

ANALISIS KADAR AIR, KADAR ABU, DAN *FIXED CARBON* PADA BIOBRIKET *SLUDGE* IPAL DENGAN METODE KARBONISASI 400°C

Ayu Nindyapuspa^{1*}, Talent Nia Pramestyawati², Bagas Wahyu Firmansyah¹, Araya Bonita Pakpahan¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

²Jurusan Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya, Surabaya, Indonesia

*Email : ayunindyapuspa@ppns.ac.id

Abstrak

Limbah *sludge* IPAL merupakan hasil pengolahan air limbah dalam industri yang berpotensi dalam pencemaran lingkungan yang wajib dikelola oleh pihak industri yang bersangkutan. Pemanfaatan *sludge* IPAL menjadi briket dapat menjadi alternatif yang perlu ditinjau demi meningkatkan efisiensi penggunaan energi. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar air, kadar abu dan *fixed carbon* *sludge* IPAL, *fly ash*, serbuk gergaji kayu dan sekam padi sebagai bahan baku pembuatan biobriket. Variasi penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah komposisi biobriket yaitu *sludge* IPAL, serbuk gergaji kayu, *fly ash* dan sekam padi (40% *sludge* : 50% Serbuk Kayu : 10% *fly ash* ; 60% *sludge* : 30% Serbuk Kayu : 10% *fly ash* ; 80% *sludge* : 10% Serbuk Kayu : 10% *fly ash* % ; 90% *sludge* : 10% Sekam Padi ; 80% *sludge* : 20% Sekam padi ; 70% *sludge* : 30% Sekam padi ; 100% *sludge*) menggunakan suhu karbonisasi 400 °C selama 120 menit. Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan didapatkan nilai kadar air terendah dengan komposisi biobriket 40% *sludge* : 50% serbuk kayu dan 10% *fly ash* sebesar 5,48 %, nilai kadar abu terendah pada komposisi 100% *sludge* sebesar 37,6% dan nilai *fixed carbon* tertinggi pada komposisi 100% *sludge* sebesar 30,04%.

Kata kunci : Biobriket, *Fly Ash*, Karbonisasi, *Sludge*, Serbuk Gergaji Kayu, Sekam Padi

Abstract

WWTP *sludge* waste is the result of wastewater treatment in industries that have the potential for environmental pollution, which must be managed by the industry concerned. Utilization of WWTP *sludge* into briquettes can be an alternative that needs to be reviewed in order to increase the efficiency of energy use. The purpose of this study was to analyze the moisture content, ash content, and fixed carbon of WWTP *sludge*, *fly ash*, wood sawdust, and rice husks as raw materials for making briquettes. The research variation used in this study is the composition of biobriquettes, namely WWTP *sludge*, wood sawdust, *fly ash*, and rice husks (40% *sludge*: 50% wood sawdust: 10% *fly ash*; 60% *sludge*: 30% wood sawdust: 10% *fly ash*; 80% *sludge*: 10% wood powder: 10% *fly ash*; 90% *sludge*: 10% rice husk; 80% *sludge*: 20% rice husk; 70% *sludge*: 30% rice husk; 100% *sludge*) using a carbonization temperature of 400 °C for 120 minutes. Based on the test results that have been carried out, the lowest water content value is obtained with a biobriquette composition of 40% *sludge*, 50% sawdust, and 10% *fly ash* at 5.48%, the lowest ash content value in the composition of 100% *sludge* at 37.6%, and the highest fixed carbon value in the composition of 100% *sludge* at 30.04%.

Keywords : Bio Briquettes, Carbonization, *Fly Ash*, Rice Husk, *Sludge*, Wood Sawdust

^{1*} ayunindyapuspa@ppns.ac.id

1. Pendahuluan

Sludge memiliki potensi untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar alternatif berupa briket. Briket merupakan bahan bakar arang yang mengandung karbon yang diproduksi menggunakan bahan baku limbah organik maupun anorganik yang masih mengandung sejumlah energi dan dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi yang dapat diperbaharui. Nilai kalor *sludge* IPAL sebesar 2154,8 kal/g, dengan kadar air 19,88% (Bimantara dkk., 2019). Tingginya kadar air pada *sludge* IPAL dapat berpengaruh terhadap rendahnya nilai kalor. Oleh karena itu, selain dilakukan perlakuan pengeringan pada *sludge*, perlu juga dilakukan penambahan bahan pada pembuatan briket yang memiliki nilai kadar air yang lebih rendah serta nilai kalor yang lebih tinggi dibanding *sludge* sehingga dapat meningkatkan kualitas biobriket yang lebih baik.

Fly ash adalah limbah dari hasil pembakaran batu bara pada tungku pembangkit listrik tenaga uap yang berbutir halus dan bersifat pozolanik (Anggraeni & Tarangga, 2020). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan, *Fly Ash* dan *Bottom ash* (FABA) termasuk ke dalam limbah non B3 terdaftar. Menurut Setiawati, (2018), *fly ash* memiliki kadar air sekitar 4%. Penambahan bahan *fly ash* dalam pembuatan briket sebagai tambahan dan filler adonan briket agar memiliki kuat tekan yang baik. Penambahan bahan biobriket yang sering digunakan dari limbah biomassa seperti serbuk gergaji kayu. Serbuk gergaji kayu adalah limbah hasil penggergajian kayu yang hingga saat ini masih belum dimanfaatkan dengan optimal dan hanya ditumpuk atau dibuang sembarangan sehingga akan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Penambahan serbuk gergaji kayu sangat berpotensi dan mengandung banyak energi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan biobriket karena memiliki nilai kalor yang relatif tinggi yaitu 4475,35 kal/g (Malakuseya dkk., 2013). Dengan menambahkan serbuk gergaji kayu dan *fly ash* pada pemanfaatan lumpur menjadi biobriket akan meningkatkan nilai ekonomis dan mengurangi pencemaran lingkungan. Metode yang digunakan dalam pembuatan biobriket adalah metode karbonisasi.

Sekam padi merupakan lapisan yang membungkus kariopsis butir gabah, terdiri atas dua belahan yang disebut *lemma* dan *palea* yang saling bertautan. Pada proses penggilingan gabah, sekam akan terpisah dari butir beras dan menjadi bahan sisa atau limbah penggilingan. Proses penggilingan gabah akan menghasilkan 16,2 – 28% sekam. Sekam padi dikategorikan sebagai biomassa yang dapat digunakan untuk berbagai kebutuhan seperti bahan baku industri, pakan ternak dan energi (Kadri dan Rugaya, 2013). Potensi sekam padi untuk dijadikan sebagai bahan campuran pembuatan biobriket adalah memiliki nilai kalor sebesar 3.300 kal/kg. Selulosa yang terkandung dalam sekam padi dapat memberikan pembakaran yang merata dan stabil sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pengganti minyak dan kayu (Kadri dan Rugaya, 2013).

Kualitas biobriket dapat ditentukan dari metode pembakaran yang digunakan. Salah satu metode pembakaran yang digunakan dalam pembuatan biobriket pada penelitian ini adalah metode karbonisasi. Karbonisasi merupakan metode pembakaran yang mengkonversi suatu zat organik ke dalam karbon atau residu dalam bentuk arang (Ridhuan & Suranto, 2016). Prinsip pembakaran dengan metode karbonisasi adalah pembakaran dalam kondisi tanpa udara atau seminimal mungkin. Suhu karbonisasi dilakukan dengan suhu antara 450°C hingga 700 °C (SNI 4931:2010). Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Nurhayati, (2018), semakin tinggi suhu karbonisasi, maka nilai kadar air dan kadar abu semakin rendah sedangkan nilai kalor dan fixed carbon semakin tinggi. Menurut Setiawan dkk., (2012), pembuatan biobriket serbuk gergaji kayu dan kulit kacang dengan menggunakan metode karbonisasi suhu 500 °C selama 45 menit dapat menghasilkan nilai kalor 5670,5381 kal/g. Hasil tersebut sudah sesuai dengan baku mutu pada SNI 4931:2010 dengan klasifikasi briket tipe B.

Berdasarkan permasalahan di atas maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis biobriket *sludge* dari campuran *fly ash*, serbuk gergaji kayu, dan sekam padi. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar air, kadar abu, dan *fixed carbon* pada suhu karbonisasi 400°C terhadap kualitas biobriket.

Metode Penelitian

Metode penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Persiapan bahan baku yang terdiri dari *sludge* IPAL industri minuman, *fly ash*, serbuk gergaji kayu dan sekam padi.
2. Pengeringan *sludge* IPAL menggunakan oven dengan suhu 105 °C selama 90 menit.
3. Pengeringan *fly ash* menggunakan oven dengan suhu 105 °C selama 60 menit

4. Pengarangan bahan baku yaitu *sludge* IPAL serbuk gergaji kayu dan sekam padi dengan metode karbonisasi pada suhu 400 °C selama 2 jam
5. Penggilingan dan pengayakan arang *sludge* IPAL, serbuk gergaji kayu, *fly ash* dan sekam padi.
6. Pengadukan adonan arang *sludge* IPAL industri minuman, *fly ash*, serbuk gergaji kayu dan sekam padi sesuai dengan variasi menggunakan perekat tepung tapioka.
7. Pencetakan briket menggunakan alat press.
8. Pengeringan briket dengan menggunakan oven selama 1 hari.
9. Pengujian *proximate* meliputi (kadar air, kadar abu, *fixed carbon*).

Adapun variasi komposisi biobriket pada penelitian ini adalah :

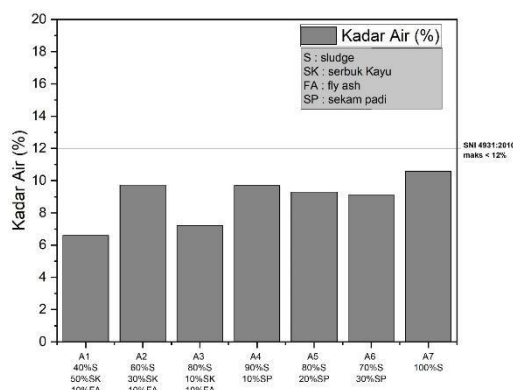
No	Kode Sampel	Komposisi bahan biobriket
1.	A1	40% <i>Sludge</i> : 50% Serbuk Kayu : 10% <i>Fly Ash</i>
2.	A2	60% <i>Sludge</i> : 30% Serbuk Kayu : 10% <i>Fly Ash</i>
3.	A3	80% <i>Sludge</i> : 10% Serbuk Kayu : 10% <i>Fly Ash</i>
4.	A4	90% <i>Sludge</i> : 10% Sekam padi
5.	A5	80% <i>Sludge</i> : 20% Sekam padi
6.	A6	70% <i>Sludge</i> : 30% Sekam padi
7.	A7	100% <i>Sludge</i>

3. Hasil dan Diskusi

Dari penelitian yang telah dilakukan, yaitu pembuatan biobriket *sludge* IPAL industri minuman, *fly ash*, serbuk gergaji kayu dan sekam padi dengan perekat tepung tapioka. Produk biobriket yang telah dibuat kemudian dilakukan analisis *proximate* (Kadar air, kadar abu, *fixed carbon*). Adapun hasil penelitian dari pembuatan biobriket *sludge* IPAL industri minuman, *fly ash*, serbuk gergaji kayu dan sekam padi dengan perekat tepung tapioka dengan suhu karbonisasi 400 °C dapat dilihat pada penjelasan dibawah ini:

Kadar Air

Analisis kadar air digunakan untuk mengetahui nilai kandungan air yang masih terperangkap pada biobriket. Penentuan kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopis pada biobriket. Sifat higroskopis pada briket dapat dinilai dari kadar air pada briket, sehingga jika dibiarkan di udara terbuka akan mudah menyerap air dari udara sekitar sehingga menyebabkan tingginya nilai kandungan air pada briket yang dapat menyebabkan briket menjadi rapuh, sulit dinyalakan dan ditumbuhi jamur. Hasil pengujian kadar air dapat dilihat pada Gambar 1.1.

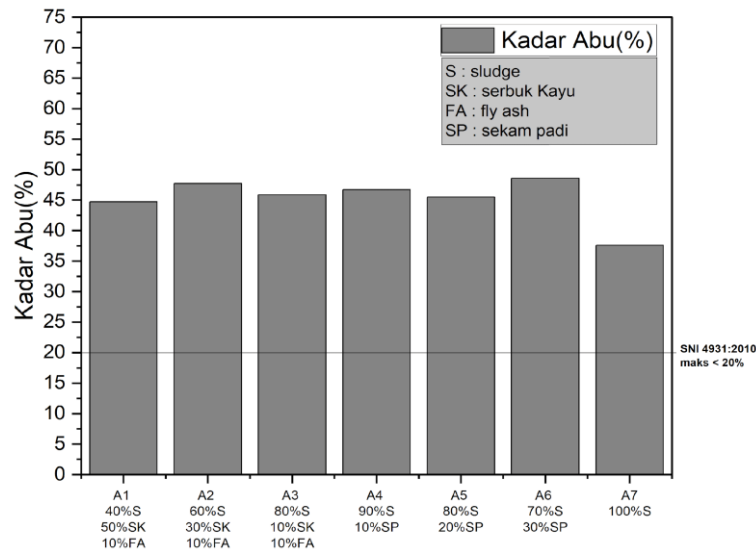


Gambar 1.1 Hasil Pengujian Kadar Air

Pada Gambar 1.1 Terdapat hasil kadar air biobriket pada berbagai komposisi. Briket dengan kadar air tertinggi ditunjukkan oleh briket dengan komposisi 100% *sludge* menghasilkan nilai kadar air senilai 10,58%, sedangkan briket dengan kadar air terendah ditunjukkan oleh komposisi 40% *Sludge* : 50% Serbuk Kayu : 10% *Fly Ash* menghasilkan nilai kadar air senilai 6,36%. Hasil Pengujian pada Gambar 1.1 dapat dilihat bahwa kadar air briket dapat dipengaruhi oleh komposisi bahan. Hasil analisis kadar air biobriket menunjukkan bahwa semakin sedikit penggunaan komposisi *sludge* dan semakin banyak komposisi serbuka kayu yang digunakan maka nilai kadar air yang dihasilkan juga semakin sedikit. Hal ini dibuktikan pada saat pengujian karakteristik awal bahan, kandungan air yang dimiliki *sludge*, serbuk kayu, *fly ash*, sekam padi dan penggunaan perekat tepung tapioka menunjukkan bahwa *sludge* memiliki kandungan air yang lebih besar dibandingkan bahan lainnya dengan nilai sebesar 11,60%, akan tetapi kandungan air semua awal bahan sudah memenuhi standar baku mutu yang digunakan menurut SNI 4931 : 2010.

b. Kadar Abu

Analisa kadar abu pada briket dilakukan untuk mengetahui jumlah residu atau jumlah bagian yang tidak terbakar setelah terjadinya pembakaran sempurna. Nilai kadar abu yang tinggi dapat merusak kualitas pada biobriket. Abu merupakan kandungan residu yang tidak mudah terbakar atau *noncombustible* yang memiliki senyawa yang terdiri dari silika oksida (SiO_2), kalsium oksida (CaO), karbonat, dan mineral lainnya (Zahar, 2021). Nilai kadar abu dapat dilihat pada Gambar 1.2.



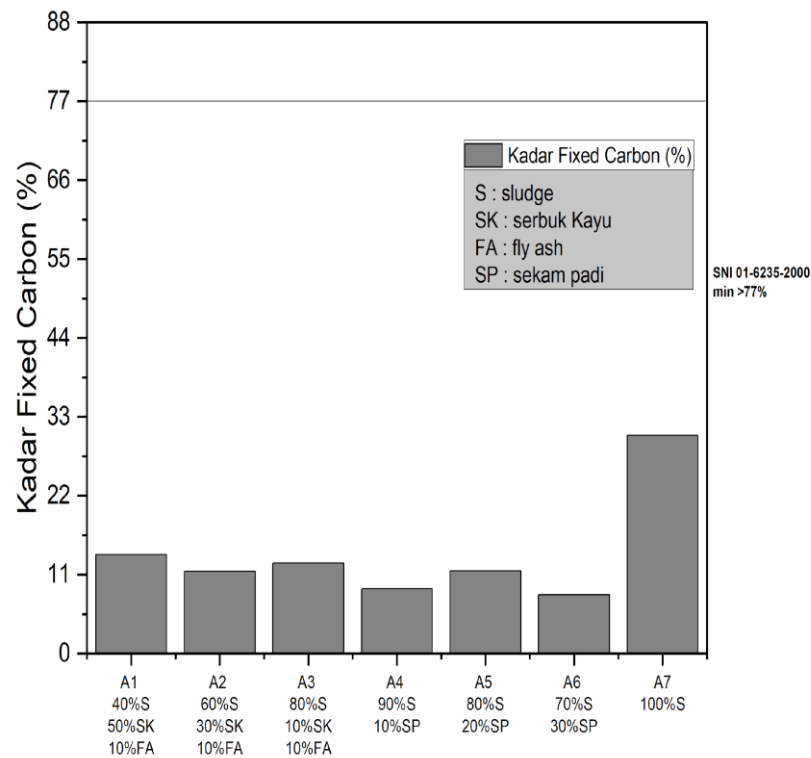
Gambar 1.2 Hasil Pengujian Kadar Abu

Pada gambar 1.2 hasil pengujian briket dengan kadar abu terendah ditunjukkan oleh komposisi 100% *sludge* menghasilkan nilai kadar abu senilai 37,6%, hal ini dikarenakan tidak adanya campuran serbuk kayu, *fly ash* dan sekam padi pada pembuatan briket. Semakin sedikit kombinasi bahan baku pada pembuatan briket akan, maka kadar abu yang dihasilkan akan semakin kecil. Kadar abu tertinggi terdapat pada variasi komposisi 70% *sludge* : 30% Sekam padi menghasilkan nilai kadar abu tertinggi senilai 48,62%. Tingginya kadar abu pada biobriket dapat dipengaruhi oleh faktor kandungan abu yang terdapat dalam komposisi penyusun. Pada hasil penelitian, semakin banyak penggunaan *sludge* pada pembuatan biobriket maka kadar abu yang dihasilkan semakin tinggi, hal ini dikarenakan *sludge* memiliki nilai kadar abu lebih besar dibandingkan serbuk gergaji kayu dengan nilai 12,9%. Menurut SNI 4931:2010 tentang Briket Batubara, klasifikasi, syarat mutu dan metode pengujian menyatakan bahwa standar baku mutu untuk briket batubara terkarbonisasi baik kelas A dan B sebesar kurang dari 20%. Dalam penelitian ini keseluruhan briket menghasilkan nilai yang belum memenuhi dalam standar yang telah ditetapkan.

d. Fixed Carbon

Kadar karbon terikat (*fixed carbon*) adalah fraksi karbon (C) yang terikat di dalam briket selain fraksi air, abu dan zat mudah menguap. Tujuan pengujian kadar karbon terikat pada briket adalah untuk mengetahui efisiensi

briket dalam pembangkitan energi. Karbon terikat dalam briket memberikan kontribusi terhadap nilai kalor briket. Nilai kadar karbon terikat berkorelasi dengan nilai kalor zat menguap, kadar air, dan kadar abu biobriket (Inegbedion,2022). Menurut Putri & Andasuryani, (2017) kadar karbon terikat berpengaruh terhadap nilai kalor, semakin besar nilai kadar karbon maka akan semakin tinggi nilai kalornya. Tingginya nilai karbon terikat pada briket sangat bergantung pada hasil kadar air, kadar abu dan kadar *volatile matter*. Semakin rendah hasil kadar air, kadar abu dan zat mudah menguap, maka kadar karbon akan semakin besar dan begitu sebaliknya. Hasil Pengujian kadar karbon terikat dapat dilihat pada Gambar 1.4.



Gambar 1.4 Hasil Pengujian *Fixed Carbon*

Hasil pengujian dapat dilihat pada gambar 1.4 kadar karbon terikat menghasilkan nilai yang berbeda-beda hal tersebut dapat terjadi karena setiap bahan penyusun biobriket memiliki kadar karbon terikat yang berbeda-beda pula. Hasil pengujian kadar karbon terikat tertinggi ditunjukkan oleh briket dengan komposisi 100% *sludge* dengan suhu karbonisasi 400 °C menghasilkan nilai kadar karbon terikat sebesar 30,04%, sedangkan kadar karbon terikat terendah ditunjukkan oleh briket dengan komposisi 70% *sludge*: 30% Sekam padi dengan nilai sebesar 8,24%. Kadar karbon terikat yang tinggi menunjukkan kualitas briket yang baik. Semakin tinggi nilai kadar karbon terikat, maka kualitas briket akan semakin baik. Begitupun sebaliknya, semakin rendah nilai karbon terikat maka kualitas briket akan semakin buruk (Rumiyanti dkk., 2018). Menurut SNI 01-6235-2000 tentang Briket Arang Kayu menyatakan bahwa standar baku mutu untuk briket sebesar lebih dari 77%. Dalam penelitian ini keseluruhan briket belum memenuhi dalam standar nilai *fixed carbon* yang telah ditetapkan.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa bahan baku *sludge* IPAL, *fly ash*, serbuk gergaji kayu dan sekam padi belum optimal apabila digunakan sebagai bahan baku pembuatan briket sesuai dengan standar SNI 4931- 2010 dengan klasifikasi briket tipe B. Parameter kadar air telah memenuhi standar biobriket yaitu kurang dari 12% pada variasi 40% *sludge*, 50% serbuk kayu, dan 10% *fly ash* dapat menghasilkan nilai kadar air sebesar 6.36%. Nilai kadar abu terendah pada komposisi 100% *sludge* sebesar 37,6%, belum memenuhi standar biobriket yaitu kurang dari 20% dan nilai *fixed carbon* tertinggi pada komposisi 100% *sludge* sebesar 30,04%, belum memenuhi standar biobriket yaitu lebih dari 77%.

5. Daftar Pustaka

- Angraeni, D., & Tarangga, A. (2020). Analisis Pemanfaatan Bahan Limbah B3 Karbit Dan Fly Ash Pada Campuran Beton Terhadap Kuat Tekan, Kuat Tarik Belah Dan Modulus Elastisitas . Portal Sipil, 9, 43–52.
- Bimantara, S. E., Euis, D., & Hidayah, N. (2019). Pemanfaatan Limbah Lumpur Ipal Kawasan Industri Dan Serbuk Gergaji Kayu Menjadi Briket. Jukung Jurnal Teknik Lingkungan, 5(1), 21–27.
- Eka Putri, R. dan Andasuryani, A. (2017) ‘Studi Mutu Briket Arang Dengan Bahan Baku Limbah Biomassa’, *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas*, 21(2), p. 143.
- Inegbedion, F. (2022) ‘*Estimation Of The Moisture Content, Volatile Matter, Ash Content, Fixed Carbon And Calorific Values Of Saw Dust Briquettes*’, *MANAS Journal of Engineering*, 10(1), pp. 17–20.
- Kadri dan Rugaya (2013) ‘Pemanfaatan Briket Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Pengganti Minyak Tanah.’, *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 19, 71, pp. 107–111..
- Malakuseya, J., Sudjito, & Sasongko, M. (2013). Pengaruh Prosentase Campuran Briket Limbah Serbuk Kayu Gergajian Dan Limbah Daun Kayuputih Terhadap Nilai Kalor Dan Kecepatan Pembakaran. *Rekayasa Mesin* , 4, 194– 198.
- Nurhayati, C. (2018). Pengaruh Temperatur Karbonisasi, Komposisi Campuran Arang Kayu Karet Dan Lumpur Batubara Terhadap Kualitas Biobrike. *Prosiding Seminar Nasional I Hasil Litbangyasa Industri*.
- Rumiyanti, L., Irnanda, A., & Hendronursito, Y. (2018). Analisis Proksimat Pada Briket Arang Limbah Pertanian. *Spektra: Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 3(1), 15–22.
- Ridhuan, K., & Suranto, J. (2016). ‘Perbandingan Pembakaran Pirolisis Dan Karbonisasi Pada Biomassa Kulit Durian Terhadap Nilai Kalori’. *Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, 5.
- Setiawati, M. (2018). *Fly Ash* Sebagai Bahan Pengganti Semen Pada Beton (Vol. 17).
- Setiawan, A., Andrio, O., & Coniwanti, P. (2012). Pengaruh Komposisi Pembuatan Biobriket Dari Campuran Kulit Kacang Dan Serbuk Gergaji Terhadap Nilai Pembakaran. *Dalam Jurnal Teknik Kimia* (Vol. 18, Nomor 2).
- Zahar, W. (2021). Parameter *Correlation Of Proximate Analysis And Ultimate Analysis Of The Calorific Value Of Coal*. *Jurnal Pertambangan Dan Lingkungan*, 2(1), 21.