

PENGARUH KONSENTRASI PEREKAT MOLASE TERHADAP KUALITAS BRIKET SEKAM PADI

Moh Akbar Suryo Prasetyo¹, Nyenyep Sriwardani²

^{1,2}Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sebelas Maret
Corresponding e-mail: akbarsuryo23@gmail.com

Abstract

This study aims to determine the effect of molasses adhesive concentrations on the quality of rice husk briquettes then to formulate optimal composition projections to approach national quality standards. This study employed a laboratory experimental method with a single-factor completely randomized design. The experiment investigated a single independent variable, namely the concentration of pure molasses adhesive at three progressive levels (5 wt%, 10 wt%, and 15 wt%), with 5 replications conducted for each treatment variation to ensure data reliability. The material processing technique for rice husk charcoal used a 50 mesh sieve, while the adhesive variations used progressive concentrations. Data collection techniques were conducted through temperature measurements and duration observations. The results showed that as the molasses concentration increased 5wt%, 10wt%, and 15 wt%, the average combustion temperature rose to 274.6 °C, 290.2 °C, and 294.7 °C, respectively. Conversely, the average burning rate decreased to 0.196401 g/min, 0.193259 g/min, and 0.192086 g/min. Meanwhile, the average calorific value significantly increased, reaching 4,645 cal/g, 5,183 cal/g, and 6,411 cal/g, respectively.

Keywords: *briquette quality, composition projection, national standards, molasses adhesive, mechanical engineering*

A. PENDAHULUAN

Energi menjadi salah satu kebutuhan fundamental dalam menunjang aktivitas dan kehidupan manusia. Selama ini, pemenuhan kebutuhan energi masih sangat bergantung pada bahan bakar fosil yang tingkat konsumsinya terus meningkat seiring dengan pertumbuhan kebutuhan masyarakat (Rahmadian et al., 2021). Indonesia memiliki potensi biomassa pertanian yang sangat besar, salah satunya adalah limbah sekam padi yang produksinya diperkirakan mencapai jutaan ton per tahun namun belum dimanfaatkan

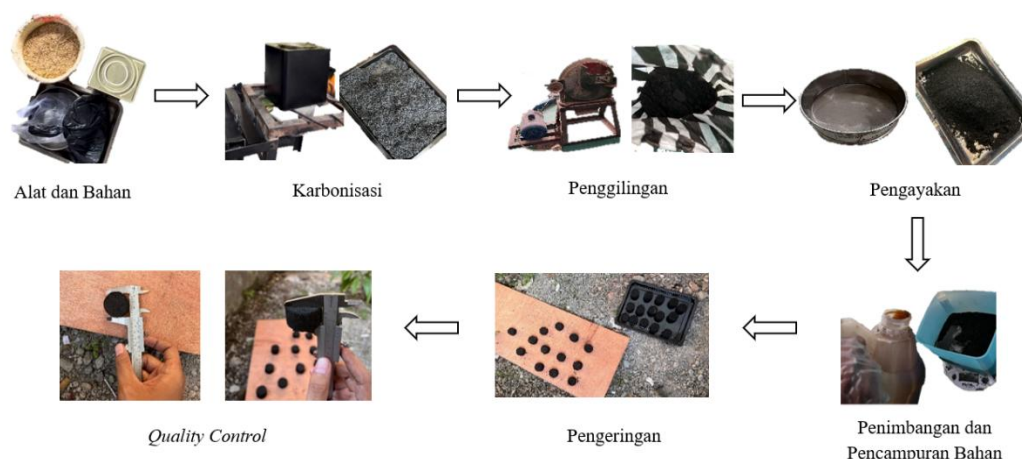
secara optimal (Sulasminingsih et al., 2023). Sekam padi mengandung unsur karbon dan selulosa tinggi yang mampu menghasilkan proses pembakaran merata dan stabil jika diolah menjadi briket arang (Oktafia et al., 2024).

Molase atau tetes tebu merupakan produk sampingan industri gula yang kaya akan kandungan gula berkisar antara 45% hingga 54,6% (Herawati & Wibawa, 2019). Penggunaan perekat molase diketahui mampu menghasilkan briket arang dengan nilai kerapatan dan ketahanan tekan yang lebih tinggi dibandingkan perekat biasa (Nurhilal & Sri Suryaningsih, 2018).

Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang memiliki potensi pemanfaatan yang sangat luas (Sutisna et al., 2021). Ketersediaan sekam padi yang melimpah, namun belum dimanfaatkan secara optimal, menyebabkan limbah ini umumnya hanya dipandang sebagai hasil sampingan dari proses produksi pertanian (Asprila et al., 19).

Rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada bagaimana pengaruh variasi konsentrasi perekat molase (5 wt%, 10 wt%, dan 15 wt%) terhadap nilai kalor dan laju pembakaran, serta menentukan konsentrasi yang paling optimal. Penelitian ini bertujuan untuk memberikan landasan referensi ilmiah dalam bidang energi terbarukan sekaligus memberikan solusi praktis dalam mereduksi limbah pertanian menjadi bahan bakar alternatif bernilai ekonomis.

B. METODE



Berikut ini adalah prosedur pembuatan briket. Proses diawali dengan menyiapkan alat dan bahan sebelum melakukan pembakaran. Ketika alat dan bahan sudah siap, saatnya melakukan pembakaran terkontrol (karbonisasi/pirolisis) pada sekam padi mentah hingga

berubah menjadi arang sekam padi. Arang sekam padi yang telah terbentuk kemudian dihancurkan atau digiling hingga teksturnya berubah menjadi bentuk serbuk yang jauh lebih halus. Serbuk arang hasil penggilingan disaring menggunakan ayakan berukuran 50 mesh. Tahapan ini bertujuan khusus untuk memisahkan butiran yang masih terlalu besar dan memastikan ukuran partikel arang seragam sebelum dicampur dengan perekat. Bahan utama (serbuk arang sekam padi) dan bahan perekat (molase murni tanpa campuran air) ditimbang secara akurat menggunakan timbangan digital.

Komposisi ditimbang berdasarkan variasi konsentrasi perekat yang ditentukan, yaitu: Variasi 5% molase, Variasi 10% molase, dan Variasi 15% molase. Serbuk arang sekam padi dan perekat molase yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam satu wadah. Kedua bahan tersebut diaduk secara manual hingga benar-benar homogen (tercampur secara merata) membentuk adonan briket yang siap cetak. Adonan briket dimasukkan ke dalam lubang cetakan silinder. Setelah itu, adonan di dalam cetakan ditekan kuat menggunakan mesin pres hidrolik (hydraulic press). Proses pengempaan ini berfungsi memadatkan partikel briket agar memiliki bentuk silinder yang seragam serta mencapai nilai densitas target sebesar 0,01083 gram/cm³.

Briket yang sudah padat dikeluarkan dari cetakan dan dipindahkan ke atas loyang besi. Briket arang tersebut kemudian dijemur di bawah terik matahari langsung. Pengeringan ini bertujuan agar kadar air di dalam briket menguap sepenuhnya, sehingga briket menjadi keras, kering sempurna, dan siap digunakan. Setelah kering, briket diukur diameter dan ketinggiannya untuk memastikan apakah dimensi fisik briket tersebut sudah sesuai dengan standar mutu briket biomassa yang ditentukan.

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal. Faktor tunggal yang diuji secara progresif adalah konsentrasi perekat molase murni yang terdiri dari tiga taraf perlakuan, yaitu 5 wt%, 10 wt%, dan 15 wt%. Seluruh kondisi operasional dalam pembuatan briket serta kondisi lingkungan uji di laboratorium dikondisikan secara homogen untuk meminimalkan kesalahan dalam percobaan.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Proses standarisasi pengepresan mekanis berhasil menjaga nilai densitas seluruh sampel briket tetap seragam di angka 0,01083 gram/cm³, sehingga menghilangkan bias variabel kerapatan fisik saat pembakaran berlangsung. Hasil rata-rata dari 5 kali pengujian replikasi parameter termal disajikan secara ringkas pada tabel berikut:

Rata-rata Laju Pembakaran dan Nilai Standar Deviasi

Komposisi Sampel (Arang/Perekat)	Rata-rata Suhu Pembakaran	Rata-rata Laju Pembakaran (gram/menit)	Nilai Standar Deviasi (SD)
Sampel 1 (95% / 5%)	274,6 °C	0,196401	0,196401 ± 0,003644 g/menit
Sampel 2 (90% / 10%)	290,2 °C	0,193259	0,193259 ± 0,007198 g/menit
Sampel 3 (85% / 15%)	294,7 °C	0,192086	0,192086 ± 0,007166 g/menit

Rata-rata Nilai Kalor dan Nilai Standar Deviasi

Komposisi Sampel (Arang/Perekat)	Rata-rata Suhu Pembakaran	Rata-rata Nilai Kalor (kal/gram)	Nilai Standar Deviasi
Sampel 1 (95% / 5%)	274,6 °C	4645	4645 ± 1198,58 cal/g
Sampel 2 (90% / 10%)	290,2 °C	5183	5183 ± 1229,05 cal/g
Sampel 3 (85% / 15%)	294,7 °C	5577	5777 ± 1185,41 cal/g

Sampel briket dibuat dengan tiga variasi konsentrasi perekat molase, yaitu 5 wt%, 10 wt%, dan 15 wt%, dengan total massa setiap sampel sebesar 25 gram dan nilai densitas dijaga tetap sebesar 0,01083 gram/cm³. Rumus nilai densitas briket dihitung menggunakan persamaan baku:

$$\rho = \frac{m}{V}$$

Keterangan:

ρ : Densitas (gram/cm³)

m : massa (gram)

V : Volume (cm³)

Instrumen pengukuran yang digunakan meliputi thermometer gun (berjarak konstan 30 cm menggunakan bantuan penggaris) untuk mencatat fluktuasi suhu maksimum

pembakaran, serta stopwatch untuk mencatat total durasi waktu hingga briket habis menjadi abu. Analisis data laju pembakaran (R) dihitung menggunakan rumus:

$$R = \frac{\Delta W}{t}$$

Keterangan:

R : Laju pembakaran (gram/menit)

ΔW : Perubahan berat briket selama pembakaran (gram)

t : Waktu pembakaran (menit)

Sedangkan estimasi nilai kalor briket (Q) dianalisis secara deskriptif berdasarkan formulasi perubahan energi termal pembakaran:

$$Q = m \times C_p \times \Delta T$$

Keterangan:

Q : Nilai Kalor (Joule)

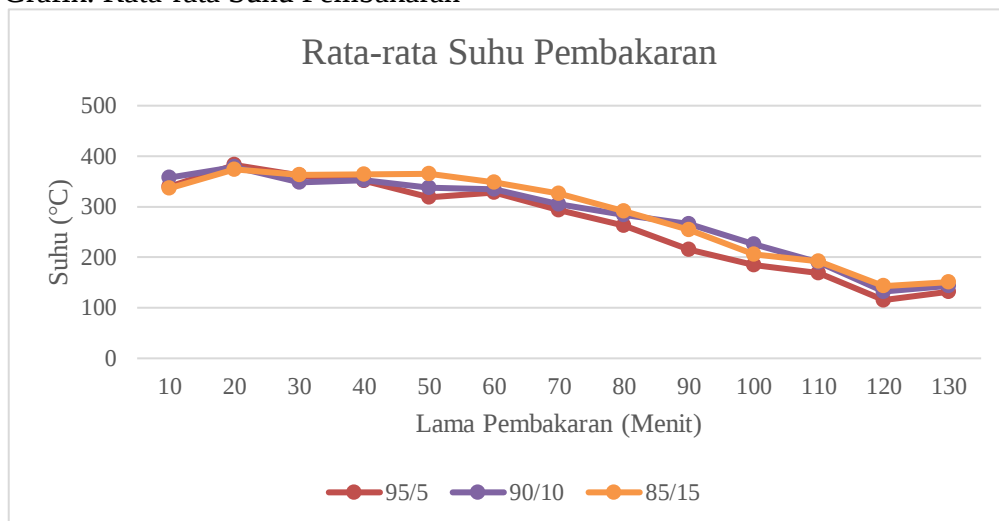
m : Berat massa yang terbakar (gram), dihitung dari ($W_0 - W_1$)

C_p : Kapasitas panas (rata-rata 1,5-2,5 KJ/kg°C, tergantung jenis biomassa)

ΔT : Perubahan suhu (°C)

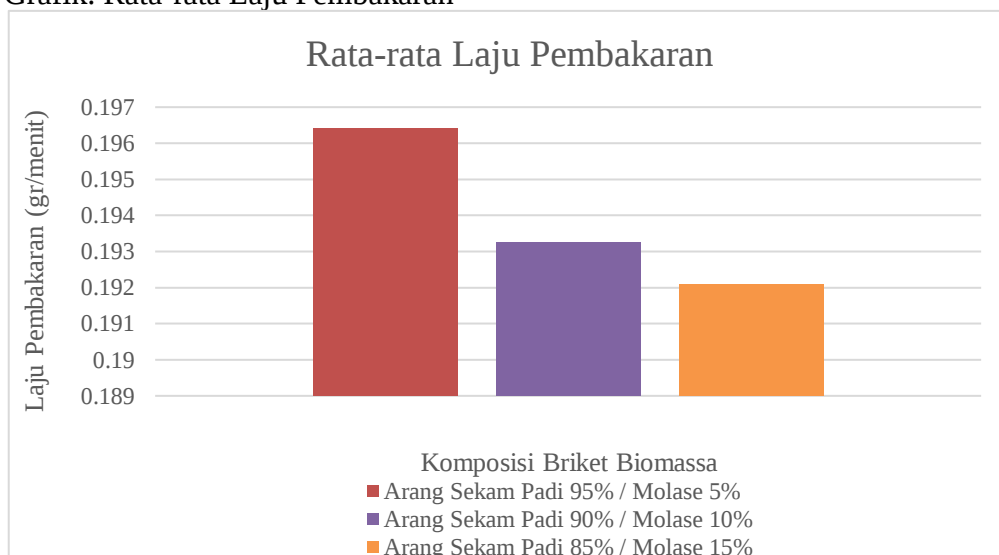
Penentuan nilai kalor (Q) dalam penelitian ini tidak menggunakan alat standar *bomb calorimeter*, melainkan menggunakan metode estimasi teoritis empiris berdasarkan pendekatan termal termodinamika sederhana (panas sensibel). Nilai kalor diestimasi berdasarkan fluktuasi temperatur permukaan maksimum pembakaran briket (ΔT) yang direkam menggunakan instrumen thermometer gun pada jarak konstan 30 cm, yang kemudian dikalibrasikan secara matematis dengan kapasitas panas (C_p) spesifik karakteristik massa biomassa arang sekam padi yang terbakar.

Grafik. Rata-rata Suhu Pembakaran



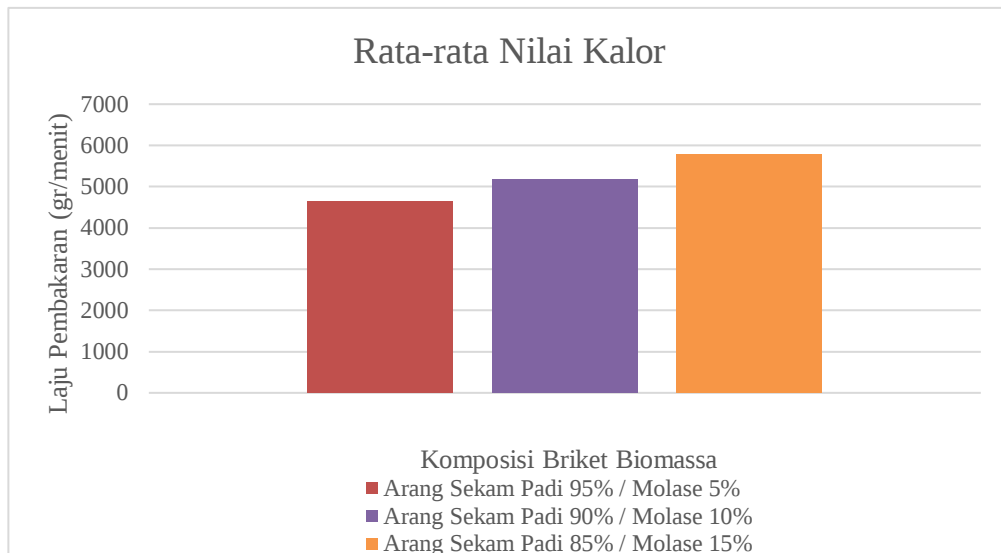
Formulasi briket dengan komposisi 85% arang sekam padi dan 15% perekat molase terbukti menghasilkan rata-rata suhu pembakaran tertinggi dan paling optimal yaitu mencapai 294,7 °C, disusul oleh variasi 10% (290,2 °C), dan variasi 5% (274,6 °C).

Grafik. Rata-rata Laju Pembakaran



Briket dengan variasi molase 15% menghasilkan laju pembakaran terendah dan paling stabil, yaitu 0,192086 gram/menit. Sebaliknya, briket dengan kandungan molase 5% menunjukkan laju pembakaran tercepat yaitu 0,196401 gram/menit.

Grafik. Rata-rata Nilai Kalor



Tabel tersebut, terlihat peningkatan nilai kalor yang sangat signifikan dari rata-rata 4645 kal/g pada variasi molase 5% meningkat menjadi 5183 kal/g pada variasi molase 10%, dan mencapai puncaknya pada rata-rata 5.777 kal/g pada variasi molase 15%.

Data di atas menunjukkan trend yang konsisten. Semakin tinggi konsentrasi perekat molase, maka suhu pembakaran dan nilai kalor briket akan meningkat secara linear, sedangkan laju pembakaran melambat sehingga durasi menyala briket menjadi lebih panjang.

2. Pembahasan

1. Analisis Densitas dan Struktur Mikro

Standardisasi densitas awal pada angka 0,01083 gram/cm³ menghasilkan porositas mikro yang merata di dalam briket. Porositas ini sangat ideal karena memberikan ruang bagi difusi oksigen secara konstan untuk mempertahankan kontinuitas api tanpa memerlukan bantuan suplai udara luar (*blower*). Sifat molase yang homogen bekerja efektif mengisi celah kosong antarpartikel arang sekam padi sehingga menciptakan ikatan struktural yang kokoh setelah melalui pengeringan matahari. Abu yang terkandung memicu *slagging* dan *fouling* menurunkan efisiensi energi dan menurunkan suhu pembakaran efektif (Puri et al., 2024).

2. Karakteristik Suhu dan Nilai Kalor

Peningkatan konsentrasi molase hingga 15% terbukti mendongkrak temperatur rata-rata pembakaran hingga mencapai puncaknya pada suhu 294,7°C

dan menghasilkan nilai kalor tertinggi sebesar 5.777 kal/g (Wibowo dkk. 2021). Kenaikan drastis ini dipicu oleh karakteristik kimia molase murni yang mengandung senyawa hidrokarbon rantai pendek serta sisa gula kompleks (sukrosa, glukosa, dan fruktosa). Ketika briket dibakar, kandungan gula dari perekat bertindak sebagai material karbon tambahan yang ikut teroksidasi melalui reaksi eksotermik kuat, melepaskan energi entalpi panas yang jauh lebih besar.

Peningkatan nilai kalor briket yang signifikan dari 4.645 kal/g menjadi 5.777 kal/g seiring bertambahnya konsentrasi molase dari 5 wt% hingga 15 wt% disebabkan oleh karakteristik fisis-kimia dari bahan perekat tersebut. Molase murni (tetes tebu) secara alami kaya akan senyawa hidrokarbon rantai pendek berupa sukrosa, glukosa, dan fruktosa yang memiliki kandungan karbon terikat (*fixed carbon*) tinggi. Ketika dicampurkan ke dalam serbuk arang sekam padi yang memiliki struktur fisis dominan berpori makro dan kaya akan silika, senyawa organik pekat dari molase bertindak sebagai material pengisi komposit (*matrix filler*) yang mengisi rongga kosong antar-partikel arang. Penambahan massa molekul karbon eksternal dari perekat inilah yang menyumbang akumulasi kerapatan energi termal potensial yang dilepaskan saat pembakaran komposit terjadi. Fenomena kenaikan termal ini sejalan dengan temuan Annafi et al. (2023) yang membuktikan bahwa konsentrasi perekat molase berkontribusi linear dalam memadatkan densitas energi potensial dan mendongkrak nilai kalor absolut pada biobriket limbah sekam padi.

3. Karakteristik Laju Pembakaran

Ditinjau dari efisiensi konsumsi bahan bakar, briket dengan konsentrasi molase 15% menunjukkan performa terbaik dengan laju pembakaran paling rendah (0,192086 gram/menit) dan durasi ketahanan menyala paling lama, yakni 2 jam 10 menit 15 detik. Fenomena ini terjadi karena cairan kental molase dalam jumlah tinggi membungkus partikel arang sekam secara masif, memperkecil diameter pori makro, dan membatasi penetrasi oksigen berlebih ke pusat inti briket. Akibatnya, dekomposisi termal senyawa mudah menguap (*volatile matter*) berjalan secara bertahap dan terkendali.

Di sisi lain, penurunan laju pembakaran secara gradual dari 0,1964 g/menit menjadi 0,1920 g/menit mengindikasikan terbentuknya ikatan mekanis antar-

matriks briket yang jauh lebih rapat dan rapat pada konsentrasi molase 15 wt%. Kepadatan struktur fisis ini meminimalkan porositas internal briket, sehingga menciptakan hambatan bagi laju difusi oksigen bebas untuk masuk ke dalam inti terdalam briket saat proses dekomposisi termal berlangsung. Keterbatasan pasokan oksigen akibat struktur mikro yang rapat ini menyebabkan pelepasan zat volatil (*volatile matter*) berjalan secara terkontrol dan stabil, sehingga durasi pembakaran briket menjadi lebih lama namun mampu mempertahankan temperatur puncak pembakaran yang lebih tinggi mencapai 294,7 °C. Efek pengikatan partikel arang oleh senyawa karbohidrat pekat pada molase murni terbukti memadatkan ruang pori mikro dan mencegah degradasi termal instan, yang memperkuat stabilitas pembakaran termal briket secara keseluruhan (Puri et al., 2024).

D. PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data eksperimen dan pembahasan, dapat diambil simpulan sebagai berikut:

1. Variasi konsentrasi perekat molase berpengaruh secara signifikan terhadap nilai kalor briket sekam padi, di mana peningkatan konsentrasi perekat berbanding lurus dengan nilai energi kalor yang dihasilkan.
2. Variasi konsentrasi perekat molase berpengaruh nyata terhadap laju pembakaran briket sekam padi, di mana semakin tinggi takaran perekat molase, laju pembakaran menjadi semakin lambat dan stabil.
3. Konsentrasi perekat molase sebesar 15 wt% merupakan formulasi paling optimal yang menghasilkan briket kualitas terbaik dengan nilai kalor tertinggi sebesar 5.777 kal/g, serta laju pembakaran paling hemat sebesar 0,192086 gram/menit dengan durasi menyala terlama.

Saran

Berdasarkan capaian, penulis menyarankan untuk menggeser fokus riset pada aspek ketahanan mekanis dan higroskopisitas briket selama masa penyimpanan. Keadaan lingkungan menjadi faktor utama dalam pengujian briket. Jika terlalu lembab, maka briket yang akan diuji akan tidak maksimal dalam pengujiannya. Pastikan pada saat penjemuran,

briket harus dalam keadaan sudah kering. Untuk penyimpanan jangka panjang, briket perlu dilakukan penyimpanan di tempat tertutup.

Ucapan Terima Kasih

Saya mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Kepala Bengkel beserta seluruh staf prodi Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sebelas Maret yang telah berkenan memfasilitasi peminjaman instrumen dan peralatan laboratorium selama proses eksperimen berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Annafi, R., Satriawan, D., & Santoso, A. (2023). Biobriket sekam padi dengan variasi partikel dan konsentrasi perekat molase. *Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (SEHATI ABDIMAS)*, 6(1), 1–8.
- Asprila, D., Radam, R., Lusyani, D., & Kehutanan, J. (2019). Karakteristik Briket Arang Campuran Arang Kulit Sabut Buah Nipah (*Nypa fruticans Wurmb*) Dan Arang Sekam Padi (*Oryza sativa*) *Characteristic of Charcoal Briquettes Charcoal Blends of Nipah Husk (Nypa fruticans Wurmb) And Rice Husk Coars (Oryza sativa)*. In *Jurnal Sylva Scientee* (Vol. 02, Issue 1).
- ASTM International. (1993). *Standard Test Method for Density Determination for Powder Metallurgy (PM) Materials Containing Less Than Two Percent Porosity (ASTM B311-93)*. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- Nurhilal, O., & Sri Suryaningsih, D. (2018). Pengaruh Komposisi Campuran Sabut Dan Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kalor Biobriket Dengan Perekat Molase. In *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika* (Vol. 02, Issue 01).
- Oktafia, Alisharsha, Istiqomah, Kinanti, Irgie, & Budiman. (2024). *fresha94,+Abimanyu+Linda+1-8*.
- Puri, L., Hu, Y., & Naterer, G. (2024). *Critical review of the role of ash content and composition in biomass pyrolysis*. March, 1-19.
- Rahmadiano, F., Pohan, G. A., & Susanto, E. E. (2021). Analisis Campuran Lumpur Dan Tetes Tebu Pada Briket Tinja Hewan Dengan Metode Taguchi. *Journal Of Mechanical Engineering Manufactures Materials And Energy*, 5(1), 91–95. <https://doi.org/10.31289/jmemme.v5i1.4283>.
- Sulasminingsih, S., Hafiz, F., Sari, K., & Yuninda, S. (2023). Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta 1),2),3),4) Jl. Limo Raya. *Journal of Optimization System and Ergonomy Implementation (JOSEON, 01(01)*, 4.
- Sutisna, N. A., Rahmiati, F., & Amin, G. (2021). *Optimizing the Utilization of Rice Husk into Husk Charcoal Briquettes to Increase Farmers' Income in Sukamaju Village, West Java*. *Agro Bali*, 4(1), 116–126. <https://doi.org/10.37637/ab.v4i1.691>.
- Wibowo, S., Santoso, A., & Indrayani, L. (2021). Pemanfaatan Molase sebagai Perekat pada Briket Arang Limbah Pertanian. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 14(2), 88-97.