

Pembuatan Biobriket Cangkang Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan *Muffer Furnace*

Mutiara Indah¹, Abu Hasan², Robert Junaidi³

¹Program Studi Diploma IV Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

²Program Studi Doktor, Fakultas Teknik Kimia, Universitas Gajah Mada Yogyakarta

³Program Studi Magister Teknik Kimia, Institut Teknologi Bandung

*Koresponden email: mutiindh03@gmail.com

Diterima: 2 Oktober 2024

Disetujui: 11 Oktober 2024

Abstract

The problem of energy crisis is one of the main problems faced by almost all countries in the world. This energy crisis occurs due to the dependence on the fulfilment of the world fuel energy from fossil fuels. The increasing use of fossil energy causes greenhouse gases, so the climate is unstable and the temperature of the earth and the sea level are rising. Therefore, efforts are needed to overcome the problem of energy crisis. One way to reduce it is the utilisation and use of palm oil processing waste (POPW) into bio-briquettes, where the components come from palm shells and empty bunches. The aim of this study is to evaluate the properties of biobriquettes in order to obtain optimal results in obtaining the quality of biobriquettes that are analysed to meet the quality of briquettes according to quality standards. Based on the analysis carried out, the highest analysis results were obtained on sample S5 with a ratio of 00:100 and 8% glue, including: proximate analysis (water content 5.4%, ash content 8%, volatile matter 13.5%), calorific value 5941.10 cal / gr and combustion rate 0.2305 gr / minute. The results obtained comply with the quality requirements for charcoal briquettes based on SNI No. 01-6235-2000.

Keywords: *renewable energy, biomass, biobriquettes, palm oil solid waste*

Abstrak

Permasalahan krisis energi merupakan salah satu masalah utama yang hamper dihadapi oleh seluruh negara di dunia. Krisis energi ini terjadi akibat ketergantungan pemenuhan energi bahan bakar dunia yang berasal dari fosil. Penggunaan energi fosil yang semakin tinggi menyebabkan gas rumah kaca sehingga iklim tidak stabil dan meningkatnya suhu bumi serta permukaan air laut. Oleh karena itu, diperlukan upaya untuk mengatasi masalah krisis energi. Salah satu cara untuk mengurungnya adalah pemanfaatan dan penggunaan limbah hasil pengolahan kelapa sawit (PKS) menjadi biobriket, dimana bahan-bahan penyusunnya berasal dari cangkang sawit dan tandan kosong kelapa sawit. Penelitian ini untuk mengevaluasi sifat biobriket sehingga mendapatkan hasil yang optimal dalam mendapatkan mutu briket biobriket yang dianalisis untuk memenuhi kualitas briket sesuai baku mutu. Berdasarkan analisa yang dilakukan didapatkan hasil analisa tertinggi pada sampel S₅ dengan rasio 00:100, dan perekat 8% meliputi : analisa proksimat (kadar air 5,4%, kadar abu 8%, zat terbang 13,5%), nilai kalor 5941,10 kal/gr, dan laju pembakaran 0,2305 gr/menit. Hasil yang didapatkan sesuai dengan syarat mutu briket arang berdasarkan SNI No. 01-6235-2000.

Kata Kunci: *energi terbarukan, biomassa, biobriket, limbah padat kelapa sawit*

1. Pendahuluan

Krisis energi menjadi salah satu tantangan utama yang dihadapi oleh hampir semua negara di dunia. Energi berperan penting dalam mencapai pembangunan berkelanjutan. Peningkatan kebutuhan energi untuk mendukung pertumbuhan ekonomi menyebabkan semakin berkurangnya cadangan energi konvensional. Krisis ini terjadi akibat ketergantungan pemenuhan energi bahan bakar dunia yang berasal dari fosil, sehingga semakin menipisnya cadangan atau sumber bahan bakar fosil, manusia terdorong mencari dan mengembangkan sumber energi pengganti bahan bakar dari fosil terutama sumber energi terbarukan (renewable energy) [1]. Perubahan yang mendasar dari dominasi energi fosil menjadi energi terbarukan akan berdampak signifikan pada berbagai aspek kehidupan, seperti kondisi lingkungan, sosial dan ekonomi [2]. Beberapa bentuk energi baru terbarukan di Indonesia dengan potensi yang sangat besar adalah panas bumi, angin, dan biomassa [3]. Penggunaan biomassa sebagai bahan bakar lebih efisien dengan dikonversi dalam bentuk padat, cair, dan gas [4]. Kelapa sawit merupakan salah satu produsen utama di dunia dengan lahan yang terus berkembang, menghasilkan limbah signifikan seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS)

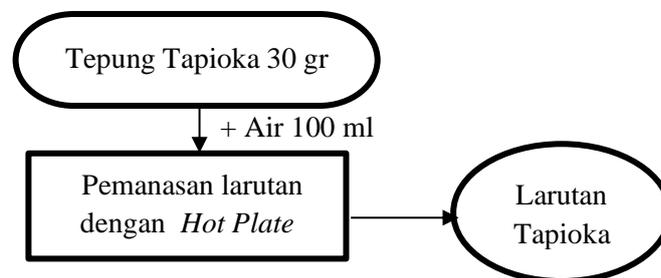
dan cangkang sawit. Berdasarkan data terbaru dari Badan Pusat Statistik (BPS), produksi kelapa sawit Indonesia mencapai 50 juta ton pada tahun 2023. Setiap ton kelapa sawit yang diolah menghasilkan sekitar 23% tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan 6% cangkang sawit sebagai limbah padat. Dengan demikian dapat diasumsikan, dari 50 juta ton kelapa sawit, diperkirakan terdapat sekitar 11,5 juta ton tandan kosong kelapa sawit dan 3 juta ton cangkang sawit yang dihasilkan setiap tahunnya. Kedua jenis limbah ini sering kali menjadi masalah lingkungan jika tidak ditangani dengan baik. Namun, limbah padat kelapa sawit banyak mengandung bahan organik dengan kadar yang tinggi sehingga dimanfaatkan sebagai salah satu pengganti energi fosil [5]. Melihat potensi yang ada, maka tandan kosong kelapa sawit dan cangkang sawit dijadikan energi terbarukan yang bernilai seperti biobriket [6]. Biobriket adalah metode untuk mengubah biomassa menjadi bentuk yang lebih teratur dan padat [7].

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan cangkang sawit memiliki potensi besar sebagai bahan dasar biobriket karena kandungan energi mereka yang tinggi dan ketersediaannya yang melimpah. Limbah padat kelapa sawit ini diubah menjadi biobriket melalui proses karbonisasi, yaitu konversi bahan organik menjadi karbon melalui pemanasan pada suhu tinggi dalam kondisi terbatas atau tanpa oksigen. Proses ini tidak hanya mengurangi volume dan berat limbah organik, tetapi juga menghasilkan produk sampingan bernilai seperti arang aktif, yang digunakan dalam filtrasi dan pemurnian [8].

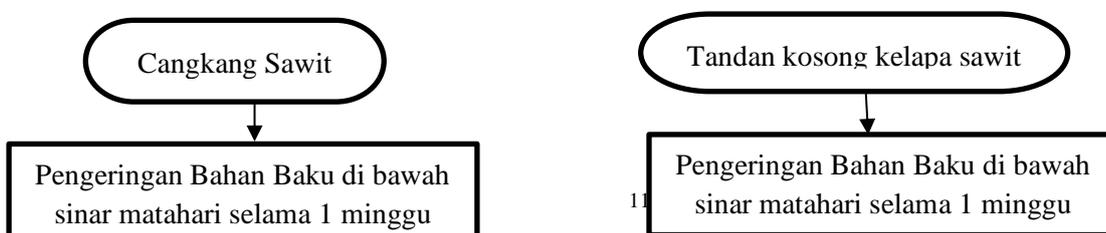
Penelitian sebelumnya yang memanfaatkan limbah padat kelapa sawit menjadi biobriket dengan berbagai jenis bahan baku diantaranya pembuatan briket dari tandan kosong kelapa sawit dan tandan kosong kelapa sawit dihasilkan nilai kalor tertinggi 5122 kkal/kg, kadar air 9,32%, kadar zat terbang 38,73%, kadar abu antara 11,79%. Penelitian yang dilakukan Falah & Nelza mengenai biobriket tandan kosong kelapa sawit diperoleh nilai kalor 4151,67 kal/gr, kadar air 8,75%, kadar abu 8,73%, dan zat terbang 75,46% dalam pengolahan tandan kosong kelapa sawit pada perekat 10 % dihasilkan kadar abu 8,73%, dan kadar kalornya 4272,2 kal/gr [9] [10]. Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah padat kelapa sawit seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan cangkang sawit yang memiliki potensi besar dalam bentuk biobriket yang menggunakan alat muffer furnace guna memberikan kontrol yang tepat terhadap suhu, dan lingkungan pemanasan yang sangat penting untuk proses karbonisasi yang terbaik. Maka dari itu, peneliti memvariasikan penambahan perekat, suhu, dan waktu karbonisasi terhadap bahan baku agar biobriket yang dihasilkan dapat sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-6235-2000.

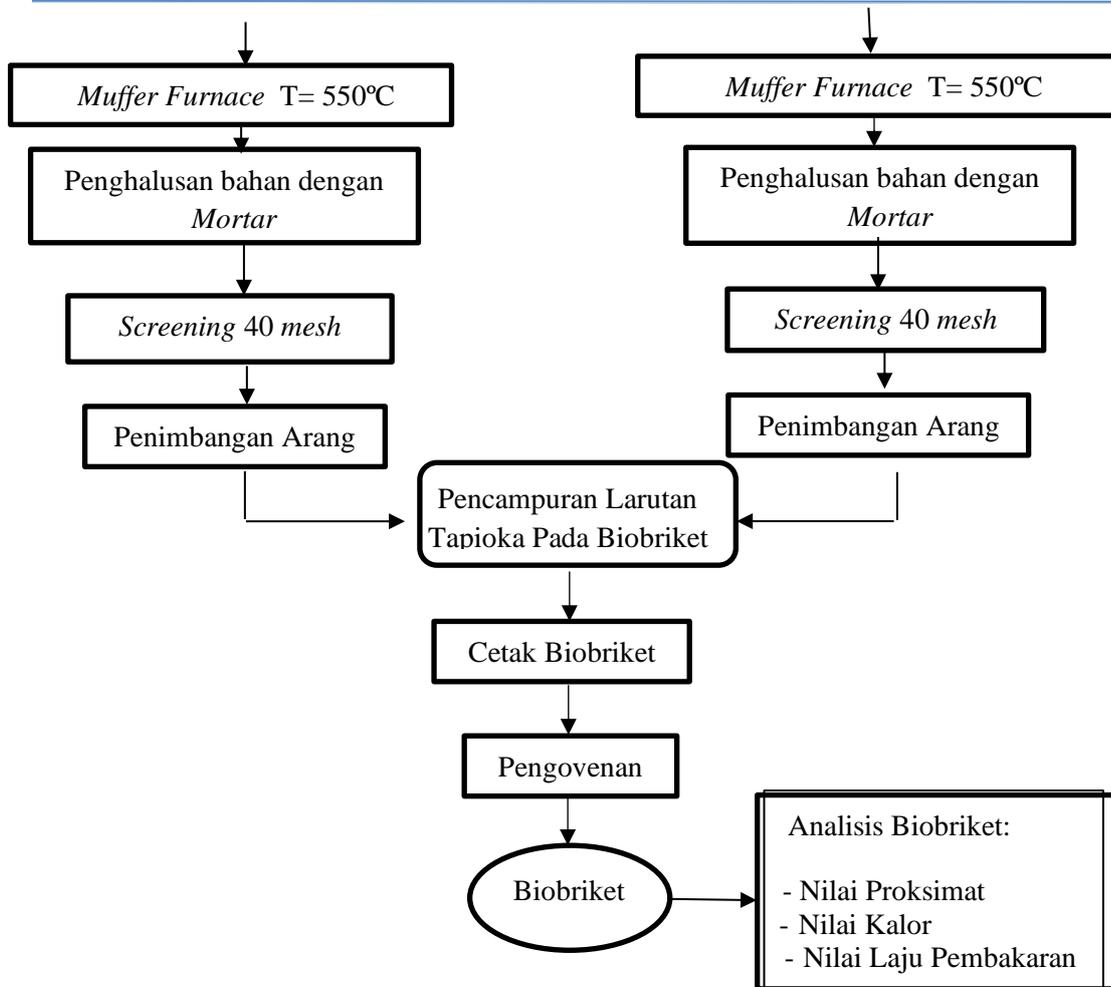
2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimen dengan melakukan analisa kualitatif dalam mengetahui karakteristik dan kualitas biobriket yang dihasilkan. Bahan baku yang digunakan adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang sawit, dan tepung tapioka. Alat utama adalah muffer furnace, serta alat penunjang seperti oven, screener (ayakan) 40 mesh, cetakan briket (4×4 cm), desikator, timbangan analitik, dan lesung/grinding. Analisa kualitas biobriket yang terdiri dari analisa proksimat dengan metode gravimetri sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-6235-2000 yang meliputi kadar air, kadar abu, dan kadar zat terbang. Juga analisa nilai kalor menggunakan *bomb calorimeter* berdasarkan ASTM D5865-11a, dan analisa laju pembakaran.



Gambar 1 : Diagram Alir Pembuatan Perekat Larutan Tepung Tapioka

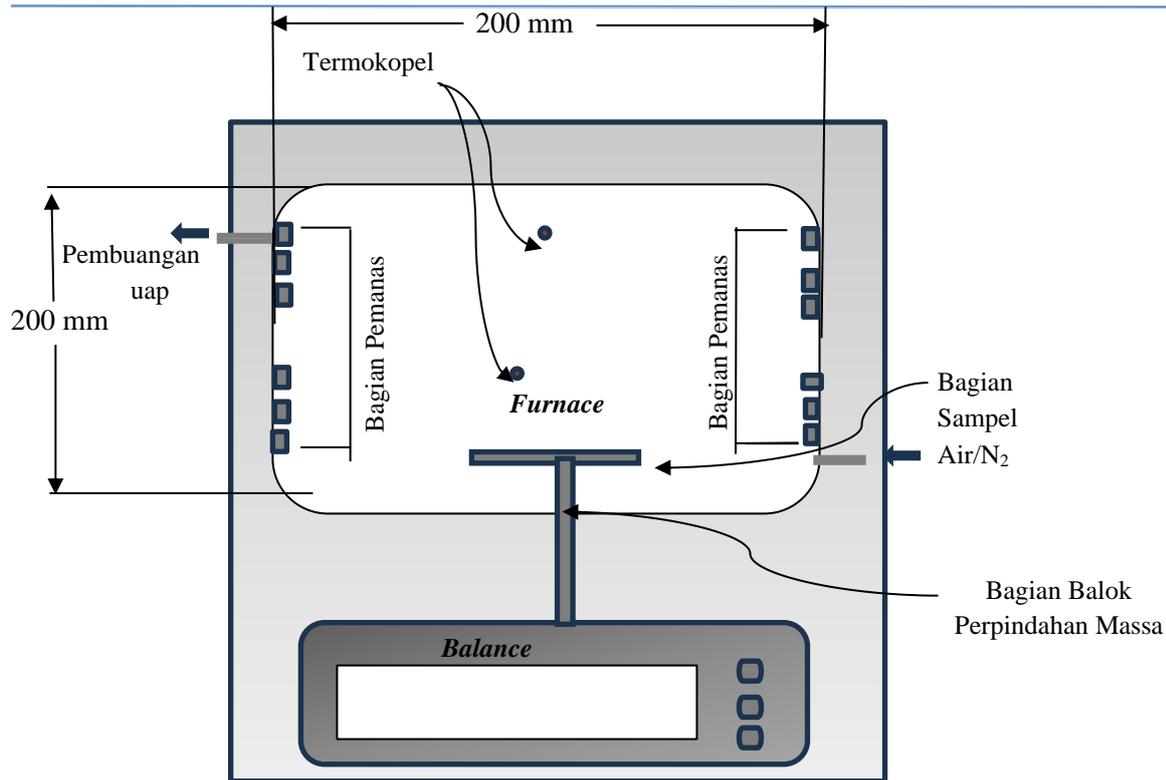




Gambar 2 : Diagram alir Pembuatan Biobriket Cangkang Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Langkah awal pembuatan biobriket dimana bahan baku cangkang sawit, dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dibersihkan, lalu dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering. Cangkang sawit dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang telah dikeringkan di letakkan di dalam kendi dengan tertutup kemudian dikarbonisasi di dalam *muffer furnace* dengan suhu yang telah ditentukan yaitu 550°C dengan waktu berkisar 2,5 jam. Hasil dari proses karbonisasi dihaluskan dan diayak dengan ukuran kurang lebih 40 mesh kemudian ditimbang sebanyak 30 gram untuk mendapatkan 10 saampel dengan diberikan variasi 10% dan 8%. Lalu dicetak dengan cetakan briket dan dikeringkan pada oven selama 12 jam dengan suhu 110°C.

Proses karbonisasi dimulai dengan memanaskan biomassa di dalam *muffer furnace* dengan suhu yang telah ditentukan. Suhu ini dipantau dengan cermat menggunakan termokopel untuk memastikan bahan baku berubah menjadi arang, bukan terbakar menjadi abu. Selama pemanasan, nitrogen atau udara dimasukkan ke dalam *muffer furnace* untuk menciptakan lingkungan dengan sedikit oksigen, sehingga pembakaran sempurna bisa dicegah. Gas dan uap yang dihasilkan selama proses ini dikeluarkan melalui saluran khusus. Setelah arang terbentuk, furnace didinginkan secara perlahan. Hasil akhirnya adalah arang yang memiliki kadar karbon tinggi, dengan sedikit abu dan kadar air yang rendah. Berikut ini skema *muffer furnace* pada **Gambar 3**.



Gambar 3 : Skema Muffler Furnace

Untuk proses pembuatan biobriket dari cangkang sawit, dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) diberikan penamaan sampel yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sistem Penamaan Sampel

Sampel	Variasi Sampel	% Perekat
TKKS : Cangkang Kelapa Sawit	S ₁ (100:00)	10%
	S ₂ (70:30)	
	S ₃ (50:50)	
	S ₄ (30:70)	
	S ₅ (00:100)	

Selanjutnya, dianalisa proksimat yang meliputi kadar air, kadar abu, zat terbang. Serta analisa nilai kalor, dan laju pembakaran sebagai berikut :

Analisis kadar air

Diambil biobriket yang digunakan untuk analisis kadar air sebanyak 5 gram, memasukkan ke dalam oven dengan suhu 110°C selama 1 jam. Masukkan sampel ke dalam desikator, timbang hingga konstan. Hitung kadar air dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Air (\%)} = \frac{(W_1 - W_2)}{W} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- W₁ = Berat cawan timbang + sampel sebelum pemanasan (gram)
- W₂ = Berat cawan timbang + sampel sesudah pemanasan (gram)
- W = Berat Sampel (gram)

Analisis kadar abu

Diambil 2 gram briket arang yang digunakan untuk analisa kadar abu, dimasukkan sampel ke dalam furnace dengan suhu 800°C selama 2 jam. Dimasukkan sampel ke dalam desikator, timbang hingga konstan. Hitung kadar abu dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Abu (\%)} = \frac{W_1}{W_2} \times 100 \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

W_1 = Massa Abu (gram)

W_2 = Massa Sampel (gram)

Analisis Zat terbang

Zat terbang ditentukan dengan menempatkan 2 gram sampel briket bubuk dalam oven wadah untuk mendapatkan berat konstan yang disimpan dalam tungku pada suhu 950°C selama 7 menit kemudian dibawa keluar untuk didinginkan dalam desikator dan ditimbang untuk menentukan persentase zat terbang. Hitung zat terbang dengan menggunakan rumus :

$$\text{Zat Terbang (\%)} = \frac{(a-b)}{c} \times 100 \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan :

a = Berat cawan timbang + sampel sebelum pemanasan (gram)

b = Berat cawan timbang + sampel sesudah pemanasan (gram)

c = Berat Sampel (gram)

Analisis Nilai Kalor

Pada analisis nilai kalor dengan menggunakan alat *bomb calorimeter* (HV) yaitu masukkan 50 ml air ke dalam erlenmeyer dan ukur suhu awalnya. Ambil satu biobriket untuk diuji nilai kalornya (HV). Bakar briket hingga api padam dan muncul bara. Panaskan air dalam erlenmeyer, catat waktu yang diperlukan hingga briket berubah menjadi abu, lalu ukur suhu akhir air setelah briket terbakar sepenuhnya. Terakhir, timbang abu biobriket yang tersisa.

Analisis laju pembakaran

Menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan *stopwatch* dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital. Pengujian laju pembakaran ini bertujuan untuk mengetahui kadar efisiensi bahan bakar biobriket ini. Persamaan yang digunakan untuk mengetahui laju pembakaran adalah:

$$\text{Laju Pembakaran} = \frac{\text{massa briket terbakar}}{\text{waktu pembakaran}} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan :

Massa briket terbakar = massa briket sebelum-massa briket sisa

Waktu pembakaran = waktu nyala briket

3. Hasil Dan Pembahasan

Pada penelitian ini biobriket terbuat dari dua bahan campuran yaitu tandan kosong kelapa sawit dan cangkang kelapa sawit. Tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan limbah padat biomassa dalam bentuk biobriket melalui proses dan analisa untuk mengetahui karakteristik yang terkandung dalam briket arang sesuai dengan SNI No. 01-6235-2000. Berikut hasil pembuatan biobriket pada **Gambar 4**.

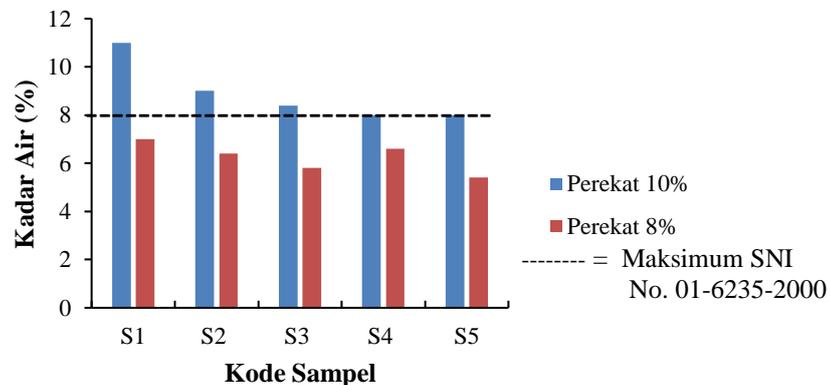


Gambar 4 : Biobriket Cangkang Sawit dan Tandan Kosong Kelapa Sawit

Analisa Proksimat

Analisis proksimat adalah pengecekan yang digunakan untuk menentukan komposisi kimia dari bahan biomassa atau bahan bakar padat, seperti biobriket. Analisa proksimat dalam penelitian ini meliputi kadar air, kadar abu, zat terbang yang dilakukan di laboratorium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Sriwijaya secara manual. Hasil analisa ini dapat dilihat sebagai berikut :

Proses pengeringan yang tepat harus dilakukan untuk mencapai kadar air yang optimal. Jika biobriket terlalu basah, proses pengeringannya memerlukan energi tambahan yang bisa meningkatkan biaya produksi [11]. Hasil analisa kadar air dapat dilihat **Gambar 5**.

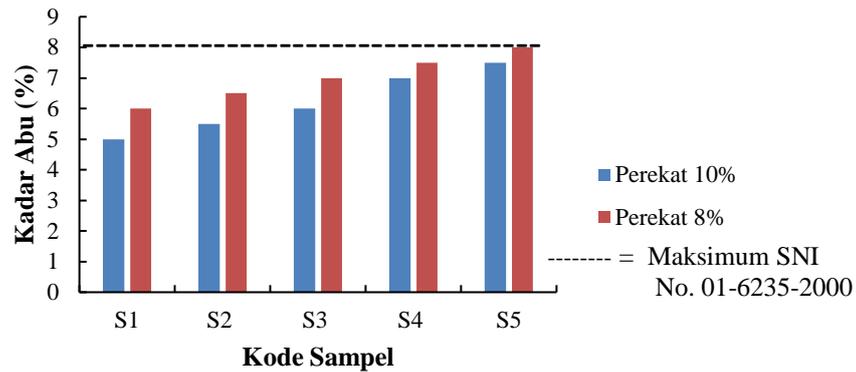


Gambar 5 : Grafik Analisa Kadar Air Biobriket Terhadap Perekat

Pada **Gambar 5** ini menunjukkan bahwa kadar air yang didapatkan dalam penelitian ini berkisar 5,4% - 8% dengan nilai terendah sebesar 5,4% dihasilkan oleh biobriket di sampel S_5 (00:100) dengan perekat sebanyak 8%, dan kadar air tertinggi sebanyak 11%, dan sampel S_1 (100:00) dengan perekat sebanyak 10%. Dari grafik tersebut, terlihat bahwa apabila dibandingkan dengan syarat Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-6235-2000 mengenai mutu biobriket dengan bahan baku campuran tandan kosong kelapa sawit (TKKS), dan cangkang sawit pada penelitian ini sebanyak 7 sampel yang memenuhi syarat standar mutu biobriket analisa kadar air sebesar maksimal 8%.

Tingginya kadar air yang didapat, dikarenakan semakin banyak perekat yang digunakan maka semakin tinggi kadar air yang dihasilkan begitu pula sebaliknya [12]. Selain itu penyebab tingginya kadar air adalah adanya bahan baku tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang memiliki banyak serat, dan mengandung komponen kimia seperti selulosa sebesar 45,94%, hemiselulosa sebesar 22,84% [13]. Serta ditinjau terhadap waktu dan temperatur karbonisasi biobriket bahwa jika pori-pori karbon aktif terbuka, lebih banyak molekul air dilepaskan dari bahan pada suhu karbonisasi yang lebih tinggi. [14]. Dikatakan bahwa semakin besar kadar air yang terdapat pada bahan bakar padat maka nilai kalornya semakin kecil, begitu juga sebaliknya [15].

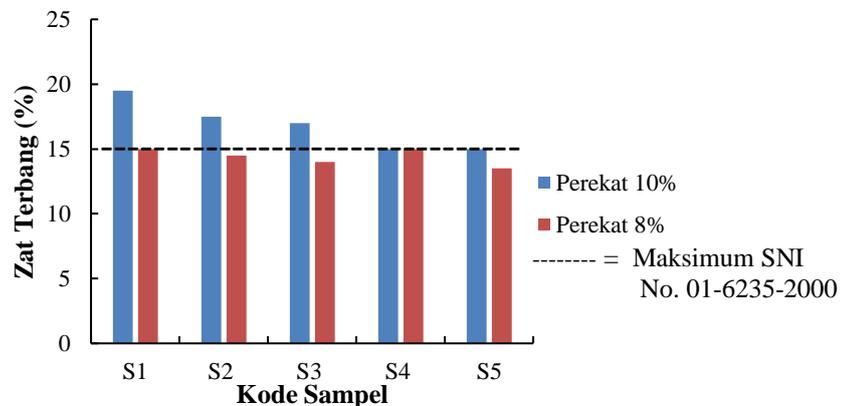
Analisa kadar abu yang rendah menunjukkan bahwa biobriket tersebut memiliki lebih banyak bahan organik yang dapat terbakar dan menghasilkan energi [16]. Hasil analisa kadar abu dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6 : Grafik Analisa Kadar Abu Biobriket

Pada Gambar 6 ini ditunjukkan bahwa kadar abu dihasilkan memiliki kisaran 5% - 8%. Kadar abu biobriket tertinggi dihasilkan oleh biobriket pada S₅ (00:100) dengan perekat sebanyak 10%, dan kadar abu terendah dihasilkan oleh biobriket S₁ (100:00) dengan perekat sebanyak 8%. Jika ditinjau dari Gambar 6 tersebut, apabila dibandingkan dengan syarat Standar Nasional Indonesia (SNI) No.01-6235-2000 tentang mutu biobriket maka memenuhi syarat standar analisa kadar abu sebesar maksimal 8%. Tingginya kadar abu juga dihasilkan dari suhu karbonisasi. Pada grafik di atas menunjukkan bahwa perlakuan suhu karbonisasi sebesar 550°C yang memberikan pengaruh terhadap kadar abu. Semakin tinggi suhu karbonisasi yang diberikan, maka kadar abu yang diperoleh semakin tinggi [17].

Hal tersebut juga menunjukkan bahwa meskipun suhu karbonisasi dapat mempengaruhi kadar abu, biobriket yang dihasilkan tetap dapat memenuhi persyaratan kualitas biobriket yang berlaku sesuai syarat mutu produk biobriket yang dihasilkan. Kadar abu biobriket juga dipengaruhi oleh bahan baku yang digunakan, hal ini disebabkan oleh tingginya kadar abu pada campuran ini dipengaruhi oleh cangkang kelapa sawit membawa zat anorganik seperti tanah, debu dan pasir di saat pembuatan briket [18].



Gambar 7 : Grafik Analisa Zat Terbang Biobriket

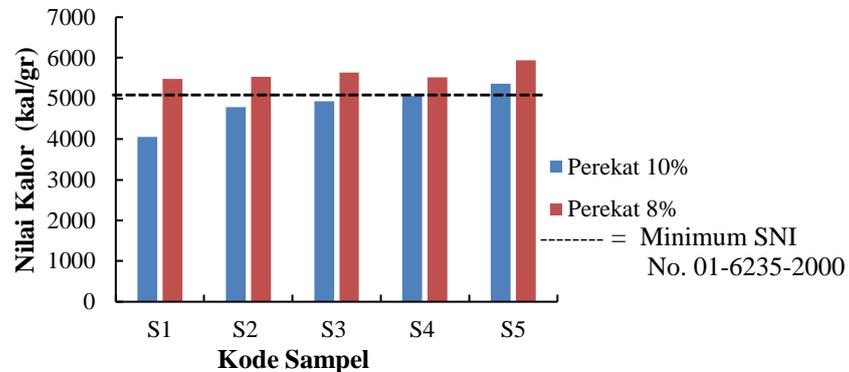
Pada Gambar 7 dalam analisa kadar zat terbang didapat hasil dalam penelitian ini yang terendah sebesar 8% dihasilkan oleh biobriket di sampel S₅(00:100) dengan perekat sebesar 8%, dan kadar zat terbang tertinggi sebesar 19,5% dihasilkan oleh biobriket di sampel S₁(100:00) dengan perekat 10%. Dari grafik tersebut, apabila dibandingkan dengan syarat Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-6235-2000 mengenai mutu biobriket pada penelitian ini sebanyak tujuh sampel memenuhi syarat standar mutu biobriket dalam analisa zat terbang maksimal 15% .

Pada hal ini, tingginya kadar zat terbang disebabkan karena bahan baku seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mempunyai kandungan selulosa, hemiselulosa yang tinggi cenderung menghasilkan lebih banyak zat terbang selama proses karbonisasi [19]. Tingginya kadar zat terbang pada biobriket disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk komposisi bahan baku dan proses karbonisasi yang kurang sempurna [20]. Bahan baku seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang kaya akan selulosa, dan hemiselulosa cenderung menghasilkan lebih banyak zat terbang selama karbonisasi. Jika proses karbonisasi tidak cukup baik, kadar zat terbang yang tersisa akan lebih tinggi, dan zat terbang ini dapat terperangkap di dalam pori-pori biobriket, sehingga mempengaruhi sifat pembakaran dan kinerja biobriket [21]. Semakin tinggi suhu karbonisasi, maka semakin banyak zat terbang yang terbuang, sehingga ketika dianalisis biobriket akan

menunjukkan nilai zat terbang yang lebih rendah. Namun, tingginya kadar zat terbang juga dapat mempermudah proses pembakaran briket [22].

Analisa Nilai Kalor dan Laju Pembakaran

Analisa nilai kalor yang tinggi menunjukkan bahwa biobriket dapat menghasilkan lebih banyak energi per unit massa, yang penting untuk aplikasi pembakaran. Hasil analisa nilai kalor biobriket cangkang sawit dan tandan kosong kelapa sawit akan ditunjukkan grafik pada **Gambar 8** sebagai berikut :



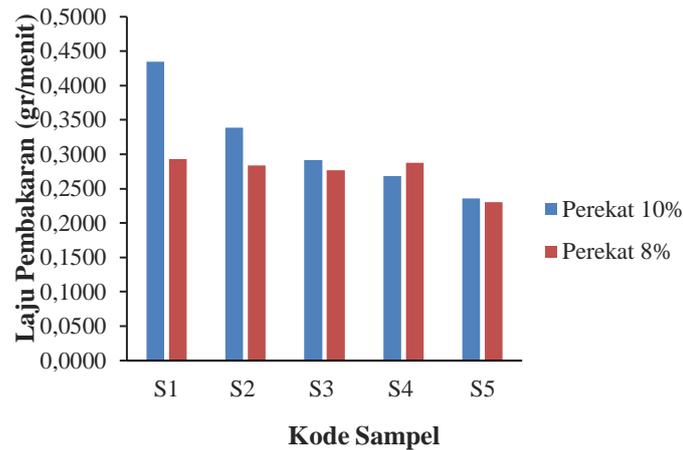
Gambar 8 : Grafik Analisa Nilai Kalor Biobriket

Pada **Gambar 8** tersebut, hasil nilai analisa kalor terendah yang didapat sebesar 4.050,52 kal/gr pada sampel S₁(100:00) dengan perekat sebanyak 10%, serta biobriket dengan nilai kalor tertinggi pada sampel S₅(00:100) dengan perekat sebanyak 8% memiliki nilai kalori 5.941,10 kal/gr. Jika dibandingkan antara hasil penelitian ini dengan syarat mutu berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) No. 01-6235-2000 pada grafik tersebut ada tujuh sampel yang memenuhi syarat mutu biobriket dengan nilai kalor yang memiliki nilai minimal 5.000 kal/gr. Hasil penelitian yang dihasilkan berada di rentang 5.067,00 kal/gr – 5.359,06 kal/gr.

Hal tersebut dipengaruhi oleh penambahan bahan perekat dalam biobriket juga mempengaruhi nilai kalor, dimana bahan perekat yang besar dapat mengurangi nilai kalor [23]. Juga disebabkan oleh bahan baku yang memiliki kandungan lignoselulosa tinggi sehingga nilai kalor menjadi tinggi karena komponen ini memiliki potensi energi yang besar [24]. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) memiliki kandungan lignoselulosa sekitar 60%, dan cangkang sawit 70% yang ada pada pengaruh nilai kalor biobriket sehingga membuat stabil selama pembakaran, meskipun nilai kalor akhir juga dipengaruhi oleh kadar air [25]. Proses karbonisasi yang dilakukan pada suhu tinggi juga dapat meningkatkan nilai kalor dengan mengurangi kadar air [27].

Jika dibandingkan dengan penelitian yang berbahan baku cangkang sawit, dan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) nilai kalor biobriket tersebut meningkat karena adanya perlakuan suhu karbonisasi 550°C, sehingga nilai kalor tertinggi yang diperoleh mencapai 5.862,19 kal/gr. Menurut penelitian, semakin tinggi suhu karbonisasi, semakin rendah kadar zat terbang dalam arang, sementara kadar karbonnya meningkat [29]. Selain itu, biobriket yang mengalami karbonisasi menunjukkan pori-pori yang terbuka, yang dapat mengurangi kadar air dan zat-zat yang mudah menguap. Semakin sempurna proses karbonisasi, semakin tinggi nilai kalor yang dihasilkan, karena reaksi oksidasi dalam proses ini mampu menghasilkan panas [16].

Laju pembakaran adalah penggambaran berkurangnya bobot per satuan menit selama proses pembakaran. Pengujian laju pembakaran dilakukan untuk mengetahui efektifitas bahan bakar. Hasil pengujian laju pembakaran pada penelitian ini, dapat dilihat **Gambar 9**.



Gambar 9 : Grafik Analisa Laju Pembakaran Biobriket

Pada **Gambar 9** hasil pengujian laju pembakaran bahwa nilai didapat berkisar 0,4348-0,2305 gr/menit. Hal ini menunjukkan komposisi berpengaruh pada nilai laju pembakaran dimana nilai tertinggi pada S₁ (100:00) perekat 10%, dan terendah pada S₅ (00:100) perekat 8%. Semakin rendah nilai kadar air maka laju pembakaran briket akan semakin tinggi. Pada Penelitian sebelumnya juga mengatakan bahwa penyebab dari biobriket dengan kadar air yang tinggi juga akan sulit dinyalakan dan saat pembakaran dan banyak menghasilkan asap, selain itu kadar air yang tinggi akan mengurangi temperatur penyalaan, dan daya pembakarannya [30].

Perekat yang memiliki daya serap air dan kelembapan yang cukup tinggi sehingga memperlambat pembakaran pada briket. Semakin lama briket terbakar maka semakin banyak biaya yang akan dikeluarkan untuk menggunakan bahan bantuan untuk mempercepat pembakaran dan lamanya pembakaran briket menunjukkan kualitas briket yang tidak bagus [31]. Hal ini dikarenakan kepadatan biobriket mempengaruhi laju pembakaran briket. Menurut penelitian dijelaskan bahwa briket arang akan memiliki banyak pori-pori terbuka, sehingga oksigen yang masuk akan lebih banyak dan pembakaran akan lebih baik, sehingga laju pembakaran akan rendah [31].

4. Kesimpulan

Pembuatan biobriket dengan cangkang sawit dan tandan kosong kelapa sawit memerlukan perhatian khusus terhadap komposisi bahan terutama dalam hal pencampuran perekat yang tidak boleh melebihi 8%. Hal ini penting karena perekat yang berlebihan dapat menurunkan nilai kalor, yang menjadi parameter utama dalam menilai efisiensi bahan bakar biobriket. Briket arang dengan kualitas tertinggi berdasarkan analisa proksimat diperoleh pada komposisi S₅ (00:100) dengan 8% perekat, yang memiliki kadar air 5,4%, kadar abu 8%, kadar zat terbang 13,5%, nilai kalor 5448,17 kal/gr, dan laju pembakaran 0,2305 gr/menit. Sebaliknya, biobriket dengan kualitas terendah diperoleh pada komposisi S₁ (100:00) dengan 10% perekat, yang memiliki kadar air 11%, kadar abu 5%, kadar zat terbang 19,5%, nilai kalor 4050,53 kal/gr, dan laju pembakaran 0,4348 gr/menit.

Pada perlakuan suhu karbonisasi yang lebih tinggi di atas 500°C, terbukti memberikan hasil biobriket dengan kualitas optimal, ditunjukkan oleh nilai kalor yang mencapai 5941,10 kal/gr. Namun, selama proses pembakaran pada suhu 500°C, bahan baku harus ditutup rapat dalam *muffle furnace* untuk menghindari kontak dengan udara yang bisa menyebabkan karbonisasi tidak optimal. Kualitas biobriket yang dihasilkan pada suhu tinggi ini mendekati standar mutu yang ditetapkan oleh SNI No. 01-6235-2000, menunjukkan pentingnya kontrol yang ketat terhadap suhu dan kondisi lingkungan selama proses karbonisasi untuk mendapatkan produk yang berkualitas tinggi.

5. Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada PT. Hindoli Cargill Tanjung Dalam Mill Sumatera Selatan yang telah mendukung penelitian dalam bahan baku untuk analisa keberlanjutan dalam energi baru terbarukan.

6. Daftar Pustaka

- [1] A. E. Setyono and B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, pp. 154–162, 2021.

- [2] F. F. Ghaniyyu and N. Husnita, "Upaya Pengendalian Perubahan Iklim Melalui Pembatasan Kendaraan Berbahan Bakar Minyak di Indonesia Berdasarkan Paris Agreement," *Moral : Jurnal Ilmu Hukum*, vol. 7, no. 1, p. 110, 2021.
- [3] N. A. Adistia, R. A. Nurdiansyah, J. Fariko, V. Vincent, and J. W. Simatupang, "Potensi Energi Panas Bumi, Angin, Dan Biomassa Menjadi Energi Listrik Di Indonesia," *Tesla : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 22, no. 2, p. 105, 2020.
- [4] K. Ridhuan, D. Irawan, and R. Inthifawzi, "Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan," *Turbo : Jurnal Program Studi Teknik Mesin*, vol. 8, no. 1, pp. 69–78, 2019.
- [5] Y. M. Simanjuntak, D. . Danial, M. . Taufiqurrahman, and E. . Kurniawan, "Analisis Potensi Biomassa Limbah Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Untuk Pembangkitan Energi Listrik Di Kabupaten Landak Provinsi Kalimantan Barat," *Elkha : Jurnal Teknik Elektro*, vol. 8, no. 2, pp. 18–22, 2016.
- [6] Arifandy, "Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Sumber Energi Terbarukan Dalam Implementasi Indonesian Sustainability Palm Oil PKS Sungai Galuh," *Jurnal Sains, Teknologi, dan Industri Sains*, vol. 19, no. 1, pp. 116–122, 2021.
- [7] L. Parinduri and T. Parinduri, "Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan," *Journal of Electrical Technology.*, vol. 5, no. 2, pp. 88–92, 2020.
- [8] S. Martini and E. Yuliwati, "Pengaruh Proses Aktivasi Terhadap Kinerja Adsorben Organik Dari Kulit Buah Melon Dalam Menyerap Ion Logam Cr(III) Dari Limbah Cair Industri," *Jurnal Distilasi*, vol. 4, no. 2, pp. 33–40, 2019.
- [9] M. Falah and N. Nelza, "Pembuatan Biopellet Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Sebagai Bahan Bakar Terbarukan," *Journal of Regional Development Industry & Health Science, Technology and Art of Life*, vol. 2, no. 1, pp. 90–95, 2019.
- [10] Y. Arbi, E. R. Aidha, L. Deflianti, S. Tinggi, T. Industri, and S. Padang, "Kabupaten Mentawai," *Jurnal Pendidikan Teknologi Kejuruan*, vol. 1, no. 3, pp. 119–123, 2018.
- [11] Sunardi, Djuanda, and M. A. S. Mandra, "Characteristics of charcoal briquettes from agricultural waste with compaction pressure and particle size variation as alternative fuel," *Journal Of Energy International*, vol. 19, pp. 139–148, 2019.
- [12] B. S. A. Siregar, A. Ruswanto, and E. Adisetya, "Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Cangkang Biji Karet sebagai Bahan Baku Briket Arang dengan Perekat Bentonit," *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, vol. 1, no. September, pp. 1951–1960, 2023.
- [13] Irhamni, Saudah, Hakim, L., and M.A Suzanni "PKM Masyarakat dalam Memanfaatkan Bonggol Jagung dan Kulit Durian menjadi Briket di Kawasan Wisata Ulee Lhee," *Jurnal Baktimas Pengabdian pada Masyarakat.*, vol. 1, no. 2, pp. 88–94, 2019.
- [14] E. Kurniawan, A. Muarif, and K. A. Siregar, "Pemanfaatan Sekam Padi dan Cangkang Sawit Sebagai Bahan Baku Briket Arang dengan Menggunakan Perekat Tepung Kanji," *Jurnal Pengabdian Masyarakat.*, pp. 1–9, 2022.
- [15] A. Yopianita, A. Syarif, uhammad Yerizam, and R. Rusdianasari, "Biocoal Characterization as an Environmentally Friendly Alternative Energy Innovation Composite Variations of Gasified Char with Coconut Shell Charcoal," *Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, vol. 7, no. 2, pp. 68–79, 2022,
- [16] A. Sugiharto and I. D. Lestari, "Briket Campuran Ampas Tebu Dan Sekam Padi Menggunakan Karbonisasi Secara Konvensional Sebagai Energi Alternatif," *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, vol. 6, no. 1, pp. 1–6, 2021,
- [17] M. R. Aziz, A. L. Siregar, A. B. Rantawi, and I. B. Rahardja, "Pengaruh Jenis Perekat pada Briket Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Waktu Bakar," *Jurnal Proses Semnastek Universitas Muhammadiyah Jakarta*, pp. 141–152, 2019.
- [18] R. R. Purnama, A. Chumaidi, and A. Saleh, "Dari Arang Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 18, no. 3, pp. 43–53, 2013.
- [19] Ramadhani, F. Hamzah, and H. F. Hamzah, "Pembuatan Briket Arang Daun Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) Dengan Perekat Pati Sagu (Metroxylon sago Rott)," *Jurnal Faperta Universitas Riau*, vol. 4, no. 1, pp. 3–7, 2017.
- [20] L. Manisi, Kadir, and A. Kadir, "Pengaruh Variasi Komposisi Terhadap Karakteristik Briket Campuran Sekam Padi Dan Kulit Jambu Mete," *Journal Of Mechanical Engineering Student Scientific*, vol. 4, no. 2, pp. 60–67, 2019.

- [21] N. Febriani, R. Zulfa, S. Salsabela, A. P. Heriyanti, and T. R. Fariz, “Inovasi Pembuatan Briket Bioarang Dari Limbah Daun Pisang Kering dan Sekam Padi,” *Journal Of Researcgate*, no. 01, p. 3, 2023.
- [22] W. Deglas and F. Fransiska, “Analisis perbandingan bahan dan jumlah perekat terhadap briket tempurung kelapa dan ampas tebu,” *Jurnal Teknologi Pangan : Media Informasi Dan Komunikasi Ilmiah Teknologi Pertanian*, vol. 11, no. 1, pp. 72–78, 2020.
- [23] R. N. Yanti, A. T. Ratnaningsih, and H. Ikhsani, “Pembuatan bio-briket dari produk pirolisis biochar cangkang kelapa sawit sebagai sumber energi alternatif,” *Jurnal Ilmiah Pertanian*, vol. 19, no. 1, pp. 11–18, 2022.
- [24] J. Prayitno Susanto *et al.*, “Perhitungan Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit untuk Sumber Energi Terbaharukan dengan Metode LCA Palm Solid Wastes Potential Calculation for Renewable Energy with LCA Method,” *Jurnal Teknologi Lingkungan*, vol. 18, no. 2, pp. 165–172, 2017.
- [25] A. B. Pratama, B. Sutiya, and W. T. Istikowati, “Briket Arang Campuran Tandan Kosong Dan Daun Kelapa Sawit Sebagai Bahan Bakar Alternatif,” *Jurnal Sylva Scientiae*, vol. 5, no. 6, p. 953, 2022.
- [26] H. Anizar, E. Sribudiani, and S. Somadona, “Pengaruh Bahan Perekat Tapioka Dan Sagu Terhadap Kualitas Briket Arang Kulit Buah Nipah,” *Jurnal Kehutanan*, vol. 16, no. 1, pp. 11–17, 2020.
- [27] S. Putro, Musabbikhah, and Suranto, “Variasi Temperatur dan Waktu Karbonisasi untuk Meningkatkan Nilai Kalor dan Memperbaiki Sifat Proximate Biomassa sebagai Bahan Pembuat Briket yang Berkualitas,” *Jurnal Teknik Mesin*, pp. 282–288, 2015.
- [28] M. Idris, I. Hermawan, and V. Sihombing, “Pengaruh Kombinasi Cangkang Kemiri Dengan Tempurung Kelapa Terhadap Nilai Kalor Briket,” *IRA Jurnal Teknik Mesin Dan Aplikasinya (IRAJTMA)*, vol. 1, no. 2, pp. 35–44, 2022.
- [29] Junianto Seno Tangke Allo, Andri Setiawan, and Ari Susandy Sanjaya, “Pemanfaatan Sekam Padi Untuk Pembuatan Biobriket Menggunakan Metode Pirolisa Utilization of Rice Husk for Making Biobriquette Using Pyrolysis Method,” *Jurnal Chemurgy*, vol. 02, no. 1, pp. 17–23, 2018.
- [30] Tamrin, “Pengaruh Konsentrasi Perekat Tepung Tapioka dan Tanah Liat terhadap Mutu Briket Batu Bara,” *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, vol. 5, no. 3, pp. 137–144, 2016.