

## PENGARUH VARIASI BAHAN PEREKAT BIOBRIKET BERBAHAN DASAR TONGKOL JAGUNG TERHADAP NILAI KALOR DAN LAJU PEMBAKARAN

Dwi Pangga<sup>1)</sup>, Baiq Rina Amalia Safitri<sup>2)</sup>, Azhul Azmil Sani<sup>1)</sup>, Saiful Prayogi<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Pendidikan Fisika, FSTT, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, NTB, Indonesia

<sup>2)</sup>Pendidikan Teknologi Informasi, FSTT, Universitas Pendidikan Mandalika, Mataram, NTB, Indonesia

Corresponding author : Baiq Rina Amalia Safitri

E-mail : bqrinaamaliasafitri@undikma.ac.id

Diterima 02 Maret 2022, Direvisi 15 Mei 2022, Disetujui 15 Mei 2022

### ABSTRAK

Terdapat limbah tongkol jagung tepatnya di desa Pringgabaya kabupaten Lombok Timur. Terjadi kelangkaan dan kenaikan harga bahan bakar mineral efeknya hampir dirasakan semua kalangan masyarakat, baik dari industri maupun masyarakat sipil. Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental di laboratorium. Dalam penelitian digunakan komposisi dengan 95 ATJ +5% perekat, 90% ATJ+ 10% perekat dan 85%+15%. Hasil penelitian yang didapat adalah briket yang memiliki nilai kalor tertinggi yaitu briket berbentuk kotak dengan campuran perekat 5% nilai kalor yang dihasilkan sebesar 25,200 (J) atau 6,800 (kal). Sedangkan nilai kalor terendah yaitu briket berbentuk tabung dengan campuran perekat 5% nilai kalor yang dihasilkan sebesar 9,576(J) tau 2,280 (kal). Sedangkan nilai laju pembakaran masing-masing briket dimana laju pembakaran tertinggi sebesar 17,925 gram/menit geometri kotak dengan komposisi 15% prekat, sedangkan nilai laju pembakaran terendah sebesar 3,33 gram/menit geometri tabung dengan komposisi 5%prekat.

**Kata kunci:** limbah; tongkol jagung; kalor dan pembakaran.

### ABSTRACT

There is corncob waste, precisely in Pringgabaya village, East Lombok district. There is a scarcity and an increase in the price of mineral fuel, the effect is almost felt by all circles of society, both from industry and civil society. This type of research is experimental research in the laboratory. In this study used a composition with 95 ATJ +5% adhesive, 90% ATJ + 10% adhesive and 85%+15%. The results obtained are briquettes that have the highest heating value, namely box-shaped briquettes with a mixture of 5% adhesive, the resulting calorific value is 25,200 (J) or 6,800 (cal). While the lowest calorific value is tube-shaped briquettes with 5% adhesive mixture, the resulting calorific value is 9,576(J) or 2,280 (kal). While the value of the combustion rate of each briquette where the highest combustion rate is 17,925 grams/minute box geometry with a composition of 15% adhesive, while the lowest combustion rate is 3,33 grams/minute tube geometry with a 5% adhesive composition.

**Keywords :** waste; corncob; heat and combustion.

### PENDAHULUAN

Terjadi kelangkaan dan kenaikan harga bahan bakar mineral efeknya hampir dirasakan semua kalangan masyarakat, baik dari industri maupun masyarakat sipil. Untuk mengeliminasi kemungkinan terburuk dampak pemakaian bahan bakar fosil, bio arang yang dihasilkan tersebut dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif, yaitu pada skala rumah tangga ataupun industri (Aquino, 2009).

Salah satu bahan bakar alternatif yang dapat menggantikan kayu yaitu biomassa. Biomassa adalah bahan organik yang dihasilkan melalui proses fotosintesis, baik berupa produk maupun buangan. Contoh biomassa antara lain adalah tanaman, pepohonan, rumput, limbah hutan, kotoran

ternak dan limbah pertanian (Patabang, 2012). Bio massa secara umum berasal dari material kering organik dari tanaman dan kotoran hewan (Sunaryo & Hakim, 2018).

Salah satu bahan energi biomassa adalah tongkol jagung. Tongkol jagung adalah limbah yang diperoleh ketika biji jagung dirontokan dari buahnya sehingga diperoleh jagungpipilan sebagai produk utamanya dan sisa buah yang disebut tongkol. Di NTB juga terdapat limbah tongkol jagung tepatnya di desa Pringgabaya kabupaten Lombok Timur. Tongkol jagung merupakan salah satu limbah kegiatan industri pertanian yang merupakan sumber bahan berlignoselulosa. Tongkol jagung selama ini dijadikan pakan ternak sapi atau hasil industri yang tidak diolah kembali

menjadi sesuatu yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Banyaknya limbah tongkol jagung yang telah dihasilkan pada saat pasca panen dan dibuang begitu saja karena kekurangmampuan petani dalam memanfaatkannya (Simanullung, 2021)

Tongkol jagung yang dapat menghasilkan energi  $6,8 \times 10^9$  kkal/th Jika dilihat dari nilai kalor yang ada maka tongkol jagung berpotensi untuk dikembangkan lebih lanjut menjadi briket sebagai bahan bakar alternatif yang berkualitas. Penentuan kualitas briket umumnya dilakukan terhadap komposisi kimia seperti kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan sifat fisika kimia seperti kadar air, berat jenis, nilai kalor, serta sifat mekanik (Affandy, 2011).

Briket adalah sebuah blokbahan yang dapat dibakar yang digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batu bara, briket arang, briket gambut, dan briket biomassa. Bahan baku briket diketahui dekat dengan masyarakat pertanian karna biomassa limbah hasil pertanian dapat dijadikan briket. Penggunaan briket, terutama briket yang dihasilkan dari biomassa, dapat menggantikan penggunaan bahan bakar fosil. (Almu, Syahrul, & Padang, 2014). Kualitas briket ditentukan dari bahan yang digunakan, konsentrasi perekat, perekat yang digunakan, dan kuat tekan (Aljarwi, Pangga, & Ahzan, 2020).

Briket arang juga harus mempunyai kualitas yang baik, walaupun itu dari nilai ekonomis, bahan baku dan cara pembuatan yang mudah dan murah. Hal ini dikarenakan briket arang harus mempunyai nilai lebih dibandingkan dengan bahan bakar yang lain, karena dalam aplikasi nanti briket arang merupakan energi alternatif dari bahan bakar yang sudah ada saat ini (Munalu, 2010).

**Tabel 1.** Standar Acuan Briket Beberapa Negara

No	Sifat-sifat acuan briket	Jepang	Inggris	USA	SNI
1	Kadar air (%)	6-8	3-4	6	8
2	Kadar volatile	15-30	16	19	15
3	Kadar abu (%)	2-6	8-10	18	8-10
4	Kadar karbon tetap(%)	60-80	75	58	76
5	Nilai kalor(kal/g)	6.000 - 7.000	7,30	6.500	5,60
6	Kuat tekan (kg/cm <sup>2</sup> )	60	12,2	62	50

Sumber: (Balong, 2016)

Penelitian (Taufik & Fenni, 2015) menggunakan bambu yang menghasilkan rata-rata nilai laju pembakaran pada masing-masing bentuk geometri berbeda yaitu bentuk segitiga mempunyai rata-rata sebesar 75,47 gram/detik, segi empat 80,84 gram/detik. Nilai laju pembakaran tertinggi adalah sebesar 91,85 gram/detik yaitu pada sampel dengan bentuk geometri segi empat berat 100 gram sedangkan yang terendah adalah bentuk geometri segi tiga yaitu 74,11 gram/detik dengan berat sampel 400 gram. Hasil penelitian oleh Malika Thabuot et al (2015) pada percobaan yang menyebutkan bahwa briket brongga memiliki ruang aliran oksigen yang lebih luas, oleh karna itu pembakaran lebih mudah terjadi.

Penelitian (Asri & Indrawati, 2018) dengan variasi geometri pelet briket didapatkan hasil rata-rata nilai lama penyalaan dan kecepatan pembakaran berbagai jenis bentuk briket.

**Tabel 2.** Hasil Rata-rata Nilai Lama Penyalaan Dan Kecepatan Pembakaran Jenis Bentuk Briket

Jenis Bentuk dan Dimensi Briket	Lama Penyalaan Hingga Menjadi Abu (Menit)	Kecepatan Pembakaran (gram/detik)
Silinder Pejal	63,75	0,0122
Silinder Berongga	40,94	0,0194
Segiempat	65,50	0,0140
Segienam/Hexagonal	82,58	0,0094

Berdasarkan permasalahan di atas maka dipandang perlu dilakukan penelitian Pengaruh Variasi Bahan Perekat Biobriket Berbahan Dasar Tongkol Jagung Terhadap Nilai Kalor Dan Laju Pembakaran. Penelitian ini dilakukan untuk mengurangi limbah tongkol jagung dan dapat menciptakan energi terbarukan seperti briket untuk dapat dijadikan bahan bakar alternatif bagi masyarakat.

## METODE PENELITIAN

### Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian eksperimental dilaboratorium. Penelitian eksperimental adalah metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalikan (Sugyono, 2013).

### Rancangan Penelitian

Dalam penelitian digunakan komposisi dengan 95 ATJ + 5 % perekat, 90 % ATJ + 10 % perekat dan 85 % + 15 % perekat hal ini

mengacu dari hasil penelitian (Sulistyaningarti & Utami, 2017) yang menunjukkan bahwa perekat tepung tapioka lebih baik dari perekat tepung terigu dan juga penelitian yang dilakukan oleh (Sibrani, 2016) dengan menggunakan 10 % perekat diperoleh nilai kalor yang tinggi dibandingkan dengan menggunakan persentase perekat yang berbeda.

### Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Juli 2021 di Laboratorium Fisika FSTT UNDIKMA.

### Instrumen Penelitian

#### A. Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Neraca digital
- b. Alat pecetak briket (dongkrak press)
- c. Alat uji kalor (kalorimeter)
- d. Kotak dan tabung cetakan
- e. *Stopwatch*
- f. Korek gas
- g. Mortar (penumpuk)
- h. Oven
- i. *Pyrometer* dan Termometer

#### B. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Tongkol jagung
- b. Perekat tepung tapioka
- c. Air secukupnya
- d. Kertas label

#### C. Langkah-langkah Penelitian

- a. Pengambilan bahan baku tongkol jagung  
Tongkol jagung diambil dari limbah pertanian yang berada di Desa Teratak Batukliang Utara Lombok Tengah yang dikumpulkan sebanyak 2 karung beras yang selanjutnya dikeringkan.
- b. Pengeringan tongkol jagung  
Biomassa tongkol jagung yang telah dikecilkan kemudian dikeringkan dengan cara disebar pada suatu tempat yang terkena sinar matahari langsung. Kemudian setiap 5 jam diaduk dengan alat garuk, hinggabagian bawah penumpukan akan berada di atas agar pengeringan dapat berlangsung merata dilakukan berlangsung 4 hari.
- c. Pengarangan  
Tongkol jagung yang sudah kering berwarna putih kecoklatan kemudian dimasukkan kedalam kompor pengarangan (reaktor karbonisasi).
- d. Penumbukan

Setelah melakukan pengarangan langkah selanjutnya hasil pengarangan ditumbuk dengan menggunakan alat penumbuk sampe halus, hasil pengarangan dikumpulkan dan ditimbang.

#### e. Pembuatan perekat

700 ml air dipanaskan hingga mendidih, kemudian tepung tapioka sebanyak 70 gram dimasukan kedalam air kemudian dipanaskan sampai mendidih sambil diaduk menggunakan sendok hingga merata.

Perekat (5 %, 10 %, 15 %) dicampurkan dengan arang tongkol jagung (95 %, 90 %, 85 %) pada wadah yang sudah disiapkan kemudian kemudian diaduk hingga merata.

#### f. Pencetakan

Adonan yang telah tercampur dengan merata, selanjutnya dicetak menjadi briket yang berbentuk kotak dan tabung

#### g. Pengeringan briket

Briket yang masih basah dikeringkan dengan cara dijemur atau di oven selama 3 jam atau lebih sampai kering.

#### D. Teknik Pengumpulan Data

##### a. Variasi Bentuk

Briket akan dicetak dengan variasi bentuk yakni tabung dan kotak, dimana setiap bentuk akan di berikan 3 variasi persentase bahan perekat yang sudah ditentukan, sehingga sampel briket yang dibuat berjumlah 6 variasi.

##### b. Nilai Kalor dan Laju Pembakaran

Nilai kalor dan laju pembakaran akan diuji dengan menganalisis energi yang terserap pada bahan uji (air) melalui pemanasan menggunakan sampel briket penelitian. Sedangkan untuk uji laju pembakaran akan diukur berdasarkan rentang waktu menyala energi yang dihasilkan, dari sisa briket hasil pembakaran.

#### E. Teknik Analisis Data

##### a. Penentuan Nilai Kalor

Nilai kalor diukur dengan cara mengukur perubahan suhu pada air ketika dipanaskan menggunakan sampel briket. Dalam analisis hasil nilai kalor dibutuhkan massa air ( $m$ ), massa jenis air ( $c$ ), dan perubahan suhu pada air saat dipanaskan ( $\Delta T$ ) yaitu suhu awal air saat dipanaskan ( $T_0$ ) dan suhu akhir maksimal air yang sedang dipanaskan ( $T_1$ ). Setelah itu dimasukkan dalam persamaan (1) untuk menganalisis nilai kalor yang dihasilkan.

Rumus untuk menentukan nilai kalor (Jannah, R. (2018). yaitu:

$$Q = m \times c \times \Delta T \dots \dots \dots (1)$$

Keterangan :

Q = nilai kalor (J)

m = massa air (kg)

c = kalor jenis air (J/kgK)

$\Delta T$  = perubahan suhu (K)

F. Penentuan Laju Pembakaran

Laju pembakaran setiap sampel briket diukur menggunakan stopwatch, dengan menghitung berapa lama waktu yang dibutuhkan dalam proses pembakaran briket sampai tercapai nilai kalor maksimum, sehingga dalam analisis laju pembakaran dibutuhkan waktu lamanya briket terbakar sampe nilai suhu maksimal, dan massa sampel briket yang dipadamkan setelah nilai kalor maksimal dan ditimbang. Setelah itu dimasukkan dalam persamaan (2) untuk mengukur laju pembakaran briket.

Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran (Aljarwi, Pangga, & Ahzan, 2020). adalah:

$$\text{Laju pem bakaran} = \frac{m}{t} \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan:

m = massa briket terbakar (massa briket awal- massa briket sisa) (gram)

t = waktu pembakaran (menit)

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Pada proses pembuatan briket, tongkol jagung disangrai sampai menjadi arang, setelah tongkol jagung menjadi arang kemudian ditumbuk hingga halus. Tumbukan yang sudah halus, selanjutnya diproses dengan komposisi arang tongkol jagung sebanyak 95 % ATJ dan perekat tepung tapioka 5 % kemudian yang 90 % ATJ perekat tepung tapiokanya 10 % dan yang 85 % ATJ perekatnya 15 %. Arang tongkol jagung (95 %) ditimbang dengan masa mencapai 475 gram sedangkan ATJ (90 %) ditimbang dengan massa 450 gram dan ATJ (85 %) ditimbang dengan massa 425 gram ditaruh di dalam wadah. Air sebanyak 700 ml dipanaskan untuk melarutkan tepung tapioka sebanyak 70 gram kemudian menjadi lem. Perekat dan arang tongkol jagung dijadikan satu adonan diaduk sampai merata.

Setelah adonan selesai, dilanjutkan dengan memberi bentuk dengan alat cetak berbentuk tabung dan kotak, adapun bentuk dari briket yang di hasilkan seperti pada **Tabel 3**.

**Tabel 3.** Variasi Bentuk Briket Arang Tongkol Jagung

No	Bentuk Briket	Komposisi ATJ	Komposisi Perekat		
			5 %	10 %	15 %

1	Tabung	95%	
		90%	
		85%	
2	Kotak	95%	
		90%	
		85%	

**A. Pengujian Nilai Kalor**

Nilai kalor bahan bakar adalah jumlah energi panas maksimum yang dibebaskan oleh suatu bahan bakar melalui reaksi pembakaran sempurna persatuan massa atau volume bahan bakar tersebut. Setelah briket yang sudah dicetak tersebut kering, akan dilanjutkan ke proses pengujian nilai kalor.

Pada prosesnya pengujian nilai kalor menggunakan tungku briket, dengan waktu sebagai variabel tetapnya titik briket yang akan diuji dimasukkan ke dalam tungku dan kemudian dibakar terlebih dahulu sehingga berubah menjadi arang briket. Selanjutnya air 200ml dimasukkan ke dalam panci (169 gram) dan diletakkan pada atas tungku briket, setelah beberapa menit penelitian mengukur suhu awal air (Q2) dan panci (Q2) menggunakan termometer sehingga posisi suhu yang dirasakan oleh air dan panci sama atau stabil. Kemudian mengukur setiap 30 detik sekali kenaikan suhu pada air sampai pada 6 menit pembakaran. Dengan cara yang sama masing-masing briket diuji. Q1 + Q2. Sehingga didapatkan data seperti **tabel 4** di bawah ini.

**Tabel 4.** Nilai Suhu dan Kalor

	Nilai Suhu (C°) dan Kalor (J)					
	Briket ATJ Tabung			Briket ATJ Kotak		
	Per ekat 5%	Per ekat 10%	Per ekat 15%	Per ekat 5%	Per ekat 10%	Per ekat 15%
<b>M<sub>air</sub>(kg)</b>	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
<b>C(J/kg)</b>	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20	4,20
<b>ΔT( C°)</b>	11,4	17,4	24	34	30	26
<b>Q<sub>total</sub>(J)</b>	9,576	14,616	20,160	28,560	25,200	21,840
<b>Q<sub>total</sub>(k al)</b>	2,28	3,48	4,80	6,80	6,00	5,20

Sehingga perbandingan nilai kalor setiap briket dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Perbandingan Nilai Kalor (J) Setiap Briket

Dari Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa briket yang memiliki nilai kalor tertinggi yaitu briket berbentuk kotak dengan campuran prekat 5 % nilai kalor yang dihasilkan sebesar 25,200 (J) atau 6,800 (kal). Sedangkan nilai kalor terendah yaitu briket berbentuk tabung dengan campuran perekat 5% nilai kalor yang dihasilkan sebesar 9,576 (J) atau 2,280 (kal).

Hal ini terjadi karena campuran perekat briket yang mempengaruhi kepadatan pembentukan briket sehingga briket yg berbentuk tabung dengan prekat 5 % cepat menurun panasnya sedangkan briket kotak dengan perekat 5 % menghasilkan nilai kalor yang tinggi disebabkan karna arangnya lebih banyak ketimbang yang berbentuk tabung sehingga panasnya akan lama buat menurun dan mempengaruhi nilai kalor yang dihasilkan dalam waktu 6 menit.

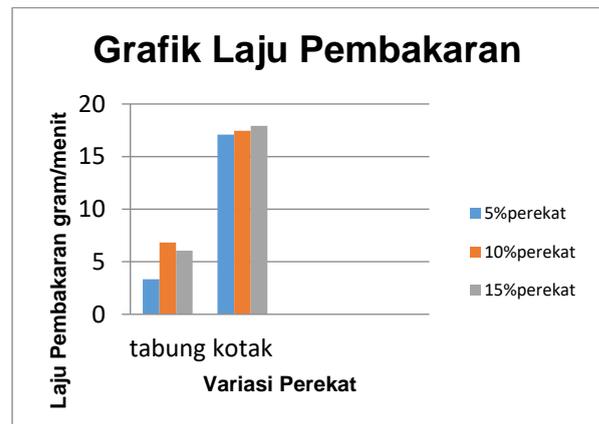
### B. Pengujian Laju Pembakaran

Pengujian laju pembakaran adalah proses pengujian dengan cara membakar briket untuk mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Proses pengujian laju pembakaran sama dengan proses pengujian nilai kalor, perbedaannya terletak pada akhir proses. Dimana pada pengujian laju pembakaran setelah melalui proses pembakaran selama 6 menit tersebut, langkah selanjutnya menimbang kembali sisa massa masing-masing briket dan dihitung dengan pertandingan massa briket terbakar dengan lamanya waktu pembakaran sehingga didapatkan hasil sebagai berikut.

Tabel 5. Nilai Laju Pembakaran

Laju Pembakaran					
Briket ATJ Tabung			Briket ATJ Kotak		
Perkat	Perkat	Perkat	Perkat	Perkat	Perkat
5%	10%	15%	5%	10%	15%

$M_{aw}$	20	41	36,3	102	105	10
$M_{ak}$				,55	,24	7,5
$\Delta m$						5
$T$	6	6	6	6	6	6
$g/m/m$	3,3	6,8	6,05	17,	17,	17,
$kg/$	0,0	0,0	0,00	0,0	0,0	0,0
$menit$	03	068	605	170	174	17
	33	3		9	5	92



Gambar 2. Laju Pembakaran Briket gram/menit

Pada Gambar 2 yang menunjukkan nilai laju pembakaran masing-masing briket dimana laju pembakaran tertinggi sebesar 17,925 gram/menit geometri kotak dengan komposisi 15 % prekat, sedangkan nilai laju pembakaran terendah sebesar 3,33 gram/menit geometri tabung dengan komposisi 5 % perekat. Briket geometri segi empat (kotak) memiliki nilai laju pembakaran lebih besar dari pada bentuk lain (Taufik & Fenni, 2015)

### SIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa: (1) Dari dua geometri dan tiga variasi komposisi perekat yang digunakan, prekat 5 % dengan geometri kotak menghasilkan nilai kalor tertinggi 28,560 J dengan kenaikan suhu mencapai 34 C°, sedangkan yang terendah yaitu perekat dengan komposisi 5 % geometri tabung menghasilkan kalor 9,576 J dengan kenaikan suhu mencapai 11,4 C°. (2) Briket dengan geometri kotak dengan variasi perekat 15% menghasilkan laju pembakaran tertinggi yakni 17,925 gram/menit dengan massa terbakar ( $\Delta m$ ) 107,55 gram, sedangkan yang terendah yaitu perekat dengan komposisi 5% geometri tabung dengan rentang laju pembakaran 3,33 gram/menit dengan massa terbakar ( $\Delta m$ ) 20 gram.

## DAFTAR RUJUKAN

- Affandy, R. (2011). Karakteristik Briket dari Tongkol Jagung dengan Perekat Tetes Tebu dan Kanji. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 1-10.
- Aljarwi, M. A., Pangga, D., & Ahzan, S. (2020). Uji Laju Pembakaran dan Nilai Kalor Briket Wafer Sekam Padi dengan Variasi Tekanan. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 200-206.
- Almu, M. A., Syahrul, S., & Padang, Y. A. (2014). *Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran pada Briket Campuran Biji Nyamplung (Calophyllum Inophyllum) dan Abu Sekam Padi*. Retrieved 2022, from *Dinamika Teknik Mesin*: <https://doi.org/10.29303/d.v4i2.61>
- Aquino, G. B. (2009). *Pengaruh Variasi Jumlah Campuran Perekat terhadap Karakteristik Briket Arang Tongkol Jagung*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Asri, S., & Indrawati, R. T. (2018). Pengaruh Bentuk Briket terhadap Efektivitas Laju Pembakaran. *Jurnal Penelitiandan Pengabdian pada Masyarakat UNSIQ*, 338-341.
- Balong, S. I. (2016). Karakteristik Biobriket dari Aceng Gondok (*Eichomia Crassipes*) sebagai Bahan Bakar Alternatif. *Jambura Journal of Educational Chemistry*, 147-152.
- Jannah, R. *Pengaruh Jenis Perekat terhadap Nilai Kalor Briket Arang Tempurung Kawista (Limoniaacidissima)*.
- Munalu, R. (2010). Pengaruh Jumlah Bahan Perekat terhadap Kualitas Briket Bioarang dari Tongkol.
- Patabang, D. (2012). Karakteristik Termal Briket Arang Sekam Padi dengan Variasi Bahan Perekat. *Jurnal Mekanikal*.
- Sibrani, F. A. (2016). Pengaruh Perbandingan Massa Eceng Gondok dan Tempurung Kelapa serta Kadar Perekat Tapioka terhadap Karakteristik Briket. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 20-26.
- Simanullung, A. F. (2021). Karakteristik Sifat Fisis Papan Partikel Limbah Tongkol Jagung dengan Resin Epoxy Isosianat. *Jurnal Ilmu dan Inovasi Fisika*, 82-87.
- Sugyono. (2013). *Metode Penelitian Kuantitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Sulistyaningkartti, L., & Utami, B. (2017). Pembuatan Briket Arang dari Limbah Organic Tongkol Jagung dengan Menggunakan Variasi Jenis dan Presentase Perekat. *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 43-53.
- Sunaryo, S. L., & Hakim, L. (2018). Karakteristik Bahan Bakar Pellet Biomassa Campuran Pelelepah Kelapa Sawit dan Getah Pohon Pulai yang di Aplikasikan pada Kompor Biomassa. *Turbo: Jurnal Program Studi Teknik Mesin*.
- Taufik, I., & Fenni, S. (2015). Efektifitas Bentuk Geometri dan Berat Briket Biorang dari Bambu terhadap Kualitas Penyalaan dan Laju Pembakaran. *Jurnal Teknik Kimia*, 8-12.