

## **Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Laju Pembakaran dan Kerapatan Massa pada Biopellet Biji Buah Merah**

### ***Effect of Particle Size Variations on Burning Rate and Mass Density in Red Fruit Seed Biopellets***

**Bertha Ollin Paga<sup>1\*</sup>, Reniana<sup>2</sup>, Jael Clarissa Renjaa<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup> Jurusan Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Papua, Jl. Gunung Salju Amban, Manokwari 98314.  
Email: \*berthaollin@gmail.com

#### **Abstract**

*Along with the times and population growth, energy needs are also increasing, both for industrial, service, transportation and household purposes. For this reason, alternative energy sources are needed by utilizing biomass in the form of briquettes or biopellets. The aim of this research is to determine the effect of various particle sizes on the burning rate and mass density of red fruit seed biopellets. The method used is an experimental method with data analysis using Excel and one-way ANOVA statistics and the Least Significant Difference (LSD) further test at the 5% level. The results obtained show that particle sizes of 50 mesh and 100 mesh and 80 mesh and 100 mesh have different effects on mass density. However, particle sizes of 50 mesh and 80 mesh have the same (not different) effect on mass density. The three particle size groups have the same influence (not different) on the burning rate of red fruit seed biopellets so there is no need to carry out further tests.*

**Keywords:** *biopellets, red fruit seeds, density, burning rate, particle size*

#### **Abstrak**

Seiring dengan perkembangan zaman dan penambahan penduduk maka kebutuhan energi juga semakin meningkat, baik untuk keperluan industri, jasa, perhubungan maupun rumah tangga. Untuk itu diperlukan sumber energi alternatif dengan pemanfaatan biomassa baik berupa briket maupun biopellet. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh berbagai ukuran partikel terhadap laju pembakaran dan kerapatan massa pada biopellet biji buah merah. Metode yang digunakan berupa metode experimental dengan analisis data menggunakan excell dan statistik anova satu arah dan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf 5%. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa ukuran partikel 50 mess dan 100 mess serta 80 mess dan 100 mess memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kerapatan massa. Namun, ukuran partikel 50 mess dan 80 mess memiliki pengaruh yang sama (tidak berbeda) terhadap kerapatan massa. Ketiga kelompok ukuran partikel memiliki pengaruh yang sama (tidak berbeda) terhadap laju pembakaran pada biopellet biji buah merah sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut.

**Kata kunci:** biopellet, biji buah merah, density, laju pembakaran, ukuran partikel

#### **PENDAHULUAN**

Persediaan cadangan minyak bumi yang dari fosil semakin menurun menyebabkan BBM semakin langka dan harga mahal. Ditambah lagi dengan adanya penghapusan subsidi dari pemerintah. Hal ini sangat berdampak pada sosial ekonomi masyarakat sebagai pengguna

energi. Untuk menanggulangi masalah tersebut perlu adanya sumber energi alternatif yang dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak dan gas. Salah satu bahan energi alternatif adalah dengan pemanfaatan biomassa (Parinduri dan Parinduri, 2020)

Biomassa merupakan bahan alami yang sudah dianggap sampah dan biasanya dimusnahkan dengan cara dibakar sehingga dapat mencemari lingkungan. Biomassa merupakan sumber energi terbarukan yang sangat serba guna dibandingkan sumber energi terbarukan lainnya (Nuriana dkk., 2022). Biomassa dapat menghasilkan energi untuk panas, listrik, maupun transportasi. Untuk meningkatkan karakteristik dan kualitas biomassa sebagai bahan bakar maka dapat dikonversi menjadi briket dan biopellet. Keunggulan yang dimiliki oleh biomassa, antara lain adalah memiliki potensi yang melimpah ruah di lingkungan sekitar, sumber energi yang dapat diperbaharui serta mudah didapatkan (Wahyudi dkk., 2021)

Salah satu jenis biomassa yang dapat dimanfaatkan sebagai biopellet adalah biji buah merah. Biji buah merah merupakan limbah pertanian dari tanaman buah merah. Buah merah (*Pandanus conoideus, Lam*) merupakan tanaman endemik Papua. Selama ini pemanfaatan buah merah ini masih sebatas daging buahnya sementara biji hanya dianggap limbah yang tidak berguna lagi. Karakteristik biji buah merah yang keras dan bisa terbakar seperti sekam diduga dapat dimanfaatkan sebagai biopellet.

Biopellet merupakan jenis bahan bakar berbentuk padat yang terbuat dari campuran biomassa dengan perekat dan ukurannya lebih kecil dari pada briket (Widiarwati, 2011). Biopellet dapat dipilih sebagai bahan bakar alternatif karena waktu pembuatannya relatif singkat, ramah lingkungan, serta biaya murah.

Adapun langkah-langkah dalam pembuatan biopellet menurut Fantozzi dan Buratti (2009) yaitu dimulai dengan perlakuan pendahuluan bahan baku (*pre-treatment*), pengeringan (*drying*), pengecilan ukuran (*size reduction*), pencetakan biopellet (*pelletization*), pendinginan (*cooling*), pengeringan, dan yang terakhir adalah pengujian.

Menurut Fachry dkk, (2010), syarat biopellet yang baik sebagai bahan bakar harus memenuhi kriteria yaitu memiliki permukaan halus, tidak pecah-pecah, mudah dinyalakan, emisi gas hasil pembakaran tidak mengandung racun, tidak mengeluarkan asap secara berlebihan, menunjukkan upaya laju pembakaran yang baik serta hasil biopellet tidak berjamur bila disimpan untuk jangka waktu lama.

Beberapa parameter yang perlu diuji pada biopellet, diantaranya adalah ukuran partikel, density, kadar air, kadar abu, nilai kalor, laju pembakaran dan seterusnya. Ukuran partikel berpengaruh positif terhadap densitas (kerapatan massa) partikel. Semakin kecil ukuran partikel biopellet, kerapatannya semakin tinggi sehingga nilai kalor tinggi, Namun kerapatan massa yang semakin tinggi akan menyebabkan ukuran pori-pori biopellet semakin kecil sehingga laju pembakaran semakin lambat. Sebaliknya jika ukuran partikel biopellet semakin besar, kerapatannya semakin rendah sehingga nilai kalor semakin rendah. Kerapatan biopellet rendah maka laju pembakaran semakin cepat karena semakin besarnya partikel, ukuran pori-pori akan semakin besar yang akan diisi oleh udara (Hendriyana dkk, 2018).

Berdasarkan uraian tersebut di atas maka penelitian tentang pengaruh variasi ukuran partikel terhadap laju pembakaran dan kerapatan massa pada biopelet biji buah merah perlu dilakukan. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh berbagai ukuran partikel terhadap laju pembakaran dan kerapatan massa pada biopelet biji buah merah. Manfaatnya adalah sebagai referensi ukuran partikel yang baik dalam membuat biopelet yang baik.

## **METODE**

### **Bahan dan Alat**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah biji buah merah kering, sagu sebagai bahan perekat dan air. Alat yang digunakan berupa *disk mill*, potongan pipa besi ukuran ½ inci dengan panjang 2 cm sebagai cetakan, timbangan digital dengan kapasitas 5 kg, stopwatch, kompor, panci, ayakan (ukuran 50 mesh, 80 mesh dan 100 mesh).

### **Metode Penelitian**

Metode yang digunakan adalah metode ekperimental untuk mengungkap hubungan sebab akibat beberapa variabel dengan menggunakan prinsip randomization yaitu dengan uji signifikan. Variabel penelitian berupa ukuran partikel serbuk biji buah merah yaitu:

- a.  $V_1 = 50$  mesh
- b.  $V_2 = 80$  mesh
- c.  $V_3 = 100$  mesh

Parameter yang diukur adalah laju pembakaran dan kerapatan massa biopelet.

Untuk masing-masing pegujian dilakukan 3 kali ulangan dengan menggunakan komposisi campuran yang sama yaitu 15 gram perekat, 85 gram serbuk biji buah merah dan 20 ml air.

Adapun tahapan pembuatan biopelet adalah sebagai berikut:

1. Pengeringan biji buah merah; biji buah merah dikeringkan di bawah sinar matahari
2. Pengecilan ukuran; menghaluskan biji buah merah menggunakan *disk mill*
3. Pengayakan; mengayak serbuk gergaji merdasarkan 3 ukuran: 50 mesh, 80 mesh dan 100 mesh
4. Perekatan/ pembuatan adonan; mencampurkan bahan serbuk biji buah merah, pati sagu dan air pada setiap ukuran
5. Pencetakan; mencetak biopelet pada cetakan yang telah disiapkan
6. Pengeringan biopelet; mengeringkan biopelet yang telah dicetak dan siap dianalisis

### **Analisis Data**

Data yang telah diperoleh dari hasil pengukuran, diolah menggunakan excell 2013 untuk mendapatkan nilai kerapatan massa dan laju pembakaran pada masing-masing sampel. Adapun persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut (Aljarwi, 2020):

1. Kerapatan Massa (Density)

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Dimana :

$$\rho = \text{densitas (gr/cm}^3\text{)}$$

$m$  = massa biopellet (gr)

$v$  = volume biopellet ( $\text{cm}^3$ )

## 2. Laju Pembakaran

Laju pembakaran =

$$\frac{\text{massa biopellet terbakar}}{\text{waktu pembakaran}} \quad (2)$$

Dimana :

Massa biopellet terbakar = massa biopellet awal – massa biopellet sisa (gr)

Waktu pembakaran = lamanya waktu proses pembakaran (menit)

Untuk analisis pengaruh masing-masing variabel ukuran partikel terhadap parameter yang diukur dianalisis dengan menggunakan statistik ANOVA (Analysis Of Variance) satu arah dan uji lanjut (*post of test*) dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) pada taraf ( $\alpha$ ) 5%. Analisis menggunakan aplikasi pada SPSS 29.01.

Hipotesis (Santiyasa, 2016):

$H_0$  = ketiga kelompok ukuran partikel memiliki pengaruh yang sama terhadap kerapatan massa

$H_1$  = ketiga kelompok ukuran partikel memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kerapatan massa

Pedoman Pengambilan Keputusan Uji Anova Satu Arah

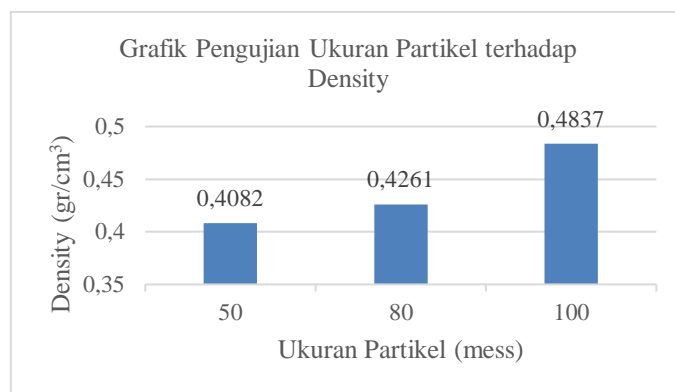
- Jika nilai signifikansi  $> \alpha$  maka  $H_0$  diterima
- Jika nilai signifikansi  $< \alpha$  maka  $H_0$  ditolak  $H_1$  diterima

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian meliputi hasil pengujian kerapatan massa atau densitas dan hasil pengujian laju pembakaran biopellet dari biji buah merah. Adapun hasil pengujian density dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 1, berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengujian Density Biopellet Biji Buah Merah

Ukuran Partikel (mess)	Ulangan	Kode	Massa (gr)	Diameter (cm)	Jari-jari (cm)	Tinggi (cm)	Volume ( $\text{cm}^3$ )	Densitas ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )	Rata-rata density ( $\text{gr}/\text{cm}^3$ )
50	1	B50 P15 U1	4,23	2,73	1,36	1,76	10,23	0,41	0,41
	2	B50 P15 U2	4,32	2,78	1,39	1,72	10,40	0,42	
	3	B50 P15 U3	3,93	2,72	1,36	1,71	9,93	0,40	
80	1	B80 P15 U1	4,13	2,69	1,35	1,66	9,43	0,44	0,43
	2	B80 P15 U2	4,19	2,77	1,38	1,65	9,90	0,42	
	3	B80 P15 U3	4,19	2,74	1,37	1,71	10,04	0,42	
100	1	B100 P15 U1	4,44	2,66	1,33	1,57	8,69	0,51	0,48
	2	B100 P15 U2	4,50	2,66	1,33	1,71	9,46	0,48	
	3	B100 P15 U3	4,42	2,74	1,37	1,62	9,51	0,46	



Gambar 1. Grafik Hubungan antara Ukuran Partikel dan Density Biopellet Biji Buah Merah

Kerapatan merupakan perbandingan antara massa dengan volume suatu bahan. Dari tabel 1 dan gambar 1 terlihat dengan jelas bahwa kerapatan biopellet tertinggi diperoleh pada ukuran partikel 100 mesh yaitu 0,4837 gr/cm<sup>3</sup> dan terendah pada ukuran partikel 50 mesh yaitu 0,4082 gr/cm<sup>3</sup>. Dapat disimpulkan bahwa semakin halus ukuran partikel dari serbuk biji buah merah, semakin tinggi pula densitas atau kerapat massa briket yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan pendapat Nuriana dkk., (2022), yang menyatakan bahwa makin kecil ukuran butiran serbuk kayu mahoni maka tinggi kerapatan masa biopellet yang dihasilkan juga semakin besar. Ukuran partikel yang semakin kecil

menyebabkan ikatan serbuk menjadi lebih kompak dan kuat, sehingga partikel terdesak mengisi rongga-rongga yang kosong yang dapat meningkatkan kerapatan. Winata (2013), menambahkan bahwa tinggi atau rendahnya nilai kerapatan sangat dipengaruhi oleh berat jenis bahannya. Dimana berat jenis tersebut dipengaruhi oleh ukuran partikel dari bahan. Semakin kasar atau semakin besar ukuran partikel biopellet maka semakin kecil berat jenisnya, sehingga semakin kecil pula kerapatan yang dihasilkan.

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing ukuran partikel terhadap kerapatan massa maka dilakukan uji statistik anova satu arah. Sehingga diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Anova untuk Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kerapatan Massa

ANOVA					
Kerapatan Massa	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0,009	2	0,005	17,184	,003
Within Groups	0,002	6	0,000		
Total	0,011	8			

Tabel 3. Tabel Hasil Uji Lanjut Pengaruh Ukuran Partikel terhadap Kerapan Massa Biopellet Biji Buah Merah

Ukuran Partikel	Mean	Simbol
50 mess	0,408	a
80 mess	0,426	a
100 mess	0,484	b

\*Huruf yang berbeda dalam kolom simbol menunjukkan terdapat pengaruh yang nyata atau berbeda (taraf  $\alpha < 0,05$ )

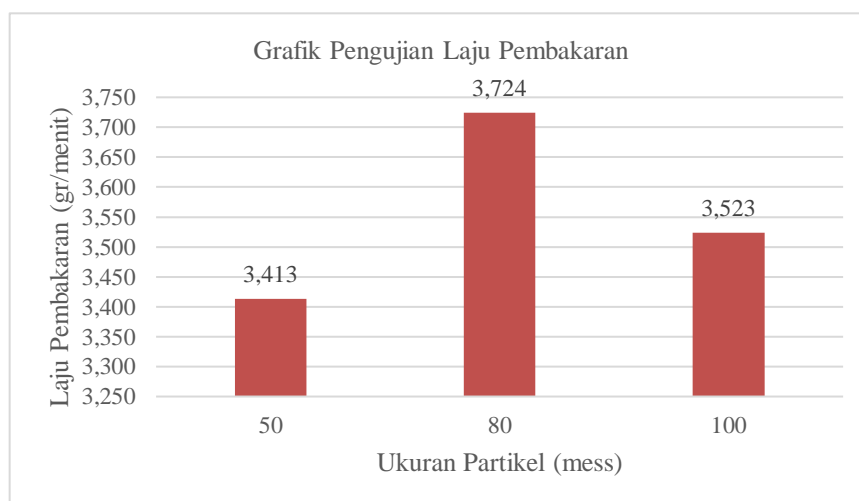
Tabel 2 diperoleh nilai signifikansi lebih kecil daripada nilai taraf yang ditetapkan ( $\alpha$ ) yaitu 0,05 maka disimpulkan bahwa ukuran partikel memiliki pengaruh yang berbeda terhadap nilai kerapatan massa pada biopellet biji buah merah. Berdasarkan hasil uji lanjut pada tabel 3 disimpulkan bahwa ukuran partikel 50 mess dan 100 mess memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kerapatan massa. Begitu

juga untuk ukuran partikel 80 mess dan 100 mess juga memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kerapatan massa. Namun untuk ukuran 50 mess dan 80 mess memiliki pengaruh yang sama terhadap kerapatan massa.

Hasil pengujian laju pembakaran biopellet dari biji buah merah dapat dilihat pada Tabel 4 dan Gambar 2.

Tabel 4. Hasil Pengujian Laju Pembakaran Biopellet Biji Buah Merah

Ukuran Partikel (mess)	Ulagan	Kode	Massa Briket Awal (gr)	Massa Briket Sisa (gr)	Waktu Pembakaran (menit)	Massa Briket Terbakar (gr)	Laju Pembakaran (gr/menit)	Rata2 Laju Pembakaran
50	1	B50 P15 U1	62,75	6,62	16,97	56,13	3,31	3,41
	2	B50 P15 U2	62,39	5,43	15,63	56,96	3,64	
	3	B50 P15 U3	62,62	5,52	17,37	57,10	3,29	
80	1	B80 P15 U1	65,63	5,62	17,58	60,01	3,41	3,72
	2	B80 P15 U2	64,44	7,43	14,67	57,01	3,89	
	3	B80 P15 U3	68,03	6,07	16,00	61,96	3,87	
100	1	B100 P15 U1	74,84	8,92	16,93	65,92	3,89	3,52
	2	B100 P15 U2	75,16	8,10	18,68	67,06	3,59	
	3	B100 P15 U3	78,83	7,60	23,08	71,23	3,09	



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Ukuran Partikel Dengan Laju Pembakaran Biopellet Biji Buah Merah

Laju pembakaran adalah ukuran kecepatan biopellet habis terbakar. Semakin cepat biopellet habis terbakar maka nilai laju

pembakaran semakin besar. Pengujian laju pembakaran merupakan proses pengujian dengan cara membakar briket untuk

mengetahui lama nyala suatu bahan bakar, kemudian menimbang massa briket yang terbakar. Lamanya waktu penyalaan dihitung menggunakan stopwatch dan massa briket ditimbang dengan timbangan digital (Almu dkk, 2014).

Berdasarkan hasil pengujian laju pembakaran pada tabel 4 dan gambar 2 terlihat bahwa laju pembakaran paling tinggi terjadi pada ukuran partikel 80 mess yaitu 3,724 gram/menit. Sedangkan terendah pada ukuran 50 mess yaitu 3,413 gr/menit. Nilai tersebut tidak berbeda jauh dengan laju pembakaran biopellet pada limbah kayu mahoni yang diperoleh oleh Nuriana (2022) yaitu berkisar antara 3,58gr/menit hingga 7,13 gr/menit.

Namun pada gambar 2 terlihat kurva yang tidak linier, memperlihatkan bahwa ukuran partikel tidak berbanding terbalik dengan laju pembakaran. Hasil ini bertentangan dengan pendapat Darun (2013) bahwa semakin halus ukuran partikel maka semakin lama waktu pembakarannya. Adanya ketimpangan data pada ukuran 80 mess dan 100 mess ini bisa

disebabkan oleh beberapa faktor, diantaranya adalah alat pembakar yang digunakan saat pengujian dan kadar air biopellet yang tidak seragam. Pada penelitian ini, pengujian laju pembakaran hanya menggunakan kompor sederhana yang dirancang sendiri sehingga dimungkinkan ada tekanan udara yang masuk tidak merata yang akan mempengaruhi kekuatan nyala api dalam membakar biopellet tersebut. Aljarwi (2020) menegaskan bahwa apabila kadar air pada briket rendah maka laju pembakaran akan lebih tinggi.

Ukuran partikel sangat berpengaruh terhadap laju pembakaran. Laju pembakaran terendah terjadi pada ukuran mess paling rendah (paling halus), hal ini disebabkan oleh ruang udara dan pori-pori menjadi sangat kecil sehingga perambatan panas api pembakaran semakin lambat.

Untuk mengetahui pengaruh masing-masing ukuran partikel terhadap laju pembakaran biopellet biji buah merah maka dilakukan uji statistik anova satu arah. Adapun hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Anova untuk Pengaruh Ukuran Partikel Terhadap Laju Pembakaran Biopellet Biji Buah Merah

Laju Pembakaran	ANOVA				
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	,150	2	,075	,807	,489
Within Groups	,556	6	,093		
Total	,705	8			

Tabel 5 diperoleh nilai signifikan lebih besar dari pada ( $\alpha$ ) 0,05 sehingga disimpulkan bahwa ketiga kelompok ukuran partikel memiliki pengaruh yang sama (tidak berbeda)

terhadap laju pembakaran pada biopellet biji buah merah sehingga tidak perlu dilakukan uji lanjut.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Ukuran partikel 50 mess dan 100 mess memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kerapatan massa. Begitu juga untuk ukuran partikel 80 mess dan 100 mess juga memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kerapatan massa. Namun untuk ukuran 50 mess dan 80 mess memperlihatkan memiliki pengaruh yang sama terhadap kerapatan massa.
2. Ketiga kelompok ukuran partikel (50 mess, 80 mess dan 100 mess) memiliki pengaruh yang sama (tidak berbeda) terhadap laju pembakaran pada biopellet biji buah merah.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aljarwi, M. A., Pangga, D., & Ahzan, S. (2020). Uji Laju Pembakaran dan Nilai Kalor Briket Wafer Sekam Padi dengan Variasi Tekanan. *ORBITA. Jurnal Hasil Kajian, Inovasi, dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6(2), 200-206.
- Darun, N. (2013). Pengaruh Variasi Temperatur Cetakan Terhadap Karakteristik Briket Kayu Sengon Pada Tekanan Kompaksi 5000 Psig. Disertasi tidak diterbitkan. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Fachry, A. R., I, S, Tuti, Y, D, Arco, dan N, Jasril. 2010. Teknik Pembuatan Briket Campuran Eceng Gondok dan Batubara Sebagai Bahan Bakar Alternatif Bagi Masyarakat Pedesaan. UNSRI : Palembang
- Hendriyana, dkk.2018.Pembuatan Pelet Jerami Padi untuk Bahan Bakar Rumah Tangga : Pengaruh Ukuran Partikel, Kadar Air, dan Konsentrasi Perikat dalam Umpan Terhadap Kualitas Pelet. Teknik Kimia Universitas Jendral Achmad Yani.
- Nuriana, W., Sudarno, & Rokhayat, T. (2022). Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Bahan Biopellet Terhadap Laju Pembakaran Dan Kerapatan Massa Pada Limbah Kayu Mahoni. *AGRI-TEK: Jurnal Penelitian Ilmu-ilmu Eksakta*, 22(1), 11-15.
- Parinduri, L., & Parinduri, T. (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. *Journal of Electrical Technology*, 5(2), 88-92.
- Santiyasa, I. (2016). *Modul Kuliah Pengujian Hipotesis*. Bali: Jurusan Ilmu komputer Fakultas MIPA Universitas Udayana.
- Wahyudi, T. C., Handono, S. D., Yuono, L. D., & Rohyani. (2021). Pengaruh komposisi perekat dan diameter briket biopellet terhadap karakteristik dan temperatur pembakaran pada kompor gasifikasi. *Turbo*, 10(2), 279-287.
- Widiarwati. (2011). Karakteristik Biopellet Berdasarkan Komposisi Serbuk Batang Kelapa Sawit dan Arang KayuLaban dengan Jenis Perekat Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. *Jurnal Hutan Lestari*, 3(2), 313-321.
- Winata, A. 2013. Karakteristik Biopellet Dari Campuran Serbuk Kayu Sengon Dengan Arang Sekam Padi Sebagai Bahan Bakar Alternatif Terbarukan. Skripsi. Institut Pertanian Bogor