



Inovasi Energi Berbasis Briket Tempurung Kelapa sebagai Solusi Energi Terbarukan Berkelanjutan

Coconut Shell Briquette-Based Energy Innovation as a Sustainable Renewable Energy Solution

Yogi Nirwanto¹; Yaya Sunarya²; Yanto Yulianto³; Iqbal Akmalludin⁴

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Siliwangi, Indonesia

Email:

yogi.nirwanto@unsil.ac.id

Abstrak

Krisis energi global dan meningkatnya emisi gas rumah kaca telah menjadi tantangan utama bagi keberlanjutan lingkungan. Di tengah kondisi tersebut, kebutuhan akan energi alternatif dan terbarukan kian mendesak. Sumber energi potensial yaitu biomassa, Biomassa dinilai lebih ramah lingkungan dan tersedia secara melimpah, terutama di negara-negara tropis seperti Indonesia. Indonesia sendiri sebagai negara agraris menghasilkan limbah pertanian dalam jumlah besar. Di sisi lain, masalah limbah kelapa perlu direduksi sejak di sumbernya menjadi bentuk lain yang bermanfaat, bernilai ekonomi, dan ramah lingkungan, salah satunya arang briket. Penelitian bertujuan sebagai inovasi produksi briket arang dari limbah kelapa, dengan pendekatan multidisiplin yang mencakup analisis teknis, lingkungan, dan potensi implementasi skala kecil dan menengah dimasyarakat. Metode eksperimen menggunakan rancangan faktorial, dianalisis dengan varians (ANOVA) dan dilanjutkan dengan Tes Duncan. Karakterisasi Briket : Nilai kadar karbon terikat, Nilai Kalor dan Kerapatan briket. Hasil penelitian menunjukkan bahwa briket tempurung kelapa sample A menunjukkan hasil tertinggi 45,10% dan belum memenuhi standar SNI yaitu 77%. Karbon terikat menunjukkan jumlah arang yang tersisa setelah tahap devolatilisasi pada tahap pembakaran biomassa. Nilar kalor briket tempurung kelapa tertinggi sampel B dengan nilai kalor 4636.90 kal/g dan nilai kerapat tertinggi sampel B 0.572. Hasil penelitian menunjukkan nilai briket tempurung kelapa memenuhi standar SNI dengan nilai standar kerapatan briket 0.44 g/cm³.

Kata kunci: Briket, Energi alternatif, Inovasi produk, Tempurung kelapa

Abstract

The global energy crisis and increasing greenhouse gas emissions have become major challenges for environmental sustainability. In the midst of these conditions, the need for alternative and renewable energy is increasingly urgent. A potential energy source is biomass. Biomass is considered more environmentally friendly and abundantly available, especially in tropical countries such as Indonesia. Indonesia itself as an agricultural country produces large amounts of agricultural waste. On the other hand, the problem of coconut waste needs to be reduced from its source into other forms that are useful, economically valuable, and environmentally friendly, one of which is charcoal briquettes. The study aims to innovate the production of charcoal

briquettes from coconut waste, with a multidisciplinary approach that includes technical analysis, environmental analysis, and the potential for small and medium scale implementation in the community. The experimental method uses a factorial design, analyzed by variance (ANOVA) and continued with the Duncan Test. Briquette Characterization: Value of bound carbon content, Calorific Value and Density of briquettes. The results showed that coconut shell briquettes sample A showed the highest yield of 45.10% and did not meet the SNI standard of 77%. Bound carbon indicates the amount of char remaining after the devolatilization stage during biomass combustion. The highest calorific value for coconut shell briquettes was sample B, with a calorific value of 4636.90 cal/g, and the highest density value was 0.572. The results showed that coconut shell briquettes met SNI standards with a standard density of 0.44 g/cm³.

Keywords: *Briquettes, Alternative energy, Product innovation, Coconut shell*

1. Pendahuluan

Pertanian merupakan sektor vital dalam pembangunan nasional dan ketahanan pangan suatu negara. Namun, krisis energi global dan meningkatnya emisi gas rumah kaca telah menjadi tantangan utama bagi upaya mewujudkan keberlanjutan lingkungan. Di tengah kondisi tersebut, kebutuhan akan energi alternatif dan terbarukan kian mendesak. Salah satu sumber energi terbarukan yang potensial adalah biomassa, yang menurut International Renewable Energy Agency (IRENA), mencakup sekitar 10% dari bauran energi global dan memainkan peran penting dalam dekarbonisasi sektor energi (Masturin, A. 2002).

Biomassa dinilai lebih ramah lingkungan dan tersedia secara melimpah, terutama di negara-negara tropis seperti Indonesia. Indonesia sebagai negara agraris menghasilkan limbah pertanian dalam jumlah besar. Kelapa merupakan salah satu komoditas utama, dengan produksi mencapai lebih dari 3 juta ton per tahun (Becker, A. et al., 2016). Namun, sebagian besar limbah kelapa seperti sabut, tempurung, dan daun, belum dimanfaatkan secara maksimal dan kerap dibuang begitu saja atau dibakar secara terbuka, yang berdampak negatif terhadap lingkungan. (Bradley, W. L. and Conroy, S. 2019).

Salah satu inovasi pemanfaatan limbah kelapa adalah konversi menjadi briket arang. Teknologi ini tidak hanya mengurangi volume limbah, tetapi juga menyediakan alternatif energi padat yang efisien dan bersih. Beberapa studi menunjukkan bahwa briket arang dari limbah kelapa memiliki nilai kalor yang kompetitif dan emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan bakar fosil (Yuliansyah, A. et al., 2023). Selain itu, produksi briket juga membuka peluang ekonomi lokal dan mendukung ekonomi sirkular melalui pendekatan zero waste. (Rahmat, B. et al., 2023).

Sumber energi alternatif adalah jenis energi yang dapat berfungsi sebagai pengganti bahan bakar fosil, yang jumlahnya terbatas dan tidak baik untuk lingkungan. Energi alternatif dipakai untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar hidrokarbon yang menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan dan meningkatkan emisi karbon dioksida yang berkontribusi terhadap pemanasan global. Berbagai keunggulan dari sumber energi alternatif meliputi sifat ramah lingkungan dan diperbarui. Energi alternatif

bertujuan untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan serta menyediakan solusi energi yang lebih berkelanjutan dalam jangka panjang.

Briket arang dari tempurung kelapa memiliki beberapa kelebihan yaitu dimiliki dapat menyala lebih lama dan apinya lebih tahan lama. Selain itu, briket arang tempurung kelapa tergolong sebagai sumber energi terbarukan, sehingga membantu mengurangi penggunaan bahan bakar fosil yang berbasis minyak. Selain itu, bahan baku briket ini adalah biomassa, yang termasuk tempurung kelapa, kayu, limbah, gambut, dan jerami, sehingga dianggap ramah lingkungan. Proses pembuatan meliputi fasilitas, metode, dan teknik yang disesuaikan dengan ketersediaan tenaga kerja, peralatan, bahan baku, dan mesin untuk mencapai hasil tertentu. Sedangkan produksi itu sendiri adalah aktivitas yang menghasilkan atau menambah nilai pada barang dan jasa agar memiliki kualitas yang lebih baik.

Proses pembuatan adalah aktivitas yang paling vital dalam sebuah perusahaan. Esensi dari proses ini adalah manipulasi, terutama manipulasi manual atau dengan alat terhadap bahan mentah dan pendukung. Ini menghasilkan produk yang mempunyai nilai lebih tinggi dibandingkan dengan produk aslinya. Menurut Rahmat, B. et al., (2023), telah menunjukkan bahwa briket dari tempurung kelapa berpotensi menghasilkan nilai kalor yang baik, namun belum dilakukan optimasi formulasi dan parameter karbonisasi secara sistematis.

Sejalan dengan Pranoto, B. et al. (2013), berfokus pada biocoke berbasis limbah teh dan kopi dengan pendekatan pengaruh tekanan dan suhu terhadap kekuatan tekan maksimum. (Kurniawan, E. W. 2008), namun belum menyasar kelapa sebagai bahan utama. Selain itu, pendekatan studi sebelumnya berfokus pada aspek teknik (misalnya kekuatan tekan dan kadar abu) tanpa integrasi evaluasi kelayakan implementasi di masyarakat atau adaptasi untuk skala UMKM (Usaha Mikro, Kecil, dan Menengah). Pendekatan holistik dari hulu ke hilir, mulai dari pemilihan bahan baku, proses karbonisasi, formulasi campuran, pencetakan, pengujian kualitas, hingga penyusunan model bisnis untuk implementasi lokal, masih jarang ditemukan dalam literatur.

Adapun keterbaruan (*novelty*) penelitian yaitu terdapatnya pendekatan integratif dan sistematis dari tahap karakterisasi bahan baku, proses karbonisasi, formulasi campuran briket, hingga evaluasi kualitas produk akhir serta Inovasi teknologi pencetakan briket yang disesuaikan untuk UMKM, sehingga mudah diadopsi oleh masyarakat. Analisis kontribusi terhadap kebijakan energi terbarukan dengan pemanfaatan limbah pertanian secara langsung sebagai bagian dari implementasi energi bersih dan prinsip ekonomi sirkular.

Penambahan dimensi keberlanjutan dan keterjangkauan melalui penggunaan limbah lokal dan pendekatan zero waste. Evaluasi teknis dan ekonomi briket arang berbasis tempurung kelapa dengan parameter spesifik seperti densitas, nilai kalor, kadar abu, dan kestabilan bentuk dalam pembakaran. *State of the Art* dan Keterbaruan Penelitian terkait briket arang dari limbah tempurung kelapa telah mengalami perkembangan signifikan dalam satu dekade terakhir. Sebagian besar studi menekankan

aspek teknis seperti nilai kalor, kadar abu, kekuatan tekan, dan kadar air dari briket berbasis biomassa. Contohnya, penelitian oleh Yuliansyah et al. (2023), mengeksplorasi pengaruh tekanan dan waktu karbonisasi terhadap kualitas briket arang tempurung kelapa. Sejalan dengan Becker, A. et al., (2016), menggunakan pendekatan *Response Surface Methodology* untuk mengoptimalkan proses produksi briket biomassa. Namun, masih sedikit kajian yang secara integratif menghubungkan aspek teknis tersebut dengan model implementasi lokal berbasis UMKM, keberlanjutan lingkungan, dan dampak sosial-ekonomi.

2. Metode Penelitian

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada Lab. Produksi Prodi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Siliwangi, kelurahan Mugarsari, Kota Tasikmalaya dan Lab. Pusat Pengembangan Hutan Berkelanjutan, Bogor, Jawa Barat. Dimulai bulan Juni sampai dengan September 2025.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan tempurung kelapa yang digunakan merupakan limbah yang berasal dari penjual kelapa di pasar Induk yang tidak dimanfaatkan. Bahan lain yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tepung tapioka sebagai perekat dan, air dan kayu bakar. Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu oven pengering, bomb calorimeter, alat uji kekuatan tekan, drum, terpal, mesin pencacah tempurung, alat pembuat briket, thermometer, timbangan digital, alat pirolisis, dokumentasi, alat tulis, *handsprayer*.

Jenis dan metode penelitian menggunakan rancangan factorial 3 x 3. Tiga faktor utama dengan tiga level masing-masing:

Faktor	Level 1	Level 2	Level 3
a. Jenis dan perekat	Tapioka 5%	Tapioka 10%	Tapioka 15%
b. Suhu karbonisasi	200°C	200°C	200°C
c. Waktu karbonisasi	30 menit	45 menit	60 menit

Prosedur penelitian ini sebagai berikut:

1. Persiapan dan pemilihan bahan baku
Pemilihan dan pengumpulan limbah tempurung kelapa sebanyak 25 kilo dari pedagang Pasar Induk
2. Penjemuran dan pembakar tempurung kelapa
Setelah limbah tempurung kelapa terkumpul kemudian limbah tempurung kelapa di jemur dibawah sinar matahari sampai mencapai kadar air 10%. Setelah itu kemudian tempurung di bikar dengan proses pirolisis.
3. Penggilingan bahan baku dan penambahan bahan perekat

Limbah tempurng kelapa kemudian digiling untuk menjadi halus dan dicampurkan dengan menggunakan tepung tapioka dengan diberikan air panas dan aduk bahan sampai homogen.

4. Pencetakan briket

Setelah bahan briket homogen kemudian dicetak dengan menggunakan alat pencetak. Hal ini bertujuan supaya briket tercetak dengan baik.

5. Pengeringan dan penyimpanan briket

Pengeringan dilakukan dengan oven sesuai dengan perlakuan, hal ini bertujuan untuk mengeringkan briket dan mengurangi jumlah air dalam briket sehingga mendapatkan kualitas briket yang baik.

6. Kadar karbon terikat

Guna menentukan kadar karbon terikat perlu menentukan kadar abu dan zat terbang. Untuk menentukan kadar abu yaitu dengan cara timbang sekitar 1 gram arang aktif dan masukkan ke dalam cawan porselen yang sudah ditimbang. panaskan dalam tungku furnace pada suhu 815°C selama 1 jam hingga terdiupkan semua zat organik, lalu dinginkan dalam desikator hingga suhu kamar dan timbang kembali, hitung kadar abu berdasarkan berat residu dicawan dan untuk menentukan kadar zat terbang yaitu dengan 1 gram arang aktif dan masukkan ke dalam cawan porselen berpenutup yang sudah ditimbang. Kemudian dimasukan ke dalam furnace pada suhu 950°C selama 6 menit.

Setelah penguapan selesai, keluarkan dan dinginkan dalam desikator hingga beratnya konstan. Kemudian timbang kembali, hitung kadar zat terbang berdasarkan penurunan berat sampel. Kemudian hitung kadar karbon terikat dengan rumus:

Kadar Karbon Terikat (%) = 100% (Kadar Abu (%) + Kadar Zat Terbang (%))

7. Nilai kalor

Nilai kalor diukur dengan alat bom calorimeter. Langkah pengukuran dengan menghidupkan chiller hingga suhu sesuai metode dinamic 25°C pada suhu 20°C. Atur tekanan oksigen yang masuk ke decomposition vessel yaitu ± 30 bar. Bom Calorimeter dihidupkan, kemudian pilih *Methode Dynamic 25°C*, tunggu hingga suhu pendingin di dalam alat tercapai 20°C. Sampel yang akan diukur ditimbang sebanyak 0.3g. Pada *cotton twist* penyalat dengan menggulung dan memasang pada *ignition wire* yang terpasang pada *cover decomposition vessel*.

Sampel dimasukkan ke dalam krus, pasang krus pada *crucible holder* sambil memastikan *cotton twist* menyentuh sampel. Star dikelik, sampai 15 menit hingga muncul nilai kalor. *Decomposition vessel* dibawa setelah muncul perintah *remove bomb* pada *Bomb Calorimeter*. Tekanan dalam *decomposition vessel* dihilangkan dan krus sampel dibersihkan. *Decomposition vessel* dikeluarkan dan buang sisa oksigen dari dalam bomb calorimeter hingga seluruhnya habis. Bilas permukaan bomb calorimeter dengan aquades, pindahkan ke dalam erlemeyer.

Titrasi hasil bilasan dengan larutan Na₂CO₃ 0,0709 N dengan menggunakan indikator merah metil, selanjutnya catat volume titrasi. Hasil yang keluar dari alat adalah nilai perhitungan dengan satuan joule/gram dari kenaikan temperatur, berat sampel, ignition energi 70j, dan koreksi cotton twist 50j. Sedangkan untuk koreksi Na₂CO₃ perlu dilakukan perhitungan lanjutan. 1 kalori = 4,1868 Joule. Koreksi HNO₃ didapat dari hasil titrasi larutan Na₂CO₃ 0,0709 N. 1 ml larutan Na₂CO₃ 0,0709 N ~ 1 kalori, kemudian hitung dengan rumus :

$$\text{Nilai kalor spl} = \left(\frac{\text{Kalori}}{g} \right) = \left(\text{nilai kalor hasil alat} \left(\frac{1}{g} \right) - (\text{koreksi HNO}_3 + \text{Koreksi kalibrasi}) \right) \times \left(\frac{100 - \text{kadar air}}{100} \right) \times \left(\frac{1 \text{ Kalori}}{4186,5} \right)$$

8. Kerapatan

Kerapat jenis (ρ) suatu zat adalah ukuran untuk konsentrasi zat tersebut dan dinyatakan dalam massa persatuan volume. Densitas memiliki pengaruh signifikan karena berbanding lurus dengan laju pembakaran. Semakin padat atau halus briket maka akan semakin lama waktu pembakaran (Darun, N., 2013). Nilai densitas dapat diperoleh dengan rumus di bawah ini :

$$\rho = \left(\frac{m}{V} \right) \text{ Keterangan :}$$

ρ = densitas (gram/cm³)

m = massa biobriket (gram)

V = Volume biobriket (cm³)

3. Hasil dan Pembahasan

Nilai Kadar Karbon Terikat

Karbon terikat menunjukkan jumlah arang yang tersisa setelah tahap devolatilisasi yaitu tahap pembakaran biomassa hingga semua komponen volatil teruapkan. Karbon terikat merupakan persentase karbon yang tersisa dari pembakaran arang (Kurniawan, 2008). Untuk nilai kadar karbon terikat dapat dilihat pada Tabel 1 sebagai berikut.

Tabel 1. Nilai Kadar Karbon Terikat

No	Sampel	Kadar Karbon Terikat (%)
1	A	45,10
2	B	42,66
3	C	39,63

Kadar karbon terikat merupakan indikator penting dalam menilai kualitas briket arang. Karbon terikat menunjukkan jumlah arang yang tersisa setelah proses devolatilisasi, di mana semua komponen volatil telah teruapkan (Kurniawan, 2008). Hasil pengujian kadar karbon terikat pada briket arang tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 1. Nilai kadar karbon terikat tertinggi diperoleh pada sampel A dengan 45.10%, sedangkan sampel C menunjukkan kadar terendah yaitu 39.63%. Menurut Ristianingsih et al. (2015), arang yang baik harus memiliki kadar karbon terikat yang

tinggi, karena karbon tersebut berfungsi sebagai bahan bakar yang bereaksi dengan oksigen untuk menghasilkan energi panas. Namun, standar SNI untuk kadar karbon terikat adalah 77%, yang menunjukkan bahwa briket yang dihasilkan dalam penelitian ini belum memenuhi standar tersebut (Arni et al., 2014).

Nilai Kalor

Nilai kalor menunjukkan jumlah energi yang dilepaskan dari proses pembakaran bahan bakar, dan jumlah panas yang dihasilkan dari pembakaran ditunjukkan dengan nilai kalor. Nilai briket tempurung kelapa ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai Kalor

No	Sampel	Kadar Karbon Terikat (%)
1	A	4551,58
2	B	4636,90
3	C	4372,77

Nilai kalor adalah ukuran jumlah energi yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar. Tabel 2 menunjukkan nilai kalor dari briket tempurung kelapa yang diuji. Sampel B menunjukkan nilai kalor tertinggi sebesar 4636.90 cal/g. Penambahan perekat seperti tapioka dapat mempengaruhi nilai kalor, dimana semakin banyak perekat yang ditambahkan, maka semakin banyak air yang digunakan, yang pada gilirannya dapat mengurangi nilai kalor. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian ini, di mana peningkatan konsentrasi perekat tapioka berimbas pada penurunan nilai kalor briket. Oleh karena itu, penting untuk mencari keseimbangan antara jumlah perekat dan nilai kalor yang dihasilkan. Nilai kerapatan briket tempurung kelapa ditunjukkan pada Tabel 3.

Kerapatan Briket

Kerapatan ditunjukkan dari perhitungan antara massa atau berat dengan volume briket. Ukuran dari serbuk arang mempengaruhi terhadap nilai kerapatan briket, semakin besar ukuran serbuk arang briket tersebut maka akan menghasilkan nilai kerapatan briket yang semakin rendah. Menurut Masturin (2002) yang mengatakan bahwa ukuran arang serbuk kayu yang cenderung lebih halus dan seragam mengakibatkan ikatan antar partikel arangnya lebih maksimal dibandingkan dengan arang limbah sabetan kayu yang cenderung lebih kasar.

Tabel 3. Kerapatan Briket

No	Sampel	Kadar Karbon Terikat (%)
1	A	0,546
2	B	0,572
3	C	0,566

Kerapatan briket diukur dengan membandingkan massa dan volume briket yang dihasilkan. Kerapatan yang baik menunjukkan kualitas briket yang tinggi, di mana ukuran

serbuk arang berpengaruh terhadap kerapatan briket. Tabel 3 menunjukkan bahwa sampel B memiliki kerapatan tertinggi yaitu 0.572 g/cm^3 , sedangkan sampel A memiliki kerapatan terendah 0.546 g/cm^3 . Menurut Masturin (2002), ukuran serbuk arang yang lebih halus dan seragam dapat menghasilkan ikatan antar partikel yang lebih maksimal, sehingga meningkatkan kerapatan briket. Penelitian ini menunjukkan bahwa briket tempurung kelapa yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI untuk kerapatan briket, yang ditetapkan pada 0.44 g/cm^3 .

4. Kesimpulan

Briket arang berbasis limbah tempurung kelapa berpotensi dikembangkan sebagai alternatif energi terbarukan yang ramah lingkungan serta mendukung upaya pemanfaatan limbah biomassa. Berdasarkan hasil pengujian terhadap karakteristik mutu yang meliputi kadar karbon terikat, nilai kalor, dan kerapatan, diperoleh bahwa :

1. Nilai karbon terikat tertinggi terdapat pada sampel A (45,10%), namun nilai ini belum memenuhi standar SNI sebesar 77%, sehingga diperlukan optimasi proses karbonisasi maupun formulasi bahan perekat.
2. Nilai kalor tertinggi terdapat pada sampel B (4636,90 cal/g) yang menunjukkan kualitas energi yang kompetitif sebagai sumber bahan bakar padat biomassa, meskipun pengaruh kadar air dan komposisi perekat masih perlu diturunkan dan distabilkan.
3. Nilai kerapatan tertinggi diperoleh pada sampel B (0.572 g/cm^3) dan seluruh sampel telah memenuhi standar SNI ($\geq 0.44 \text{ g/cm}^3$), sehingga menunjukkan kualitas kekompakan dan durabilitas fisik yang baik selama pembakaran.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan ini disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat LPPM Universitas Siliwang yang telah mendanai penelitian ini serta pihak-pihak lain yang berjasa dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan naskah artikel ini.

5. Daftar Pustaka

- Arni, A., Labania, H. M., & Nismayanti, A. (2014). Studi uji karakteristik fisis briket bioarang sebagai sumber energi alternatif. *Natural Science: Journal of Science and Technology*, 3(1).
<https://download.garuda.kemdikbud.go.id/article.php?article=1324890&title=STUDI%20UJI%20KARAKTERISTIK%20FISIS%20BRIKET%20BIOARAN>
G

- Becker, A., dkk. (2016). Productivity potential and coconut waste quality for biorefining. *Agronomy Science and Biotechnology*, 2(1), 11–20. <https://doi.org/10.33158/ASB.2016v2i1p11>
- Bradley, W. L., & Conroy, S. (2019). Using agricultural waste to create more environmentally friendly and affordable products and help poor coconut farmers. In *E3S Web of Conferences*, 130, 01034. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201913001034>.
- Caturwati, dkk. (2023). Pengaruh temperatur dan waktu pirolisis terhadap nilai kalor briket tempurung kelapa sawit. *Teknika: Jurnal Sains dan Teknologi*. “DOI: <http://dx.doi.org/10.36055/tjst.v10i2.6677>”
- Government of Indonesia. (2014). Peraturan Pemerintah No. 79 Tahun 2014 tentang Kebijakan Energi Nasional. Jakarta: ESDM. Retrieved from <https://jdih.esdm.go.id/peraturan/PP%20No.%2079%20Thn%202014.pdf>
- International Renewable Energy Agency. (2015). Biomass for Heat and Power: IEA-ETSAP & IRENA Technology Brief E05. Retrieved from <https://www.irena.org>
- Kanada, N. T., Mizuno, S., Cherdkeattikul, S., & Ida, T. (2021). Estimation of maximum bio-coke compressive strength based on chemical composition. *Mechanical Engineering Journal*, 8(1), 1–9. DOI: 10.1299/mej.20-00391
- Khairani Dalimunthe Rani, Y., Sulistyanto, D., Irham, S., Madani, T., & Rizky, T. A. (2024). Analisis densitas dan laju pembakaran briket berdasarkan komposisi kulit kacang tanah dan tempurung kelapa. *INTAN: Jurnal Penelitian Tambang*. <https://doi.org/10.56139/intan.v6i1.170>.
- Mizuno, S., Ida, T., Fuchihata, M., & Namba, K. (2016). Effect of specimen size on ultimate compressive strength of bio-coke produced from green tea grounds. *Mechanical Engineering Journal*, 3(1), 1–8. DOI: 10.1299/mej.15-00441
- Nurhilal, dkk. (2024). Pengaruh komposisi sabut dan tempurung kelapa terhadap nilai kalor biobriket dengan perekat molase. *Jurnal Ilmu & Inovasi Fisika (JIIF)*.
- Pangga, D., Ahzan, S., Habibi, H., Wijaya, A. H. P., & Utami, L. S. (2021). Analisis nilai kalor dan laju pembakaran briket tongkol jagung sebagai sumber energi alternatif. *ORBITA: Jurnal Pendidikan dan Ilmu Fisika*, 7(2), 382. <https://doi.org/10.31764/orbita.v7i2.5552>
- Pranoto, B., Pandin, M., Fithri, S. R., & Nasution, S. (2013). Peta potensi limbah biomassa pertanian dan kehutanan sebagai basis data pengembangan energi terbarukan. *Ketenagalistrikan dan Energi Terbarukan*, 12(2), 123–130.
- Rahmat, B. (2021). Rancang bangun pencetak briket (Hak Kekayaan Intelektual / HKI).

- Rahmat, B., & Suharjadinata, S. (2022). Design of coconut fruit-coat charcoal briquette presser and its product characterization. *International Journal of Science & Technology Research*, 11(1), 44–48.
- Rahmat, B., Hartoyo, T., & Furqon, M. (2023). Charcoal briquette production from coconut (*Cocos nucifera*) waste to provide alternative energy. In *Proceedings of the Jambi International Environmental Engineering & Science Technology Conference*.
- Ristianingsih, Y., Ulfa, A., & Rahmi Syafitri, K. S. (2015). Pengaruh suhu dan konsentrasi perekat terhadap karakteristik briket bioarang berbahan baku tandan kosong kelapa sawit dengan proses pirolisis. *Jurnal Konversi*, 4(2).
- Safitri, A., Sahara, S., & Jumardin. (2024). Kualitas biobriket variasi komposisi tempurung kelapa, kulit kacang tanah, dan tinja sapi sebagai sumber energi alternatif. *Jurnal Fisika dan Terapannya*, 11(2). <https://doi.org/10.24252/jft.v11i2.53708>.
- Setyapraja, L. A., Sururi, M. S., & Rachmawati, V. (2024). Potensi limbah biomassa menjadi karbon aktif sebagai upaya resource recovery. *Jurnal Serambi Engineering*, 9(1), 7795–7800.
- Suryani, E., Farid, M., & Mayub, A. (2019). Implementasi nilai kalor briket campuran kulit durian dan tempurung kelapa dalam pembelajaran suhu & kalor di SMP. *PENDIPA Journal of Science Education*, 3(3), 146–153. <https://doi.org/10.33369/pendipa.3.3.146-153>.
- Qistina, I., Sukandar, D., & Trilaksono, T. (2023). Kajian kualitas briket biomassa dari sekam padi dan tempurung kelapa. *Jurnal Kimia Valensi*, 2(2). <https://doi.org/10.15408/jkv.v2i2.4054>.
- Yuliansyah, A., Rosyid, R., & Suwondo, H. (2023). Pengaruh tekanan dan waktu karbonisasi terhadap kualitas briket arang tempurung kelapa. *Jurnal Energi Terbarukan*, 13(2), 105–112.