



Pembuatan biopellet dengan mesin extruder berbahan baku limbah penyulingan buah pala

Gusri Ahyar Ibrahim¹ *, Arinal Hamni¹, Haris Sujatmiko²

¹Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

²Program Studi SI, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Lampung

INFO ARTIKEL

Kata kunci:

Biopellet, Mesin Extruder,
Limbah penyulingan buah pala,
Nilai Kalor

Keywords:

Biopellets, Extruder Machine,
Nutmeg Refining Waste,
Calorific Value

ABSTRAK

Energi fosil yang semakin menipis, menyebabkan kenaikan harga jual bahan bakar fosil. Hal ini menyebabkan masyarakat global, menjadi sadar dan mempertimbangkan untuk menggunakan bahan bakar terbarukan yang lebih ramah lingkungan. Pemanfaatan limbah penyulingan buah pala menjadi biopellet dapat menjadi solusi untuk mengelola limbah dan menghasilkan bahan bakar alternatif. Penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah penyulingan buah pala menjadi biopellet dengan campuran 0%, 3%, dan 5% tepung tapioka dengan menggunakan mesin extruder dengan kecepatan putaran mesin sebesar 1700 RPM dan 2800 RPM. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan komposisi campuran perekat, dan kecepatan putaran mesin untuk mendapatkan nilai kalor yang optimal. Bahan pada penelitian ini adalah limbah padat penyulingan buah pala dan tapioka sebagai perekat. Pembuatan biopellet menggunakan 2 perlakuan yaitu dengan 3 variasi campuran perekat (0 gram, 90 gram, 150gram) dan 2 variasi kecepatan putar mesin (1700 RPM dan 2800 RPM). Sedangkan alat yang digunakan yaitu mesin pencetak pelet, tachometer, neraca digital dan caloribomb. Hasil yang didapat dari pengujian nilai kalor pada penelitian ini yaitu sampel A 5,094.27 kal/g, Sampel B 5,603.14 kal/g, Sampel C 5,346.24 kal/g, Sampe D 5,604.85, Sampel E 5,789.10 kal/g, Sampel F 5,571.65. Maka dapat disimpulkan bahwa penambahan perekat dan kecepatan putaran mesin pada mesin extruder mempengaruhi hasil nilai kalor yang didapat.

ABSTRACT

Fossil energy is running low, causing an increase in the selling price of fossil fuels. This causes the global community to become aware and consider using renewable fuels which are more environmentally friendly. Utilizing nutmeg refining waste into biopellets can be a solution for managing waste and producing alternative fuel. This research focuses on utilizing nutmeg refining waste into biopellets with a mixture of 0%, 3% and 5% tapioca flour using an extruder machine with engine rotation speeds of 1700 RPM and 2800 RPM. The aim of this research is to determine the composition of the adhesive mixture and the engine rotation speed to obtain optimal heating value. The materials in this research were solid waste from nutmeg distillation and tapioca as adhesive. Making biopellets uses 2 treatments, namely 3 variations of adhesive mixture (0 gram, 90 grams, 150 grams) and 2 variations of machine rotation speed (1700 RPM and 2800 RPM). Meanwhile, the tools used are a pellet printing machine, tachometer, digital balance and caloribomb. The results obtained from testing the calorific value in this study were sample A 5,094.27 cal/g, Sample B 5,603.14 cal/g, Sample C 5,346.24 cal/g, Sample D 5,604.85, Sample E 5,789.10 cal/g, Sample F 5,571.65. So it can be concluded that the addition of adhesive and the engine rotation speed on the extruder machine affect the heating value obtained.

1. Latar belakang

Pertumbuhan penduduk dan pertumbuhan ekonomi yang terus meningkat mengakibatkan kebutuhan energi Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun. Hal ini menjadi tantangan bagi ketahanan energi nasional untuk menyeimbangkan pasokan dan permintaan (permintaan tahun 2035 diperkirakan tiga kali lipat permintaan saat ini). Ketersediaan pasokan energi nasional harus diperluas sekarang dan di masa depan. Energi fosil yang tersedia semakin menipis, menyebabkan kenaikan harga jual bahan bakar fosil. Selain itu, bahan bakar fosil seperti batu bara, gas, dan minyak melepaskan karbon dioksida (CO₂) saat dibakar. Pelepasan karbon dioksida dalam jumlah besar ke atmosfer merupakan salah satu penyebab utamapemanasan

global [1]. Hal ini menyebabkan masyarakat global, tidak hanya Indonesia, menjadi sadar dan mempertimbangkan untuk menggunakan bahan bakar terbarukan yang lebih ramah lingkungan.

Biomassa merupakan salah satu energi alternatif yang dapat menjadi solusi untuk mengatasi krisis energi di Indonesia. Biopellet berupa bahan bakar padat berbahan dasar limbah yang ukurannya lebih kecil dari briket. Keunggulan biopellet adalah bahan bakar padat yang mudah ditangani dan disimpan. Faktor terpenting yang mempengaruhi daya tahan dan kekuatan pelet adalah kadar air, bahan baku, ukuran partikel, penambahan perekat, dan proses pembuatannya [2]. Pemanfaatan limbah

* Corresponding author. E-mail address: gusri.akhya@eng.unila.ac.id



<https://doi.org/10.23960/mech.v15.i2.2024189>

ISSN 2460-1888 (online), 2078-1880 (print)/© 2024.

MECH is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

penyulingan buah pala menjadi biopelet dapat menjadi solusi untuk mengelola limbah dan menghasilkan bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan. Selain itu, pemanfaatan limbah penyulingan buah pala juga dapat meningkatkan nilai tambah dari buahpala sebagai sumber daya alam.

Kualitas biopelet yang baik dipengaruhi oleh beberapa karakteristik [3]. Kualitas biopelet yaitu kadar air, berat jenis, kadar abu dan nilai kalor. Berdasarkan kadar air, kadar abu, berat jenis dan nilai kalori, biopelet OPM yang dipres pada suhu 200 dan 250 °C menunjukkan formula terbaik. Biopelet ini memiliki sifat kadar air 1,7-1,9%, abu 6,85-7,45% dan nilai kalori 3.814-4.724 kkal/kg. Untuk menghasilkan kualitas biopelet sesuai dengan karakteristik yang baik perludigunakan campuran perekat. Menurut penelitian (Rukmana, dkk, 2015) dengan perekat tapioka dengan variasi komposisi sebesar 10%, 15%, 20%, 25%, dan 30%. Pada penelitian (Rukmana, dkk, 2015) diketahui bahwa briket dengan penambahan perekat sebesar 30% mengalami kehilangan berat yang paling sedikit [4]. Pada penelitian (Ernitawati, dkk, 2021) tentang biopelet serbuk kayu *Acacia Mangium* ditinjau dari pengaruh level kecepatan putaran mesin diesel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa biopelet dengan kualitas terbaik mencapai RPM 3600 dengan kadar air 1.32%, kadar abu 1.37%, kadar zat terbang 68.77%, kadar karbon tetap 28.54%, dan nilai kalor 5326.9475 kal/gram. Karena telah memenuhi persyaratan standar Perancis untuk biopelet (douard 2007) dan SNI 8021- 2014 [5].

Beberapa penelitian sebelumnya telah mencoba menginvestigasi pemanfaatan limbah penyulingan buah pala, tetapi masih ada banyak ruang untuk penelitian lebih lanjut. Penelitian sebelumnya mungkin telah mengidentifikasi potensi biopelet dari limbah buah pala, tetapi masih perlu melakukan eksperimen lebih lanjut untuk mengembangkan metode produksiyang efisien dan berkelanjutan. Oleh karena itu penelitian ini berfokus pada pemanfaatan limbah penyulingan buah pala menjadi biopelet dengan campuran 0%, 3%, dan 5% tepung tapioka dengan menggunakan mesin *extruder* dengan kecepatan putaran mesin sebesar 1700RPM dan 2800RPM. Tujuan dari penelitian ini yaitu menentukan komposisi campuran perekat, dan kecepatan putaran mesin untuk mendapatkan nilai kalor yang optimal.

2. Metodologi penelitian

Penelitian ini menggunakan bahan baku limbah padat penyulingan buah pala dengan variasi campuran perekat tapioka sebanyak 0 gram, 90 gram, dan 150 gram dicetak dengan menggunakan mesin cetak pellet dengan variasi putaran mesin sebesar 1700 RPM dan 2800 RPM. Alat yang digunakan yaitu tachometer untuk mengukur kecepatan putaran mesin, neraca digital untuk mengukur berat bahan baku dan campuran perekat tapioka, dan caloribomb untuk pengujian nilai kalor. Penelitian ini memiliki beberapa tahapan yaitu persiapan alat dan bahan, pembuatan perekat tapioka, pencampuran bahan baku dengan perekat tapioka, proses pengeringan bahan baku yang sudah dicampur perekat, pencetakan bahan menjadi produk, pengeringan produk, pengujian nilai kalor, dan analisis data.



Gambar 1. Limbah penyulingan buah pala



Gambar 2. Mesin cetak pellet

Tabel 1. Hasil uji nilai kalor biopelet penyulingan buah pala

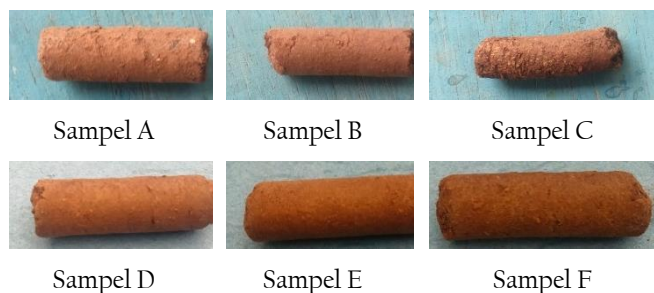
No	Jenis Sampel	Berat Bahan Baku (kg)	Berat Perekat (gram)	Kecepatan Putaran Mesin (RPM)	Nilai Kalor (kal/g)
1	Sampel A	3	0	1700	5,094.27
2	Sampel B	3	90	1700	5,603.14
3	Sampel C	3	150	1700	5,346.24
4	Sampel D	3	0	2800	5,604.85
5	Sampel E	3	90	2800	5,789.10
6	Sampel F	3	150	2800	5,571.65

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Hasil produksi biopelet

Biopelet sampel A memiliki komposisi bahan baku limbah sebanyak 3 kg tanpa campuran perekat dengan menggunakan mesin extruder berkecepatan putaran mesin sebesar 1700 RPM. Hasil biopelet sampel A yang memiliki warna kecoklatan berdiameter 6 mm dan Panjang rata-rata sebesar 27 mm. Biopelet sampel A memiliki tekstur permukaan yang sedikit kasar, dikarenakan pengaruh kecepatan putaran

mesin extruder yang digunakan rendah dan tanpa adanya perekat.



Gambar 3. Hasil biopelet limbah penyulingan buah pala

Biopelet Sampel B dibuat dengan bahan baku limbah penyulingan buah pala sebanyak 3 kg dengan campuran perekat tapioka sebesar 90 gram dan menggunakan mesin extruder dengan kecepatan 1700 RPM. biopelet Sampel B memiliki warna yang kecoklatan dengan diameter 6 mm dan Panjang rata-rata sebesar 30mm dan juga memiliki tekstur permukaan yang kasar. Tekstur pada biopelet ini lebih halus dibandingkan dengan biopelet sampel A. Tekstur permukaan yang kasar pada biopelet ini disebabkan oleh pengaruh kecepatan putaran mesin yang digunakan yang membuat campuran perekat dan bahan baku yang belum merata.

Biopelet Sampel C diproduksi menggunakan mesin Extruder berkecepatan putar mesin sebesar 1700 RPM dengan bahan baku limbah penyulingan buah pala sebanyak 3 kg dan diberi penambahan perekat sebesar 150 gram. Hasil produksi Sampel C menghasilkan biopelet dengan ukuran diameter sebesar 6 mm dan Panjang rata-rata 25 mm dengan warna coklat yang lebih gelap, dan juga memiliki tekstur permukaan yang lebih kasar dibandingkan dengan biopelet sampel B. Kekasaran permukaan pada biopelet sampel C ini dipengaruhi oleh banyaknya penambahan perekat pada bahan baku dengan kecepatan putaran mesin extruder. Banyaknya perekat yang digunakan dengan kecepatan putar mesin yang rendah mengakibatkan biopelet menjadi lebih lembut dan mudah hancur.

Biopelet sampel D diproduksi dengan bahan baku limbah penyulingan buah pala sebanyak 3 kg tanpa adanya penambahan perekat di cetak dengan mesin extruder dengan kecepatan putaran sebesar 2800 RPM. Biopelet Sampel D memiliki diameter sebesar 6 mm dengan Panjang rata-rata 25 mm berwarna coklat, dan juga memiliki tekstur permukaan yang halus sedikit berpori. Tekstur permukaan yang halus sedikit berpori pada biopelet sampel D ini dipengaruhi oleh kecepatan putaran mesin yang digunakan pada mesin extruder. Pada kecepatan yang tinggi membuat hasil cetakan biopelet menjadi halus, namun tidak adanya penambahan perekat menghasilkan biopelet yang longgar dan berpori-pori.

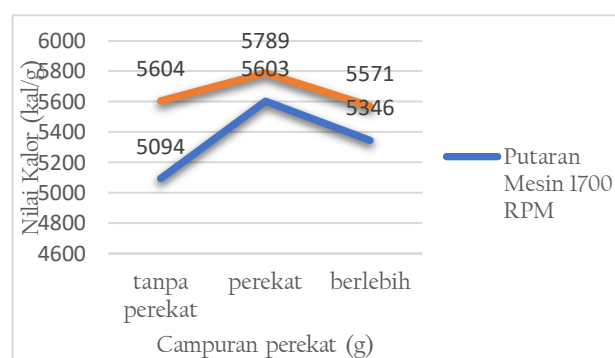
Biopelet sampel E dibuat dengan menggunakan bahan baku limbah penyulingan buah pala sebanyak 3kg dengan campuran perekat sebesar 90gram menggunakan mesin extruder berkecepatan 2800 RPM. Hasil dari biopelet Sampel E memiliki warna coklat dengan diameter sebesar 6mm dengan Panjang rata-rata 20 mm dan juga memiliki tekstur permukaan yang lebih halus. Tekstur permukaan yang halus ini dipengaruhi oleh penambahan perekat dan kecepatan putaran mesin yang tinggi dalam proses pembuatannya. Penambahan campuran perekat seperti tapioka dapat meningkatkan kohesi antara butiran bahan baku yang

meningkatkan kekuatan mekanis biopelet, dan Kecepatan putaran mesin dapat membantu dalam mencampur bahan baku dan perekat secara lebih merata, sehingga menghasilkan biopelet dengan kepadatan yang lebih tinggi.

Biopelet sampel F dibuat dengan bahan baku limbah penyulingan buah pala sebanyak 3 kg dengan campuran perekat tapioka sebesar 150 gram menggunakan mesin extruder berkecepatan 2800 RPM. Hasil dari produksi Sampel F memiliki tekstur yang kurang rapat dengan warna coklat lebih gelap berdiameter 6mm dan memiliki Panjang rata-rata 26 mm dan memiliki tekstur permukaan yang halus sedikit berpori. Hasil tekstur permukaan yang sedikit berpori pada biopelet ini dikarenakan adanya pengaruh pada penambahan perekat yang berlebih yang membuat campuran biopelet menjadi lebih lunak atau lembek sehingga mesin lebih sulit untuk mencetaknya

3.2. Hasil pengujian nilai kalor

Pengaruh perekat terhadap nilai kalor pada biopelet dengan variasi campuran perekat 0gram, 90 gram, dan 150 gram dibuat dalam bentuk grafik seperti yang dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengaruh perekat terhadap nilai kalor biopelet limbah penyulingan buah pala

Pada grafik diatas terdapat dua kondisi yang berbeda yaitu dengan kecepatan putaran mesin sebesar 1700 RPM dan 2800 RPM. Pada kondisi kecepatan putaran mesin sebesar 1700 RPM dengan bahan baku tanpa adanya bahan perekat di dapat hasil nilai kalor sebesar 5094 kal/g, lalu pada penambahan perekat sebanyak 90 gram didapatkan nilai kalor sebesar 5603 kal/g, dan pada penambahan perekat sebanyak 150gram menghasilkan nilai kalor sebesar 5346 kal/g. Pada kondisi ini kurva mengalami kenaikan yang diikuti dengan sedikit penurunan. Pada awalnya kurva mengalami peningkatan sebesar 509 kal/g, yang disebabkan oleh faktor penambahan perekat. Namun, setelahnya, kurva menunjukkan penurunan sedikit. Hal ini bisa disebabkan oleh penambahan perekat yang terlalu banyak.

Selanjutnya pada kondisi kecepatan putaran mesin sebesar 2800 RPM dengan bahan baku tanpa penambahan perekat menghasilkan nilai kalor sebesar 5604 kal/g, dan pada penambahan perekat sebanyak 90 gram didapatkan hasil nilai kalor sebesar 5789 kal/g, lalu pada penambahan perekat sebanyak 150 gram didapatkan nilai kalor sebesar 5571 kal/g. Pada kondisi ini kurva juga mengalami kenaikan yang diikuti dengan penurunan. Pada awalnya kurva mengalami kenaikan nilai kalor sebesar 185 kal/g, hal ini disebabkan karena adanya faktor penambahan perekat pada bahan baku, lalu kurva

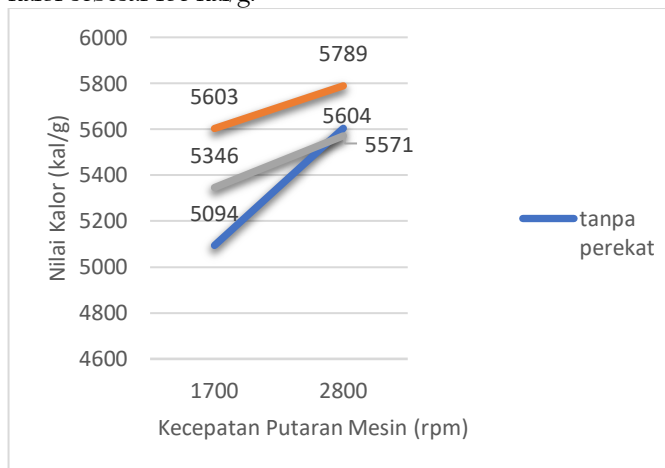
menunjukkan penurunan sebesar 218 g/kal, hal ini disebabkan karena adanya faktor penambahan perekat yang berlebihan.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa penambahan perekat dapat meningkatkan nilai kalor biopellet limbah penyulingan buah pala. Biopellet dengan penambahan perekat 90 gram memiliki nilai kalor tertinggi, yaitu 5,789.10 kal/kg. Biopellet dengan penambahan perekat 0 gram memiliki nilai kalor terendah, yaitu 5,094.27 kal/kg. Peningkatan nilai kalor biopellet akibat penambahan perekat disebabkan oleh adanya ikatan kimia antara perekat dengan bahan baku biopellet. Ikatan kimia ini membuat biopellet menjadi lebih padat dan kompak, sehingga dapat menghasilkan panas yang lebih besar. Hal ini sesuai dengan penelitian Amin dkk. (2017) Bahwa “penambahan perekat juga menyebabkan nilai kalor briket arang tongkol jagung semakin berkurang karena bahan perekat mempunyai sifat thermoplastik serta sulit terbakar dan membawa banyak air sehingga panas yang dihasilkan terlebih dahulu digunakan menguapkan air dalam brike [6].

3.3. Pengaruh kecepatan putaran mesin terhadap nilai kalor

Grafik pada gambar 5 merupakan grafik pengaruh kecepatan putaran mesin terhadap nilai kalor pada biopellet limbah penyulingan buah pala. Pada kondisi tanpa perekat dengan kecepatan putaran mesin sebesar 1700 RPM didapatkan hasil nilai kalor sebesar 5094 kal/g, sedangkan pada kondisi tanpa perekat dengan kecepatan putaran mesin sebesar 2800 RPM didapatkan hasil nilai kalor sebesar 5604 kal/g. Pada kondisi tanpa adanya campuran perekat pada pembuatan biopellet dengan kecepatan putaran mesin yang berbeda mengalami peningkatan hasil nilai kalor sebesar 510 kal/g.

Selanjutnya pada kondisi penambahan campuran perekat seberat 90 gram dengan kecepatan putaran mesin sebesar 1700 RPM didapatkan hasil nilai kalor sebesar 5346 kal/g, sedangkan pada kecepatan 2800 RPM didapatkan hasil nilai kalor sebesar 5571 kal/g. Pada kondisi ini hasil nilai kalor yang di dapat juga mengalami kenaikan sebesar 225 kal/g. Kemudian pada kurva penambahan perekat seberat 150gram dengan kecepatan putaran mesin 1700 RPM didapatkan hasil nilai kalor sebesar 5603 kal/g, dan pada kecepatan putaran mesin sebesar 2800 RPM didapatkan hasil nilai kalor sebesar 5789 kal/g. Pada kondisi ini juga mengalami peningkatan nilai kalor sebesar 186 kal/g.



Gambar 5. Grafik pengaruh kecepatan putaran mesin terhadap nilai kalor biopellet

Biopellet yang dibuat dengan kecepatan putar mesin 2800 RPM memiliki nilai kalor yang lebih tinggi dibandingkan dengan biopellet yang dibuat dengan kecepatan putar mesin 1700 RPM. Pada penelitian ini nilai kalor yang paling tinggi didapat dari kondisi penambahan perekat sebesar 90gram dengan kecepatan putaran mesin 2800 RPM dengan hasil nilai kalor sebesar 5789 kal/g, sedangkan nilai kalor yang paling rendah didapatkan pada kondisi tanpa penambahan perekat dengan kecepatan putaran mesin sebesar 1700 RPM yaitu sebesar 5094 kal/g. Peningkatan nilai kalor biopellet akibat peningkatan kecepatan putaran mesin disebabkan oleh adanya peningkatan tekanan pada bahan baku biopellet saat proses pengepresan. Tekanan yang lebih tinggi dapat membuat nilai kerapatan biopellet menjadi lebih padat, dan kompak, sehingga dapat menghasilkan panas yang lebih besar.

4. Kesimpulan

Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa biopellet dari limbah penyulingan buah pala dengan menggunakan mesin extruder memiliki diameter 6mm dengan rata-rata panjang 2cm sampai dengan 3cm dengan warna coklat, dan coklat tua, memiliki tekstur permukaan yang kasar, halus, dan halus sedikit berpori dengan nilai kalor tertinggi pada biopellet didapatkan pada sampel E dengan komposisi perekat 90gram dan kecepatan putaran mesin 2800 RPM yaitu sebesar 5,789.10 kal/g, dan nilai kalor terendah didapatkan pada sampel A dengan komposisi tanpa perekat dan kecepatan putaran mesin 1700 RPM yaitu sebesar 5,094.27 kal/g.

Daftar pustaka

- [1] S. S. Sari and C. Sitorus, “Potensi Pengembangan Industri Biomassa Wood Pellet di Indonesia dengan Analisis BCG dan SWOT,” *JIE Sci. J. Res. Appl. Ind. Syst.*, vol. 6, no. 2, p. 151, 2021, doi: 10.33021/jie.v6i2.1588.
- [2] Rama Fadhilla Walanda and G. A. Pohan, “Analisa Peningkatan Karakteristik Nilai Kalor dan Laju Pembakaran pada Pellet Biomassa Limbah Serbuk Kayu dengan Menggunakan Perekat Tepung Tapioka Sebagai Bahan Bakar Alternatif,” *Pros. SENIATI*, vol. 6, no. 3, pp. 659–664, 2022, doi: 10.36040/seniati.v6i3.4968.
- [3] D. Ulfa, L. Lusiyani, and G. A.R. Thamrin, “Kualitas Biopellet Limbah Sekam Padi (*Oryza Sativa*) Sebagai Salah Satu Solusi Dalam Menghadapi Krisis Energi,” *J. Hutan Trop.*, vol. 9, no. 2, p. 412, 2021, doi: 10.20527/jht.v9i2.11293.
- [4] Rukmana, S. Purwono, and T. Yuliansyah, “Pemanfaatan Cangkang Biji Pala sebagai Briket dengan Proses Pirolisis,” *Pemanfaat. Cangkang Biji Pala sebagai Briket dengan Proses Pirolisis*, vol. 9, no. 1, pp. 44–50, 2015.
- [5] A. A. Hidayah, E. Erlinawati, and I. Hajar, “Biopellet Serbuk Kayu Acacia Mangium Ditinjau Dari Pengaruh Level Kecepatan Putaran Mesin Diesel,” *J. Redoks*, vol. 6, no. 2, pp. 100–106, 2021, doi: 10.31851/redoks.v6i2.6460.
- [6] A. Zaenul Amin, J. T. Mesin, F. Teknik, and U. N. Semarang, “Pengaruh Variasi Jumlah Perekat Tepung Tapioka Terhadap Karakteristik Briket Arang Tempurung Kelapa,” *Saintekno J. Sains dan Tekno*, vol. 15, no. 2, pp. 111–118, 2017.