



Pengaruh Variasi Persentase Campuran Arang Tempurung Kelapa dengan Batubara dalam Pembuatan Briket Biocoal Terhadap Sifat Fisik dan Laju Pembakaran

The Effect of Varying Percentages of Coconut Shell Charcoal Mixed with coal in Biocoal Briquettes Production on Physical Properties and Combustion Rate

Zana Azalia Maktub^{1*}, Cicih Sugianti¹, Sasongko Aji Wibowo¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: anaazalia@fp.unila.ac.id

Abstract. This study aims to examine the effect of varying percentages of coconut shell charcoal mixed with coal on the physical properties and combustion rate of biocoal briquettes. The briquettes were made with four variations of coconut shell charcoal percentages: 16%, 31.9%, 47.7%, and 63.7%. The results revealed that briquette density tended to decrease with an increasing percentage of coconut shell charcoal, except for the 63.7% mixture, which showed an anomaly with higher density. Mechanical strength, including tensile and compressive strength, decreased as biomass increased due to the weaker mechanical properties of coconut shell charcoal compared to coal. The combustion rate decreased with higher biomass percentages, with longer combustion times for higher biomass content due to the higher calorific value of coconut shell charcoal. Biocoal briquettes demonstrated better combustion efficiency than regular briquettes but were still inferior to super briquettes and pure coal briquettes. This study highlights the potential of biomass-coal mixtures as an alternative, environmentally friendly, and efficient energy source.

Keywords: Biocoal Briquettes, Coal, Coconut Shell Charcoal, Combustion Rate, Density.

1. Pendahuluan

Pemanfaatan energi terbarukan saat ini menjadi perhatian utama dalam upaya mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil yang semakin menipis serta dampak negatif terhadap lingkungan (Ramdani et al., 2019). Salah satu alternatif energi terbarukan yang tengah dikembangkan adalah briket *biocoal*, yaitu bahan bakar padat yang terbuat dari campuran biomasa dan batubara. Briket *biocoal* menawarkan potensi untuk mengurangi emisi gas rumah kaca serta mengoptimalkan penggunaan limbah biomassa yang melimpah, seperti tempurung kelapa (Kumari et al., 2020).

Tempurung kelapa sebagai limbah biomassa memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi, sehingga dapat dijadikan bahan baku potensial untuk pembuatan briket *biocoal*. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa tempurung kelapa memiliki sifat termal yang baik, yang dapat meningkatkan kualitas briket yang dihasilkan, baik dari segi daya bakar maupun kestabilan pembakaran (Suyono et al., 2021). Campuran tempurung kelapa dengan batubara diperkirakan dapat meningkatkan performa briket *biocoal*, karena batubara mengandung lebih banyak energi dibandingkan bahan baku biomassa murni. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui bagaimana proporsi campuran keduanya memengaruhi sifat fisik dan laju pembakaran briket *biocoal* yang dihasilkan.

Namun, meskipun potensi campuran biomassa tempurung kelapa dengan batubara cukup besar, masih terdapat tantangan terkait sifat fisik dan laju pembakaran dari briket *biocoal* yang dihasilkan. Beberapa faktor yang memengaruhi kualitas briket ini antara lain komposisi campuran bahan baku, jenis aditif yang digunakan, serta proses pembuatan briket itu sendiri (Mardiansyah et al., 2022). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh variasi persentase campuran arang tempurung kelapa dengan batubara dalam pembuatan briket *biocoal* terhadap sifat fisik briket, seperti kerapatan, tegangan dan kekuatan tekan, serta laju pembakaran yang berpengaruh pada efisiensi penggunaan briket sebagai sumber energi.

Dengan mengoptimalkan campuran biomassa arang tempurung kelapa dan batubara, diharapkan dapat diperoleh briket *biocoal* yang memiliki kualitas yang baik, efisien dalam pembakaran, ramah lingkungan serta dapat meningkatkan nilai tambah dari limbah biomassa yang ada. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan briket *biocoal* sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

2. Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pencetak batubara yang berbentuk cetakan balok oleh (Ahmad, 2009), tungku briket batubara jenis portabel, termometer 360°C, neraca *ohauss*, timbangan, ember, panci, gelas ukur, palu, batu giling, kompor, sendok pengaduk, kertas label, penggaris, mesin penepung tipe *disc mill* dan saringan (diameter 2 mm). Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah 12 kg batubara, 2 kg arang tempurung kelapa, 2 kg tepung tapioka sebagai bahan dasar pembuat lem, air, minyak tanah dan 2 kg tanah liat dari Natar (Pusat Pembuatan Keramik, Batubara dari PT Bukit Asam).

2.1 Metode Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan 4 perlakuan yaitu dengan 4 taraf persentase arang tempurung kelapa yang berbeda dengan 5x ulangan, seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase antara biomassa, batubara, tapioka dan tanah liat

Jenis Biomassa	Biomassa (%)	Batubara (%)	Tapioka (%)	Tanah Liat (%)
Arang	16,0	75,4	2,2	6,4
	31,9	59,5	2,2	6,4
	47,7	43,7	2,2	6,4
Kelapa	63,7	27,7	2,2	6,4

2.2 Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam beberapa tahap diantaranya tahap pengumpulan alat dan bahan serta penyiapan bahan baku, tahap pembuatan lem, tahap pengecilan ukuran batubara, arang tempurung kelapa dan tanah liat, tahap pencampuran lem, tanah liat, arang tempurung kelapa dan batubara, tahap pencetakan adonan briket *biocoal* dan briket batubara murni, tahap pengeringan briket *biocoal* dan briket batubara murni yang telah dicetak dan yang terakhir tahap pengujian mutu untuk mengetahui sifat fisik briket *biocoal* yang terbagi atas pengujian kerapatan, kekerasan, kekuatan briket *biocoal* dan pengujian lama pembakaran briket *biocoal*.

2.3 Pengamatan

2.3.1 Kerapatan

Untuk menghitung kerapatan (massa jenis) briket *biocoal* digunakan rumus sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

dimana ρ adalah massa jenis (kg/m^3), m adalah massa briket *biocoal* (kg), V adalah volume briket *biocoal* (m^3).

Pengukuran kerapatan bertujuan untuk mengetahui berapa komposisi yang pas untuk mendapatkan briket biocoal yang kekerasannya sesuai dengan kebutuhan.

2.3.2 Kekuatan Briket Biocoal

Beberapa cara yang digunakan untuk mengetahui kekuatan briket *biocoal*:

1. Briket *biocoal* yang telah dicetak, diukur kekuatannya dengan cara menjatuhkan briket *biocoal* dari ketinggian 2 meter ke lantai yang keras (semen keras ataupun besi).
2. Mengukur kemampuan tegangan tarik briket *biocoal* dengan cara menggantungkan beban pada briket *biocoal* (posisi briket *biocoal* horizontal) hingga briket *biocoal* patah. Menghitung tegangan dengan menggunakan rumus:

$$\sigma = \frac{Mc}{I} \quad (2)$$

dimana σ adalah tegangan briket *biocoal* (N/m^2), M adalah moment (Nm), c adalah $0,5 \times$ tinggi briket biocoal (m), I adalah inersia (m^4).

3. Mengukur kekuatan tekan briket *biocoal* dengan cara memberikan beban pada briket *biocoal* pada posisi berdiri yang telah dicetak hingga briket *biocoal* hancur. Tekanan dari pengujian dihitung menggunakan rumus:

$$P = \frac{F}{A} \quad (3)$$

dimana P adalah tekanan (N/m^2), F adalah gaya (N), A adalah luas (m^2).

2.3.3 Pengujian Lama Pembakaran Briket Biocoal, Briket Batubara Murni, Briket Super Dan Briket Biasa

Pengujian ini merupakan tahapan untuk mengetahui kualitas briket *biocoal* yang mudah dinyalakan dalam waktu pembakaran atau pada saat penyalaan awal dan diukur lama pembakarannya dengan dilakukan pencatatan waktu dari awal penghidupan sampai akhir penyalaan briket *biocoal* sampai briket *biocoal* tersebut tidak menyala lagi (mati) atau menjadi abu sehingga dapat diketahui kualitas briket *biocoal* sesuai dengan kebutuhan. Lama pembakaran briket *biocoal* nantinya dibandingkan dengan lama pembakaran briket batubara murni, briket super dan briket biasa.

2.4 Analisis Data

Data hasil percobaan dan pengamatan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik serta dianalisis dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Kemudian analisis dilanjutkan dengan uji BNT. Pengujian dilakukan pada taraf nyata 1% dan 5%.

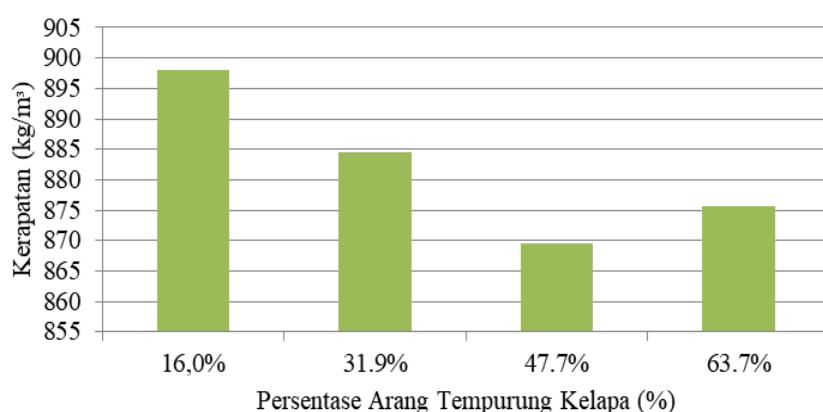
3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian mutu dan pengujian pembakaran dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi persentase campuran arang tempurung kelapa terhadap sifat fisik dan nyala briket *biocoal*, lama penyalaan hingga menjadi abu dan mengukur suhu mulai dari pembakaran, suhu mencapai 180°C dan suhu sampai habis menjadi abu, kemudian membandingkannya dengan briket karbonisasi (super) dan non karbonisasi (biasa) produksi PT Batubara Bukit Asam serta briket batubara murni (tanpa campuran biomassa).

3.1 Pengaruh Variasi Persentase Campuran Arang Tempurung Kelapa terhadap Sifat Fisik Briket Biocoal

3.1.1 Kerapatan Briket Biocoal

Kerapatan merupakan salah satu sifat fisik yang penting dalam penilaian kualitas briket *biocoal*. Dalam penelitian ini, kerapatan briket *biocoal* diuji dengan berbagai variasi persentase campuran arang tempurung kelapa, yaitu 16%, 31,9%, 47,7%, dan 63,7%. Hasil pengukuran kerapatan ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerapatan briket *biocoal*

Berdasarkan hasil penelitian, briket *biocoal* dengan persentase arang tempurung kelapa sebesar 16% memiliki kerapatan tertinggi, yaitu 897,99 kg/m³, sementara kerapatan terendah ditemukan pada campuran 47,7% sebesar 869,52 kg/m³. Hal ini menunjukkan bahwa semakin

tinggi persentase arang tempurung kelapa, kerapatan briket cenderung menurun. Penurunan ini terjadi karena arang tempurung kelapa memiliki struktur yang lebih berpori dibandingkan batubara.

Namun, pada campuran 63,7%, kerapatan tercatat lebih tinggi dibandingkan campuran 47,7%, yaitu sebesar $875,67 \text{ kg/m}^3$. Penyimpangan ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain:

1. Variasi dalam Proses Pembuatan Briket

Tekanan cetakan yang tidak seragam saat proses pembuatan briket dapat menyebabkan perbedaan kerapatan. Tekanan yang lebih tinggi pada campuran 63,7% dapat meningkatkan nilai kerapatan meskipun persentase biomassa lebih besar.

2. Kondisi Bahan Campuran

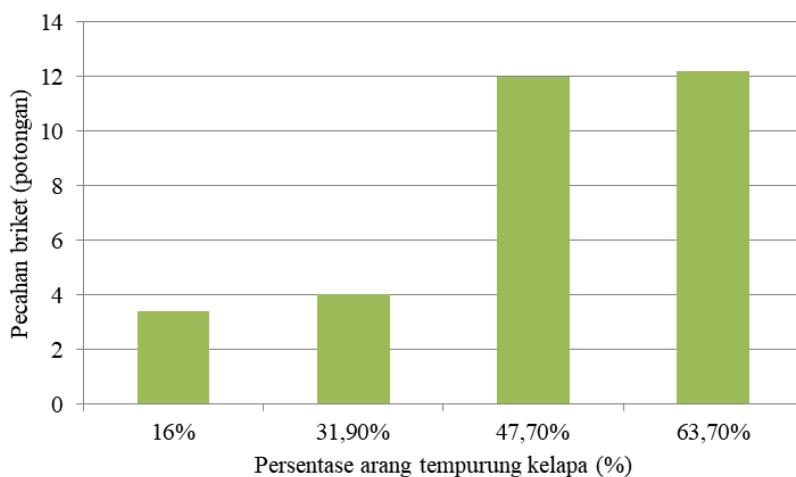
Perbedaan kadar air atau distribusi partikel dalam campuran dapat memengaruhi hasil kerapatan. Biomassa dengan kadar air lebih rendah cenderung menghasilkan briket yang lebih rapat.

Menurut Demirbas (2004), kerapatan briket cenderung menurun dengan meningkatnya persentase arang tempurung kelapa karena densitas biomassa lebih rendah dibandingkan batubara. Biomassa bersifat lebih *porous*/berpori, sehingga konsentrasi arang tempurung kelapa yang lebih tinggi akan mengurangi kerapatan briket. Oleh karena itu, anomali pada campuran 63,7% perlu dicermati lebih lanjut dengan memastikan proses produksi dilakukan secara seragam untuk meminimalkan variabilitas data.

3.1.2 Kekuatan Briket Biocoal

Kekuatan briket diuji melalui tiga metode, yaitu:

1. Uji kekuatan briket biocoal dengan cara menjatuhkan briket biocoal dari ketinggian 2 meter dan menghitung jumlah pecahannya
- Uji ini dilakukan dengan menjatuhkan briket dari ketinggian 2 meter dan menghitung jumlah pecahan. Hasil pengujian ditampilkan pada Gambar 2.

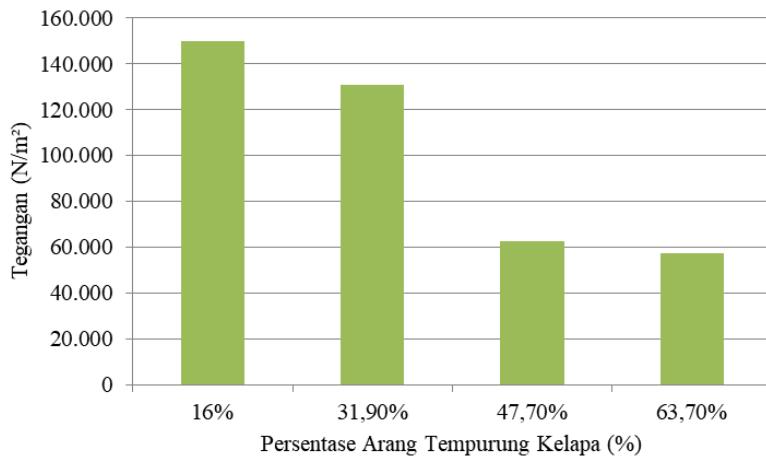


Gambar 2. Pecahan/potongan briket

Hasil ini menunjukkan bahwa briket dengan persentase arang tempurung kelapa lebih tinggi cenderung lebih rapuh. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat mekanik arang tempurung kelapa yang lebih lemah dibandingkan batubara.

2. Uji kekuatan briket *biocoal* dengan cara menggantungkan beban pada briket biocoal hingga briket patah dan menghitung tegangannya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh persentase arang tempurung kelapa terhadap tegangan briket *biocoal*. Pengujian ini dilakukan dengan cara menggantungkan beban pada briket *biocoal* (posisi briket *biocoal* horizontal) hingga briket *biocoal* patah kemudian ditimbang massanya dan dihitung tegangannya. Perbandingan nilai tegangan dapat dilihat pada Gambar 3.

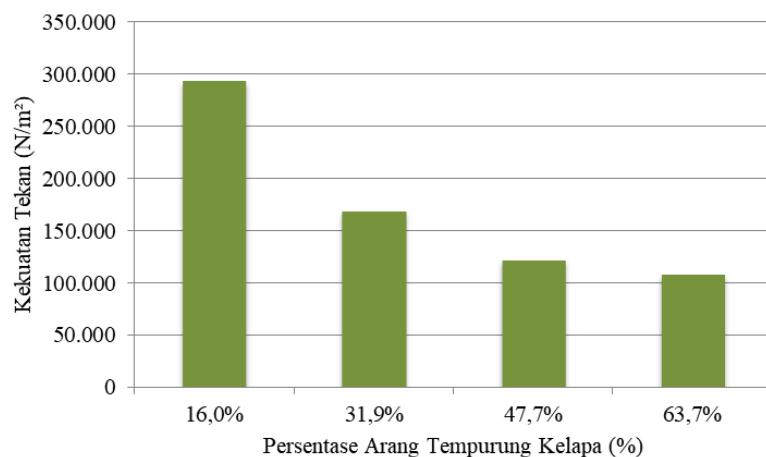


Gambar 3. Perbandingan nilai tegangan

Berdasarkan hasil penelitian, briket *biocoal* dengan persentase campuran arang tempurung kelapa 16% memiliki nilai tegangan tertinggi yaitu sebesar 149.732,16 N/m², sedangkan nilai tegangan terendah terdapat pada briket *biocoal* dengan persentase campuran arang tempurung kelapa 63,7% yaitu sebesar 57.327,63 N/m². Berdasarkan hasil tersebut, dapat dikatakan bahwa semakin tinggi persentase arang tempurung kelapa, maka tegangan pada briket akan berkurang. Hal ini dapat berarti bahwa semakin tinggi persentase arang tempurung kelapa maka kekuatan briket pun semakin menurun. Menurut Banzon (1980), penurunan kekuatan ini disebabkan oleh sifat mekanik arang tempurung kelapa yang lebih lemah dibandingkan batubara.

- Uji kekuatan briket *biocoal* dengan cara memberikan beban pada briket *biocoal* hingga briket hancur dan menghitung kekuatan tekannya

Pengukuran kekuatan tekan briket *biocoal* dilakukan dengan cara memberikan beban pada briket *biocoal* dengan posisi berdiri hingga briket *biocoal* hancur. Perbandingan nilai kekuatan tekan ditampilkan pada Gambar 4.

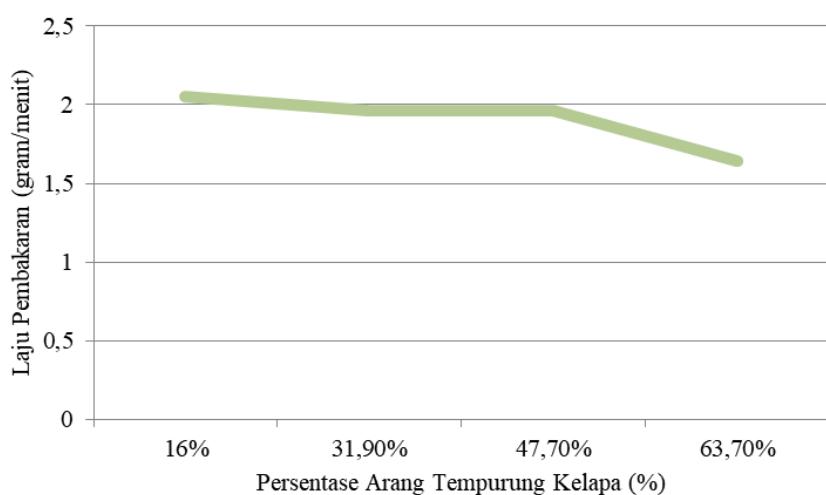


Gambar 4. Perbandingan nilai kekuatan tekan

Berdasarkan Gambar 4 dapat diketahui bahwa kekuatan briket *biocoal* dengan variasi campuran arang tempurung kelapa memiliki tingkat kekuatan yang berbeda. Dimana kekuatan tekan semakin menurun dengan semakin tingginya persentase arang tempurung kelapa. Penurunan kekuatan ini dapat disebabkan oleh penurunan densitas material akibat peningkatan campuran arang tempurung kelapa. Namun, kekuatan briket *biocoal* tidak memberikan pengaruh langsung terhadap laju pembakaran briket, kekuatan briket lebih berkaitan dengan penanganan selama distribusi dan penyimpanan (Banzon, 1980).

3.2 Pengaruh Variasi Campuran Arang Tempurung Kelapa terhadap Laju Pembakaran Briket *Biocoal*

Laju pembakaran diuji untuk mengetahui waktu yang diperlukan briket *biocoal* hingga habis menjadi abu. Berdasarkan hasil penelitian, variasi persentase campuran arang tempurung kelapa memiliki pengaruh terhadap laju pembakaran briket *biocoal* yang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik laju pembakaran

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa semakin tinggi persentase campuran arang tempurung kelapa maka laju pembakaran semakin rendah atau dengan kata lain semakin tinggi persentase campuran arang tempurung kelapa maka semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk pembakaran briket hingga habis menjadi abu. Hal ini dikarenakan nilai kalor arang tempurung kelapa lebih besar bila dibandingkan dengan nilai kalor batu bara. Menurut Banzon (1980), semakin besar nilai kalor maka kecepatan pembakaran semakin lambat. Adapun nilai kalor arang tempurung kelapa adalah 7200 kkal/kg. Penelitian lain (Sun et al., 2023) juga mendukung bahwa biomassa dengan nilai kalor tinggi menghasilkan pembakaran lebih lambat dibandingkan material dengan nilai kalor rendah.

3.3 Perbandingan Laju Pembakaran Briket *Biocoal* dengan Briket Batubara Lainnya

Berdasarkan hasil penelitian didapat urutan laju pembakaran briket batubara dan briket *biocoal* dari yang paling cepat hingga laju pembakaran paling lambat yaitu briket super, briket batubara murni, briket *biocoal* (16%, 31,9%, 47,7%, 63,7%) dan briket biasa. Briket *biocoal* memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan briket biasa namun masih di bawah briket super dan briket batubara murni. Faktor seperti nilai kalor dan kerapatan menjadi penyebab utama perbedaan ini. Briket *biocoal* menawarkan alternatif yang lebih ramah lingkungan dengan efisiensi pembakaran yang kompetitif.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Kerapatan briket *biocoal* cenderung menurun dengan meningkatnya persentase arang tempurung kelapa, kecuali pada campuran 63,7% yang mengalami kenaikan anomali. Hal ini menunjukkan bahwa campuran biomassa memengaruhi struktur fisik briket, dengan densitas arang tempurung kelapa yang lebih rendah dibandingkan batubara.
2. Kekuatan mekanik (uji jatuh, tegangan, dan tekan) menurun seiring dengan peningkatan persentase arang tempurung kelapa. Hal ini disebabkan oleh sifat mekanik biomassa yang lebih rapuh dibandingkan batubara.
3. Laju pembakaran menurun dengan meningkatnya persentase arang tempurung kelapa. Briket dengan persentase biomassa yang lebih tinggi membutuhkan waktu pembakaran lebih lama, dikarenakan nilai kalor arang tempurung kelapa yang lebih besar dibandingkan batubara.
4. Briket *biocoal* memiliki kinerja lebih baik dibandingkan briket biasa dalam hal efisiensi pembakaran, tetapi masih berada di bawah briket super dan batubara murni. Faktor seperti nilai kalor dan kerapatan menjadi penentu utama kualitas pembakaran.

4.2 Saran

Saran yang dapat diberikan oleh penulis adalah sebagai berikut:

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan komposisi campuran biomassa arang tempurung kelapa dan batubara yang menghasilkan briket dengan keseimbangan optimal antara kekuatan mekanik dan efisiensi pembakaran.
2. Penggunaan metode produksi yang lebih konsisten, terutama pada tahap pencetakan dan pengeringan, untuk memastikan kerapatan dan kekuatan briket seragam.
3. Diperlukan penelitian dengan menggunakan biomassa lainnya untuk menghasilkan briket *biocoal* yang memiliki sifat fisik yang lebih baik tanpa mengurangi efisiensi pembakaran briket.

Daftar Pustaka

- Ahmad, P. 2009. *Rancang Bangun dan Uji Coba Alat Pencetak Briket Batu Bara Skala Lab*. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Banzon, J. A. 1980. *Energy Utilization in Biomass*. New York: Springer.
- Demirbas, A. 2004. *Combustion Characteristics of Different Biomass Fuels*. *Progress in Energy and Combustion Science*, 30(2), 219–230.
- Jenkins, B. M., Baxter, L. L., Miles, T. R., & Miles, T. R. 1998. *Combustion Properties of Biomass*. *Biomass and Bioenergy*, 14(4), 287–295.
- Kumari, R., Gupta, A., & Sharma, A. K. 2020. *Potential of Biomass for Sustainable Energy Production*. *Energy Reports*, 6, 347–356.
- Mardiansyah, A., Nurhasanah, & Yunianti, R. 2022. *Improving the Quality of Biomass Briquettes with Additives*. *Journal of Renewable Energy Research*, 10(3), 123–131.
- PT Batubara Bukit Asam. 2024. *Data Produk Briket Batubara*. Palembang: PTBA Press.
- Suyono, T., Prasetyo, D., & Handoko, A. 2021. *Thermal Properties of Coconut Shell Charcoal Briquettes*. *International Journal of Energy Research*, 45(8), 1124–1135.
- Sun, W., Zhang, Y., & Liu, H. 2023. *Biomass and Coal Combustion Characteristics*. *Energy Reports*, 15(2), 345–356.