

PENGARUH VARIASI PENAMBAHAN ZEOLIT PADA BRIKET ARANG JERAMI PADI DAN SEKAM PADI TERHADAP NILAI KALOR DAN DENSITAS

Mohammad Mualana Ramadhan ^{1*}, Mokh. Hairul Bahri ¹ dan Ardhi Fathonisyam PN ¹
¹Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember

*Email: ramavespa1999@gmail.com

Abstract

The demand for fossil energy sources continues to increase, which causes scarcity of these resources because they cannot be renewed. In Indonesia, waste rice straw and rice husks are abundant and have potential as a renewable energy source if converted into charcoal briquettes. However, currently the charcoal briquettes produced have not reached the desired level of efficiency to replace fossil fuels. Therefore, research was carried out to develop biomass energy by mixing zeolite in charcoal briquettes. This research aims to develop charcoal briquettes as an energy source from biomass. In this study, the calorific value of charcoal briquettes from rice straw with a 25% zeolite mixture had the lowest calorific value, namely 3941.2 cal/gram, while charcoal briquettes from rice straw without a zeolite mixture had the highest calorific value, namely 4581.8 cal/gram. The same thing happened to charcoal briquettes from rice husks, with the highest calorific value in charcoal briquettes without a zeolite mixture of 5390.5 cal/gram, and the lowest calorific value in charcoal briquettes mixed with 25% zeolite of 4469.1 cal/gram. The density of rice straw charcoal briquettes with a 25% zeolite mixture has the highest density value, namely 0.338 g/cm³, while rice straw charcoal briquettes without a zeolite mixture have the lowest density, namely 0.199 g/cm³. Likewise, charcoal briquettes from rice husks have the highest density in a 25% zeolite mixture with a value of 0.545 g/cm³, and the lowest density in charcoal briquettes without a zeolite mixture is 0.284 g/cm³.

Keywords: Charcoal Briquettes, Biomass, Calorific Value, Density, Efficiency.

Abstrak

Permintaan terhadap sumber energi fosil terus meningkat, yang menyebabkan kelangkaan sumber daya tersebut karena tidak dapat diperbaharui. Di Indonesia, limbah jerami padi dan sekam padi melimpah dan memiliki potensi sebagai sumber energi terbarukan jika diubah menjadi briket arang. Namun, saat ini briket arang yang dihasilkan belum mencapai tingkat efisiensi yang diinginkan untuk menggantikan bahan bakar fosil. Oleh karena itu, penelitian dilakukan untuk mengembangkan energi biomasa dengan mencampurkan zeolit dalam briket arang. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan briket arang sebagai sumber energi dari biomasa. Dalam penelitian ini, nilai kalor briket arang dari jerami padi dengan campuran zeolit 25% memiliki nilai kalor terendah, yaitu 3941,2 kal/gram, sedangkan briket arang dari jerami padi tanpa campuran zeolit memiliki nilai kalor tertinggi, yaitu 4581,8 kal/gram. Hal yang sama terjadi pada briket arang dari sekam padi, dengan nilai kalor tertinggi pada briket arang tanpa campuran zeolit sebesar 5390,5 kal/gram, dan nilai kalor terendah pada briket arang campuran zeolit 25% sebesar 4469,1 kal/gram. Densitas briket arang jerami padi dengan campuran zeolit 25% memiliki nilai densitas tertinggi, yaitu 0,338 g/cm³, sedangkan briket arang jerami padi tanpa campuran zeolit memiliki densitas terendah, yaitu 0,199 g/cm³. Demikian pula, briket arang dari sekam padi memiliki densitas tertinggi pada campuran zeolit 25% dengan nilai sebesar 0,545 g/cm³, dan densitas terendah pada briket arang tanpa campuran zeolit sebesar 0,284 g/cm³.

Kata-kata kunci: Briket Arang, Biomasa, Nilai Kalor, Densitas, Efisiensi.

1. Pendahuluan

Pada saat ini, mayoritas masyarakat Indonesia masih sangat bergantung pada konsumsi energi dari bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui, seperti batu bara dan minyak bumi. Kendala utama dalam hal ini adalah bahwa jenis energi tersebut memiliki nilai kalor yang tinggi dan rentan terhadap pembakaran. Namun, penggunaan energi fosil ini semakin menjadi permasalahan mengingat keterbatasan sumber daya alam dan dampak negatifnya terhadap lingkungan.

Dalam konteks ini, Pasokan Energi Baru Terbarukan (EBT) mengalami pertumbuhan yang signifikan dengan tingkat pertumbuhan mencapai 6,5% per tahun. EBT mulai menggantikan sebagian suplai energi dari minyak dan gas bumi, terutama karena adanya kekhawatiran atas kenaikan harga energi fosil dan dampak lingkungan yang terkait dengan penggunaannya. Meskipun demikian, kontribusi EBT pada pasokan energi total hingga tahun 2050 masih belum mencapai seperlima. Di antara sumber EBT, Bahan Bakar Nabati (BBN), biomassa, hidro, dan panas bumi memiliki peranan yang dominan, sementara energi surya, angin, sampah, dan biogas memiliki pangsa yang relatif kecil. Di Indonesia, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) telah mengidentifikasi potensi besar dari biomassa, khususnya jerami dan sekam padi, dengan potensi mencapai 32,6 gigawatt (GW) [2]. Sayangnya, hanya sekitar 5,7% dari potensi ini yang telah dimanfaatkan secara optimal. Para petani cenderung tidak memanfaatkan limbah pertanian seperti jerami dan sekam padi, dan bahkan sering membakarnya karena dianggap mengganggu dan sulit diolah. Oleh karena itu, dibutuhkan teknologi yang sederhana namun efektif untuk memanfaatkan limbah pertanian ini menjadi produk bernilai tambah [1].

Salah satu solusi yang dapat diimplementasikan adalah penggunaan teknologi pembuatan briket arang. Penelitian sebelumnya telah melakukan berbagai upaya untuk meningkatkan efektivitas briket arang dari biomassa. Meskipun demikian, karakterisasi hasil dari briket arang yang dihasilkan dari jerami padi dan sekam padi dengan variasi campuran zeolit masih menunjukkan nilai yang belum memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) no 1-6235-2000. Dalam konteks ini, penting untuk terus mengembangkan teknologi ini agar dapat menghasilkan bahan bakar biomassa yang berkualitas [3].

Sebuah studi oleh Bahri menunjukkan bahwa keseimbangan kimia campuran memainkan peran penting dalam menentukan suhu pembakaran. Penambahan Non-Zeolit (NZ) pada campuran dapat memperlambat reaksi pembakaran karena panas tidak cukup untuk mengaktifkan logam alkali dan logam alkali tanah di dalam NZ. Namun, dalam jumlah kecil, NZ kurang mempengaruhi dekomposisi AF. Kombinasi antara campuran AF dan NZ dapat meningkatkan kinetika pembakaran pada komposisi yang sesuai. Penambahan NZ sekitar 15–20% dapat menurunkan suhu penyalaan dan meningkatkan laju pembakaran yang lebih cepat. Logam alkali aktif dan logam alkali tanah dalam NZ membantu menguraikan hemiselulosa lebih cepat, menghasilkan pembakaran yang lebih sempurna untuk mengurangi polutan dan meningkatkan LHV. NZ yang lebih besar dapat menyelesaikan dekomposisi lebih awal dan pada saat proses berhenti, NZ menyerap LHV panas [4].

Hasil pembakaran menunjukkan bahwa pelet biomassa dengan ukuran partikel 30 mesh dan campuran karbon aktif sebesar 50% mencapai suhu tertinggi sekitar 496°C. Sementara itu, pelet biomassa dengan campuran zeolit sebesar 50% mencapai waktu pembakaran terlama, yakni 322 detik. Dalam hal densitas bulk, pelet biomassa dengan ukuran partikel 30 mesh dan campuran zeolit 50% memiliki densitas tertinggi. Sebaliknya, pelet biomassa dengan ukuran partikel 20 mesh tanpa campuran memiliki densitas terendah [5].

Dalam penelitian ini, kami akan menganalisis nilai kalor dan densitas pada briket arang yang dihasilkan dari jerami padi dan sekam padi dengan penambahan zeolit. Melalui penelitian ini, kami bertujuan untuk mengembangkan bahan bakar biomassa yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

Berdasarkan latar belakang di atas, rumusan masalah yang ingin kami pecahkan adalah: Bagaimana nilai kalor dari briket arang yang dihasilkan dari jerami padi dan sekam padi dengan penambahan zeolit? Bagaimana densitas dari briket arang yang dihasilkan dari jerami padi dan sekam padi dengan variasi penambahan zeolit 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.

Untuk memfokuskan penelitian ini, kami membatasi ruang lingkup sebagai berikut: Bahan baku utama adalah jerami dan sekam padi dengan berat masing-masing 100 gram dan ukuran partikel 30 mesh, serta zeolit dengan ukuran partikel 100 mesh. Perkat yang digunakan adalah tepung tapioka dengan perbandingan 25% dari bahan utama, dan briket akan ditekan dengan tekanan sebesar 1 ton. Bentuk briket arang adalah silindris dengan diameter 3,5 cm. Variasi penambahan zeolit dilakukan dengan perbandingan

0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25% dari bahan utama. Pengujian yang dilakukan meliputi nilai kalor dan densitas dari briket arang.

Tujuan dari penelitian ini adalah: Mengetahui nilai kalor dari briket arang yang dihasilkan dari jerami padi dan sekam padi dengan penambahan zeolit. Mengetahui densitas dari briket arang yang dihasilkan dari jerami padi dan sekam padi dengan variasi penambahan zeolit 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut: Menambah pemahaman dan pengetahuan dalam bidang teknologi pembuatan bahan bakar biomassa. Memberikan panduan kepada pemerintah dalam mengembangkan energi terbarukan yang lebih berkelanjutan. Memberikan solusi praktis bagi masyarakat dalam memanfaatkan limbah pertanian menjadi bahan bakar yang bermanfaat. Kontribusi terhadap perkembangan teknologi dan pengetahuan di bidang energi terbarukan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan konsumsi energi dan limbah pertanian melalui pengembangan teknologi pembuatan briket arang yang efisien dan berkelanjutan.

2. Metode

2.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain penelitian eksperimental dengan fokus pada perancangan, preparasi, dan pengujian briket arang dari jerami padi dan sekam padi dengan penambahan zeolit. Desain ini memungkinkan peneliti untuk mengontrol variabel dan mengamati perubahan karakteristik briket arang berdasarkan variasi penambahan zeolit.

2.2 Sampel, Sampling

Sampel dalam penelitian ini adalah jerami padi dan sekam padi yang diambil dari persawahan di daerah Tanggul, Jember. Prosedur pemilihan sampel melibatkan pemilihan jerami padi dan sekam padi yang sudah dikeringkan dengan sinar matahari setelah proses panen. Sampel yang diambil diolah menjadi briket arang melalui proses perancangan, preparasi, dan pengujian.

2.3 Prosedur Intervensi

Proses intervensi dalam penelitian ini meliputi beberapa tahapan yang secara rinci dijelaskan sebagai berikut:

1. Perancangan Briket Arang: Tahap ini melibatkan pemilihan bahan baku utama, yaitu jerami padi dan sekam padi, serta bahan tambahan seperti zeolit dan minyak jelantah. Ukuran partikel bahan baku adalah 30 mesh, dan bentuk briket yang dihasilkan adalah silindris dengan diameter 3,5 cm [6].
2. Preparasi Bahan dan Alat: Pada tahap ini, bahan baku jerami padi dan sekam padi diambil dari persawahan, dikeringkan, dan dihaluskan menjadi serbuk briket. Alat-alat seperti timbangan digital, alu lumpang, alat pencetak briket, dan alat pirolisis dipersiapkan [7].
3. Pembriketan Arang: Proses pembriketan dilakukan melalui pirolisis, yaitu pemanasan bahan baku dalam rentang suhu 300°C hingga 500°C selama 5 jam. Setelah proses ini selesai, arang dihaluskan menjadi serbuk [8].
4. Pengayakan: Arang yang telah dihaluskan akan disaring menggunakan ayakan berukuran mesh 30 untuk memisahkan partikel-partikel dengan ukuran yang berbeda [9].
5. Pencampuran dan Pencetakan Briket: Arang halus dicampur dengan perekat tapioka dalam perbandingan 25%. Proses pencampuran dilakukan secara manual dan dilanjutkan dengan pencetakan briket menggunakan alat pencetak dengan variasi tekanan kempa sebesar 50 kg/cm² [10].
6. Pengeringan: Briket yang telah dicetak dikeringkan menggunakan oven untuk menghilangkan kelembaban dan memperkuat struktur briket [11].

2.4 Instrumen

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Timbangan digital: Digunakan untuk mengukur massa bahan baku dengan akurasi.
2. Tungku pirolisis: Digunakan untuk memanaskan bahan baku dalam proses pirolisis.
3. Penggerus: Digunakan untuk menggiling bahan baku menjadi serbuk.
4. Ayakan (mesh 30): Digunakan untuk menyaring bahan baku yang telah dihaluskan.
5. Alat pencetak briket: Digunakan untuk membentuk briket arang dengan bentuk yang diinginkan.

2.5 Metode Analisis

Penelitian ini akan menerapkan metode analisis sebagai berikut:

1. Analisis Nilai Kalor: Nilai kalor briket arang akan diukur menggunakan kalorimeter. Dalam perhitungan ini, energi yang dilepaskan selama pembakaran briket diukur dan dibagi dengan massa bahan bakar yang digunakan [12].
2. Analisis Densitas: Densitas briket arang akan dihitung dengan membagi massa briket oleh volume yang dihasilkan. Densitas merupakan ukuran konsentrasi zat atau kepadatan zat dalam briket [13].

Melalui metode analisis ini, diharapkan dapat diperoleh informasi yang akurat mengenai nilai kalor dan densitas briket arang dari jerami padi dan sekam padi dengan penambahan zeolit. Hasil analisis ini akan membantu dalam mengevaluasi karakteristik dan kualitas briket arang sebagai bahan bakar biomassa.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Briket Arang Dari Jerami Padi dan Sekam Padi

Hasil dari pembuatan briket arang dari jerami padi dan sekam padi dengan campuran zeolit menunjukkan bahwa briket memiliki bentuk yang solid dan padat. Dalam hal ini, secara visual, tidak terlihat perbedaan yang signifikan antara briket arang jerami padi dengan variasi zeolit dan briket arang sekam padi dengan campuran zeolit. Meskipun secara bentuk dan warna kelihatannya sama, penting untuk diingat bahwa karakteristik yang lebih mendalam perlu dievaluasi untuk menentukan perbedaan substansial. Dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Briket Arang

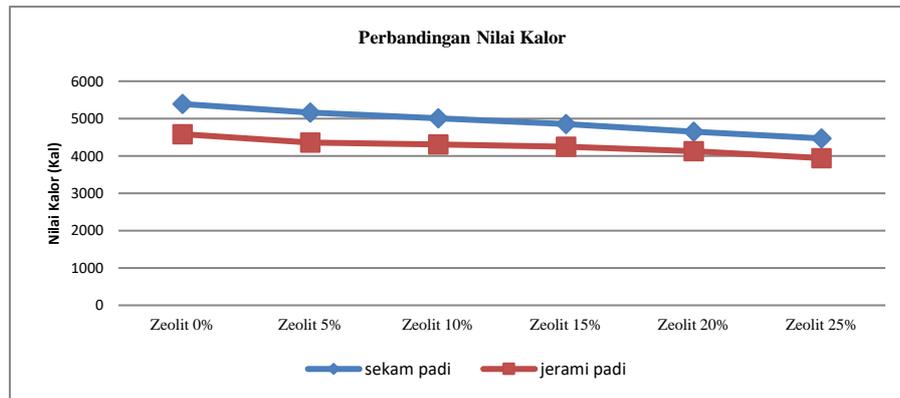
3.2 Nilai Kalor

Tabel 1 menunjukkan hasil analisis nilai kalor pada briket arang dari jerami padi dan sekam padi dengan berbagai variasi campuran zeolit. Dari hasil tersebut, dapat dilihat bahwa grafik presentase nilai kalor secara keseluruhan dengan variasi campuran zeolit memiliki trend yang menurun. Nilai kalor briket arang dari jerami padi dan sekam padi cenderung menurun seiring dengan peningkatan persentase campuran zeolit. Dalam konteks ini, briket arang dari jerami padi tanpa campuran zeolit memiliki nilai kalor yang tertinggi, sedangkan briket arang dari sekam padi tanpa campuran zeolit juga memiliki nilai kalor tertinggi.

Tabel 1. Nilai Kalor pada briket arang

Nilai Kalor Pada Masing - masing Variasi Campuran		
Bahan	Variasi Campuran	Nilai Kalor (kal/g)
Jerami Padi	0 %	4581,837
	5 %	4361,113
	10 %	4306,907
	15 %	4246,59
	20%	4126,47
	25%	3941,23
Sekam Padi	0 %	5390,523
	5 %	5164,403
	10 %	5008,87
	15 %	4855,667
	20%	4646,887
	25%	4469,137

Gambar 2 memvisualisasikan perbandingan nilai kalor untuk briket arang dari jerami padi dan sekam padi dengan variasi campuran zeolit. Dari grafik tersebut, dapat diinterpretasikan bahwa semakin tinggi persentase campuran zeolit, semakin rendah nilai kalor briket. Hal ini dapat dikaitkan dengan komposisi dan karakteristik zeolit itu sendiri, yang mungkin memiliki dampak negatif terhadap nilai kalor dari briket.

**Gambar 2. Perbandingan Nilai Kalor**

Dalam konteks standar mutu kualitas briket menurut SNI 01-6235-2000, nilai kalor yang baik untuk briket adalah lebih dari 5000 kalori/gram. Dari hasil percobaan, hanya briket arang dari sekam padi tanpa campuran zeolit yang memenuhi standar tersebut. Oleh karena itu, briket dari jerami padi dan sekam padi dengan campuran zeolit belum memenuhi standar nilai kalor yang ditetapkan [14].

3.3 Hasil Pengujian Densitas Briket Arang

Tabel 2 menggambarkan hasil analisis densitas pada briket arang dari jerami padi dan sekam padi dengan berbagai variasi campuran zeolit. Hasil ini menunjukkan bahwa densitas briket arang jerami padi dan sekam padi cenderung meningkat seiring dengan penambahan zeolit. Hal ini dikaitkan dengan komposisi dan sifat zeolit yang dapat mempengaruhi kerapatan briket.

Tabel 2. Nilai densitas pada briket arang

Nilai Densitas Pada Masing-masing Variasi		
Bahan	Variasi Campuran	Kerapatan (g/cm ³)
Jerami Padi	0 %	0,199
	5 %	0,219
	10 %	0,251
	15 %	0,295
	20%	0,314
	25%	0,338
Sekam Padi	0 %	0,284
	5 %	0,315
	10 %	0,356
	15 %	0,444
	20%	0,507
	25%	0,545

Gambar 3 memvisualisasikan perbandingan densitas untuk briket arang dari jerami padi dan sekam padi dengan variasi campuran zeolit. Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa briket arang dari jerami padi dengan campuran zeolit 25% memiliki nilai densitas tertinggi, sedangkan briket arang dari jerami padi tanpa campuran zeolit memiliki densitas terendah.

Berdasarkan standar mutu kualitas briket menurut SNI 01-6235-2000, nilai kerapatan yang baik untuk briket adalah 0,447 g/cm³. Hanya briket arang dengan campuran zeolit 20% dan 25% yang memenuhi standar tersebut, sementara variasi lainnya belum memenuhi standar kerapatan yang ditetapkan.

3.4 Pembahasan

Dalam konteks hasil penelitian, dapat dilihat bahwa penambahan zeolit dalam pembuatan briket arang dari jerami padi dan sekam padi memiliki pengaruh terhadap nilai kalor dan densitas briket. Hasil penelitian ini mendukung gagasan bahwa komposisi campuran zeolit dapat mempengaruhi karakteristik briket, khususnya dalam hal nilai kalor dan densitas.

Terkait nilai kalor, hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase zeolit dalam campuran, semakin rendah nilai kalor briket. Hal ini dapat disebabkan oleh sifat zeolit yang mungkin memiliki potensi untuk mengurangi potensi panas dalam briket arang. Oleh karena itu, pemilihan komposisi campuran yang tepat perlu dipertimbangkan agar nilai kalor dapat memenuhi standar yang ditetapkan.

Sementara itu, pengaruh penambahan zeolit terhadap densitas briket adalah sebaliknya. Semakin tinggi persentase zeolit dalam campuran, semakin tinggi pula densitas briket. Hal ini mungkin disebabkan oleh karakteristik zeolit yang memiliki struktur dan sifat fisik tertentu yang dapat meningkatkan kerapatan briket secara keseluruhan.

Namun, walaupun terdapat pengaruh terhadap nilai kalor dan densitas, belum dapat diambil kesimpulan menyeluruh mengenai kualitas briket arang dari jerami padi dan sekam padi dengan campuran zeolit. Aspek lain seperti efisiensi pembakaran, emisi gas beracun, dan dampak lingkungan lainnya juga perlu dievaluasi untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap.

Dalam konteks kualitas briket, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa hanya briket arang dari sekam padi tanpa campuran zeolit yang memenuhi standar nilai kalor dan kerapatan yang ditetapkan oleh SNI 01-6235-2000. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan komposisi campuran zeolit perlu dilakukan lebih lanjut untuk mencapai kualitas briket arang yang optimal. Penelitian selanjutnya dapat mempertimbangkan variasi komposisi zeolit yang berbeda, ukuran partikel zeolit, serta pengaruh parameter pembuatan lainnya untuk mengoptimalkan karakteristik briket arang dari jerami padi dan sekam padi [11].

4. Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa penambahan zeolit dalam pembuatan briket arang dari jerami padi dan sekam padi berpengaruh terhadap nilai kalor dan densitas briket. Semakin tinggi persentase zeolit dalam campuran, nilai kalor cenderung menurun sedangkan densitas cenderung meningkat. Meskipun demikian, hanya campuran zeolit 20% dan 25% yang memenuhi standar kualitas SNI yang telah

ditetapkan. Hasil penelitian ini memberikan pemahaman lebih lanjut tentang pengaruh zeolit dalam pembuatan briket arang dan memberikan dasar untuk pengembangan lebih lanjut terkait komposisi campuran yang optimal. Meskipun nilai kalor dan densitas merupakan faktor penting dalam briket arang, aspek lain seperti efisiensi pembakaran, dampak lingkungan, dan karakteristik pembakaran juga harus dipertimbangkan dalam pengembangan lebih lanjut.

Referensi

1. A., Anam & Arayansyah, "Peningkatan Nilai Kalor Pelet Serbuk Gergajidengan Bahan Campuran Minyak Biji Kapas dan Tepung Kanji". *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Teknik*, 9(1), 28, 2019
2. BPPT, "Outlook Energi Indonesia 2021 Prespektif Teknologi Energi Indonesia: Tenaga Surya untuk Penyediaan Energi Charging Station", In Pusat Pengkajian Industri Proses dan Energi (PPIPE) Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT), 2021
3. M., Gufron, Bahri, M. H., & PN, A. F., "Analisis Kadar Air, Densitas Bulk Dan Pembakaran Pada Pelet Biomassa Ampas Tebu Variasi Ukuran Partikel Dan Penambahan Bahan Aditif Zeolit Dan Karbon Aktif", *Jurnal Smart Teknologi*, 3(5), 567 – 575, 2022
4. M. Hairul Bahri, Wijayanti, W., Hamidi, N., & Wardana, I. N. G., "The role of alkali metal and alkaline metal earth in natural zeolite on combustion of Albizia Falcataria sawdust," *International Journal of Energy and Environmental Engineering*, 11(2), 219–227, 2020
5. N. Iskandar, Nugroho, S., & Feliyana, M. F., "Uji Kualitas Produk Briket Arang Tempurung Kelapa Berdasarkan Standar Mutu Sni," *Jurnal Ilmiah Momentum*, 15(2), 2019
6. E. Mardan, F., Elektro, F. T., & Telkom, U., "ANALISA PENGARUH PENAMBAHAN BAHAN ADITIF PADA BRIKET ANALYSIS THE EFFECT OF ADDITIVE MATERIALS ADDITION ON Nilai Kalor Kadar Air > 4000 kalori / gram," *Jurnal Teknik*, 6(2), 4876–4883, 2019
7. M. Miharja, H. jaya, "Analisis proksimat potensi briket bioarang sebagai energi alternatif di desa kusu, Maluku Utara," *Techno: Jurnal Penelitian*, 5(1), 15–21, 2016
8. D. Pangga, & Ahzan, S., "UJI LAJU PEMBAKARAN DAN NILAI KALOR BRIKET WAFER SEKAM PADI," 6(November), 200–206, 2020
9. R. Pratiwi, Rahayu, D., & Barliana, M. I., "Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik," *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83, 2016
10. F., Rianawati, Abidin, Z., & Naparin, M., "Uji Mutu Briket Dari Pencampuran Jerami Dan Sekam Padi Dari Limbah Pasca Panen Di Lahan Gambut," *Jurnal Hutan Tropis*, 9(3), 282, 2016
11. Rindayatno, Sari, M. K., & Wagiman, S., "Kualitas briket arang berdasarkan komposisi campuran arang dari kayu meranti merah (*shorea sp.*) dan tempurung kelapa (*cocos nucifera l.*)," *Prosiding Seminar Nasional Ke 1 Tahun 2017. Balai Riset Dan Standardisasi Industri Samarinda*, 98–111, 2017
12. I. N Sukarta & Ayuni, P. S., "Analisis Proksimat Dan Nilai Kalor Pada Pellet Biosolid Yang Dikombinasikan Dengan Biomassa Limbah Bambu," *JST (Jurnal Sains Dan Teknologi)*, 5(1), 728–735, 2016
13. S. Suryaningsih, "Pengaruh Ukuran Butir Briket Campuran Sekam Padi dengan Serbuk Kayu Jati terhadap Emisi Karbon Monoksida (CO) dan Laju Pembakaran," *Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika*, 2(1), 15–21, 2018
14. I. G. B Susana, "Peningkatan Nilai Kalor Biomassa Kotoran Kuda dengan Metode Densifikasi dan Thermolisis," *Jurnal Teknik Mesin*, 11(2), 103–107, 2009
15. H., Widiyandari, Setiabudi, W., Subagio, A., Haryanti, S., Siahaan, P., & Tjahjana, H., "Pengaruh Penggunaan Binder terhadap Densitas dan Kalor Pembakaran Briket dari Limbah Sagu," *Indonesian Journal of Applied Physics*, 3(02), 188, 2016