

## **Analisa Karakteristik Pembakaran Biopellet Berbahan Serbuk Gergaji Kayu Pinus Dengan Penambahan Variasi Zeolit Alam Menggunakan Perekat Tapioka Dan Tetes Tebu**

### *Characteristic Analysis Of Combustion Of Biopellet With Pine Sawdwh With The Addition Of Variations Of Natural Zeolite Using Tapioka Adhesives And Sugarcane Drop*

**Putra Tri Wahyudi<sup>1)</sup>, Mokh.Hairul Bahri<sup>2)</sup>, Ardhi Fathoni Syam Putra Nusantara<sup>3)</sup>**

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: [putratriwahyudy@gmail.com](mailto:putratriwahyudy@gmail.com)

<sup>2</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: [mhairulbahri@unmuhjember.ac.id](mailto:mhairulbahri@unmuhjember.ac.id)

<sup>3</sup>Dosen Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jember

Email: [ardhi@unmuhjember.ac.id](mailto:ardhi@unmuhjember.ac.id)

#### **Abstrak**

Perkembangan industri dan pertumbuhan jumlah penduduk Indonesia dari tahun ketahun mengalami peningkatan yang begitu pesat. Energi merupakan permasalahan utama dunia saat ini. Tiap tahunnya kebutuhan akan energi semakin meningkat seiring dengan meningkatnya aktivitas manusia yang menggunakan bahan bakar terutama bahan bakar minyak yang di peroleh dari fosil tumbuhan maupun hewan. Biopellet dengan kualitas baik memerlukan komposisi yang tepat sehingga panas yang dihasilkan baik dan sesuai kebutuhan. Masalah utama dalam pembuatan biopellet adalah menentukan komposisi yang tepat sehingga nilai kalor biopellet semakin tinggi dan penggunaannya semakin meningkat. Pemanfaatan dan pengolahan limbah serbuk gergaji menjadi bahan bakar alternatif dalam bentuk *biofuel-pellet* (biopellet) cukup besar. Dari penelitian biopellet serbuk kayu pinus dengan variasi zeolit menggunakan perekat tepung tapioka dan tetes tebu, suhu pembakaran tertinggi terdapat pada sampel A4 dengan variasi serbuk gergaji kayu pinus ditambah 15% zeolit menggunakan perekat tetes tebu memiliki nilai suhu 177°C. Hasil dari pengujian laju pembakaran tertinggi terdapat pada sampel A4 dengan variasi serbuk gergaji kayu pinus ditambah 15% zeolit menggunakan perekat tetes tebu memiliki nilai laju pembakaran 0,145 gr/s.

Kata Kunci: Biopellet; tapioka; tetes tebu ; kayu pinus

#### **Abstract**

*Industrial development and population growth in Indonesia from year to year have increased so rapidly. Energy is a major problem in the world today. Every year the need for energy is increasing along with the increase in human activities that use fuel, especially fuel oil obtained from plant and animal fossils. Biopellets with good quality require the right composition so that the heat produced is good and as needed. The main problem in making biopellets is to determine the right composition so that the calorific value of biopellets is higher and their use increases. Utilization and processing of sawdust waste into alternative fuels in the form of biofuel-pellets (biopellet) as a substitute for LPG gas is the right choice considering that the energy content is quite large. From a study of pine sawdust biopellets with variations of zeolite using tapioca starch and sugarcane molasses, the highest burning temperature was found in sample A4 with variations of pine sawdust plus 15% zeolite using molasses adhesive with a temperature value of 177°C. with variations of pine sawdust added with 15% zeolite using molasses adhesive which had a combustion rate value of 0.145 gr/s.*

**Keywords:** *Biopellets; tapioca; molasses; pinewood*

## 1. PENDAHULUAN

Perkembangan industri dan pertumbuhan jumlah penduduk Indonesia dari tahun ketahun mengalami peningkatan yang begitu pesat. Hal ini menyebabkan konsumsi energi yang di butuhkan juga semakin meningkat pula. Secara umum, energi dapat di bedakan menjadi dua jenis, yaitu energi yang tidak dapat diperbaharui dan energi yang dapat di perbaharui. Sebagai penggerak ekonomi, kebutusssssshan energi di sector industry diperkirakan akan terus meningkat dan mendominasi total kebutuhan energi final pada tahun 2050. Ketersediaan bahan bakar fosil yang semakin langka berakibat pada kenaikan harga BBM, oleh karena itu diperlukan suatu alternatif untuk mengurangi penggunaan energi biomassa. Limbah yang berasal dari hewan maupun tumbuhan semuanya potensial untuk dimanfaatkan dan dikembangkan. Tanaman pangan dan perkebunan menghasilkan limbah yang cukup besar, yang dapat dipergunakan untuk keperluan lain seperti bahan bakar nabati.

Masalah utama dalam pembuatan biopellet adalah menentukan komposisi yang tepat sehingga nilai kalor biopellet semakin tinggi dan penggunaannya semakin meningkat. Selain itu tipe jenis perekat yang digunakan dalam pembuatan biopellet harus diperhatikan agar dapat diketahui ketahanan panasnya pada saat pembakaran. Biopellet sendiri merupakan jenis bahan bakar padat berbasis limbah biomassa yang memiliki ukuran lebih kecil dari ukuran briket. Selama ini kayu pinus hanya dimanfaatkan oleh perusahaan kecil dan besar sebagai bahan dalam pembuatan pulp and paper, korek api, dan furniture dari kayu pinus misalnya pembuatan lemari. Sementara dikalangan masyarakat itu sendiri kayu pinus yang ditebang masih dianggap sebagai limbah dan belum dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Padahal jika dilihat dari kadar

lignoselulosanya, kayu pinus berpotensi untuk dijadikan sebagai biomassa. Kayu pinus memiliki kadar lignin lebih tinggi dibandingkan dengan kayu normal sehingga dapat berkontribusi terhadap peningkatan nilai kalor biomassa kayu .

Biomassa dengan kadar lignin tinggi berpotensi baik untuk bahan energi karena kadar lignin tinggi berpengaruh terhadap peningkatan nilai kalor kayu. Penelitian ini bertujuan untuk menguji perbedaan kadar komponen kimia kayu tekan dan oposit Pinus merkusii Jungh et de Vriese dan pengaruhnya terhadap sifat kayu sebagai bahan energi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

Biomassa pada umumnya mempunyai densitas yang cukup rendah, sehingga akan mengalami kesulitan dalam penanganannya. Densifikasi atau pembriketan biomassa bertujuan untuk meningkatkan densitas dan menurunkan persoalan penanganan seperti penyimpanan dan pengangkutan. *Biofuel-pellet* (biopellet) merupakan salah satu bentuk produk diversifikasi energy biomassa. Biopellet adalah jenis bahan bakar terbarukan dalam bentuk silinder dengan diameter 6-12 mm dan panjang 10-30 mm.

Serbuk gergaji adalah bahan baku yang sangat cocok untuk dijadikan bahan bakar biopellet, karena lignin secara alami ada di kayu dan dapat bertindak sebagai lem perekat untuk menahan ikatan antar serbuk. Temperature dan besarnya kompresi yang diberikan berpengaruh penting terhadap kualitas dan kekuatan pellet yang dihasilkan, karena menyebabkan terekskreasinya lignin dari nstruktur partikel serbuk gergaji. Sifat kimia kayu berpengaruh terhadap sifat kayu, pengolahan, dan penggunaan kayu. Perbedaan kadar komponen kimia dalam satu pohon dapat terjadi antar kayu normal dengan kayu reaksi. Kayu reaksi terbentuk

selama pertumbuhan pohon sebagai respon terhadap pengaruh mekanis eksternal. Sifat kayu reaksi berpengaruh terhadap penggunaan kayu anara lain pada penggunaan untuk kontruksi, panel kayu, energi, pulp dan kertas. Kayu tekan memiliki kadar lignin lebih tinggi dibandingkan dengan kayu normal sehingga dapat berkontribusi terhadap peningkatan nilai kalor biomassa kayu. Biomassa dengan kadar lignin tinggi berpotensi baik untuk bahan energi karena kadar lignin tinggi berpengaruh terhadap peningkatan nilai kalor kayu.

**Tabel 1.** Kadar komponen kimia kayu pinus

komponen kimia	Nilai
Holoseulosa (%)	57.88
Selulosa (%)	50.65
Hemiselulosa (%)	7.23
Lignin Klason (%)	36.24
Lignin Terlarut Asam (%)	0.14

Sumber: Adesna fatrawana, (2021)

**Tabel 2.** Kadar kelarutan kayu pinus

komponen kimia	Nilai
Etanol Benzene 1:2 (%)	8.95
Air Dingin (%)	10.13
Air Panas (%)	11.17
NaOH 1% (%)	20.08

Sumber: Adesna fatrawana, (2021)

Pemakaian bahan perekat di gunakan untuk menyerap air dan membentuk tekstur yang padat atau mengikat dua substrat yang akan di rekatkan. Tepung tapioka merupakan bahan yang sering digunakan sebagai perekat dalam pembuatan briket karena mudah didapat dan harganya yang relatif murah.

**Tabel 3.** Kandungan tepung tapioka

Komponen	Kandungan (%)
Air	10,378
Abu	0,088
Lemak	0,492
Protein	0,934
Karbohidrat	88,107

Sumber: Rizky Adi N(2013)

Tetes Tebu (Molasse) Molases merupakan hasil samping pada industri pengolahan gula dengan wujud bentuk cair. Molasse adalah limbah utama industri pemurnian gula.

**Tabel 4.** Kandungan tetes tebu

Komponen	Kandungan (%)
Air	20
Sukrosa	35
Glukosa, Fruktosa	7
Nitrogen	3
Asam Non Nitrogen	4

Sumber: Jainurtri,E, V.(2016)

Zeolite merupakan suatu mineral berupa Kristal silica alumina yang terdiri dari tiga komponen yaitu kation yang dapat dipertukarkan, kerangka alumina silikat dan air.

### 3. METODE PENELITIAN

Metode pengumpulan data yang akan digunakan pada penelitian ini adalah eksperimen laboratorium, di mana pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan alat yang ada atau bisa juga diartikan mengadakan percobaan secara langsung.

#### A. Pembuatan Biopellet

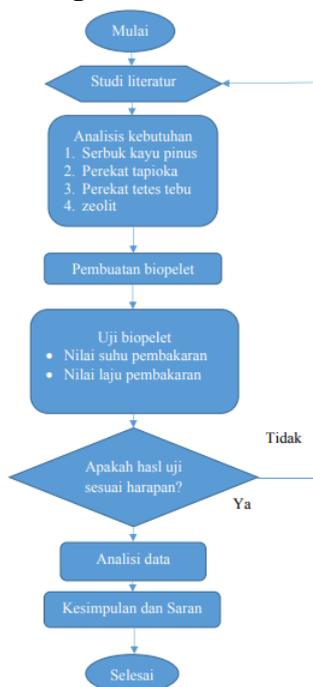
Serbuk gergaji kayu pinus yang sudah di ayak dan di keringkan, kemudian melakukan pencampuran dengan perekat tetes tebu, dan perekat tepung tapioka dengan berat 30 gram. penambahan zat adiktif berupa zeolit dengan perbandingan campuran 0%, 5%, 10%, 15% dari berat total serbuk kayu pinus yaitu 100 gram. Masukan biopellet yang telah di campurkan zeolit dengan perekat tetes tebu dan tepung tapioka kedalam pipa paralon dengan ukuran ½, dengan panjang 3cm, dengan di berikan gaya tekan sebesar 6kg selama 15 menit. Kemudian keluarkan biopellet yang telah di cetak dan keringkan.

#### B. Uji Biopellet

Uji biopellet serbuk gergaji kayu pinus meliputi:

1. Pengambilan data nilai suhu pembakaran
2. Pengambilan data nilai laju pembakaran

### C. Diagram alir



Sumber: Buatan sendiri

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah dilakukan pada variasi komposisi sebagai berikut:

1. Serbuk gergaji kayu pinus yang sudah di ayak dan di keringkan dengan penambahan zat adiktif berupa zeolit dengan perbandingan campuran 0%, 5%, 10%, 15% menggunakan perekat tetes tebu.

Keterangan :

- A1 = serbuk gergaji kayu pinus + 0% zeolit + perekat tetes tebu.
- A2 = serbuk gergaji kayu pinus + 5% zeolit + perekat tetes tebu.
- A3 = serbuk gergaji kayu pinus + 10% zeolit + perekat tetes tebu.

A4 = serbuk gergaji kayu pinus + 15% zeolit + perekat tetes tebu.

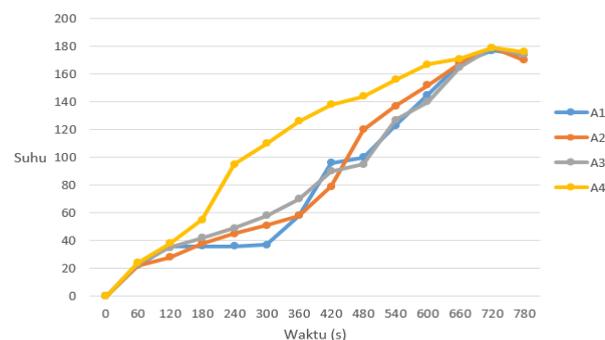
2. Serbuk gergaji kayu pinus yang sudah di ayak dan di keringkan dengan penambahan zat adiktif berupa zeolit dengan perbandingan campuran 0%, 5%, 10%, 15% menggunakan perekat tepung tapioka.

Keterangan :

- B1 = serbuk gergaji kayu pinus + 0% zeolit + perekat tepung tapioka.
- B2 = serbuk gergaji kayu pinus + 5% zeolit + perekat tepung tapioka.
- B3 = serbuk gergaji kayu pinus + 10% zeolit + perekat tepung tapioka.
- B4 = serbuk gergaji kayu pinus + 15% zeolit + perekat tepung tapioka.

### A. Pengujian Suhu pembakaran

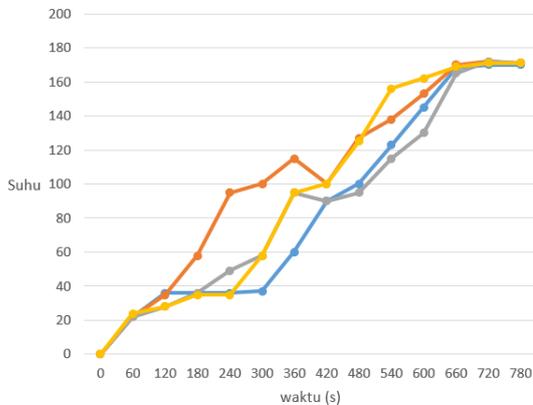
**Gambar 1.** Grafik uji suhu pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu.



Sumber: Hasil perhitungan penelitian

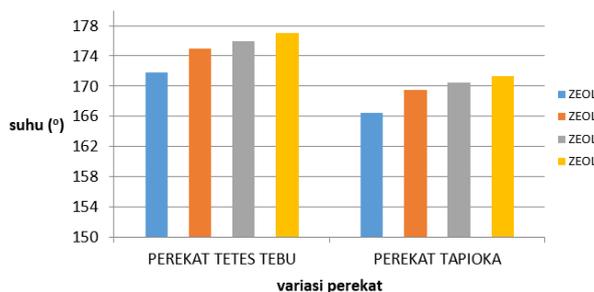
Dari grafik pada gambar 1. diketahui hasil pengujian suhu pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu didapatkan hasil dengan 4 kali pengulangan pengambilan data dengan batasan waktu pada suhu maksimal. Variasi A1 tanpa campuran zeolit mendapatkan nilai suhu 171,8 °C. Kemudian untuk variasi A2 dengan campuran zeolit 5%

mendapatkan hasil suhu 175 °C. Dilanjutkan variasi A3 menggunakan campuran zeolit 10% didapatkan nilai suhu sebesar 176 °C, untuk variasi A4 dengan variasi campuran zeolit 15% mendapatkan nilai suhu 177 °C.



**Gambar 2.** Grafik uji suhu pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tepung tapioka.  
 Sumber: Hasil perhitungan penelitian

Berdasarkan grafik pada gambar 2. hasil pengujian suhu pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tepung tapioka mendapatkan nilai dengan 4 kali pengulangan pengambilan data dengan batasan waktu pada suhu maksimal. Variasi B1 tanpa campuran zeolit atau 0% mendapatkan nilai suhu 166,5°C. Dilanjutkan variasi B2 dengan campuran zeolit 5% mendapatkan nilai suhu 169,5°C. Kemudian variasi B3 menggunakan campuran zeolit 10% didapatkan suhu sebesar 170,5°C. Variasi terakhir yaitu B4 dengan variasi campuran zeolit 15% mendapatkan nilai suhu 171,3°C.



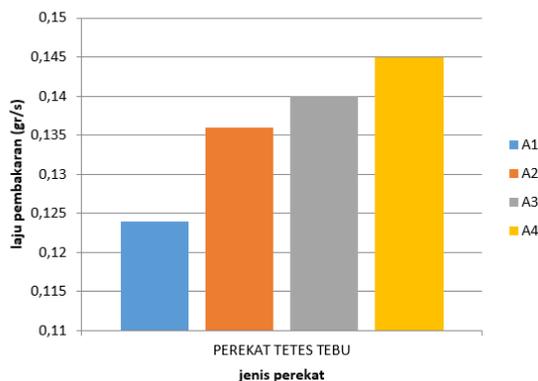
**Gambar 3.** Grafik uji suhu pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu dan tepung tapioka.

Sumber: Hasil perhitungan penelitian

Menurut grafik pada gambar 3 dapat diketahui hasil suhu pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu dan tepung tapioka. Hasil suhu pembakaran pada perekat tetes tebu terendah terdapat pada sampel A1 dengan campuran 0% atau tanpa campuran zeolit didapatkan nilai suhu puncak 171,8°C dan suhu tertinggi terdapat pada sampel A4 menggunakan campuran zeolit 15% dengan nilai suhu puncak 177°C. Kemudian hasil suhu pembakaran pada perekat tepung tapioka terendah terdapat pada sampel B1 dengan campuran 0% atau tanpa zeolit didapatkan nilai suhu puncak 166,5°C dan suhu tertinggi terdapat pada sampel B4 dengan penambahan campuran zeolit 15% mendapatkan nilai suhu puncak sebesar 171,3°C. Dalam penelitian ini ada beberapa faktor yang bisa mempengaruhi tinggi rendahnya suhu pembakaran diantaranya yaitu perbedaan perekat yang digunakan pada tiap sampel, variasi campuran zeolit pada tiap sampel, kadar air biopellet, kerapatan biopellet, dan jenis bahan biopellet yang digunakan.

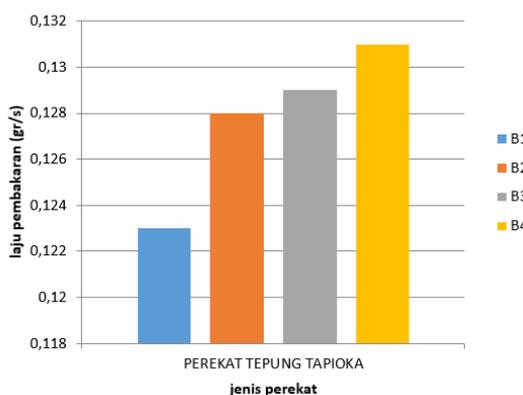
### B. Pengujian Laju Pembakaran

Hasil pengujian laju pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu. Variasi A1 tanpa campuran zeolit mendapatkan nilai laju pembakaran sebesar 0,124 gr/s. Kemudian untuk variasi A2 dengan campuran zeolit 5% mendapatkan nilai 0,136 gr/s. Dilanjutkan variasi A3 menggunakan campuran zeolit 10% didapatkan nilai sebesar 0,14 gr/s, untuk variasi A4 dengan variasi campuran zeolit 15% mendapatkan nilai laju pembakaran sebesar 0,145 gr/s.



**Gambar 4.** Grafik uji laju pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu.

Sumber: Hasil perhitungan penelitian

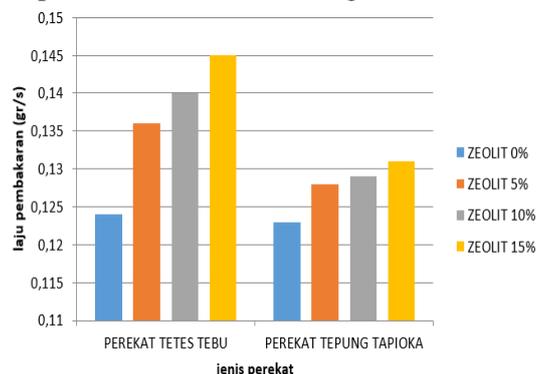


**Gamsbar 5.** Grafik uji laju pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tepung tapioka.

Sumber: Hasil perhitungan penelitian

Berdasarkan grafik pada gambar 5 hasil uji laju pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tepung tapioka didapatkan hasil yaitu variasi B1 tanpa campuran zeolit atau 0% mendapatkan nilai sebesar 0,123 gr/s. Dilanjutkan variasi B2 dengan campuran zeolit 5% mendapatkan nilai 0,128 gr/s. Kemudian variasi B3 menggunakan campuran zeolit 10% didapatkan nilai 0,129 gr/s. Variasi terakhir

yaitu B4 dengan variasi campuran zeolit 15% mendapatkan nilai sebesar 0,131 gr/s.



**Gambar 6.** Grafik uji laju pembakaran serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu dan tepung tapioka.

Sumber: Hasil perhitungan penelitian

Berdasarkan grafik pada gambar 6 diatas dapat diketahui hasil uji laju pembakaran biopellet bahan serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu dan tepung tapioka. Hasil dari pengujian laju pembakaran biopellet menggunakan perekat tetes tebu terendah terdapat pada sampel A1 dengan 0% atau tanpa campuran zeolit dengan nilai sebesar 0,124 gr/s dan tertinggi ada pada sampel A4 dengan campuran zeolit 15% didapatkan nilai 0,145 gr/s. Laju pembakaran biopellet menggunakan perekat tepung tapioka terendah terdapat pada sampel B1 dengan 0% atau tanpa campuran zeolit mendapatkan nilai 0,123 gr/s dan hasil tertinggi didapatkan pada sampel B4 dengan variasi zeolit 15% mempunyai nilai sebesar 0,131 gr/s.

Dari hasil penelitian laju pembakaran yang dilakukan, pada biopellet serbuk gergaji kayu pinus dengan campuran variasi zeolit menggunakan perekat tetes tebu da tepung tapioka didapatkan hasil yang berbanding lurus dengan jumlah zeolit yang di berikan. Semakin banyak komposisi zeolit yang diberikan maka semakin besar pula nilai laju pembakaran yang dihasilkan. Sedangkan untuk rendahnya laju

pembakaran antara perekat tepung tapioka dan tetes tebu dapat diakibatkan tingginya bahan organik yang terkandung pada perekat yang dapat menyebabkan biopellet terlalu padat dan sulit pada proses pembakarannya dan juga kadar air yang terkandung dalam tiap sampel biopellet dapat memperlambat proses pengujian pembakaran.

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. KESIMPULAN

1. Hasil pengujian suhu pembakaran tertinggi terdapat pada sampel A4 dengan variasi serbuk gergaji kayu pinus ditambah 15% zeolit menggunakan perekat tetes tebu memiliki nilai suhu 177°C.
2. Hasil dari pengujian laju pembakaran tertinggi terdapat pada sampel A4 dengan variasi serbuk gergaji kayu pinus ditambah 15% zeolit menggunakan perekat tetes tebu memiliki nilai laju pembakaran 0,145 gr/s.

### B. SARAN

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya untuk dapat mengembangkan biopellet serbuk kayu pinus dengan variasi zeolit menggunakan perekat tepung tapioka dan tetes tebu ini yaitu perlu dilakukan pengujian tambahan yang mengacu pada syarat SNI 8675:2018 agar mendapatkan bahan dan nilai terbaik dari setiap pengujiannya.

## 6. REFERENSI

- [1] Luthfi Parinduri, Taufik Parinduri. Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. Konversi Biomassa...ISSN : 2598 – 1099 (Online) ISSN : 2502 – 3624, Journal of Electrical Technology, Vol. 5, No.2, 2020.
- [2] Lukum, H. Isa, I. Sihaloho, I. Pemanfaatan Arang Briket Limbah Tongkol Jagung Sebagai Bahan Bakar Alternatif. Jurusan

Pendidikan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Gorontalo, 2013.

- [3] Taufik Parinduri (2020). Konversi Biomassa Sebagai Sumber Energi Terbarukan. Konversi Biomassa...ISSN : 2598 – 1099 (Online) ISSN : 2502 – 3624, Journal of Electrical Technology, Vol. 5, No.2, 2020.
- [4] Bahri, M. H., Wijayanti, W., Hamidi, N., & Wardana. The role of alkali metal and alkaline metal earth in natural zeolite on combustion of Albizia Falcataria sawdust. *International Journal of Energy and Environmental Engineering* , 220-227, 2020.