

Alat Pengering Biopelet Tipe Rak Dengan Daya 500 Watt

Dianta Mustofa Kamal ^{1, a}, Ananda Irfansyah ^{2, b}, Belyamin ^{3, c}, Yuli Mafendro
Dadet Eka Saputra ^{4, d}, Ghany Heryana ^{5, e}

¹ Program Magister Terapan Rekayasa Teknologi Manufaktur, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

^{2, 3} Program Studi Sarjana Terapan Pembangkit Tenaga Listrik, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

⁴ Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, 16424

⁵ Program Studi Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Wastukencana Purwakarta

^a dianta@pnj.ac.id, ^e ghany@wastukencana.ac.id

Abstrak.

Pengeringan biopelet saat ini masih menggunakan cara konvensional yaitu dengan cara dijemur langsung dibawah terik matahari. Cara ini kurang optimal ketika cuaca hujan ataupun mendung, dan memerlukan lahan yang cukup luas. Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan penelitian ini adalah menguji kinerja alat pengering biopelet dan menentukan waktu pengeringan hingga mencapai kadar air sesuai dengan SNI 8021:2014. Pengujian dilakukan dengan mengeringkan sampel biopelet sebanyak 5.000 gram dan dilihat rata-rata dari massa akhir. Adapun rata-rata massa akhir dari masing-masing pengujian secara berurutan adalah 4.785 gram, 4.581 gram, 4.385 gram, 4.016 gram, 3.804 gram, dan 3.595 gram. Pengurangan kadar air yang didapatkan dalam waktu 180 menit sebesar 28,12 % dengan kadar air awal pada biopelet sebesar 40 %. Total kadar air yang didapatkan dari pengeringan tersebut ialah 11,88 %. Kinerja Alat pengering biopelet dengan daya yang digunakan oleh alat pengering biopelet ini adalah 500 Watt. Mampu mengeringkan biopelet sebanyak 5.000 gram dengan kadar air awal sebesar 40 %. Temperatur ruangan 120°C dengan laju pada alat pengering sebesar 468,667 Gram/jam. Biopelet kering dalam waktu 180 menit dengan kadar air yang sebesar 11.88 % sesuai dengan standar SNI 8021:2014.

Kata kunci: Pengeringan biopelet, Alat Pengering, Kadar Air, Daya

Abstract.

Drying of biopellets is currently still using the conventional method, namely by drying directly under the hot sun. This method is not optimal when the weather is rainy or cloudy, and requires a large area of land. Based on these problems, the purpose of this study was to test the performance of the biopellet dryer and determine the drying time to reach the moisture content in accordance with SNI 8021:2014. The test was carried out by drying 5.000 grams of biopellet samples and seeing the average of the final mass. The average final mass of each test sequentially is 4,785 grams, 4,581 grams, 4,385 grams, 4,016 grams, 3,804 grams, and 3,595 grams. The reduction in water content obtained within 180 minutes was 28.12% with the initial water content in biopellets of 40%. The total water content obtained from the drying is 11.88%. Performance of the biopellet dryer with the power used by this biopellet dryer is 500 Watt. Capable of drying 5.000 grams biopellet with an initial moisture content of 40%. Room temperature is 120°C with a drying rate of 468.667 Gram/hour. Dry biopellet within 180 minutes with a moisture content of 11.88% according to the standard of SNI 8021:2014.

Keywords: *Biopellet Drying, Dryer, Moisture Content, Power*

Pendahuluan

Pengeringan merupakan proses perpindahan panas dan massa uap air dari permukaan bahan dengan menggunakan energi panas [1]. Pengeringan bisa dilakukan menggunakan penjemuran, seperti pengeringan dibawah sinar matahari langsung (open sun drying) atau menggunakan pengeringan sintesis, yaitu pengeringan menggunakan alat bantu [2]. Proses pengeringan merupakan salah satu tahapan penting dalam produksi biopellet yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas dari produk biopellet yang baik [3]. Pengeringan ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dan meningkatkan nilai kalor pada produk biopellet yang dikeringkan [4].

Pengeringan biopellet saat ini masih menggunakan cara konvensional yaitu dengan cara dijemur langsung dibawah terik matahari. Cara ini kurang optimal ketika cuaca hujan ataupun mendung, dan memerlukan lahan yang cukup luas [5]. Pengeringan biopellet dengan cara dijemur pada cuaca terik matahari memakan waktu sekitar 1-2 hari [6]. Ketika cuaca kurang baik maka pengeringan menjadi lebih lama dan mengakibatkan peningkatan tumpukan biopellet yang belum kering yang dapat menyebabkan permukaan biopellet tersebut ditumbuhi jamur [7].

Beberapa penelitian menggunakan alat pengering telah banyak dilakukan baik dengan menggunakan kolektor surya maupun dengan menggunakan alat pengering dengan bantuan bahan bakar. Penggunaan alat pengering berbasis sinar matahari (kolektor surya) masih mempunyai hambatan yaitu proses pengeringan tidak bisa dilakukan sepanjang waktu [8]. Hal ini disebabkan temperatur yang didapatkan dari kolektor surya tidak stabil yang dapat mengalami penurunan atau kenaikan temperatur secara tiba-tiba karena sangat bergantung pada kondisi cuaca ketika proses pengeringan berlangsung [9].

Sebagai salah satu untuk menstabilkan temperatur dari penggunaan kolektor surya ialah harus disertai media penyimpan energi panas. Pada umumnya media penyimpan panas yang digunakan adalah air, pasir, dan batu. Tetapi penggunaan media penyimpan panas ini juga kurang efektif karena dalam beberapa waktu tertentu dapat menyebabkan penurunan panas yang disimpan [9].

Penelitian lain dari (Susana, 2021) menggunakan alat pengering yang bersumber dari energi biomassa. Dimana biomassa sabut kelapa menjadi solusi pengganti bahan bakar fosil pada proses pengeringan ketika cuaca hujan atau mendung dan tidak terikat oleh waktu [8]. Tetapi penelitian ini terdapat kekurangan yaitu energi dengan menggunakan pengering biomassa lebih tinggi dibandingkan dengan menjemur diterik matahari. Untuk penelitian dengan bahan bakar biomassa dengan harga murah masih jarang dilakukan.

Penelitian ini akan dilakukan pembuatan alat pengering biopellet dengan harga ekonomis. Adapun tujuan penelitian ini ialah mampu mengoptimalkan hasil pengeringan produk biopellet dengan kadar air yang terkandung dapat mencapai standar yang diizinkan maksimal 12% menurut standar SNI 8021:2014 [10].

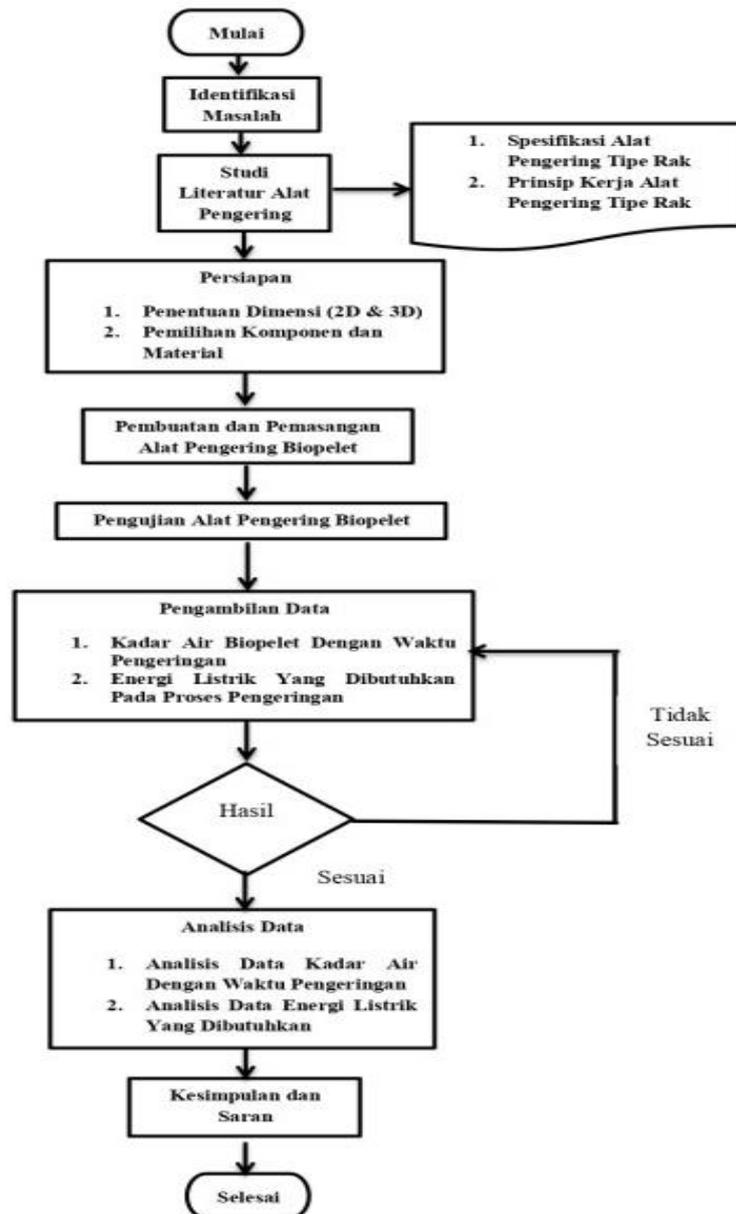
Metode Penelitian

Jenis penelitian yang ingin dilakukan yaitu penelitian eksperimen. Dalam penelitian eksperimen ini yang menjadi variabel independen atau variabel bebas yaitu temperatur pada ruang alat pengering biopellet, dan lamanya waktu pengeringan. Sedangkan untuk variabel dependen atau variabel terikat yaitu kadar air pada biopellet, dan laju pengeringan.

Alur yang dilakukan untuk penelitian terdapat pada Gambar 1 yang mana langkah pertama yang dilakukan ialah mengidentifikasi masalah yang terjadi. Setelah mengidentifikasi masalah, langkah selanjutnya adalah studi literatur melalui jurnal ilmiah, buku, dan tugas akhir/skripsi terkait cara proses pengeringan produk biopellet.

Setelah itu melakukan pemilihan alat komponen dan material, penentuan gambar dimensi, dan prinsip kerja dari alat pengering biopelet. Kemudian setelah proses pemilihan dilanjutkan dengan pembuatan dan pemasangan alat pengering biopelet.

Langkah selanjutnya adalah menguji alat pengering biopelet yang dilanjutkan dengan pengambilan data biopelet. Setelah mendapatkan hasil pengambilan data dilanjutkan dengan pembuatan laporan untuk menjelaskan mengenai penerapan alat pengering biopelet dan membuktikan keberhasilan pembuatan alat pengering dalam mengurangi proses pengeringan biopelet.



Gambar 1. Diagram Alir

1. Kadar Air (Moisture Content)

Standar kadar air pada biopelet mengacu pada SNI 8021:2014 yaitu kadar air harus memiliki nilai maksimal 12 % [11]. Untuk persyaratan kadar air menurut SNI 8021:2014 meliputi ukuran biopelet untuk diameternya 4 sampai 10 mm dengan panjang 5 mm. Untuk kadar air biopelet maksimumnya yaitu 12 %. Untuk pengambilan contoh uji diambil minimal 200 butir biopelet. Untuk cara uji meliputi uji visual dan uji dimensi. Perhitungan kadar air biopelet dapat dihitung dengan rumus [12] :

$$\text{Pengurangan Kadar air (\%)} = \frac{BB-BBK}{BB} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

BB = Berat sebelum dikeringkan biopelet (gram)

BBK = Berat setelah dikeringkan biopelet (gram)

$$\text{Kadar Air (\%)} = KAA - PKA \quad (2)$$

Keterangan:

KAA = Kadar Air Awal (%)

PKA = Pengurangan Kadar Air (%)

2. Laju Pengerinan

Laju pengeringan terhadap suatu produk didapat dengan membandingkan perubahan berat produk yang terjadi dengan durasi proses pengeringan. Pengukuran laju pengeringan dapat diketahui dengan mengetahui kadar air biopelet sebelum dan sesudah pengeringan dengan lamanya pengeringan [13]. Laju pengeringan bisa dihitung dengan memakai persamaan sebagai berikut[14]:

$$Qp = \frac{BB-BBK}{N} \quad (3)$$

Keterangan:

Qp = Laju pengeringan (Gram/jam)

N = Durasi pengeringan (jam)

3. Pemakaian Energi Listrik

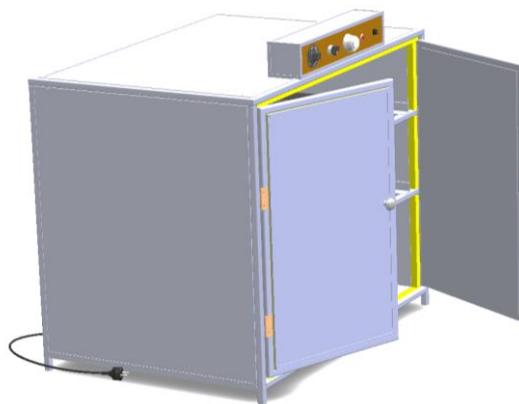
Berikut ini merupakan rumus untuk pemakaian energi listrik pada alat pengering biopelet [15]:

$$\text{Pemakaian Listrik} = \text{Daya Alat (Watt)} \times \text{Lama Pemakaian(jam)} \quad (4)$$

Hasil dan Pembahasan

Hasil Desain Alat

Berikut merupakan desain alat pengering biopelet.



Gambar 1. Hasil Desain Alat Pengering Biopelet

Pada Gambar 2 merupakan desain alat pengering dengan dimensi yang diinginkan. Pembuatan desain ini bertujuan untuk memudahkan dalam proses pembuatan alat pengering biopelet. Pada alat pengering ini menggunakan alat pengering tipe rak. Hal yang melatarbelakangi pemilihan jenis ini

adalah harga dan kebutuhan dari penggunaan bahan yang akan digunakan [16]. Prinsip kerja alat pengering ini ialah kabel *power* dihubungkan dengan sumber listrik. Untuk menyalakan alat tersebut dengan memutar tuas pada timer dan otomatis alat tersebut akan berjalan dengan ditandakan lampu indikator yang menyala. Berikut ini merupakan ukuran dimensi alat pengering biopelet:

Tabel 1. Ukuran Dimensi alat Pengering Biopelet

Parameter	Satuan
Panjang	100 cm
Lebar	70 cm
Tinggi	85 cm
Jarak Antar Rak	25 cm
Panjang Socket	50 cm
Lebar Socket	10 cm
Tebal rangka Besi	2 cm
Tebal Dinding	0.3 mm

Hasil Pembuatan Alat

Berikut merupakan hasil dari pembuatan alat pengering biopelet.

**Gambar 2.** Hasil Pembuatan Alat Pengering Biopelet

Pada gambar di atas merupakan hasil dari pembuatan alat pengering biopelet. Alat ini terbuat dari kerangka besi *hollow 2x2 cm* dengan dinding yang terbuat dari seng galvanum dengan ketebalan 0.3 mm. Serta elemen pemanas sebagai sumber panas alat pengering. Seng ini berfungsi sebagai penahan panas di dalam ruang pengering dan peredam panas pada bagian luar dinding alat pengering. Alat ini juga dipasang dengan bahan isolator yang bernama *rockwool*. *Rockwool* adalah bahan insulasi yang terbuat dari serat alami (batuan alam). Fungsi utama bahan ini yaitu untuk mengurangi panas karena bahan tersebut memiliki ketahanan terhadap panas serta titik didih yang tinggi sampai mencapai 650°C [17]. Bahan ini berfungsi untuk menahan panas yang terdapat pada dinding ruang pengering serta berfungsi menahan bagian luar alat pengering agar tidak ikut panas ketika alat pengering sedang beroperasi. Bahan material *rockwool* dipilih sebagai bahan isolator karena memiliki konduktivitas yang relatif rendah, yaitu sebesar 0,097 W/m.k [14].

Hasil Pengujian alat Pengering Biopelet

Pengujian ini dilakukan dengan mengeringkan sampel biopelet sebanyak 5.000 gram. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui durasi proses pengeringan biopelet.

Tabel 2. Hasil Pengujian Biopelet

Waktu (Menit)	Berat (Gram)			Rata- rata	Temperatur (°C)			Rata- rata
	Percobaan	Percobaan	Percobaan		P1	P2	P3	
	1	2	3					
30	4.850	4.772	4.734	4.785	80	80	70	76,6
60	4.674	4.521	4.548	4.581	100	100	90	96,6
90	4.435	4.310	4.410	4.385	100	110	100	103,3
120	4.090	3.982	3.976	4.016	110	120	110	113,3
150	3.870	3.750	3.794	3.804	120	120	120	120
180	3.660	3.546	3.576	3.594	120	120	120	120

Pengujian biopelet dilakukan selama 3 kali percobaan dan diambil nilai rata-rata sebagai sampel data penelitian ini. Pada Tabel 2 biopelet dapat kering dengan waktu 180 menit dengan berat biopelet dari rata-rata ketiga percobaan sebesar 3.594 gram dengan temperatur yang didapatkan dari rata-rata ketiga percobaan tersebut sebesar 120 °C. Berdasarkan data di atas menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengeringan yang dibutuhkan, semakin menurun kandungan air yang terdapat pada biopelet. Hal ini sebagaimana terlihat pada pengurangan massa biopelet dari setiap penambahan waktu yang digunakan. Adapun faktor yang menyebabkan pengurangan massa ini karena adanya proses penguapan yang disebabkan oleh panas dari heater [18]. Serta semakin lama waktu pengeringan, maka temperatur akan semakin meningkat. Hal tersebut disebabkan semakin tinggi suhu udara maka semakin tinggi energi panas yang dibawa udara, sehingga semakin banyak jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan [19].

Kadar Air Biopelet

Penurunan kadar air pada biopelet sangat diperlukan. Karena kadar air merupakan faktor penting dalam proses pengeringan. Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian kadar air untuk mengetahui kualitas produk biopelet dengan kadar air mendekati standar maksimal sebesar 12 % menurut standar SNI 8021:2014 [20].

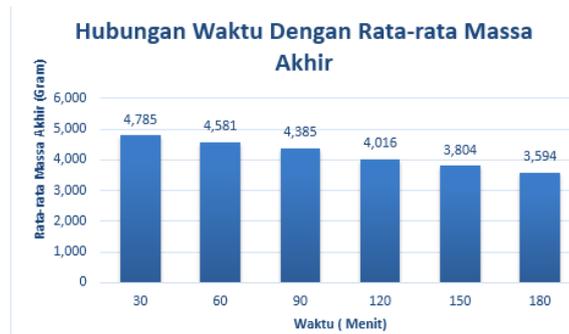
Tabel dibawah ini merupakan hasil pengujian biopelet untuk mengetahui kadar air yang terdapat pada sampel setelah dilakukan pengeringan.

Tabel 3. Perhitungan Kadar Air Biopelet

No	Waktu (Menit)	Massa Awal (Gram)	Rata-rata Massa Akhir(Gram)	Pengurangan Massa (Gram)
1.	30	5.000	4.785	215
2.	60	5.000	4.581	419
3.	90	5.000	4.385	615
4.	120	5.000	4.016	984
5.	150	5.000	3.804	1.196
6.	180	5.000	3.594	1.404

Berdasarkan tabel di atas, pengujian dilakukan dengan mengeringkan sampel biopelet sebanyak 5.000 gram dan dilihat rata-rata dari massa akhir setelah dilakukan pengeringan sesuai dengan waktu yang ditentukan. Adapun rata-rata massa akhir dari masing-masing pengujian secara berurutan adalah 4.785 gram, 4.581 gram, 4.385 gram, 4.016 gram, 3.804 gram, dan 3.595 gram. Dari tabel tersebut didapatkan bahwa semakin lama waktu pengeringan, maka massa biopelet akan semakin berkurang. Hal ini karena jumlah kandungan air yang terkandung lebih sedikit. Adapun pengurangan kadar air yang didapatkan dalam waktu 180 menit sebesar 28,12 % dengan kadar air awal pada biopelet sebesar

40 %. Total kadar air yang didapatkan dari pengeringan tersebut ialah 11,88 %. Maka hasil ini sudah memenuhi standar kadar air pada biopelet yang mengacu pada SNI 8021:2014 yang mana kadar air harus memiliki nilai maksimal 12 % [11].



Gambar 3. Hubungan Kadar Air Dengan Waktu

Pada Gambar 4 menyatakan hubungan waktu pengeringan dengan rata-rata massa akhir. Berdasarkan analisis di atas menunjukkan bahwa pengeringan menggunakan alat pengering berpengaruh nyata terhadap massa biopelet. massa yang dihasilkan setelah proses pengeringan selama 180 menit sebesar 3.594 gram. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu pengeringan, maka massa yang terdapat pada biopelet akan semakin berkurang.

Laju Pengeringan Biopelet

Berikut ini merupakan perhitungan dari laju pengeringan yang dihasilkan pada alat pengering biopelet.

$$Qp = \frac{BB - BBK}{N}$$

$$Qp = \frac{5.000 \text{ Gram} - 3.594 \text{ Gram}}{3 \text{ Jam}}$$

$$= 468,667 \text{ Gram/jam}$$

Energi Listrik yang Terpakai

Berikut ini merupakan perhitungan untuk energi listrik yang dihasilkan oleh alat pengering biopelet.

$$\text{Pemakaian Listrik} = \text{Daya Alat (Watt)} \times \text{Lama Pemakaian(jam)}$$

$$\text{Pemakaian Listrik} = 500 \text{ Watt} \times 3 \text{ Jam}$$

$$\text{Pemakaian Listrik} = 1.500 \text{ Wh} = 1.5 \text{ Kwh}$$

$$1 \text{ Kwh} = \text{Rp}1.699,53$$

Jadi energi listrik yang dihasilkan untuk proses pengeringan biopelet sebesar Rp 2.549,295 untuk 5.000 gram pemakaian.

Kesimpulan

Kinerja Alat pengering biopelet tipe rak dengan daya yang digunakan oleh alat pengering biopelet ini adalah 500 Watt. Mampu mengeringkan biopelet sebanyak 5.000 gram dengan kadar air awal sebesar 40 % hingga mencapai kadar air akhir sebesar 11.88 %. Temperatur ruangan dengan menggunakan elemen pemanas sebesar 120°C dengan laju pada alat pengering sebesar 468,667 Gram/jam Biopelet mampu kering dalam waktu 180 menit dengan kadar air yang dihasilkan sebesar 11.88 % sesuai dengan standar SNI 8021:2014 yang mana kadar air maksimal pada biopelet sebesar 12 %.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UP2M atas bantuan pada penelitian ini dan Pusat Gerakan Ciliwung Bersih (GCB) atas dukungannya dalam proses penelitian.

Daftar Pustaka

- [1] M. A. Hamarung and Y. Kadang, "RANCANG BANGUN PROTOTYPE MESIN PENGERING PADI BERBAHAN BAKAR SEKAM DENGAN PENGADUK HORIZONTAL," *Pros. Semin. Nas.*, vol. 04, no. 1, pp. 16–25, 2018.
- [2] N. Hardianti, R. W. Damayanti, and F. Fahma, "FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI PROSES PENGERINGAN SIMPLISIA MENGGUNAKAN SOLAR DRYER DENGAN KONSEP UDARA EKSTRA," *Fakt. yang Mempengaruhi Proses Pengerian Simplisia*, vol. 8, no. 1, pp. 6–11, 2017.
- [3] S. P. Lestari, A. Aswan, and H. Sumarna, "PROTOTYPE PENGERING BAHAN BAKU DAN PRODUK BIOPELET DITINJAU DARI ENERGI H₂O YANG TERUAPKAN KE UDARA PROTOTYPE OF RAW MATERIAL DRYERS AND BIOPELET PRODUCTS REVIEWED FROM ENERGY OF H₂O THAT IS EVAPORATED TO AIR," *J. Kinet.*, vol. 10, no. 01, pp. 13–17, 2019.
- [4] A. Zikri, Erlinawati, and I. Rusnadi, "PROTOTIPE ALAT PENGERING BIOMASSA TIPE ROTARI (UJI KINERJA ROTARY DRYER BERDASARKAN EFISIENSI TERMAL PENGERINGAN SERBUK KAYU UNTUK PEMBUATAN BIOPELET)," *J. Tek. Kim.*, vol. 21, no. 2, pp. 31–39, 2015.
- [5] B. Hidayati and H. Sumarna, "PROTOTIPE PENGERING BAHAN BAKU DAN PRODUK BIOPELET DITINJAU DARI ENERGI H₂O YANG TERUAPKAN KE UDARA," *J. PETRA /*, vol. 6, no. 2, pp. 29–33, 2019.
- [6] I. D. Lestari, J. Prasetyo, and Y. K. Sari, "PROTOTYPE PENGERING TIPE ROTARY (Uji Kinerja pada Pengerian Ampas Kelapa dan Tongkol Jagung untuk Produksi Bahan Bakar Biopellet)," *Politek. Negeri Sriwijaya, Pros. Semin. Mhs. Tek. Kim.*, vol. 01, no. 01, pp. 67–71, 2020.
- [7] Marliyana, D. M. Kamal, and R. Subarkah, "Upaya Meningkatkan Nilai Kalor Dan Mencegah Pertumbuhan Jamur Pada Biopellet Dengan Penambahan Minyak Jelantah," *Marliyana, al/Prosiding Semnas Mesin PNJ*, vol. 1–2, no. eISSN 2685-9319, pp. 1–8, 2021.
- [8] I. G. B. Susana and I. B. Alit, "ANALISIS EKONOMI PENGERING BERBAHAN SUMBER ENERGI BIOMASSASABUT KELAPAUNTUK MENINGKATKAN PENGHASILAN PERAJIN IKAN TERI PADASKALA RUMAH TANGGA," *Susana dan Alit/AGROINTEK*, vol. 15, no. 1, pp. 219–229, 2021.
- [9] Suhendra and F. Nopriandy, "ANALISIS PENGGUNAAN BATU SERPIH SEBAGAI MEDIA PENYIMPAN PANAS PADA KOLEKTOR SURYA," *J. Tek. Mesin Univ. Muhammadiyah Metro*, vol. 7, no. 2, pp. 125–132, 2018.
- [10] D. Karlina *et al.*, "Biopellet dari Eceng Gondok , Sekam , Dedak , Serbuk Gergaji dan Tongkol Jagung Ditinjau dari Komposisi Terhadap Kualitas Biopellet Judul Biopellet from Water Hyacinth , Husk , Bran , Sawdust and Corn Overview of Composition on The Quality of Biopellet," vol. 2, no. 2, pp. 63–67, 2022.

- [11] T. Wibowo, D. Setyawati, and F. Diba, “KUALITAS BIOPELET DARI LIMBAH BATANG KELAPA SAWIT DAN LIMBAH KAYU PENGGERGAJIAN,” *HUTAN LESTARI*, vol. 4, no. 4, pp. 409–417, 2016.
- [12] S. Mustamu and G. Pattiruhu, “PEMBUATAN BIOPELET DARI KAYU PUTIH DENGAN PENAMBAHAN GONDORUKEM SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF,” *ISSN ONLINE 2621-8798*, vol. 2, no. 1, pp. 91–100, 2018.
- [13] R. Faradila, “RANCANG BANGUN DAN UJI KINERJA MESIN PENERING DALAM PROSES PRODUKSI BIOPELET LIMBAH KULIT KOPI,” Universitas Jember, 2017.
- [14] S. S. T. Gultom, “RANCANGBANGUN DAN PENGUJIAN ALAT PENERING BIJI KOPITENAGA LISTRIK DENGAN PEMANFAATAN ENERGI SURYA,” Universitas Sumatra Utara, 2019.
- [15] M. J. D. Suryanto, “RANCANG BANGUN ALAT PENCATAT BIAYA PEMAKAIAN ENERGI LISTRIK PADA KAMAR KOS MENGGUNAKAN MODUL GLOBAL SYSTEM FOR MOBILE COMMUNICATIONS (GSM) 800L BERBASIS ARDUINO UNO,” *Tek. Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 47–55, 2019.
- [16] Y. N. A. Imami, “DESAIN DAN PEMBUATAN ALAT PENERING BIBIT KACANG PANJANG TIPE TRAY DRYER YANG ERGONOMIS DENGAN MOBILITAS TINGGI,” Universitas Islam Indonesia, 2018.
- [17] Samsol, K. Puduastuti, and N. M. Lie, “MATERIAL INSULASI TERHADAP EFEK KEHILANGAN PANAS PADA JALUR PIPA PANAS BUMI,” *J. Petro*, vol. 8, no. 4, pp. 163–166, 2019.
- [18] Y. Yuriandala, H. Purnama Putra, and N. Lahtifah, “PENGOLAHAN LIMBAH MAKANAN DENGAN METODE CONDUCTIVE DRYING,” *Sains dan Teknol. Lingkung.*, vol. 12, no. 1, pp. 45–58, 2020.
- [19] Aisah, N. Harini, and Damat, “Pengaruh Waktu dan Suhu Pengerinan Menggunakan Pengerin Kabinet dalam Pembuatan MOCAF (Modified Cassava Flour) dengan Fermentasi Ragi Tape,” *Res. Artik.*, pp. 172–191, 2021.
- [20] B. S. Nasional, *Pelet Kayu*. Jakarta: BSN, 2014.