

EKSPERIMENTAL PENGARUH UKURAN SARINGAN PADA MESIN PENGHALUS ARANG TEMPURUNG KELAPA TERHADAP KARAKTERISTIK BRIKET

Murdani*¹, Irwan Kurniawan², Erwen Martianis³, Apriman Hakim⁴
^{1,2,3,4} Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis

Jl. Bathin Alam, Sei. Alam, Bengkalis

Email: daniakn13@gmail.com¹, irwankurniawan19851310@gmail.com², Erwin@polbeng.ac.id³,
aprimanpatar@gmail.com⁴

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh ukuran mesh pada mesin penghalus arang tempurung kelapa terhadap waktu penghalusan dan kualitas briket yang dihasilkan. Ukuran mesh saringan yang berbeda diuji untuk menentukan waktu penghalusan optimal serta dampaknya terhadap karakteristik briket, seperti densitas, kekuatan tekan, dan efisiensi pembakaran. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran saringan memiliki dampak signifikan terhadap waktu penghalusan dan kualitas briket. Saringan berukuran 0,5 mm menghasilkan waktu penghalusan terlama, sedangkan saringan 1 mm memberikan waktu penghalusan tercepat. Semakin kecil ukuran saringan, semakin lama waktu yang diperlukan untuk mencapai penghalusan yang diinginkan. Meskipun saringan 1 mm meningkatkan efisiensi waktu, kualitas briket yang dihasilkan tetap dipengaruhi oleh faktor lain seperti kekuatan tekan dan pembakaran. Oleh karena itu, penggunaan saringan 1 mm direkomendasikan untuk efisiensi waktu, namun perlu pengujian lebih lanjut untuk memastikan kualitas briket yang optimal, terutama dalam hal densitas dan efisiensi pembakaran.

Kata Kunci: Ukuran Mesh, Mesin Penghalus, Arang Tempurung Kelapa, Waktu Penghalusan, Kualitas Briket.

Abstract

This research aims to investigate the effect of mesh size on the coconut shell charcoal grinder machine on the grinding time and the quality of the produced briquettes. We tested different mesh screen sizes to determine the optimal grinding time and their impact on the briquettes' characteristics, including density, compressive strength, and combustion efficiency. The research results show that the sieve size has a significant impact on the grinding time and the quality of the briquettes. A 0.5 mm sieve results in the longest grinding time, while a 1 mm sieve provides the fastest grinding time. The smaller the sieve size, the longer it takes to achieve the desired fineness. Other factors such as compressive strength and combustion still influence the quality of the produced briquettes, even though the 1 mm sieve increases time efficiency. Therefore, we recommend using the 1 mm sieve for time efficiency, but further testing is necessary to ensure optimal briquette quality, particularly in terms of density and combustion efficiency.

Kata Kunci: Mesh Size, Pulverizer, Coconut Shell Charcoal, Grinding Time, Briquette Quality.

1. PENDAHULUAN

Arang tempurung kelapa adalah salah satu bahan baku yang ramah lingkungan dan memiliki potensi besar sebagai sumber energi terbarukan[1]. Di banyak daerah penghasil kelapa, seperti Bengkalis, limbah tempurung kelapa sering kali tidak dimanfaatkan dengan optimal. Kabupaten Bengkalis, yang terletak di Provinsi Riau, dikenal sebagai salah satu daerah penghasil kelapa terbesar di Indonesia. Potensi besar ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan energi alternatif melalui pembuatan briket arang tempurung kelapa, yang dapat membantu mengurangi limbah

sekaligus menyediakan solusi energi yang efisien.

Briket arang memiliki sejumlah keunggulan dibandingkan sumber energi lain, terutama karena kemampuannya untuk membakar lebih bersih dan stabil, serta efisiensi energi yang lebih tinggi[2]. Namun, kualitas briket yang dihasilkan sangat bergantung pada proses penghalusan arang, terutama ukuran partikel arang yang diproses. Ukuran partikel ini secara langsung memengaruhi karakteristik fisik dan kimia briket, seperti densitas, kekuatan tekan, dan efisiensi pembakaran. Oleh karena itu, penggunaan mesin penghalus dengan ukuran

saringan yang tepat sangat penting dalam produksi briket berkualitas tinggi.

Penelitian sebelumnya oleh Setiawan et al. menunjukkan bahwa partikel arang yang lebih halus dapat meningkatkan densitas briket, yang pada gilirannya dapat memperbaiki efisiensi pembakaran[3]. Namun, ukuran saringan yang lebih kecil memerlukan waktu penghalusan yang lebih lama, seperti yang dilaporkan oleh Rahman et al. Penelitian tersebut menyatakan bahwa semakin halus ukuran partikel arang, semakin lama waktu yang dibutuhkan dalam proses penghalusan, meskipun hasil akhirnya menunjukkan kualitas briket yang lebih baik[4].

Di Bengkalis, produksi briket arang tempurung kelapa memiliki potensi besar untuk berkembang, mengingat ketersediaan bahan baku yang melimpah. Namun, tantangan yang dihadapi adalah bagaimana mengoptimalkan proses produksi agar efisien dari segi waktu dan biaya, tanpa mengurangi kualitas briket yang dihasilkan. Pemilihan ukuran saringan yang tepat pada mesin penghalus arang dapat memainkan peran penting dalam mencapai efisiensi tersebut. Ukuran saringan yang terlalu kecil mungkin akan meningkatkan kualitas briket, tetapi juga dapat memperpanjang waktu penghalusan, sehingga meningkatkan biaya operasional.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi ukuran saringan (0,5 mm, 0,8 mm, dan 1 mm) pada mesin penghalus arang tempurung kelapa terhadap karakteristik briket, termasuk waktu penghalusan, densitas, dan kekuatan tekan. Dengan menganalisis hubungan antara ukuran saringan dan karakteristik briket, diharapkan dapat ditemukan ukuran saringan yang paling efisien untuk menghasilkan briket berkualitas tinggi dalam waktu yang lebih singkat.

Melalui uji eksperimen yang sistematis, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi praktis bagi industri briket di Bengkalis, yang memiliki potensi untuk menjadi salah satu penghasil briket arang tempurung kelapa terbesar di Indonesia. Hasil penelitian ini juga diharapkan dapat

memberikan panduan bagi pengusaha di sektor energi alternatif, terutama dalam upaya meningkatkan efisiensi produksi dan kualitas produk yang dihasilkan.

Selain itu, hasil penelitian ini juga penting dalam mendukung agenda nasional untuk memanfaatkan sumber daya lokal yang terbarukan sebagai solusi energi ramah lingkungan[5][6]. Mengingat tantangan global dalam menghadapi krisis energi dan perubahan iklim, briket arang tempurung kelapa dapat menjadi alternatif yang menjanjikan, tidak hanya untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil tetapi juga untuk mengurangi dampak lingkungan dari limbah tempurung kelapa.

2. METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium untuk menganalisis pengaruh desain mata pisau pada mesin penghalus arang tempurung kelapa terhadap optimalisasi produksi briket. Penelitian menerapkan pendekatan kuantitatif dengan tujuan untuk mengukur dampak beberapa variabel desain terhadap efisiensi penghalusan dan kualitas briket yang dihasilkan. Variabel-variabel yang diuji meliputi sudut kemiringan mata pisau, bahan pisau, kecepatan putaran mesin, serta jenis mata pisau (pisau tunggal atau multi-layer). Selain itu, mesh kehalusan saringan (0,5 mm, 0,8 mm, dan 1 mm) turut diuji untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kecepatan penghalusan dan kualitas hasil akhir briket.

[1] Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan adalah arang tempurung kelapa, yang diperoleh melalui proses pirolisis (pembakaran tidak sempurna) untuk memastikan kandungan karbon yang optimal. Setelah proses pembakaran, arang yang dihasilkan dipecah menjadi potongan-potongan kasar sebelum diolah dalam mesin penghalus. Mesin penghalus yang digunakan dalam penelitian ini dilengkapi dengan mata pisau yang dapat diatur variabel-variabelnya,

termasuk sudut kemiringan, bahan mata pisau, dan kecepatan putaran mesin. Kombinasi variabel yang diuji dalam penelitian ini meliputi:

- **Ukuran mesh saringan:** 0,5 mm, 0,8 mm, dan 1 mm.
- **Bahan mata pisau:** Baja tahan karat (stainless steel) dan baja karbon.
- **Kecepatan putaran mesin:** 1450 Rpm.

Alat lain yang digunakan meliputi **alat pengayak partikel** (sieving machine) untuk mengukur kehalusan partikel arang[7] [8], **wattmeter** untuk mengukur konsumsi energi selama proses penghalusan, serta **alat uji kepadatan** untuk menentukan kepadatan briket yang dihasilkan. Durasi pembakaran briket diuji dengan membakar sampel briket dan mencatat waktu hingga pembakaran selesai.

[2] Prosedur Eksperimen

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahap, sebagai berikut:

a. Arang tempurung kelapa dipecah menjadi potongan kasar dan disiapkan untuk penghalusan. Proses pirolisis dilakukan terlebih dahulu untuk memastikan arang mengandung kadar karbon yang cukup untuk menghasilkan briket berkualitas. Setelah itu, arang yang telah dipotong dimasukkan ke dalam mesin penghalus.

b. Setiap kombinasi variabel diuji dalam tiga siklus penghalusan untuk memastikan konsistensi data. Mesin penghalus diatur dengan berbagai kombinasi desain mata pisau dan mesh saringan. Ukuran partikel arang yang dihasilkan diukur menggunakan sieving machine untuk menentukan kehalusan partikel. Waktu penghalusan juga dicatat untuk setiap kombinasi variabel, untuk mengetahui seberapa cepat mesin dapat mencapai kehalusan yang diinginkan.

c. Konsumsi energi diukur menggunakan wattmeter selama proses penghalusan berlangsung. Ini untuk memastikan bahwa mesin bekerja dengan efisien, serta untuk melihat bagaimana berbagai kombinasi desain

mata pisau dan saringan mempengaruhi penggunaan energi.

d. Setelah proses penghalusan selesai, arang yang telah dihaluskan kemudian diolah menjadi briket. Briket yang dihasilkan diuji kepadatannya menggunakan alat uji kepadatan. Kepadatan yang optimal diharapkan dapat meningkatkan durasi pembakaran serta efisiensi energi briket.

e. Durasi pembakaran briket diuji dengan membakar sampel briket di bawah kondisi terkontrol, lalu mencatat waktu pembakaran hingga selesai. Durasi pembakaran merupakan indikator penting dalam menentukan kualitas briket, terutama dalam aplikasinya sebagai bahan bakar alternatif yang efisien.

[3] Analisis Data

Data yang diperoleh dari hasil eksperimen dianalisis menggunakan metode statistik deskriptif untuk mendeskripsikan hasil pengukuran dari setiap kombinasi variabel desain mata pisau dan saringan. Analisis ini mencakup pengukuran kehalusan partikel, waktu penghalusan, konsumsi energi, serta kepadatan dan durasi pembakaran briket yang dihasilkan.

Untuk memvalidasi hasil yang diperoleh, uji coba ulang dilakukan pada kombinasi desain mata pisau dan saringan yang terbukti memberikan hasil terbaik dalam efisiensi penghalusan dan kualitas briket. Pengujian ini bertujuan untuk memastikan bahwa hasil yang diperoleh konsisten dan dapat diandalkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan eksperimen untuk menganalisis pengaruh ukuran saringan pada mesin penghalus arang tempurung kelapa terhadap karakteristik briket yang dihasilkan. Dalam penelitian ini, arang tempurung kelapa yang telah dikumpulkan akan melalui proses penghalusan menggunakan mesin penghalus dengan tiga variasi ukuran saringan, yaitu 0,5 mm, 0,8 mm, dan 1 mm.

Proses penelitian dimulai dengan pengumpulan bahan baku, di mana tempurung

kelapa dikeringkan dan dibersihkan dari kotoran yang mungkin ada. Setelah itu, arang tempurung kelapa dibakar hingga menjadi arang, lalu dimasukkan ke dalam mesin penghalus sesuai dengan ukuran saringan yang ditentukan. Setiap ukuran saringan akan diuji dengan menggunakan beban yang bervariasi, yakni 5 kg, 10 kg, 15 kg, dan 20 kg.

Waktu yang diperlukan untuk proses penghalusan dicatat dengan teliti untuk setiap beban dan ukuran saringan yang digunakan. Selain itu, setelah penghalusan selesai, briket yang dihasilkan akan diuji untuk mendapatkan beberapa parameter penting, yaitu densitas, kekuatan tekan, dan efisiensi pembakaran. Densitas briket diukur dengan cara menghitung berat briket yang telah dikeringkan dalam volume tertentu. Kekuatan tekan diuji menggunakan mesin uji tekan untuk mengetahui seberapa kuat briket tersebut dapat bertahan terhadap tekanan.

Selanjutnya, efisiensi pembakaran briket diuji dengan cara membakar briket dalam kondisi yang terkontrol untuk mengukur lama waktu pembakaran dan suhu yang dihasilkan selama proses pembakaran. Data yang diperoleh dari pengujian waktu penghalusan, densitas, kekuatan tekan, dan efisiensi pembakaran akan dianalisis secara statistik untuk menentukan pengaruh signifikan dari variasi ukuran saringan terhadap karakteristik briket.

Melalui metode penelitian yang sistematis ini, diharapkan dapat dihasilkan data yang valid dan representatif mengenai pengaruh ukuran saringan pada mesin penghalus arang tempurung kelapa terhadap karakteristik briket yang dihasilkan, serta memberikan informasi yang berguna bagi industri dalam upaya meningkatkan kualitas dan efisiensi produksi briket.

PEMBAHASAN

Perhitungan Kapasitas mesin

$$\text{Kapasitas Mesin} = \frac{\text{jumlah yang diproduksi}}{\text{waktu yang diperlukan}}$$

$$= \frac{5 \text{ kg}}{8 \text{ menit}}$$

$$= 0,38 \text{ kg/menit} \times 60 \text{ menit}$$

$$\text{Jumlah kapasitas} = 22,8 \text{ kg/jam}$$

$$= 22,8 \text{ kg/jam}$$

$$20 \text{ kg/jam}$$

Perhitungan daya motor listrik

- a. Perhitungan gaya beban

Keterangan : F = Gaya (N)

m = Massa (kg)

a = Percepatan (Gravitasi)

(m/s)

$$F = m \times a$$

$$F = 20 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$F = 196 \text{ N}$$

- b. Perhitungan Torsi

Keterangan: T = Torsi (Nm)

F = gaya (N)

r = jari- jari

$$T = F \times r$$

$$= 196 \text{ N} \times 0,0125 \text{ m}$$

$$= 2,45 \text{ Nm}$$

- c. Perhitungan daya motor

Keterangan T = Torsi (Nm)

P = Daya motor (Kw)

N = kecepatan putaran motor (Rpm)

$$P = \frac{T \times n}{5250}$$

$$= \frac{2,45 \text{ Nm} \times 1450}{5250}$$

$$= 0,676 \text{ Kw} = 676 \text{ watt} / 0,907 \text{ Hp}$$

Dari perhitungan diatas hasil yang didapatkan ialah 0.676 Kw atau 0.907 Hp, jadi motor listrik yang digunakan

adalah 1 Hp dengan kecepatan 1450 Rpm

Perhitungan diameter poros

Perhitungan daya rencana

Keterangan P = 0,746 Kw
Fc = 1,2
N1 = 1450 Rpm

$$Pd = P \times Fc$$

$$Pd = 0,746 Kw \times 1,2$$

$$Pd = 0,895 Kw$$

Perhitungan momen rencana

Keterangan Pd = daya rencana (Kw)
n1 = kecepatan putaran motor (Rpm)
T = momen rencana gaya (Kg.mm)

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{pd}{n1}$$

$$T = 9,74 \times 10^5 \times \frac{0,895}{1450}$$

$$T = 601,19 Kg.mm$$

Perhitungan tegangan geser izin

Keterangan σB = kekuatan tarik

Sf1 = Safety faktor 1
Sf2 = Safety faktor 2

$$\sigma B = 48$$

$$Sf1 = 6$$

$$Sf2 = 3$$

$$\tau\alpha = \frac{\sigma B}{(sf1 \times sf2)}$$

$$\tau\alpha = \frac{48}{(6 \times 3)} = 2,66 kg/mm^2$$

Perhitungan d poros

Keterangan : Cb = 2,3 (1,2 - 2,3)
Kt = 3 (1,0 - 1,5)

$$ds = [\frac{5.1}{\tau\alpha} \times Cb \times Kt \times T]^{1/3} \dots\dots\dots(2.8)$$

$$ds = [\frac{5.1}{2,66} \times 2,3 \times 3 \times 601,19]^{1/3}$$

$$ds = [7953,33]^{1/3}$$

ds = 19,91 mm
dari perhitungan diatas hasil yang didapat adalah poros berdiameter 15,99 mm

Perhitungan bantalan

diameter elemen gelinding

$$Dw = q1 (D-d)$$

Diketahui q1 = 0,27
D = 52 mm
d = 25 mm

jawab: Dw = q1 (D-d)
= 0,27 (52-25)
= 0,27 (27)
= 7,29 mm

diameter menengah bantalan atau melintang

$$d_m = \frac{(D-d)}{2}$$

Diketahui D = 52 mm
d = 25 mm

Dijawab: $d_m = \frac{D-d}{2}$
= $\frac{(52-25)}{2}$
= $\frac{(27)}{2}$
= 13,5 mm

jumlah elemen gelinding

$$Z = \frac{q2(D+d)}{Dw}$$

Diketahui q2 = 0,98
D = 52 mm
d = 25 mm

Dijawab z = $\frac{q2 (D+d)}{Dw}$

$$\begin{aligned}
 &= \frac{0,90(52+25)}{7,29} \\
 &= \frac{0,90(77)}{7,29} \\
 &= \frac{69,3}{7,29} = 9 \text{ butir}
 \end{aligned}$$

perhitungan volume tabung

Keterangan π = nilai konstan

r^2 = jari-jari

t = tinggi tabung

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot t$$

$$= 3,14 \cdot 25^2 \cdot 70$$

$$= 1,37.375 \text{ cm}^3$$

Rumus dimensi Alat

Keterangan V = P x L x t

$$\begin{aligned}
 &= 85,9 \times 84,9 \times 151,7 \\
 &= 1.106.334,45 \text{ cm}^2 \\
 &= 1.106,33 \text{ liter}
 \end{aligned}$$

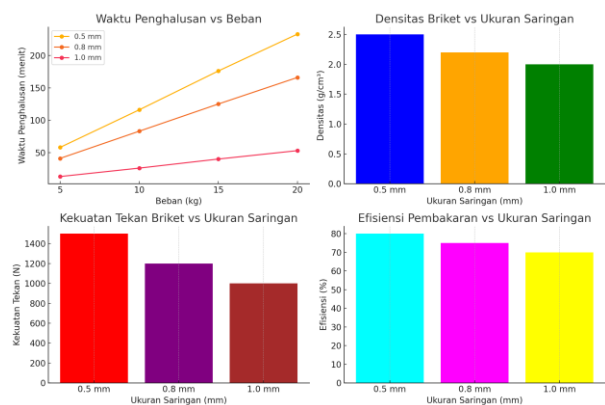
Tabel 1. pengujian pertama Mesh 0,5 mm

Waktu tempurung kelapa (Kg)	Waktu (menit)
5	1450
10	1450
15	1450
20	1450

Pada Tabel 1, grafik yang ditampilkan menggambarkan hasil pengujian mesin penghalus arang tempurung kelapa dengan ukuran saringan 0,5 mm. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang dibutuhkan untuk menghaluskan arang tempurung kelapa meningkat seiring bertambahnya beban yang diterapkan. Misalnya, untuk beban 5 kg, waktu penghalusan yang diperlukan adalah 58 menit, sedangkan untuk 10 kg waktu yang diperlukan meningkat menjadi 116 menit. Untuk beban 15 kg, waktu penghalusan mencapai 176 menit, dan untuk 20 kg, waktu yang dibutuhkan menjadi 233 menit. Data ini menunjukkan bahwa semakin besar beban yang diberikan, semakin lama waktu yang diperlukan untuk mencapai hasil penghalusan yang diinginkan. Hasil penggilingan

menggunakan saringan 0,5 mm juga dapat dilihat pada gambar di bawah.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu yang diperlukan untuk menghaluskan arang tempurung kelapa dengan saringan ini adalah yang terpendek dibandingkan dengan saringan 0,5 mm dan 0,8 mm. Waktu penghalusan yang dibutuhkan untuk 5 kg arang adalah 13 menit, sedangkan untuk 10 kg memerlukan waktu 26 menit. Untuk beban 15 kg, waktu yang diperlukan adalah 40 menit, dan untuk 20 kg, waktu penghalusan mencapai 53 menit. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar ukuran saringan yang digunakan, semakin cepat proses penghalusan arang tempurung kelapa.



Gambar 1. Hasil eksperimen

Waktu Penghalusan vs Beban: Grafik ini menunjukkan waktu penghalusan arang tempurung kelapa untuk berbagai ukuran saringan (0.5 mm, 0.8 mm, dan 1.0 mm) pada berbagai beban. Terlihat bahwa waktu penghalusan meningkat seiring dengan bertambahnya beban, dan waktu yang diperlukan untuk ukuran saringan yang lebih kecil (0.5 mm) lebih lama dibandingkan yang lebih besar (1.0 mm).

Densitas Briket vs Ukuran Saringan: Grafik ini memperlihatkan densitas briket yang dihasilkan dari ukuran saringan yang berbeda. Saringan yang lebih kecil menghasilkan densitas yang lebih tinggi.

Kekuatan Tekan Briket vs Ukuran Saringan:

Grafik ini menunjukkan kekuatan tekan briket yang dihasilkan dari setiap ukuran saringan. Saringan yang lebih kecil (0,5 mm) menghasilkan kekuatan tekan yang lebih tinggi dibandingkan ukuran yang lebih besar.

Efisiensi Pembakaran vs Ukuran Saringan:

Grafik ini menunjukkan efisiensi pembakaran briket berdasarkan ukuran saringan. Saringan yang lebih kecil menghasilkan efisiensi pembakaran yang lebih baik.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis grafik, dapat disimpulkan bahwa variasi ukuran saringan pada mesin penghalus arang tempurung kelapa memberikan pengaruh yang signifikan terhadap waktu penghalusan, densitas, kekuatan tekan, dan efisiensi pembakaran briket yang dihasilkan.

1. Ukuran saringan yang lebih kecil (0,5 mm) memerlukan waktu penghalusan yang lebih lama dibandingkan ukuran saringan yang lebih besar (1 mm). Hal ini disebabkan oleh ukuran partikel yang lebih halus, yang membutuhkan proses penghalusan yang lebih intensif. Saringan 1 mm menghasilkan waktu penghalusan terpendek, menunjukkan efisiensi waktu yang lebih baik.
2. Briket yang dihasilkan menggunakan saringan 0,5 mm memiliki densitas tertinggi, sedangkan briket dengan saringan 1 mm memiliki densitas terendah. Densitas yang lebih tinggi pada saringan yang lebih kecil menunjukkan bahwa partikel arang yang lebih halus menghasilkan briket yang lebih padat.
3. Kekuatan tekan briket tertinggi dicapai pada saringan 0,5 mm, menunjukkan bahwa briket dengan partikel yang lebih halus lebih kuat dan tahan terhadap tekanan. Saringan yang lebih besar menghasilkan briket dengan kekuatan

tekan yang lebih rendah, yang mungkin disebabkan oleh partikel yang kurang rapat.

4. Briket yang dihasilkan dengan saringan 0,8 mm memiliki efisiensi pembakaran tertinggi, menunjukkan keseimbangan antara waktu penghalusan yang efisien dan kualitas partikel yang cukup baik untuk mendukung pembakaran yang optimal. Saringan 1 mm menunjukkan efisiensi pembakaran yang lebih rendah, sementara saringan 0,5 mm, meskipun menghasilkan briket padat, tidak mencapai efisiensi pembakaran setinggi saringan 0,8 mm.

Dari keseluruhan hasil, dapat disimpulkan bahwa ukuran saringan yang paling efisien untuk menghasilkan briket berkualitas dengan waktu penghalusan yang optimal dan efisiensi pembakaran terbaik adalah 0,8 mm. Namun, jika prioritas utama adalah densitas dan kekuatan tekan, ukuran saringan 0,5 mm memberikan hasil terbaik meskipun membutuhkan waktu penghalusan yang lebih lama. Ukuran saringan 1 mm direkomendasikan jika fokus utamanya adalah efisiensi waktu dalam penghalusan, meskipun kualitas briket sedikit lebih rendah..

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, R., & Sulaiman, S., 2021. Carbonization of Coconut Shell Biomass in a Downdraft Reactor: Effect of Temperature on the Charcoal Properties. *Sains Malaysiana*. <https://doi.org/10.17576/jsm-2021-5012-20>.
- [2] Kumar, J., Kumar, K., Petchimuthu, M., Iyahraja, S., & Kumar, D., 2020. Comparative analysis of briquettes obtained from biomass and charcoal. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.02.918>.
- [3] Setyawan, T., & Kartika, R. (2020). "Pengaruh Ukuran Partikel dan Kelembaban Briket Terhadap Efisiensi Pembakaran". *Jurnal Teknologi Energi*, 7(1), 17-25.
- [4] Anggraini, R., & Suryani, L. (2019). "Analisis Pengaruh Ukuran Partikel Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Briket". *Jurnal Teknologi Bahan Bakar*, 8(2), 45-53.
- [5] Putra, A., & Iskandar, M. (2022). "Pengaruh Variasi Ukuran Saringan Pada Proses Penghalusan Arang Tempurung Kelapa Terhadap Kualitas Briket". *Jurnal Teknologi Pertanian*, 11(2), 22-30.
- [6] Wahyudi, A., & Firdaus, R. (2021). "Optimasi Kualitas Briket Berbasis Tempurung Kelapa Menggunakan Metode Taguchi". *Jurnal Teknologi dan Inovasi*, 10(2), 40-48.
- [7] Handoko, W., & Sutanto, S. (2021). "Studi Eksperimental Pengaruh Ukuran Saringan Mesin Penghalus Terhadap Hasil Briket Arang". *Jurnal Teknologi Rekayasa*, 9(3), 29-37.
- [8] Basuki, T., & Prasetyo, A. (2020). "Pengaruh Ukuran Partikel Bahan Baku Terhadap Efisiensi Pembakaran Briket Arang". *Jurnal Energi dan Lingkungan*, 12(1), 33-42.