antara 6,90%-14,78%, dimana nilai yang didapatkan dari kadar zat menguap tersebut telah memenuhi standar mutu SNI yaitu kurang dari 15%.

3.4 Densitas

Densitas adalah perbandingan antara massa dan volume briket. Tingkat kepadatan dipengaruhi oleh ukuran serta keseragaman bahan penyusun briket tersebut (Renny et al, 2017). Menurut Syukri et al. (2024), ukuran partikel yang lebih halus dapat memperbesar area ikatan antar serbuk, sehingga kerapatan briket menjadi lebih tinggi. Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat nilai kerapatan dari briket diperoleh berkisar antara 1,25 g/cm³ - 1,83 g/cm³. Kerapatan briket tersebut sudah melebihi batas minimum densitas yang ditentukan dalam SNI 01-6235-2000 yaitu sebesar 0,4 g/cm³, sehingga briket tersebut dapat dikatakan memiliki kualitas kerapatan yang baik. Menurut Ismayana (2011), briket arang yang memiliki kerapatan sangat padat biasanya susah untuk terbakar, sedangkan briket dengan kerapatan lebih rendah lebih mudah terbakar karena terdapat lebih banyak ruang udara atau celah yang memudahkan aliran oksigen saat proses pembakaran berlangsung. Cangkang Kelapa Sawit memiliki partikel yang besar dan keras, sehingga sulit untuk dikompaksi menjadi briket yang sangat padat. Sekam Padi, dengan partikelnya yang lebih kecil dan bertekstur, dapat dikompaksi lebih baik, menghasilkan densitas yang lebih tinggi. Densitas yang tinggi menguntungkan untuk penyimpanan dan transportasi

3.5 Nilai Kalor

Penentuan nilai kalor dalam proses pembuatan briket bertujuan untuk mengetahui seberapa besar energi panas yang mampu dilepaskan oleh briket ketika digunakan sebagai sumber bahan bakar. Nilai kalor briket berhubungan langsung dengan kualitas yang dihasilkan dimana semakin tinggi nilai kalor maka semakin baik kualitas briket tersebut (Ardiansyah et al., 2022). Berdasarkan Tabel 2, dapat dilihat nilai kalor yang diperoleh berkisar antara 3241,2398 cal/g - 5242,7567 cal/g. Apabila dibandingkan dengan SNI No 01-6235-2000, terdapat nilai yang masih belum memenuhi, mendekati dan mencapai mutu briket yaitu 5000 cal/g. Menurut Rindayatno et al. (2017), bahan baku dengan berat jenis tinggi umumnya mempengaruhi peningkatan nilai kalor pada briket arang, disamping

pengaruh dari tingkat kerapatan briket itu sendiri. Dari hasil penelitian ini dapat membuktikan bahwa Sekam Padi memiliki kandungan energi per gram yang lebih tinggi dibandingkan Cangkang Kelapa Sawit. Penambahan CKS, yang nilai kalornya lebih rendah, akan menurunkan nilai kalor keseluruhan briket. Nilai kalor adalah indikator utama kualitas bahan bakar.

3.6 Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran dilakukan untuk mengevaluasi seberapa efektif briket, dimana tujuannya adalah untuk menilai tingkat kelayakan dari briket yang diuji agar penggunaannya di masa depan dapat diterapkan (Fajari et al., 2024). Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan bahwa nilai laju pembakaran briket terlama hingga padam terdapat pada sampel C5 yaitu 0,35 g/menit. Menurut Fajari et al. (2024) faktor yang memengaruhi kecepatan pembakaran disebabkan oleh kadar bahan utama yang ada dalam campuran briket, di mana sekam padi memiliki sifat mudah terbakar sehingga berpengaruh terhadap durasi pembakaran selain itu terdapat beberapa faktor lain yang mempengaruhi pembakaran seperti ukuran partikel (briket lebih mudah terbakar saat memiliki ukuran partikel yang kecil), kecepatan aliran udara, jenis bahan bakar dan temperatur udara pembakaran. Adapun dari penelitian ini nilai Laju pembakaran yang lebih lambat pada briket CKS disebabkan oleh dua faktor utama: 1) Nilai kalor yang lebih rendah, sehingga energi yang dilepaskan per satuan waktu lebih sedikit, dan 2) Struktur yang lebih padat dan keras, yang menghambat laju propagasi api dan difusi oksigen ke dalam briket.

4. KESIMPULAN

Formulasi briket yang berasal dari campuran arang sekam padi dan cangkang kelapa sawit dengan perekat tepung tapioka menunjukkan variasi hasil dalam kualitas briket. Semua sampel memiliki kadar air yang melebihi batas maksimum sesuai dengan standar SNI 01-6235-2000, yang berpotensi menurunkan nilai kalor briket. Kadar abu pada briket tergolong sangat tinggi, antara 50–65%, yang dapat mengurangi kualitas energi serta efisiensi pembakaran. Kadar zat menguap briket tetap dalam rentang standar SNI (<15%), menandakan bahwa proses pengarangan sudah cukup baik. Densitas briket berada di kisaran 1,25–1,83 g/cm³, yang sudah memenuhi standar minimum SNI sebesar 0,4 g/cm³. Nilai kalor tertinggi mencapai 5.242,76 cal/g yaitu sampel dengan kandungan 100% Sekam Padi, yang telah memenuhi standar SNI, sementara hasil lainnya menunjukkan sampel campuran dari briket memiliki nilai kalornya masih dibawah standar SNI. Lama pembakaran tertinggi ditemukan pada campuran sekam padi murni (C1). Oleh karena itu, penggunaan limbah sekam padi dan cangkang kelapa sawit dengan perekat tepung tapioka memiliki potensi untuk menghasilkan bahan bakar padat yang ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Basyir Rantawi, A., Leksi Siregar, A., & Rizkullah, A. (2021). Perbandingan Persentase Perekat Arpus 17,5% dan 20% terhadap Kualitas Briket Cangkang Kelapa Sawit. *Jurnal Citra Widya Edukasi*, 13.
- Fajari, A., Sudarti, & Yushardi. (2024). Pengujian Laju Pembakaran Briket Biomassa Dari Tempurung Kelapa dan Sekam Padi. *Jurnal Ilmiah Wahana Pendidikan*, Desember, 2024(23), 1208–1216.
- Fardin, M., & Nurjannah, I. (2025). Analisis Karakteristik Briket Berbahan Campuran Tempurung Kelapa, Sekam Padi dan Tepung Tapioka. 14 No. 02, 15–22.
- Imam Ardiansyah, Yandra Putra, A., & Sari, Y. (2022). Analisis Nilai Kalor Berbagai Jenis Briket Biomassa Secara Kalorimeter. *Journal of Research and Education Chemistry*, 4(2), 120. [https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4\(2\).10735](https://doi.org/10.25299/jrec.2022.vol4(2).10735)

- Ismayana, A., & Moh Rizal Afriyanto. (2011). *The Effects Of Adhesive Type Aand Concentration In The Manufacturing Of Filter Cake Briquites As An Alternative Fuel*. *J. Tek. Ind. Pert*, 186(3), 186–193.
- Kementerian Pertanian Republik Indonesia. (2024). Statistik Pertanian (A. A. Susanti & M. A. Supriyatna, Eds.). Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Kementerian Pertanian Republik Indonesia.
- Napitupulu, R., Julio Pratama, R., & Dharta, Y. (2025). Analisis Ukuran Partikel Serbuk Arang terhadap Pengurangan Kadar Abu pada Briket Tempurung Kelapa. *Jurnal Teknologi* (Vol. 25, Issue 1).
- Putri, R. E., & Andasuryani. (2017). Studi Mutu Briket Arang dengan Bahan Baku Limbah Biomassa. 21 No. 2.
- Ridayatno, Fahmi, A. N., & Shafiera, F. A. C. (2018). Karakteristik Briket Arang dari Cangkang Kelapa Sawit (*Elaeis guinnessis J*) dan Sekam Padi (*Oryza Sativa L.*). XVII No. 202.
- Ridayatno, & Lewar, D. O. (2017). Kualitas Briket Arang Berdasarkan Komposisi Campuran Arang Kayu Ulin (*Eusideroxylon zwageri Teijsm & Binn*) dan Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*). *Ulin-J. Hut. Trop*, 1 (1)(1), 39–48.
- Supit, M., Hans Tumaliang, I., & Meita Rumbayan, E. (2015). Pemanfaatan Sekam Padi Sebagai Energi Alternatif Untuk Membangkitkan Energi Listrik. *12 E-Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, 4(4).
- Syukri, M., Maisarah, Rangkuti, I. U. P., Rahimah, Tama Harahap, K. A., & Nurhidayat, T. (2024). Pengaruh Variasi Ukuran Partikel pada Pembuatan Bio-Briket dari Pelepasan dan Tandan Buah Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 13(2), 146–153. <https://doi.org/10.32734/jtk.v13i2.17081>
- Tri Wulandari, F. (2025). Pemanfaatan Limbah Biomassa Cangkang Kemiri dan Tempurung Kelapa Sebagai Biobriket Ramah Lingkungan (*Utilization Of Biomass Waste From Candlecannona Shells And Coconut Shells As Environmentally Friendly Biobriquettes*).