



Analisa *Volatile Matter* dan *Ash Content* Briket Batubara Terhadap Penambahan Biomassa Sekam Padi

Lioe Kon Phin¹, Ilham Ary Wahyudie², Yuliyanto³

^{1,2,3}Politeknik Manufaktur Negeri Bangka Belitung, Sungailiat

Email : konphin9@gmail.com

Received:8 Oktober 2024; Received in revised form:3 September 2025; Accepted:23 Desember 2025

Abstract

One of the leading exports in Indonesia is coal and contributes significantly to the country's economy. However, there is coal that cannot be exported because it has a size dimension that is too small, therefore research is carried out to make briquettes. The purpose of this research is to get the best results from testing volatile matter and ash content with different temperatures, times, water:molasses fractions. The highest volatile matter test results were obtained from 100 °C temperature, 90 minutes time and water:molasses fraction (3:1) with a value of 31.73% and the lowest value was obtained from 120 °C temperature, 60 minutes time and water:molasses fraction (3:1) with a value of 23%. While the highest ash content test results were obtained from a drying temperature of 120 °C, time 90 minutes and water:molasses fraction (3:2) with a value of 48.6% and the lowest value was obtained from a drying temperature of 100 °C, time 60 minutes and water:molasses fraction (3:2) with a value of 41.83%. From the test results of volatile matter and ash content, it still does not meet SNI standards.

Keywords: *volatile matter; ash content; coal briquettes*

Abstrak

Ekspor unggulan yang ada di Indonesia salah satunya adalah Batubara dan berkontribusi signifikan terhadap perekonomian negara. Namun ada Batubara yang tidak dapat diekspor karena memiliki dimensi ukuran yang terlalu kecil maka dari itu dilakukan penelitian untuk membuat briket. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan hasil terbaik dari pengujian *volatile matter* dan *ash content* dengan suhu, waktu, fraksi air:molase yang berbeda-beda. Hasil pengujian *volatile matter* tertinggi didapatkan dari suhu 100°C, waktu 90 menit dan fraksi air:molase (3:1) dengan nilai sebesar 31,73% dan nilai terendah didapatkan dari suhu 120°C, waktu 60 menit dan fraksi air:molase (3:1) dengan nilai sebesar 23%. Sedangkan hasil pengujian *ash content* tertinggi didapatkan dari suhu pengeringan 120°C, waktu 90 menit dan fraksi air:molase (3:2) dengan nilai sebesar 48,6% dan nilai terendah didapatkan dari suhu pengeringan 100°C, waktu 60 menit dan fraksi air:molase (3:2) dengan nilai sebesar 41,83%. Dari hasil pengujian *volatile matter* dan *ash content* tersebut masih belum memenuhi standar SNI.

Kata kunci: zat terbang; kadar abu; briket batubara

1. PENDAHULUAN

Batubara merupakan salah satu komoditas ekspor unggulan Indonesia hingga saat ini, karena negara ini masih mempunyai cadangan barubara yang melimpah, dengan permintaan internasional dan domestik yang tinggi, yang menyebabkan batubara menjadi salah satu penyumbang utama ekspor dan berkontribusi signifikan terhadap perekonomian negara. Selain indonesia negara yang menjadikan batubara produk ekspor andalannya adalah Afrika Selatan dan Kolombia. Hal ini menciptakan persaingan

di pasar ekspor antara tiga negara tersebut [1]. Indonesia mempunyai persediaan batubara yang cukup melimpah untuk mencukupi kebutuhan briket batubara. Yang dimana pulau sumatera merupakan pulau dengan potensi batubara terbanyak, saat ini sebanyak 64.592,37 juta ton dengan kualitas bervariasi, dari batubara yang memiliki nilai kalori tinggi sampai rendah [2]. Awal mulanya gagasan pembuatan briket batubara diawali untuk memanfaatkan sisa hasil penambangan yang tidak laku dijual karena dimensi yang dimiliki terlalu kecil sehingga tidak memenuhi standar yang diinginkan pembeli. Pemanfaatan batubara dalam bentuk briket telah banyak diteliti, dan peran penting dari kompor sebagai alat pembakaran tidak dapat diabaikan [3]. Akan tetapi briket batubara seringkali sulit dinyalakan dan menghasilkan banyak abu. Oleh sebab itu perlu dilakukan penelitian untuk mencampurnya dengan sekam padi.

Sekam padi terpisah dari butiran padi saat penggilingan padi dan menjadi limbah hasil penggilingan, sekam padi terdiri dari lapisan keras yang disebut *kariopsis*, dengan dua bagian yang dinamakan *lemma* dan *palea* yang saling berhubungan. Dari proses penggilingan sebanyak 20-30% sekam, 8-12% dadak, dan 50-63,5% berupa beras. Mengolah batubara dan sekam padi menjadi briket dilakukan untuk meningkatkan kualitas. Penambahan kualitas bahan dapat dilihat dari energi yang dihasilkan, kemudahan dalam penyalaan, dan rendahnya tingkat polusi yang dihasilkan, proses pembuatan briket meliputi beberapa tahapan, yaitu penghalusan, karbonisasi, pencampuran dengan perekat, pencetakan, dan diakhiri dengan pengeringan [4].

Selain bahan utama dalam pembuatan briket, juga diperlukan bahan tambahan berupa perekat. Perekat pada briket difungsikan untuk menyatukan partikel-partikel bahan utama sehingga briket dapat dibentuk sesuai keperluan dan memiliki kuat tekan yang baik. Perekat yang sering digunakan antara lain tepung sagu, molase, dan tepung tapioka. Tepung tapioka dijadikan sebagai perekat briket cukup baik karena tidak berasap dan lebih tahan lama, namun memiliki nilai kalor yang lebih rendah dibandingkan dengan molase. Briket arang dengan perekat molase memiliki suhu pembakaran yang tinggi dan kerapatan rendah, sehingga memiliki daya tekan yang baik serta memudahkan proses pembakaran awal. Namun, hal ini menyebabkan laju pembakaran yang relatif cepat [5].

Definisi dari briket sendiri adalah blok bahan bakar yang digunakan untuk menyalakan dan mempertahankan api, yang terbuat dari potongan kecil atau serbuk yang dipadatkan menggunakan mesin press, dengan ditambahkan perekat hingga menjadi bentuk padat. Beberapa briket yang umum digunakan meliputi briket bara, arang, gambut, dan biomassa [6], [7]. Pengujian yang diperlukan untuk mengetahui standar kualitas briket meliputi pengujian *volatile matter* dan *ash content*. Adapun standar *volatile matter* dan *ash content* menurut standar SNI No. 1/6235/2000 sebesar $\leq 15\%$ untuk *volatile matter* dan untuk *ash content* sebesar $\leq 8\%$ [8], [9], [10].

Berdasarkan latar belakang ini penulis melakukan penelitian tentang briket berbahan batubara (*antrasite*) dengan dicampurkan sekam padi dan menggunakan perekat berbahan *molase*. Perekat berbahan *molase* lebih dipilih karena memiliki suhu pembakaran lebih tinggi dan memudahkan saat pembakaran awal. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh suhu, waktu dan fraksi air:*molase* terhadap pengujian *volatile matter* (zat terbang) dan *ash content* (kadar abu).

2. METODE PENELITIAN

Pengulangan sampel yang dilakukan dalam pengujian ini dilakukan sebanyak 3 kali pengulangan tiap sampel. Adapun perbandingan antara batubara dan sekam padi sebanyak (90:10), perbandingan air dan *molase* sebanyak (3:2) dan (3:1), suhu pengeringan sebesar 100°C dan 120°C, waktu pengeringan di oven selama 60 dan 90 menit. Suhu, waktu dan fraksi air:*molase* tiap sampel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Suhu, Waktu, dan Fraksi Air:*molase*

No.	Temperature	Delay time (menit)	Fraksi Air: <i>Molase</i> (g)
1.	100	60	(3:2)
2.	100	90	(3:1)
3.	120	60	(3:1)
4.	120	90	(3:2)

2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam pembuatan briket ini adalah batubara (*antrasite*), sekam padi sebagai bahan campuran, *molase* digunakan sebagai perekat, dan air digunakan sebagai media mencairkan *molase*.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah cetakan briket digunakan untuk mencentak briket, tumbukan digunakan untuk menghaluskan bahan, saringan digunakan untuk menyaring briket, timbangan digital digunakan untuk menimbang bahan-bahan, gelas ukur digunakan sebagai wadah untuk mengaduk bahan briket, *stirer* digunakan untuk mengaduk, *oven* digunakan untuk memanaskan briket.

2.2 Proses Pembuatan Briket Batubara

Tahapan dalam pembuatan briket batubara :

1. Ayak antrasit dan sekam padi yang telah dihaluskan menggunakan saringan dengan *mesh* 70.
2. Timbang antrasit dan sekam padi dengan rasio (90:10).
3. Campurkan antrasit dan sekam padi menggunakan *stirer*.
4. Timbang air dan *molase* sesuai dengan fraksi (3:2) dan (3:1).
5. Campur air dan *molase* dengan *stirer*.
6. campurkan air dan molase dengan antrasit dan sekam padi sampai campuran homogen.
7. Masukkan adonan ke cetakan briket.
8. Tekan adonan briket dengan tekanan sebesar 35 kg.
9. Setelah adonan menjadi padat, keluarkan dari cetakan.
10. Briket dijemur di bawah sinar matahari sebelum dikeringkan di *oven*.
11. briket dikeringkan dengan suhu 100°C dan 120°C dengan waktu 60 menit dan 90 menit.

2.3 Proses Pengujian Volatile Matter

Dalam proses pengujian *volatile matter* standar yang digunakan adalah standar ASTM D3175 [11]. Berikut langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengujian *volatile matter* :

1. Menimbang *crucible* dengan timbangan ketelitian 0,00g dan catat berat *crucible*.
2. Menimbang briket yang telah dihaluskan sebanyak 1 gram yang dimasukkan ke dalam *crucible*.
3. Panaskan sampel di dalam *furnace* dengan temperatur 950°C $\pm$ 20°C dengan waktu 7 menit.
4. Angkat *crucible* dari *furnace*.
5. Setelah sampel lumayan dingin timbang kembali *crucible* yang berisi sampel dan catat beratnya.

2.4 Proses Pengujian Ash Content

Dalam proses pengujian *ash content* standar yang digunakan adalah standar ISO-1171 [12]. Langkah-langkah yang akan dilakukan dalam pengujian *ash content* :

1. Menimbang *crucible* dengan timbangan ketelitian 0,00g dan catat berat *crucible*.
2. Menimbang briket yang telah dihaluskan sebanyak 1 gram yang dimasukkan ke dalam *crucible*.
3. Panaskan sampel di dalam *furnace* dengan temperatur 815°C $\pm$ 10°C dengan waktu 1-2 jam.
4. Angkat *crucible* dari *furnace*.
5. Setelah sampel lumayan dingin timbang kembali *crucible* yang berisi sampel dan catat beratnya.



Gambar 1. Proses Pengujian

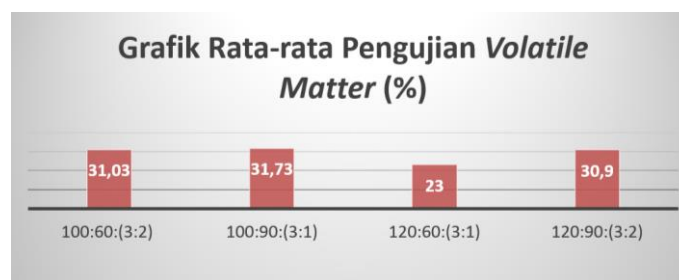
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian *Volatile Matter*

Pengujian *Volatile matter* dilakukan menggunakan *furnace*. Standar pengujian yang digunakan adalah standar ASTM D3175-20. Tabel di bawah ini adalah Tabel 2 hasil pengujian *volatile matter*.

Tabel 2. Hasil Pengujian <i>Volatile Matter</i>				
Suhu dan Waktu	Fraksi air dan <i>molase</i>	Replikasi	<i>Volatile Matter</i>	Rata-rata
100:60	(3:2)	1	30,5%	31,03%
		2	31,5%	
		3	31,1%	
100:90	(3:1)	1	31,6%	31,73%
		2	31,8%	
		3	31,8%	
120:60	(3:1)	1	23,5%	23,00%
		2	23,2%	
		3	22,3%	
120:90	(3:2)	1	30,7%	30,90%
		2	31,5%	
		3	30,5%	

Dari data Tabel 2 dibuat grafik untuk mempermudah melihat rata-rata tertinggi dan terendah dari hasil pengujian. Nilai rata-rata dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pengujian *Volatile Matter*

Pengujian *volatile matter* pada tabel 2 dengan variasi suhu pengeringan, waktu pengeringan dan fraksi air dan molase yang berbeda. Yang dilakukan dengan tiga replikasi tiap sampel sehingga diperoleh nilai rata-rata yang ditunjukkan pada gambar 2. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan sampel pada suhu pengeringan 100°C, waktu 60 menit dan fraksi air:*molase* (3:2) persentase *volatile matter* yang dihasilkan antara 30,5% sampai 31,5% dan nilai rata-rata pada variasi ini adalah 31,03%. Nilai yang dihasilkan dari variasi ini tergolong cukup konsisten, dengan deviasi yang kecil tiap replikasi. Menunjukkan bahwa pengaruh suhu dan waktu pengeringan pada variasi ini cukup memberikan hasil yang stabil. Pada suhu yang sama dengan waktu selama 90 menit dan fraksi air:*molase* (3:1) hasil uji *volatile matter* yang dilakukan dari variasi sebelumnya meningkat sedikit menjadi 31,6% sampai 31,8% dengan rata-rata 31,73%. Perbedaan persentase tiap replikasi sangatlah kecil hanya sebesar 0,2%, menunjukkan hasil uji yang dilakukan sangat stabil dan seragam.

Pada suhu yang lebih tinggi dengan suhu pengeringan 120°C, waktu 60 menit dan fraksi air:*molase* (3:1) mendapatkan hasil pengujian dengan rata-rata sebesar 23%, jauh lebih rendah dari dua variasi sebelumnya. Hal ini menunjukkan bahwa dengan suhu pengeringan yang lebih tinggi persentase hilangnya zat terbang semakin sedikit kemungkinan dikarenakan sebagian besar komponen yang mudah menguap sudah terbakar pada suhu yang lebih tinggi. Akan tetapi pada variasi suhu pengeringan 120°C, waktu 90 menit dan fraksi air:*molase* (3:2) rata-rata persentase kembali ke kisaran 30% dengan rata-rata yang dihasilkan sebesar 30,90%, meskipun suhu yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama digunakan.

Berdasarkan hasil semua variasi rata-rata nilai *volatile matter* yang dihasilkan berkisar antara 23 sampai 31,73 yang artinya deviasi atau penyimpangannya masih tinggi terhadap standar. Standar SNI No.

1/6235/2000 untuk *volatile matter* sebesar $\leq 15\%$. Dari gambar 1 dapat diperhatikan bahwa hasil pengujian *volatile matter* yang telah dilakukan melebihi batas standar yang telah ditentukan. Hal ini menunjukkan bahwa material yang diuji masih mengandung banyak komponen yang mudah menguap. Suhu pengeringan yang lebih tinggi dan waktu lebih lama dapat menurunkan nilai *volatile matter*, tetapi masih belum cukup untuk memenuhi standar SNI.

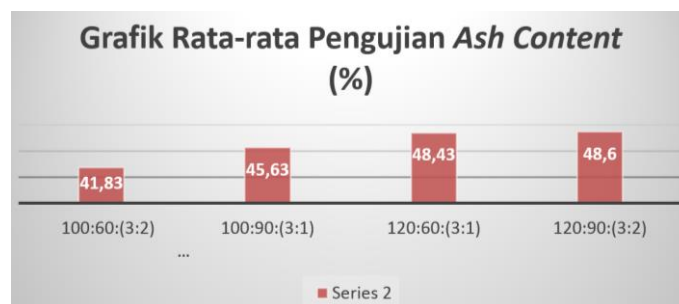
3.2. Hasil Pengujian Ash Content

Pengujian *Ash Content* dilakukan menggunakan *furnace*. Standar pengujian yang digunakan adalah standar ISO-1171-2010. Tabel 3 merupakan hasil pengujian *Ash content*.

Tabel 3. Hasil Pengujian *Ash Content*

Suhu dan Waktu	Fraksi air dan <i>molase</i>	Replikasi	<i>Ash Content</i>	Rata-rata
100:60	(3:2)	1	39,4%	41,83%
		2	42,5%	
		3	43,6%	
100:90	(3:1)	1	45,5%	45,63%
		2	46,8%	
		3	44,6%	
120:60	(3:1)	1	48,8%	48,43%
		2	47,7%	
		3	48,8%	
120:90	(3:2)	1	48,2%	48,60%
		2	47,0%	
		3	50,6%	

Dari Tabel 3 di buat grafik untuk memudahkan mengetahui rata-rata persen terendah dan tertinggi dari *ash content* tersebut. Grafik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengujian *Ash Content*

Pengujian *ash content* pada Tabel 3 dengan variasi suhu pengeringan, waktu pengeringan, fraksi air dan *molase* yang berbeda. Yang dilakukan dengan tiga replikasi tiap variasi sampel sehingga diperoleh nilai rata-rata yang ditunjukkan pada gambar 3. Dari hasil tersebut dapat dijelaskan sampel pada suhu pengeringan 100°C, waktu 60 menit dan fraksi air:*molase* (3:2) memiliki kandungan *ash content* sebesar 39,4% sampai 43,6% deviasi yang dimiliki antar replikasi cukup besar, sebesar 4,2% antara hasil terendah dan tertinggi. Ini bisa menunjukkan bahwa dalam kondisi suhu dan waktu pengeringan tersebut, proses pembentukan abu dari *molase* kurang stabil/dipengaruhi oleh faktor lainnya, seperti pencampuran yang kurang merata. Sedangkan dari variasi suhu pengeringan yang sama dan waktu 90 menit dengan fraksi air:*molase* (3:1) memiliki nilai sebesar 44,6% sampai 46,8% dengan rata-rata sebesar 45,63%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa kadar abu yang dihasilkan dari variasi sebelumnya dengan suhu yang sama dan waktu lebih lama tidak menunjukkan penurunan kadar abu, bahkan cenderung meningkat.

Pada suhu 120°C dengan waktu 60 menit dan fraksi air: *molase* (3:1) memiliki nilai persentase sebesar 47,7% sampai 48,8% dengan rata-rata sebesar 48,43%. *Ash content* yang dihasilkan pada variasi ini justru menunjukkan adanya peningkatan persentase dari pengeringan yang lebih tinggi dibandingkan pengeringan dengan suhu 100°C. Sedangkan pada suhu pengeringan 120°C dengan waktu 90 menit dan

fraksi air:*molase* (3:2) memiliki persentase sebesar 47 sampai 50,6 dengan rata-rata 48,6 pada variasi ini kadar abu yang dihasilkan tetap tinggi bahkan cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan suhu dan waktu lebih rendah. Standar SNI No. 1/6235/2000 untuk *ash content* sebesar $\leq 8\%$, dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa hasil dari pengujian masih jauh dari standar. Maka dari itu perlu dilakukan modifikasi pada suhu, waktu dan fraksi campuran agar dapat menurunkan kadar abu yang ada hingga dapat sesuai dengan standar SNI.

3.3 Analisis Varian

Pada penelitian yang dilakukan ini menggunakan metode anova (*analysis of variance*), Anova digunakan karena dapat membandingkan rata-rata dari tiga kelompok atau lebih kelompok sampel guna mengetahui perbedaan signifikan antara variasi sampel yang telah dibuat. Penggunaan dalam penelitian ini menggunakan anova satu arah. Pembahasan ini akan berfokus pada hasil analisis anova satu arah untuk mengetahui apakah ada perbedaan signifikan antara kelompok berdasarkan variabel yang diteliti. Hasil pengujian yang dilakukan menjadi dasar apakah faktor yang diuji memberikan dampak yang nyata terhadap beberapa variabel.

3.3.1 Analisis Varian *Volatile Matter*

Dari data hasil pengujian *volatile matter* yang telah dilakukan uji anova, maka dibuat hipotesis awal :

Hipotesis nol (H_0) : Tidak ada perbedaan yang signifikan di antara rata-rata semua variasi terhadap pengujian *volatile matter*.

Hipotesis alternatif (H_1) : Ada satu atau lebih variasi yang mempunyai rata-rata dengan perbedaan yang signifikan antar variasi lain terhadap pengujian *volatile matter*.

Tabel 4. ANOVA *Volatile Matter*

Sumber Varians	Derajat Kebebasan	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rata-rata	F-Value	P-Value
Factor	3	0,015331	0,005110	218,24	0,000
Error	8	0,000187	0,000023		
Total	11	0,015519			

Nilai *F-value* pada pengujian *volatile matter* setelah dilakukan uji anova adalah sebesar 218,24 dengan *P-value* sebesar 0,000, hipotesis nol ditolak karena nilai *P-value* $< 0,05$ ini menunjukkan bahwa masih terdapat perbedaan yang signifikan di antara satu variasi atau lebih.

3.3.2 Analisis Varian *Ash Content*

Dari data hasil pengujian *ash content* yang telah dilakukan uji anova, maka dibuat hipotesis awal: Hipotesis nol (H_0) : Tidak ada perbedaan yang signifikan di antara rata-rata semua variasi terhadap pengujian *ash content*.

Hipotesis alternatif (H_1) : Ada satu atau lebih variasi yang mempunyai rata-rata dengan perbedaan yang signifikan antar variasi lain terhadap pengujian *ash content*.

Tabel 5. ANOVA *Ash Content*

Sumber Varians	Derajat Kebebasan	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Rata-rata	F-Value	P-Value
Factor	3	0,009034	0,003011	12,38	0,002
Error	8	0,001946	0,000243		
Total	11	0,010980			

Nilai *F-value* setelah dilakukan uji anova adalah sebesar 12,38 dengan *P-value* sebesar 0,002, hipotesis nol ditolak karena nilai *P-value* $< 0,05$ ini menunjukkan bahwa secara keseluruhan masih terdapat perbedaan yang signifikan antar variasi.

4. SIMPULAN

Dari penelitian briket batubara (*antrasite*) dengan campuran sekam padi menggunakan perekat *molase* dapat disimpulkan bahwa rata-rata hasil pengujian *volatile matter* tertinggi didapatkan dari suhu pengeringan 100°C, waktu 90 menit dan fraksi air:*molase* (3:1) dengan rata-rata nilai sebesar 31,73% dan nilai terendah didapatkan dari suhu pengeringan 120°C, waktu 60 menit dan fraksi air:*molase* (3:1) dengan rata-rata nilai sebesar 23%. Dari hasil tersebut briket yang dibuat masih memiliki komponen yang mudah menguap, sehingga belum memenuhi standar SNI. Sedangkan rata-rata hasil pengujian *ash content* tertinggi didapatkan dari suhu pengeringan 120°C, waktu 90 menit dan fraksi air:*molase* (3:2) dengan rata-rata nilai sebesar 48,6% dan nilai terendah didapatkan dari suhu pengeringan 100°C, waktu 60 menit dan fraksi air:*molase* (3:2) dengan rata-rata nilai sebesar 41,83%. Dari hasil pengujian tersebut briket yang dibuat masih belum memenuhi standar SNI dikarenakan persentase residu masih tinggi. Dari analisis varian masih adanya perbedaan signifikan antara variasi suhu, waktu pengeringan, serta fraksi air dan *molase*. Meskipun modifikasi variasi tersebut memberikan pengaruh pada penurunan kadar *volatile matter* dan *ash content* namun hasilnya belum memenuhi standar. Dengan begitu, diperlukan perbaikan dalam metode dan parameter penelitian agar kualitas briket dapat memenuhi standar SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Yulia dan I. Chandriyanti, "Analisis Daya Saing Komparatif dan Kompetitif Ekspor Komoditas Batu Bara Tiga Negara Berkembang (Indonesia, Afrika Selatan dan Kolombia)," *Economics and Development Studies*, vol. 4, no. 2, hlm. 99–110, Okt 2021.
- [2] D. Komalasari dan S. Wulandari, "Pengaruh Variasi Tekanan Pada Modifikasi Briket Batubara Terhadap Waktu Sulut," Des 2022.
- [3] G. Jacob, H. Hasan, dan A. Winarno, "Karakteristik Campuran Batubara Dengan Arang Gergaji Kayu Meranti Dalam Pembuatan Briket Batubara Di Kota Samarinda, Kalimantan Timur," Samarinda, Jun 2021.
- [4] Fachruzzaki, Halim, dan Rina Lestari, "Pengaruh Campuran Sekam Padi Pada Briket Batubara," Jan 2022.
- [5] M. Y. P. Setyono dan Yayok Suryo Purnomo, "Analisis Kadar Air dan Kadar Abu Briket Lumpur IPAL dan Fly Ash dengan Penambahan Serbuk Gergaji Kayu," *INSOLOGI: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 1, no. 6, hlm. 696–703, Des 2022, doi: 10.55123/insologi.v1i6.1047.
- [6] Nurdiansyah *dkk.*, "Inovasi Teknologi Briket Solusi Cerdas Untuk Pengelolaan Limbah Dan Energi Berkelanjutan," *PENGABDIAN MASYARAKAT BANGSA*, vol. 2, hlm. 2774–2780, 2024.
- [7] Zulfalina, Irhamni, dan Rizki Andika Ramadhani, "Pengaruh Adisi Sekam Padi Terhadap Kualitas Briket Batubara Mutu Rendah," *Hadron Jurnal Fisika dan Terapan*, vol. 5, hlm. 41–45, Nov 2023.
- [8] Donai, H. Hasan, A. Winarno, W. Nugroho, dan S. Dina Devy, "Studi Pencampuran Batubara Kualiatas Rendah Dengan Arang Gergaji Kayu Sengon Pada Proses Pembuatan Briket," Samarinda, 2022.
- [9] N. Iskandar, S. Nugroho, dan Meta Fanny Feliyana, "Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu SNI," *Momentum*, vol. 15, no. 2, hlm. 103–108, Okt 2019.
- [10] Sri Wahyu Murni dan Tutik Muji Setyoningrum, "Pengaruh Suhu Pirolisis terhadap Briket Arang dari Limbah Biomassa," *Yogyakarta Conference Series Proceeding on Engineering and Science Series*, vol. 1, no. 1, hlm. 453–460, 2020, doi: 10.31098/ess.v1i1.139.
- [11] "ASTM D3175-20 Metode Uji Standar untuk Bahan Mudah Menguap dalam Sampel Analisis Batubara dan Kokas 1", doi: 10.1520/D3175-20.
- [12] "ISO-1171-2010 Bahan bakar mineral padat-Penentuan abu Bahan bakar mineral padat-Determinasi cendawan," 2010.