

Analisis Proksimat dan Nilai Kalor pada Biobriket *Manure* Sapi dan Cangkang Pala menggunakan Variasi Suhu

Annisaa Maheswari¹, Ayu Nindyapuspa^{1*}, dan Nora Amelia Novitrie^{2*}

¹. Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

². Program Studi Teknik Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail: ayunindyapuspa@ppns.ac.id

Abstrak

Manure sapi yang terdapat pada perternakan berpotensi untuk dijadikan energi biomassa berupa biobriket, akan tetapi dalam pembuatan biobriket *manure* sapi masih memiliki kekurangan dari struktur bahan baku. Maka dari itu perlu adanya penambahan bahan baku salah satu alternatif yang dapat digunakan yaitu cangkang pala. Pada pembuatan biobriket ini diharapkan dapat memenuhi SNI 01-6235-2000. Proses pembuatan biobriket menggunakan metode pirolisis dengan menggunakan suhu 450° C selama 2 jam. Penelitian ini menggunakan perekat tepung tapioka 7%, dan komposisi *manure sapi* : cangkang pala yaitu 30% : 70%. Hasil penelitian di dapatkan kadar air 1,4%, kadar abu 9,5%, *volatile matter* 61,1%, *fixed carbon* 29,4%, dan nilai kalor 4856,71 kal/gram.

Keywords: Biobriket, Cangkang Pala, *Manure* Sapi, Pirolisis, Proksimat

1. PENDAHULUAN

Krisis energi dan peningkatan emisi dari bahan bakar fosil mendorong pencarian sumber energi alternatif. Energi biomassa dapat menjadi alternatif pengganti bahan bakar fosil karena memiliki beberapa sifat yang menguntungkan yaitu bahan mudah didapatkan dan mudah diperbaharui, serta bahan tidak mengandung emisi yang berbahaya bagi lingkungan (Haqiqi dkk., 2023). Jumlah limbah yang akan terus bertambah dengan melihat semakin banyaknya industri, diharapkan dengan adanya solusi energi alternatif berupa biomassa dapat mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil dan sebagai penyedia energi pengganti bahan bakar ramah lingkungan (Dewi dkk., 2020a). Indonesia sebagai negara agraris memiliki potensi besar dalam pemanfaatan limbah biomassa seperti *manure* sapi dan cangkang buah pala sebagai bahan baku pembuatan biobriket.

Manure sapi mengandung zat organik tinggi dan memiliki nilai kalor sekitar 4000 kal/gram (Purwanta dan Daniel, 2018), namun memiliki kelemahan pada kadar air dan kadar *volatile matter* yang relatif tinggi. Cangkang pala pada penelitian Kakerissa (2020), menyatakan bahwa nilai kalor cangkang pala mencapai 7439 kal/gram. Cangkang pala memiliki karakteristik termal yang lebih baik tetapi membutuhkan bahan perekat atau campuran tambahan untuk pembakaran optimal. Kombinasi kedua bahan tersebut diharapkan dapat menghasilkan biobriket dengan pembakaran yang lebih seimbang dan efisien.

Kualitas biobriket dipengaruhi oleh komposisi bahan baku serta suhu pemanasan. Suhu pirolisis yang tepat dapat meningkatkan nilai kalor, menurunkan kadar air dan emisi yang berbahaya. Beberapa penelitian membahas karakteristik biobriket dari limbah pertanian namun masih terbatasnya kajian yang secara spesifik menganalisis pengaruh variasi komposisi serta suhu pemanasan terhadap karakteristik biobriket. Suhu pirolisis secara langsung mempengaruhi komposisi kimia dari biobriket yang dihasilkan, seperti kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon* (Zhang dkk., 2022) Parameter tersebut merupakan indikator utama dalam SNI 01-6235-2000, yang menetapkan batas mutu sebagai bahan bakar padat. Hubungan suhu pirolisis dengan parameter bersifat kompleks. Pada suhu pirolisis rendah, proses dekomposisi termal belum sempurna, sehingga menghasilkan biobriket dengan kadar air dan *volatile matter* tinggi serta kandungan *fixed carbon* tetap yang rendah. Sebaliknya, suhu pirolisis yang terlalu tinggi dapat meningkatkan kandungan *fixed carbon* tetap namun menaikkan kadar abu (Grottola dkk., 2022). Oleh karena itu, penentuan suhu pirolisis yang optimum menjadi krusial agar karakteristik biobriket berada dalam rentang mutu yang ditetapkan SNI 01-6235-2000. Dengan demikian, pengaruh suhu pirolisis terhadap mutu biobriket tidak hanya mendukung peningkatan efisiensi sekaligus memastikan dapat digunakan sebagai sumber energi alternatif yang berkelanjutan.

2. METODE

2.1 Tahapan Pelaksanaan:

1) Preparasi Bahan

Bahan yang digunakan adalah *manure* sapi dan cangkang pala. Dalam preparasi bahan harus

dipastikan untuk bahan baku dalam keadaan kering dengan cara dikeringkan menggunakan oven dan sinar matahari, mengecilkan ukuran bahan baku yang telah dikeringkan dengan cara dihaluskan menggunakan blender lalu diayak dengan menggunakan ayakan ukuran 20 mesh.

- 2) Proses pengarangan bahan
Pada proses pengarangan bahan menggunakan proses pirolisis dengan variasi suhu 350°C dan 450°C dengan waktu 2 jam. Selama proses pirolisis bahan akan mengalami proses dekomposisi berubah menjadi arang, cair, dan gas.
- 3) Pembuatan adonan biobriket
Pada arang yang telah melewati proses pirolisis, arang diayak menggunakan ayakan 60 mesh. Untuk takaran serbuk *manure* sapi dan cangkang pala ditimbang sesuai takaran komposisi yang akan di uji, membuat perekat dari campuran tepung tapioka yang sudah ditimbang sebelumnya dengan cara air dan tepung di aduk sampai merata kemudian dipanaskan dengan menggunakan kompor sesuai takaran yang akan digunakan.
Setelah perekat siap di campurkan dengan bahan baku dan perkat tepung tapioka, dengan persentase berikut :
Variasi yang digunakan yaitu 70% cangkang pala : 30% *manure* sapi maka persentase campuran, *Manure* sapi 26,5% + cangkang pala 66,5% + 7% tepung tapioka
- 4) Pembuatan biobriket
Mencetak biobriket dengan memasukkan adonan ke dalam cetakan berbentuk silinder, dengan ukuran cetakan diameter 2,5 cm dan tinggi 5 cm dengan berat briket 20 gram. Setelah pencetakan selesai biobriket di keringkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 3 jam. Setelah biobriket kering lalu diadakan uji proksimat dan nilai kalor.

2.2 Analisis Uji Biobriket

Analisis uji biobriket meliputi analisis proksimat dan analisis nilai kalor. Analisis proksimat merupakan pengujian yang meliputi pengujian kadar air (*moisture content*), kadar zat terbang (*volatile matter*), kadar abu (*ash content*), dan kadar karbon (*fixed carbon*). Analisis uji proksimat ini berdasarkan SNI 01-6235-2000.

- a) Kadar Air
Kadar air merupakan banyaknya persentase kandungan air yang terkandung dalam biobriket. Berdasarkan standar SNI, kadar air yang bisa diterima yaitu $\leq 8\%$.
$$A = \frac{b-c}{b-a} \times 100\%$$

dimana:
a = massa cawan kosong (g)
b = massa cawan + sampel (g)
c = massa cawan + sampel kering (g)
- b) Kadar Abu
Kadar abu merupakan sisa proses pembakaran yang tidak memiliki unsur karbon untuk dibakar. Kadar abu merupakan sisa proses pembakaran yang tidak memiliki unsur karbon untuk dibakar.
Kadar Abu
$$(\%) = \frac{\text{massa sisa sampel (g)}}{\text{massa sampel kering (g)}} \times 100\%$$
- c) Kadar Volatile Matter
Volatile matter atau zat terbang memiliki hubungan dengan gas CO, CO₂, gas sulfur, dan nitrogen yang dilepaskan pada temperatur tinggi. Standar SNI untuk *volatile matter* yaitu $\leq 15\%$.
$$(\%) = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

W1 = Bobot contoh awal (g)
W2 = Bobot contoh setelah pemanasan (g)
- d) Kadar Fixed Carbon
Kadar karbon merupakan salah satu penentuan terhadap kualitas biobriket, semakin besar nilai karbon menunjukkan semakin banyak energi yang dapat digunakan dalam pembakaran.
$$(100\%): 100 - (A + B)\%$$

A = Kadar abu (%)
B = Kadar zat mudah menguap (%)
- e) Nilai Kalor

Nilai kalor (*heating value*) adalah suatu bahan yang diperoleh dengan menggunakan *bomb calorimeter*. Untuk mendeteksi adanya kalor yang dimiliki suatu benda dilakukan dengan mengukur suhunya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilakukan menggunakan variabel suhu pirolisis dengan bahan baku *manure* sapi dan cangkang pala

3.1 Karakteristik *Manure* Sapi

Karakteristik *manure* sapi dapat menghasilkan kalor sekitar 4000 kal/g dan gas metan yang cukup tinggi yang dapat menunjukkan potensi sebagai sumber energi termal dan mudah terbakar (Nahas dkk., 2019). Karakteristik *manure* sapi setelah dilakukan analisa proksimat meliputi kadar air, kadar abu, kadar *volatile matter*, dan *fixed carbon* serta analisa nilai kalor ditunjukkan pada Tabel karakteristik *manure* sapi. Hasil analisa diperoleh kadar air 11% dan nilai kalor sebesar 3488,66 kal/g. Karakteristik dari *manure* sapi ditunjukkan pada tabel 1:

Tabel 1. Karakteristik *manure* sapi

Bahan Baku	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Nilai Kalor (Kal/g)
<i>Manure</i> Sapi	11%	7,1%	77,1%	15,8%	3488,66

3.2 Karakteristik Cangkang Pala

Karakteristik cangkang pala mengandung nilai kalor sebesar 4340 kal/g dan memiliki komposisi kimia yang memiliki kadar karbon yang cukup tinggi, sehingga berpotensi menghasilkan energi yang lebih besar dibandingkan dengan bahan bakar fosil (Wijayanti dkk., 2021). Karakteristik cangkang pala menghasilkan analisis proksimat meliputi kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon*, dimana cangkang pala tersebut merupakan bahan baku campuran untuk pembuatan biobriket. Hasil analisa ditunjukkan tabel 2:

Tabel 2. Karakteristik cangkang pala

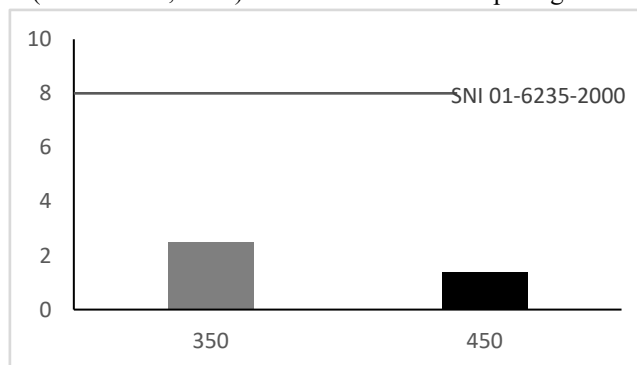
Bahan Baku	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Volatile Matter (%)	Fixed Carbon (%)	Nilai Kalor (Kal/g)
Cangkang Pala	6%	5,6%	1,8%	92,7%	3874,56

3.3. Karakteristik Biobriket

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik biobriket dan dilakukan beberapa analisis proksimat dan nilai kalor.

a) Kadar Air (%)

Kadar air pada biobriket memiliki kualitas baik jika tidak melebihi standar sebesar 8%. Kadar air yang dipengaruhi oleh luas permukaan pori-pori arang dan kadar karbon terikat yang ada pada biobriket (Lestari dkk., 2023). Hasil kadar air terlihat pada grafik berikut



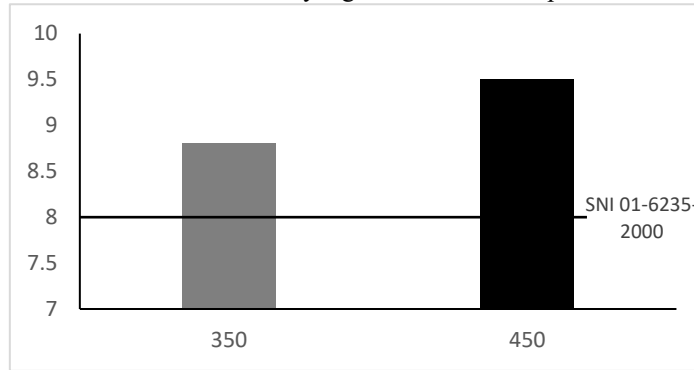
Gambar 1. Grafik Kadar Air

Terlihat pada grafik perbandingan antara biobriket 70% cangkang pala : 30% *manure* sapi suhu 350°C dan 450°C, kadar air terendah dimiliki oleh biobriket dengan variasi suhu 450°C. Hal ini disebabkan karena pada kadar air dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya suhu, kelembapan udara, serta cara penyimpanan biobriket. Suhu pirolisis juga mempengaruhi biobriket yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu pirolisis yang digunakan maka kadar air yang dihasilkan semakin rendah (Jamilatun dkk., 2022). Maka dari itu menurut grafik suhu 350°C memiliki nilai kadar air yang lebih besar daripada suhu 450°C, akan tetapi pada grafik dapat dilihat bahwa nilai yang dihasilkan dari kadar air masih memenuhi standar SNI 01-6235-2000 yaitu <8%.

b) Kadar Abu (%)

Pada kadar abu standar yang dimiliki biobriket tidak lebih dari 8%. Semakin kecil nilai kadar

abu , semakin baik kualitas biobriket yang dihasilkan. Hasil penelitian ditunjukkan pada grafik.

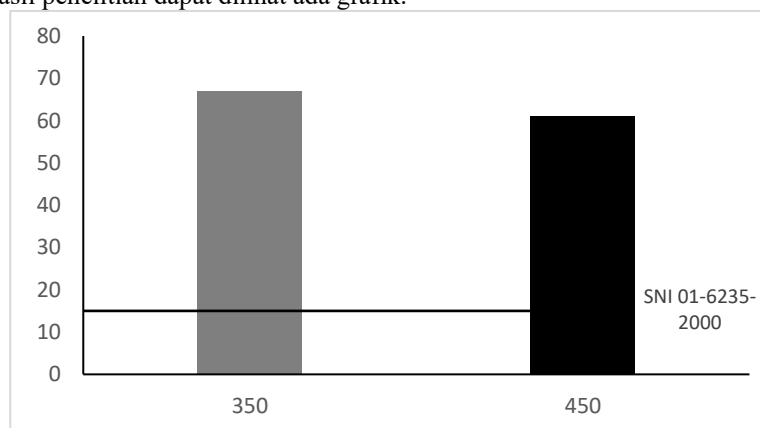


Gambar 2. Grafik Kadar Abu

Terlihat pada grafik bahwa kadar abu yang rendah dimiliki oleh suhu 350°C. Menurut penelitian Tongcumpo (2019), kadar abu dipengaruhi oleh suhu pirolisis, semakin tinggi suhu pirolisis yang digunakan maka kadar abu yang dihasilkan juga akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena suhu pirolisis yang tinggi akan menyebabkan lebih banyak bahan yang mudah menguap. Pada hasil penelitian biobriket yang dihasilkan belum sesuai dengan standar yaitu <8%, meskipun kadar abu pada biobriket yang dihasilkan melebihi standar yang ditetapkan, hal tersebut tidak secara otomatis menurunkan kelayakan penggunaan biobriket sebagai bahan alternatif.

c) Kadar *Volatile Matter*

Kadar *volatile matter* merupakan zat yang dapat menguap sebagai hasil dekomposisi senyawa dalam arang selain air. Pada SNI 01-6235-2000 dijelaskan bahwa standar *volatile matter* maksimal 15%. Hasil penelitian dapat dilihat ada grafik.

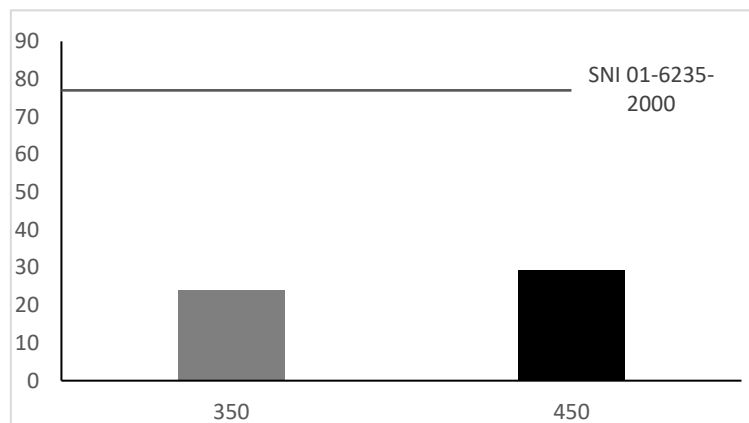


Gambar 3. Grafik *Volatile Matter*

Berdasarkan grafik kadar *volatile matter* tidak memenuhi standar yaitu <15%. Hal ini disebabkan karena suhu pirolisis yang digunakan pada saat pembuatan arang. Semakin tinggi suhu pirolisis yang digunakan maka hasil kadar *volatile matter* semakin rendah (Hasibuan dan Pardede, 2023). Pada grafik dijelaskan bahwa suhu 350°C lebih tinggi kadar *volatile matter* dibandingkan dengan 450°C. Kadar *volatile matter* yang tinggi memiliki keuntungan karena pembakaran yang dihasilkan akan lebih mudah, akan tetapi akan berpengaruh pada kadar *fixed carbon* yang dihasilkan. Kadar *volatile matter* yang tinggi menyebabkan asap yang lebih banyak ketika biobriket dinyalakan (Dewi dkk., 2020b).

d) Kadar *Fixed Carbon*

Berdasarkan SNI 01-6235-2000 nilai kadar *fixed carbon* minimal 77%. Kadar *fixed carbon* yang tinggi akan berpengaruh pada nilai kalor yang dihasilkan. Hasil penelitian terdapat pada grafik.

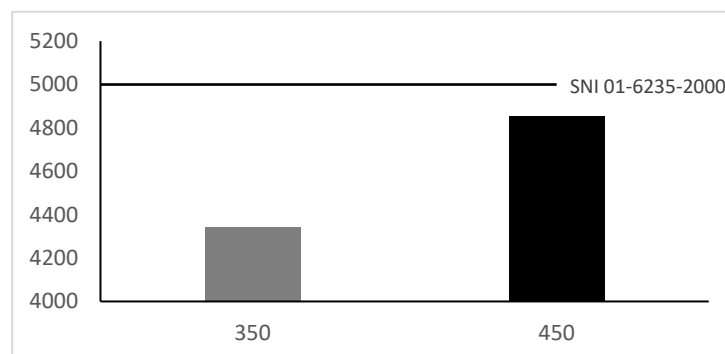


Gambar 4. Grafik *Fixed Carbon*

Berdasarkan hasil penelitian bahwa pada suhu 350°C menghasilkan kadar *fixed carbon* yang rendah dibandingkan dengan suhu 450°C. Peningkatan kadar *fixed carbon* disebabkan karena naiknya suhu pirolisis. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Setter (2020), bahwa suhu pirolisis 450°C lebih tinggi daripada suhu 350°C. Hal ini disebabkan karena biobriket yang dipirolisis pada temperatur yang tinggi akan menurunkan nilai kadar air, kadar abu dan kadar *volatile matter* pada akhirnya akan meningkatkan nilai *fixed carbon* (Lestari dkk., 2023). Kadar *fixed carbon* yang tidak memenuhi standar bukan berarti energi dari biobriket rendah, karena pada kadar *fixed carbon* juga dipengaruhi oleh kadar air.

e) Nilai Kalor

Nilai kalor yang sesuai standar SNI memiliki syarat minimal 5000 kal/g. Nilai kalor adalah energi panas maksimum yang dihasilkan suatu bahan bakar selama pembakaran. Hasil penelitian ditunjukkan pada grafik.



Gambar 5. Grafik Nilai Kalor

Hasil penelitian bahwa suhu 350°C lebih rendah nilai kalornya dibandingkan dengan suhu 450°C. Menurut Novita dkk., (2021), bahwa suhu pirolisis yang banyak digunakan agar hasil optimum yaitu pada suhu 450-550°C, maka dari itu suhu 350°C memiliki nilai kalor yang lebih rendah. Meskipun nilai kalor tidak sesuai standar minimum oleh SNI 01-6235-2000, hal ini tidak menjadikan biobriket tidak layak untuk digunakan, karena nilai kalor juga ditentukan oleh kestabilan pembakaran, kadar air, dan kemudahan penyalaan. Biobriket yang dihasilkan juga dapat menghasilkan pembakaran yang efisien dalam waktu yang lama dan dapat digunakan untuk kebutuhan pembakaran ringan.

4. KESIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi kualitas biobriket *manure* sapi dan cangkang pala dengan variasi suhu pirolisis. Hasil menunjukkan bahwa bahan baku dan suhu pirolisis memiliki pengaruh terhadap karakteristik proksimat biobriket. Variasi suhu terbaik biobriket dimiliki oleh suhu 450°C, dengan hasil kadar air (1,4%), kadar abu (9,5%), kadar *volatile matter* (61,1%), kadar *fixed carbon* (29,4%), nilai kalor (4856,71 kal/g). Namun, beberapa parameter seperti kadar abu, *volatile matter* dan *fixed carbon* masih belum memenuhi standar SNI 01-6235-2000, meskipun tidak memenuhi biobriket yang dihasilkan tidak menurunkan kelayakan energi biobriket secara keseluruhan. Biobriket yang dihasilkan dari limbah cangkang pala dan *manure* sapi juga menunjukkan potensi sebagai sumber energi alternatif yang ramah

lingkungan dan berkelanjutan.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, R. K., Hudha, M. I., Darmawan, F., & Prasetyo, D. W. (2020a). Bio Briket Cangkang Aleurites Moluccana Melalui Gelombang Elektromagnetik dengan Varian Daya dan Durasi Waktu Karbonisasi. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 4(2), 49-58.
- Dewi, R. P., Saputra, T. J., & Purnomo, S. J. (2020b). Uji kandungan fixed carbon dan volatile matter briket arang dengan variasi ukuran partikel serbuk arang. In *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan, dan Infrastruktur* (Vol. 3, p. A1).
- Grottola, C. M., Giudicianni, P., Stanzione, F., & Ragucci, R. (2022). Influence of pyrolysis temperature on biochar produced from lignin-rich biorefinery residue. *ChemEngineering*, 6(5), 76.
- Hasibuan, R., & Pardede, H. M. (2023). Pengaruh suhu dan waktu pirolisis terhadap karakteristik arang dari tempurung kelapa. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 12(1), 46-53.
- Haqiqi, A. Z. (2023). Penggunaan biomassa sebagai energi alternatif pembangkit listrik di wilayah pedesaan. *Journal of Optimization System and Ergonomy Implementation*, 1(1), 42-51.
- Jamilatun, S., Pitoyo, J., Arifah, Z., Amelia, S., & Maarif, A. (2022, October). Pirolisis Ampas Tebu (Saccharum officinarum Linn): Pengaruh Suhu terhadap Yield dan Karakteristik Produk. In *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*.
- Kakerissa, A. L. (2020). Pemanfaatan Limbah Tempurung Biji Pala Sebagai Bahan Bakar Alternatif Briket Arang Biomassa. *ALE Proceeding*, 3, 33-39.
- Lestari, L., Raharjo, S., Usman, I., & Chrismiwahdani, D. (2023). Pengaruh Temperatur Aktivasi Terhadap Kualitas Briket Arang Aktif Sekam Padi. *Journal Online Of Physics*, 8(3), 39-46.
- Nahas, D. F., Nahak, O. R., & Bira, G. F. (2019). Uji kualitas briket bioarang berbahan dasar arang kotoran kambing, arang kotoran sapi dan arang kotoran ayam. *Jas*, 4(3), 33-36.
- Novita, S. A., Santosa, S., Nofialdi, N., Andasuryani, A., & Fudholi, A. (2021). Artikel Review: Parameter Operasional Pirolisis Biomassa. *Agroteknika*, 4(1), 53-67.
- Purwanta, P., & Daniel, N. (2018). Kajian Pembuatan Briket Limbah Ternak Sapi (Biltes) dengan Perekat Tepung Tapioka. *Jurnal Triton*, 9(2), 36-44.
- Setter, C., Silva, F. T. M., Assis, M. R., Ataide, C. H., Trugilho, P. F., & Oliveira, T. J. P. (2020). Slow pyrolysis of coffee husk briquettes: Characterization of the solid and liquid fractions. *Fuel*, 261, 116420.
- Tongcumpou, C., Usapein, P., & Tuntiwiwattanapun, N. (2019). Complete utilization of wet spent coffee grounds waste as a novel feedstock for antioxidant, biodiesel, and bio-char production. *Industrial Crops and Products*, 138, 111484.
- Tu, P., Zhang, G., Wei, G., Li, J., Li, Y., Deng, L., & Yuan, H. (2022). Influence of pyrolysis temperature on the physicochemical properties of biochars obtained from herbaceous and woody plants. *Bioresources and Bioprocessing*, 9(1), 131.
- Wijayanti, S., Prasetyo, A., & Widayat, W. (2021). Evaluasi kualitas biobriket cangkang pala berdasarkan karakteristik termal. *Jurnal Sumber Daya Alam dan Lingkungan*, 10(1), 45-52.