



# Pengaruh konsentrasi perekat dan ukuran partikel terhadap kualitas briket cangkang kemiri dengan perekat beras ketan

## *Effect of adhesive concentration and particle size on the quality of hazelnut shell briquettes with glutinous rice adhesive*

Ahmad Akromul Huda<sup>1\*</sup>, Karyanik<sup>1</sup>, Muliatiningsih<sup>1</sup>, Ahmad Patoni<sup>1</sup>, Abdul Hakim<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Mataram, Indonesia

\*corresponding author: [akromul.huda@ummat.ac.id](mailto:akromul.huda@ummat.ac.id)

Received: 17<sup>th</sup> Oktober, 2023 | accepted: 28<sup>th</sup> Oktober, 2023

### ABSTRAK

Salah satu energi alternatif yang bisa digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak dan gas adalah energi biomassa seperti briket. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui besarnya kalor, kadar air dan kadar abu dari briket yang dibuat dengan menggunakan cangkang kemiri dan perekat beras ketan yang divariasikan konsentrasi perekat dan ukuran partikelnya. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan variasi konsentrasi beras ketan 20%, 30%, dan 40% sedangkan untuk ukuran partikel yang digunakan adalah 12 mesh dan 24 mesh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi perekat tidak secara signifikan mempengaruhi parameter uji sedangkan ukuran partikel berpengaruh terhadap nilai kadar air dan kadar abu dan nilai kalor pada briket. Nilai kalor tertinggi didapatkan oleh penggunaan ukuran partikel 24 mesh dengan konsentrasi perekat 20% dengan nilai kalor 5321 kal/g sedangkan pada ukuran partikel 12 mesh menghasilkan nilai kalor tertinggi 4704 kal/g pada konsentrasi perekat 20%. Nilai kadar air terendah didapatkan oleh penggunaan ukuran partikel 24 mesh dengan konsentrasi perekat 20% dengan nilai kadar air 6.9% sedangkan pada ukuran partikel 12 mesh menghasilkan nilai kadar air terendah pada konsentrasi perekat 20% dengan nilai sebesar 7.4%. Nilai kadar abu terendah didapatkan oleh penggunaan ukuran partikel 24 mesh dengan konsentrasi perekat 30% dengan nilai kadar abu 4.99% sedangkan pada ukuran partikel 12 mesh menghasilkan nilai kadar abu sebesar 5.82%. Penggunaan ukuran partikel 12 mesh belum sesuai standar SNI dikarenakan nilai kalor yang dihasilkan masih dibawah 5000 kal/gr sedangkan penggunaan ukuran partikel 24 mesh sudah sesuai dengan standar SNI untuk semua parameter uji.

**Kata kunci: beras ketan; briket; cangkang kemiri; perekat; ukuran partikel**

### ABSTRACT

One alternative energy that can be used as a substitute for fuel oil and gas is biomass energy such as briquettes. This study aims to determine the amount of heat, moisture content and ash content of briquettes made using hazelnut shells and glutinous rice adhesives that vary in adhesive concentration and particle size. This study used a complete randomised design (CRD) with variations in glutinous rice concentration of 20%, 30%, and 40% while the particle sizes used were 12 mesh and 24 mesh. The results showed that the adhesive concentration did not significantly affect the test parameters while the particle size affected the moisture content, ash content and calorific value of the briquettes. The highest calorific value was obtained by using 24 mesh particle size with 20% adhesive concentration with a calorific value of 5321 cal/g while the 12 mesh particle size produced the highest calorific value of 4704 cal/g at 20% adhesive concentration. The lowest moisture content value was obtained by using 24 mesh particle size with 20% adhesive concentration with a moisture content value of 6.9% while the 12 mesh particle size produced the lowest moisture content value at 20% adhesive concentration with a value of 7.4%. The lowest ash content value was obtained by using 24 mesh particle size with 30% adhesive concentration with an ash content value of 4.99% while the 12 mesh particle size produced an ash content value of 5.82%. The use of 12 mesh particle size is not in accordance with SNI standards because the heating value produced is still below 5000 cal/gr while the use of 24 mesh particle size is in accordance with SNI standards for all test parameters.

**Keywords: adhesive; briquettes; glutinous rice; hazelnut shell; particle size**

### PENDAHULUAN/INTRODUCTION

Kebutuhan akan energi telah menjadi topik utama yang paling sering di bahas saat ini, dimana persentase pertumbuhan populasi yang cepat telah meningkatkan tingkat konsumsi energi masyarakat. Hingga saat ini minyak dan gas alam adalah bahan bakar yang paling banyak digunakan oleh masyarakat (Zou et al., 2016). Di Indonesia Ketergantungan terhadap energi fosil sangat tinggi dimana Minyak 32%, Batubara 38%, Gas 19%, dan Energi baru terbarukan (EBT) 11,2% (Kementerian ESDM, 2021). Bahan bakar fosil yang semakin lama semakin menipis langka membuat manusia harus menggunakan ketersediaan bahan

bakar tersebut dengan lebih hemat dan juga terus mencari alternative energy yang bisa mengganti penggunaan bahan bakar tersebut.

Salah satu energi alternatif yang bisa dimanfaatkan adalah energi biomassa. Biomassa secara umum mengacu pada semua bahan biologis yang berasal dari organisme hidup, termasuk hewan dan tumbuhan (Obi et al., 2022). Salah satu cara pemanfaatan bahan atau limbah organik adalah memproduksinya menjadi briket. Dalam konteks briket biomassa beberapa contoh bahan yang bisa dimanfaatkan sebagai bahan, seperti serutan kayu dari hutan, residu pertanian dari kegiatan agro-pemrosesan, limbah industri, hewan,

dan limbah domestik dan kota, hewan, dan limbah domestik dan kota (Ajimotokan et al., 2019). Dengan adanya ketersediaan bahan biomassa yang cukup melimpah di alam namun kurangnya pemanfaatan akan keberadaan bahan-bahan ini menjadi objek yang patut dikaji. Beberapa limbah pertanian cenderung dibuang dan dibakar begitu saja oleh petani padahal limbah tersebut bisa digunakan sebagai bahan baku energi alternatif. Sebagai contoh sebut saja antara lain seperti tempurung kelapa, cangkang kerang, sekam padi, cangkang biji jarak, batang jagung/ tongkol, cangkang kemiri dan lain sebagainya.

Cangkang kemiri merupakan salah satu potensi biomassa yang banyak tersedia dan merupakan bahan yang sangat menjanjikan untuk dijadikan briket. Kemiri merupakan tanaman perkebunan yang termasuk dalam *Family Euphorbiaceae* (Shaah et al., 2021). Kemiri mempunyai dua lapis kulit yaitu kulit buah dan cangkang yang mana dari setiap kilogram biji akan dihasilkan 30% buah dan 70% cangkang. (Nining et al., 2020). ketersediaan cangkang kemiri sisa produksi atau setelah diambil buahnya sangat melimpah dan selama ini hanya menjadi limbah yang sama sekali kurang dimanfaatkan. Cangkang kemiri memiliki kandungan holoselulosa 49,22% dan lignin 54,46%. Kandungan lignin yang tinggi berpotensi untuk dibuat arang yang menghasilkan nilai kalor yang tinggi (Maemuna et al., 2018).

Pada beberapa penelitian sebelumnya telah dilakukan penelitian mengenai karakteristik briket arang yang dibuat dari bahan cangkang kemiri. Namun belum diketahui bagaimana pengaruh konsentrasi perekat dan ukuran partikel pada briket cangkang kemiri. Maka dari itu tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi perekat dan ukuran partikel terhadap karakteristik briket arang cangkang kemiri dengan perekat beras ketan. Penggunaan beras ketan sebagai perekat adalah dikarenakan mudah didapat dipasaran. Selain itu menurut Lekahena (2018) tepung beras ketan mengandung *amilopektin* 99.7%. Tingginya kandungan *amilopektin* pada beras ketan memungkinkan untuk digunakan sebagai bahan perekat pada briket. Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan pengetahuan kepada masyarakat dan industri seperti apa ukuran partikel atau mesh dan konsentrasi perekat yang sebaiknya digunakan untuk pembuatan briket dari cangkang kemiri ini.

## METODOLOGI/METHODOLOGY

Penelitian ini telah dilaksanakan di Laboratorium Kimia Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah: Cangkang kemiri, Tepung Beras Ketan. Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini terdiri dari: alat pirolisis, penggiling, cawan porselen, corong gelas, gelas beker, ayakan 24mesh, ayakan 12 mesh, jangka

sorong, oven, bomb kalorimeter, stopwatch, gelas pengaduk, timbangan, dan alat pencetak briket.

Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental yang dilakukan berdasarkan dari 2 tahapan yaitu pembuatan briket dan pengujian briket.

### 1. Pembuatan Briket

Bahan cangkang kemiri terlebih dahulu dijemur agar menjadi lebih kering. Selanjutnya bahan di pirolisis agar menjadi arang. Selanjutnya dilakukan penepungan dan arang cangkang kemiri di ayak dengan menggunakan mess 12 dan 24.

Briket kemudian dibuat dari arang cangkang kemiri dengan pemberian perekat beras ketan sebanyak 20%, 30%, dan 40%. Kemudian dicampurkan dengan masing masing arang cangkang kemiri yang telah disiapkan. Adapun ukuran partikel cangkang kemiri yang digunakan adalah 12 mess dan 24 mess.

Selanjutnya dimasukan ke dalam alat cetak briket manual dan dipress menggunakan alat press. Kemudian mengeluarkan hasil cetakan dan dikeringkan selama 4 hari di bawah sinar matahari.

### 2. Pengujian kualitas briket.

Pengujian karakteristik briket dilakukan untuk mengetahui kualitas dari briket yang dihasilkan sesuai dengan SNI. Pengujian yang dilakukan yaitu meliputi nilai kalor, kadar air, dan Kadar Abu.

Untuk analisa, dilakukan dengan 3 tahap analisa yaitu menguji kadar air pada persamaan (1), kadar abu ditampilkan pada persamaan (2) dan nilai kalor. Untuk nilai kalor digunakan alat untuk mengukur jumlah kalori yaitu bomb calorimeter.

$$\text{Kadar Air} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

a = massa sampel sebelum dikeringkan (gram)

b = massa sampel setelah dikeringkan (gram)

$$\text{Kadar Abu} = \frac{w_o}{w_d} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan:

w<sub>o</sub> = massa sampel setelah pengabuan (gram)

w<sub>d</sub> = massa sampel sebelum pengabuan (gram)

## HASIL DAN PEMBAHASAN/RESULTS AND DISCUSSION

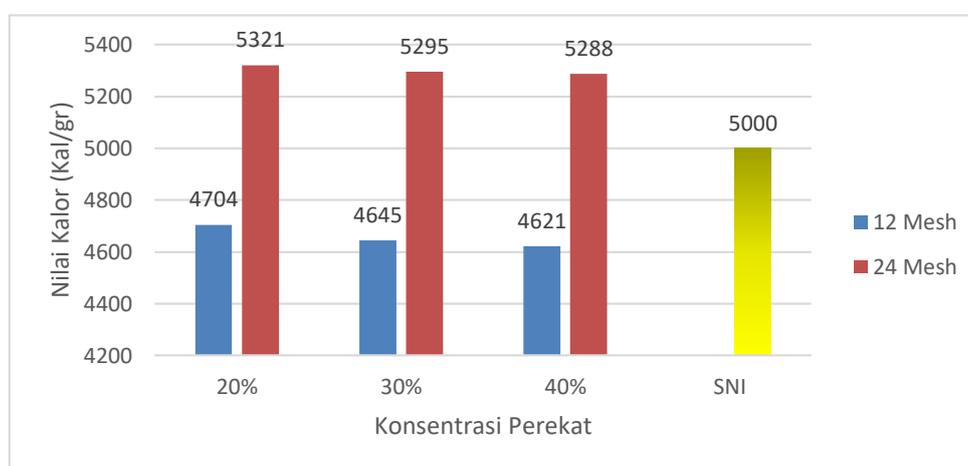
### 1. Nilai Kalor

Kalor adalah suatu bentuk energi yang berpindah dari suatu sistem ke sistem lain karena adanya perbedaan suhu antara sistem tersebut dengan sekelilingnya (Lubwama et al., 2022a). penggunaan ukuran partikel 24 mesh dan konsentrasi perekat yang diuji. Hal berbeda ditunjukkan oleh penggunaan ukuran partikel 12 mesh yang masih dibawah standar SNI.

Dewi (2022) mengungkapkan bahwa kadar air dan kadar abu briket arang berpengaruh terhadap seberapa besar nilai kalor briket tersebut. Kadar

air dan kadar abu yang lebih tinggi menghasilkan nilai kalor yang lebih rendah dan sebaliknya nilai kadar air dan kadar abu yang rendah menghasilkan nilai kalor yang tinggi. Nilai kalor diperoleh melalui pengujian

bomb kalori meter. Pengaruh konsentrasi perekat beras ketan dan ukuran partikel terhadap nilai kalor briket serta perbandingannya terhadap standar SNI nilai kalor briket dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1.** Grafik pengaruh konsentrasi perekat tepung beras ketan dan ukuran partikel terhadap nilai kalor

Berdasarkan **Gambar 1**, pengaruh konsentrasi perekat tepung beras ketan dan ukuran partikel terhadap nilai kalor diperoleh yaitu nilai kalor terendah pada masing-masing ukuran partikel adalah pada konsentrasi perekat 40% dengan nilai sebesar 4621 kal/g pada 12 mesh dan 5287 kal/g pada 24 mesh. Nilai kalor tertinggi terdapat pada konsentrasi perekat 20% dengan nilai sebesar 4701 kal/g pada 12 mesh dan 5321 kal/g pada mesh 24. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi konsentrasi perekat maka nilai kalor juga akan cenderung semakin rendah.

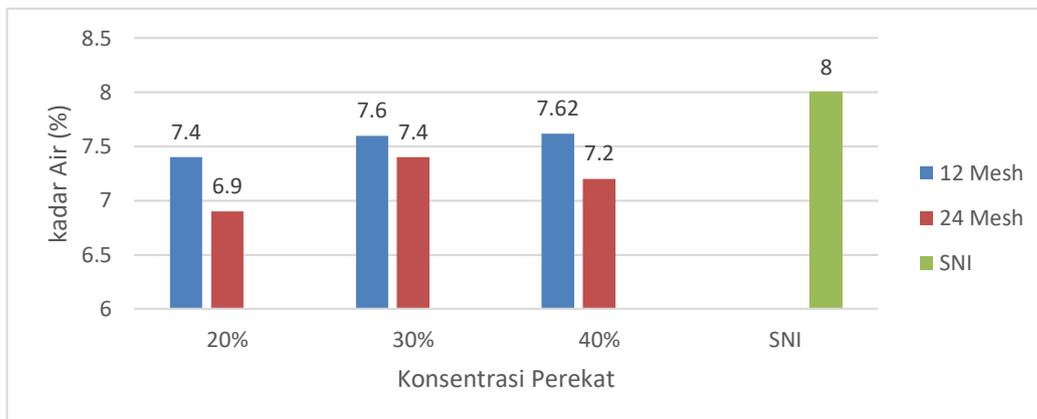
Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Fansyuri et al., (2023) yang menyatakan semakin banyak konsentrasi perekat yang diberikan maka akan menyebabkan nilai kalor semakin rendah. Penurunan nilai kalor disebabkan oleh meningkatnya kandungan kadar air yang dimiliki oleh briket akibat penambahan massa perekat. Pada standarisasi mutu kualitas briket Indonesia SNI kualitas briket cangkang kemiri masih masuk dalam standar untuk

## 2. Kadar Air

Kadar air menjadi faktor penentu dari nilai kalor yang baik dimana semakin rendah kadar airnya maka nilai kalor

yang bakalan diperoleh juga akan semakin besar (Sunardi et al., 2019). Kadar air briket merupakan perbandingan berat air yang terkandung dalam briket dengan berat briket setelah dipanaskan menggunakan oven pada suhu  $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ . Kadar air secara signifikan

mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan dan kadar air yang tinggi menyebabkan penurunan nilai kalor (Supriadi et al., 2022). Pengaruh konsentrasi perekat tepung beras ketan dan ukuran partikel terhadap Kadar air briket bisa dilihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 2.** Grafik pengaruh konsentrasi perekat tepung beras ketan dan ukuran partikel terhadap nilai kadar air briket

Berdasarkan **Gambar 2**, dapat dilihat pengaruh konsentrasi perekat tepung beras ketan terhadap nilai kadar air briket yang terlihat cenderung sedikit meningkat berdasarkan tingginya konsentrasi perekat. Berdasarkan analisa data menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (uji BNT) atau *Least Significant Different* (LSD), peningkatan tersebut tidak signifikan. Nilai kadar air terendah pada masing-masing ukuran partikel adalah pada konsentrasi perekat 20% dengan nilai sebesar 7.4% pada 12 mesh dan konsentrasi perekat 20% dengan nilai sebesar 6.91% pada 24 mesh. Nilai kadar air tertinggi terdapat pada konsentrasi perekat 40% dengan nilai

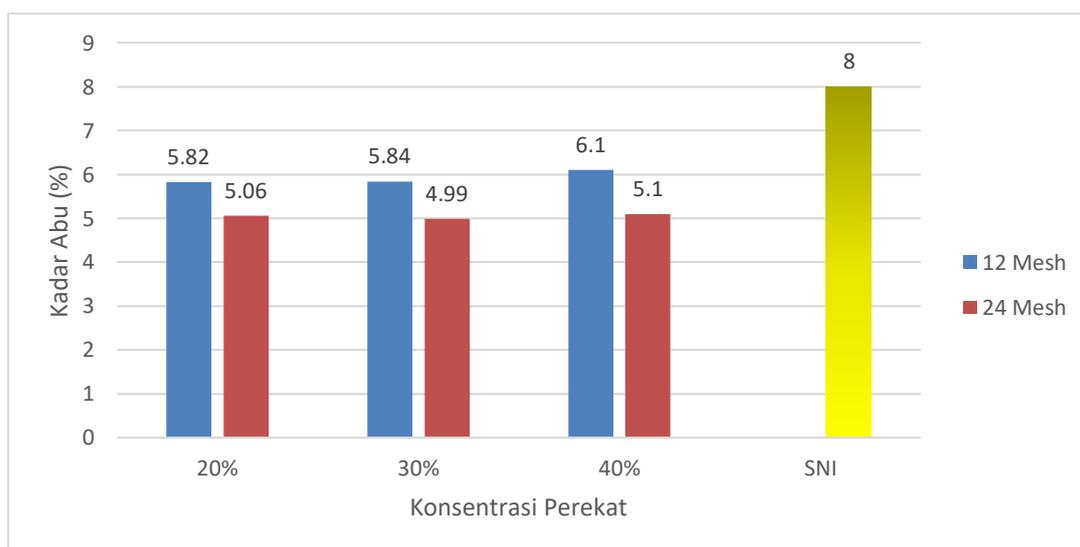
sebesar 7.62% pada 12 mesh dan pada konsentrasi 30% sebesar 7.22% pada mesh 24. **Gambar 2** juga memperlihatkan bahwa ukuran partikel 24 mesh menghasilkan kadar air yang lebih baik dari pada ukuran partikel 12 mesh. Tingginya Kadar air yang dimiliki briket akan menyebabkan sebagian besar kalor digunakan untuk menguapkan kelebihan kandungan air sehingga akan menghasilkan asap pembakaran lebih banyak (Tomen et al., 2023). Semakin sedikit kadar air pada briket membuat briket lebih mudah untuk terbakar dan meningkatkan nilai kalornya sehingga ditetapkanlah standar untuk nilai

kadar air briket (Lubwama et al., 2022b). Pada standarisasi mutu kualitas briket Indonesia yang telah ditetapkan berkisaran maksimal 8% (standar mutu SNI 01-6235-2000) sehingga berdasarkan standarisasi ini dapat dilihat nilai kadar air keseluruhan briket sampel yang diuji baik dengan ukuran partikel 12 mesh atau 24 mesh disetiap variasi konsentrasi perekat sudah memenuhi standart dikarenakan keseluruhannya memiliki kadar air dibawah 8%.

### 3. Kadar Abu

Abu adalah produk sisa dari pembakaran dalam bentuk residu abu (Adeleke et al., 2021). Kadar abu memainkan peran penting dalam

pembuatan briket dikarenakan nilai kalor dipengaruhi oleh tinggi rendahnya kadar abu. Analisis kadar abu dilakukan pada briket untuk memastikan sisa komponen yang tidak terbakar setelah pembakaran (Sunnu et al., 2023). Kadar abu yang tinggi dapat menghambat operasi dan pemeliharaan peralatan pembakaran (Niño et al., 2020). Oleh karena itu, kadar abu yang lebih rendah menghasilkan briket dengan kualitas yang lebih baik. Pengaruh setiap variasi ukuran partikel dan konsentrasi perekat pada hasil analisis kadar abu briket cangkang kemiri dengan beras ketan sebagai perekat ditampilkan pada **Gambar 3**.



**Gambar 3.** Grafik pengaruh konsentrasi perekat tepung beras ketan dan ukuran partikel terhadap nilai kadar Abu briket

Berdasarkan **Gambar 3** dapat dilihat pengaruh konsentrasi perekat tepung beras ketan terhadap nilai kadar abu briket yang cenderung sedikit meningkat berdasarkan tingginya konsentrasi perekat. Berdasarkan analisa data menggunakan Uji Beda Nyata Terkecil (uji BNT) atau *Least Significant Different* (LSD), peningkatan tersebut tidak signifikan. Nilai kadar abu terendah pada masing-masing ukuran partikel adalah pada konsentrasi perekat 20% dengan nilai sebesar 5.82% pada 12 mesh dan konsentrasi perekat 30% dengan nilai 4.99% pada 24 mesh. Nilai kadar abu tertinggi terdapat pada konsentrasi perekat 40% dengan nilai sebesar 6.1% pada 12 mesh dan konsentrasi perekat 40% dengan nilai sebesar 5.1% pada mesh 24. **Gambar 2** juga memperlihatkan bahwa ukuran partikel 24 mesh menghasilkan kadar abu yang lebih baik dari pada ukuran partikel 12 mesh dimana nilai kadar abu yang lebih kecil ditunjukkan oleh penggunaan ukuran partikel arang 24 mesh dibandingkan ukuran 12 mesh.

Nilai kadar abu juga memberikan pengaruh terhadap nilai kalor dari briket arang, bahwa nilai kadar abu yang tinggi, akan menurunkan nilai kalor briket arang. Melalui tiga variasi konsentrasi perekat dan variasi ukuran partikel pembriketan yang telah dilakukan dalam penelitian ini menunjukkan nilai kadar abu dari briket arang telah memenuhi standar mutu SNI 01-6235-2000 yaitu  $\leq 8\%$ .

## SIMPULAN/CONCLUSION

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi perekat tidak secara signifikan mempengaruhi parameter uji sedangkan ukuran partikel berpengaruh terhadap nilai kadar air dan kadar abu dan nilai kalor pada briket. Nilai kalor tertinggi didapatkan oleh penggunaan ukuran partikel 24 mesh dengan konsentrasi perekat 20% dengan nilai kalor 5321 kal/g sedangkan pada ukuran partikel 12 mesh menghasilkan nilai kalor tertinggi 4704 kal/g pada konsentrasi perekat 20%. Nilai kadar air terendah didapatkan oleh penggunaan ukuran partikel 24 mesh dengan konsentrasi perekat 20% dengan nilai kadar air 6.9% sedangkan pada ukuran partikel 12 mesh menghasilkan nilai kadar air terendah pada konsentrasi perekat 20% dengan nilai sebesar 7.4%. Nilai kadar abu terendah didapatkan oleh penggunaan ukuran partikel 24 mesh dengan konsentrasi perekat 30% dengan nilai kadar abu 4.99% sedangkan pada ukuran partikel 12 mesh menghasilkan nilai kadar abu sebesar 5.82. Penggunaan ukuran partikel 24 mesh pada pembuatan briket arang cangkang kemiri dengan perekat beras ketan sudah sesuai dengan standar SNI baik untuk parameter nilai kalor, kadar air dan kadar abu pada setiap konsentrasi perekat yang diberikan. Penggunaan ukuran partikel 12 mesh dalam pembuatan briket ini masih belum sesuai standar SNI dikarenakan nilai kalor yang dihasilkan masih dibawah 5000 kal/gr walaupun kadar air dan

kadar abu sudah sesuai standar. Berdasarkan hal tersebut penggunaan ukuran partikel 12 mesh tidak direkomendasikan.

## DAFTAR PUSTAKA/REFERENCES

- Adeleke, A., Odusote, J., Ikubanni, P., Lasode, O., Malathi, M., & Pasawan, D. (2021). Physical and mechanical characteristics of composite briquette from coal and pretreated wood fines. *International Journal of Coal Science and Technology*, *12*(11). <https://doi.org/10.1007/s40789-021-00438-0>
- Ajimotoke, H. A., Ehindero, A. O., Ajao, K. S., Adeleke, A. A., Ikubanni, P. P., & Shuaib-Babata, Y. L. (2019). Combustion characteristics of fuel briquettes made from charcoal particles and sawdust agglomerates. *Scientific African*. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2019.e0202>
- Fansyuri, M., Nurkholis, Rizaldi, L. H., & Ariskanopitasri. (2023). Karakteristik briket ampas tebu ( bagasse ) dari bahan perekat tepung beras ketan Characteristics of bagasse briquettes using glutinous rice flour as adhesive. *Agrotek Ummat*, *10*(1), 1–8.
- Kemernterian ESDM, K. E. dan S. D. M. (2021). *Eksisting Kondisi Energi Indonesia*. [Esdm.Go.Id. https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-eksisting-kondisi-energi-indonesia.pdf](https://www.esdm.go.id/assets/media/content/content-eksisting-kondisi-energi-indonesia.pdf)
- Lekahena, V. N. J. (2018). Tingkat Kesukaan Konsumen Terhadap Produk Permen Jelly Rumput Laut Dengan Penambahan Konsentrasi Tepung Beras Ketan. *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, *11*(1). <https://doi.org/10.29239/j.agrikan.11.1.38-42>
- Lubwama, M., Yiga, V. A., & Lubwama, H. N. (2022a). Effects and interactions of the agricultural waste residues and binder type on physical properties and calorific values of carbonized briquettes. *Biomass Conversion and Biorefinery*, *12*(11). <https://doi.org/10.1007/s13399-020-01001-8>
- Lubwama, M., Yiga, V. A., & Lubwama, H. N. (2022b). Effects and interactions of the agricultural waste residues and binder type on physical properties and calorific values of carbonized briquettes. *Biomass Conversion and Biorefinery*. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-01001-8>
- Maemuna, Jaya, M., & Sofyan, M. N. A. (2018). Tempurung Kemiri Sebagai Bahan Baku Briket dengan Menggunakan Tungku Pembakaran Aluminium. *Hasanuddin Student Journal*, *2*(1), 248–253.
- Nining, M., Muhammad Irfan Taufan Asfar, A., Muhamad Iqbal Akbar Asfar, A., sari, A., Yusuf, A., & Muhammadiyah, B. (2020). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kemiri Sebagai Briket Arang Bakar Masa Depan Melalui Pemberdayaan Ibu PKK Desa Matajang. *SNPKM: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*.
- Niño, A., Arzola, N., & Araque, O. (2020). Experimental study on the mechanical properties of biomass briquettes from a mixture of rice husk and pine sawdust. *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en13051060>
- Obi, O. F., Pecenka, R., & Clifford, M. J. (2022). A Review of Biomass Briquette Binders and Quality Parameters. In *Energies*. <https://doi.org/10.3390/en15072426>
- Puspita Dewi, R., Jaya Saputra, T., & Joko Purnomo, S. (2022). Analisis karakteristik briket arang dengan variasi tekanan kempa pembriketan. *Media Mesin: Majalah Teknik Mesin*. <https://doi.org/10.23917/mesin.v23i1.15913>
- Shaah, M. A., Allafi, F., Hossain, M. S., Alsaedi, A., Ismail, N., Kadir, M. O. A., &



- Ahmad, M. I. (2021). Candlesnut oil: review on oil properties and future liquid biofuel prospects. *International Journal of Energy Research*. <https://doi.org/10.1002/er.6446>
- Sunardi, Djuanda, & Mandra, M. A. S. (2019). Characteristics of charcoal briquettes from agricultural waste with compaction pressure and particle size variation as alternative fuel. *International Energy Journal*.
- Sunnu, A. K., Adu-Poku, K. A., & Ayetor, G. K. (2023). Production and Characterization of Charred Briquettes from Various Agricultural Waste. *Combustion Science and Technology*. <https://doi.org/10.1080/00102202.2021.1977803>
- Supriadi, Rahmawati, S., Abram, P. H., Afadil, Parwati, N. G. A. M., & Anggraini. (2022). Characteristics Of Charcoal Briquettes From Kepok Banana Peel Waste (*Musa paradisiaca* F.) AS ALTERNATIVE FUEL. *Rasayan Journal of Chemistry*. <https://doi.org/10.31788/RJC.2022.1516607>
- Tomen, W. T., Diboma, B. S., Bot, B. V., & Tamba, J. G. (2023). Physical and Combustion properties investigation of hybrid briquettes from tropical Sawdust: Case study of Iroko (*Milicia excelsa*) and Padouk (*Pterocarpus soyauxii*). *Energy Reports*. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.02.006>
- Zou, C., Zhao, Q., Zhang, G., & Xiong, B. (2016). Energy revolution: From a fossil energy era to a new energy era. *Natural Gas Industry B*. <https://doi.org/10.1016/j.ngib.2016.02.001>