



# Al Jazari

## Jurnal Ilmiah Teknik Mesin

Journal homepage:  
<https://ojs.uniska-bjm.ac.id/index.php/JZR/index>  
 p-ISSN 2502-4922, e-ISSN 2615-0867



## Pengaruh Suhu Pirolisis Limbah Biomassa Pertanian Terhadap Karakteristik Bio Oil (Asap Cair)

Nurhalim<sup>a\*</sup>, Asroful Bidin<sup>b</sup>, Muhammad Zainul Ridho<sup>c</sup>

<sup>a,b,c</sup> Program Studi Teknik Mesin, Universitas Muhammadiyah Jember

<sup>a</sup> nurhalim@unmuhjember.ac.id, <sup>b</sup>asrofulabidin@unmuhjember.ac.id, <sup>c</sup> muhammadzainurridho@unmuhjember.ac.id.

### Info Artikel

Riwayat Artikel:  
 Diterima: 10 Mei 2024  
 Diterima dalam bentuk revisi: 9  
 September 2024  
 Diteima/publis: 5 Nopember  
 2024

### Kata Kunci

(Pirolisis: Biomassa:Rendemen:  
 Denstas: Viskositas)

### Abstrak

Potensi limbah biomassa sangat besar sebagai bahan bakar alternatif. Proses konversi limbah biomassa menjadi energi antara lain gasifikasi dan pirolisis. Pirolisis merupakan metode pembakaran miskin udara dan menghasilkan produk berupa biochar dan bio oil. Pada penelitian ini, melakukan eksperimen dalam memberikan perlakuan 3 jenis limbah biomassa terhadap suhu pirolisis. Material yang digunakan dalam penelitian ini antara lain limbah biomassa jerami padi, jerami jagung dan ampas tebu. Variabel tetap pada penelitian ini adalah uji rendemen, densitas dan vikositas. Limbah biomassa tersebut dipirolisis dengan variasi suhu 450 °C, 500 °C, 550 °C dan ditahan selama 2 jam. Hasil pengujian rendemen pada suhu 550 °C, jerami padi memiliki nilai sebesar 47,6 %. Untuk pengujian densitas pada suhu 550 °C, ampas tebu memiliki nilai 1,02 g/cm<sup>3</sup>. Pengujian viskositas pada suhu 550 °C, Ampas tebu memiliki nilai sebesar 7,72 cps. Untuk rendemen jerami padi paling tinggi, karena struktur batang padi yang cukup kuat, ulet dan tahan panas. Nilai densitas dan vikositas, ampas tebu memiliki nilai yang paling tinggi. Hal ini disebabkan pada ampas tebu, banyak mengandung volatil matter. Semakin tinggi suhu, maka bertambah banyak yang menguap zat volatil matter pada ampas tebu.

### Abstract

The potential for biomass waste is very large as an alternative fuel. Processes for converting biomass waste into energy include gasification and pyrolysis. Pyrolysis is an air poor combustion method and produces products in the form of biochar and bio oil. In this research, we carried out experiments in treating 3 types of biomass waste regarding pyrolysis temperature. The materials used in this research include biomass waste from rice straw, corn straw and sugar cane bagasse. The fixed variables in this research are the yield, density and viscosity tests. The biomass waste was pyrolyzed at varying temperatures of 450 °C, 500 °C, 550 °C and held for 2 hours. The yield test results at a temperature of 550 °C showed that rice straw had a value of 47.6 %. For density testing at a temperature of 550 °C, bagasse has a value of 1.02 g/cm<sup>3</sup>. Viscosity testing at a temperature of 550 °C, bagasse had a value of 7.72 CPS. The yield of rice straw is the highest, because the structure of the rice stem is quite strong, resilient and heat resistant. For density and viscosity values, sugar cane bagasse has the highest value. This is because sugar cane bagasse contains a lot of volatile matter. The higher the temperature, the more volatile matter in the bagasse will evaporate.

<http://dx.doi.org/10.31602/al-jazari.v9i2.14727>



@UNISKA 2024. Diterbitkan oleh UPT Publikasi dan Pengelolaan Jurnal

Jurnal Al Jazari is licensed under a [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi biomassa dari berbagai sektor antara lain pertanian, perkebunan, perternakan dan perhutanan. Biomassa adalah bahan sisa yang berasal dari sumber mahluk

hidup ataupun yang sudah mati sebagai bahan energi. Limbah biomassa, biasanya sebagai sumber energi berkelanjutan seperti jerami jagung, padi, tebu, cangkang sawit, pohon kelapa dan lain-ainl. Biomassa dapat pula meliputi limbah terbiodegradasi yang dapat dibakar

sebagai bahan bakar seperti jerami, sekam, batok kelapa, tandan kosong dan cangkang sawit, dan limbah kayu [1]. Biomassa memiliki potensi besar sebagai bahan bakar alternatif, pengganti energi fosil. Untuk konversi biomassa menjadi energi bisa berupa dalam bentuk padat, cair dan gas. Proses pemanfaatan bioenergi biomassa dengan beberapa teknologi seperti gasifikasi, termokimia dan pirolisis yang menghasilkan energi primer berupa cair dan padatan. Melalui proses atau teknologi tertentu, bahan baku tersebut dihasilkan energi primer yang menjadi 3 yaitu cair (bahan baku nabati) gas (biogas) dan padat (briket) [2]. Teknologi yang umum digunakan adalah proses pirolisis, untuk pembuatan limbah padat (briket).

### Pirolisis

Teknologi pirolisis biomassa merupakan proses pembakaran dengan miskin udara dengan kisaran suhu 250 °C – 500 °C. Pirolisis adalah proses pemanasan suatu zat tanpa adanya oksigen, sehingga terjadi penguraian komponen-komponen penyusun, istilah lain dari pirolisis adalah penguraian yang tidak teratur dari bahan-bahan organik yang di sebabkan oleh adanya pemanasan tanpa berhubungan dengan udara luar [3]. Pada proses pembakaran pirolisis terdapat beberapa fase yaitu fase pengeringan, terjadi pada suhu 200 °C. Fase pirolisis pada suhu 200 °C–500 °C, dan fase evolusi gas: terjadi pada suhu 500 °C–200 °C [4].

Proses pirolisis biomassa, menghasilkan limbah padat (arang) dan asap cair. Tar juga disebut sebagai asap cair yang mempunyai banyak kegunaan seperti pengawet makanan, biopestisida pertanian dll. Asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis jangang dan tempurung kelapa dapat digunakan sebagai bahan pengawet, insektisida dan obat-obatan yang memberi manfaat cukup besar bagi kehidupan manusia [5].

### Rendemen

Rendemen merupakan perbandingan dari proses setelah perlakuan seperti berat kering. Untuk mengetahui formula rendemen biomassa dengan proses pirolisis sebagai berikut [6].

$$\text{Prosentase padatan sisa} = \frac{\text{Sisa padatan}}{\text{Berat awal biomassa}} \times 100\% \quad (1)$$

### Densitas ( $\rho$ )

Densitas merupakan nilai kerapatan massa tiap satuan volume benda. Densitas atau massa jenis atau rapatan merupakan pengukuran massa setiap satuan volume dengan satuan standar pengukuran tertentu, seperti  $\text{kg/m}^3$  atau  $\text{g/cc}$  [7].

$$\rho = \frac{m \text{ (massa,gr)}}{v \text{ (volume,cm}^3\text{)}} \quad (2)$$

### Vikositas

Vikositas merupakan nilai kekentalan dari zat cair. Viskositas dapat dinyatakan sebagai tahanan aliran fluida yang merupakan gesekan antara molekul-molekul cairan

satu dengan yang lain [8,9]. Adapun formula vikositas sebagai berikut.

$$\text{Vikositas} = \frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{\rho_{1t_1}}{\rho_{2t_2}} \quad (3)$$

### METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini, metode yang digunakan adalah eksperimen. Dimana proses pirolisis ditekankan pada suhu yang digunakan. Suhu pirolisis yang digunakan antara lain 450 °C, 500 °C, 550 °C dan ditahan selama 2 jam. Setelah 2 jam proses pirolisis, proses penurunan suhu dilakukan setiap 30 menit, sampai menjadi suhu ruang 27 °C. Adapun alat pirolisis yang digunakan dalam penelitian ini, disajikan pada Gambar 1, berikut.



Gambar 1. Alat Pirolisis  
Sumber: Koleksi Pribadi

### Material Biomassa

Material biomassa yang digunakan adalah limbah pertanian yaitu jerami padi, jerami jagung dan ampas tebu. Biomassa tersebut diambil secara random tanpa menganalisis nilai kadar airnya. Limbah pertanian tersebut, sudah dalam keadaan kering dengan berat sebesar 500 gr.

### Variabel Penelitian

Variabel terikat yang digunakan adalah pengujian rendemen, densitas dan vikositas. Dalam uji vikositas, suhu yang digunakan pada saat pengujian adalah 25 °C dengan menggunakan viskometer Ostwald. Pengujian densitas bio oil (TAR) menggunakan piknometer 30 ml.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses penelitian dan analisa limbah biomassa jerami padi, jerami jagung dan ampas tebu dengan pengaruh suhu pirolisis mendapatkan informasi. Pada Gambar 2, merupakan produk asap cair yang dihasilkan dari proses pirolisis sebagai berikut.



Gambar 2. Produk Asap cair  
Sumber: Koleksi Pribadi

### Pengujian Rendemen

Dari hasil pirolisis limbah biomassa jerami padi, jerami jagung dan ampas tebu dengan pengaruh suhu pirolisis dapat dilihat pada Tabel 1, berikut.

**Tabel 1.**

Rendemen Biomassa

Jenis Biomassa	Suhu Pirolisis [°C]	Rendemen Biomassa [%]
Jerami Padi	450	51,8
	500	48,2
	550	47,6
Jerami Jagung	450	36,2
	500	34,4
	550	33,4
Ampas Tebu	450	44
	500	35,6
	550	28

Berdasarkan tabel 1 di atas, data rendemen yang dihasilkan dari proses pirolisis dengan variasi suhu, jerami padi memiliki rendemen yang paling tinggi. Hal ini, disebabkan pada jerami padi mempunyai susunan serat batang yang melingkar, cukup rapat dan padat. Ketika proses pirolisis, memiliki rendemen yang tinggi. Jerami padi memiliki karakter struktur yang kuat, visual yang berbeda antara pra dan pasca panen, dimensi yang tinggi, bersifat cushion, mampu dilaminasi, serta mampu menjadi isolator yang baik terhadap panas [10].

### Pengujian Densitas

Pada volume dan uji densitas bio oil (TAR) biomassa pertanian dengan variasi suhu pirolisis disajikan pada Tabel 2, berikut.

**Tabel 2.**

Pengujian Densitas

Jenis Biomassa	Suhu Pirolisis [°C]	Volume [ml]	Densitas [gr/cm <sup>3</sup> ]
Jerami Padi	450	78	0,98
	500	78	1
	550	79	1
Jerami Jagung	450	80	1,02
	500	78	1
	550	79	0,98
Ampas Tebu	450	79	1
	500	80	1,02
	550	80	1,02

Berdasarkan hasil pirolisis limbah biomassa pertanian dengan variasi suhu, didapatkan hasil yang tidak terlalu jauh. Tetapi variasi suhu 550 °C, ampas tebu memiliki tar yang paling banyak. Semakin tinggi suhu pirolisis ampas tebu, maka tar yang dihasilkan sebagian besar. Hal ini disebabkan, ampas tebu memiliki kandungan air, kadar gula yang tinggi dan zat yang mudah menguap, sehingga banyak yang menguap. Komposisi kimia pada ampas tebu meliputi air 48-52 %, abu 3,82 %, lignin 22,09 %, selulosa 37,65 %, pentosan 27,97 %, silika 3,01 %, dan gula pereduksi 3,3 % [11].

Dari 3 pengujian densitas, tidak terdapat perbedaan yang terlalu signifikan. Nilai perbedaan variasi suhu pirolisis, antara 0,02 gr/cm<sup>3</sup>. Kemungkinan besar, hal ini

disebabkan penguapan zat volatil matter dan kadar air saat proses pirolisis tidak berpengaruh terhadap densitas dari 3 variabel tersebut. Dari hasil tersebut, rata-rata nilai densitas sangat kecil, sehingga semakin kecil nilai densitas, maka semakin baik untuk digunakan bahan bakar. Semakin kecil densitas bio oil, maka akan semakin baik digunakan sebagai bahan bakar, karena semakin ringan [12].

### Pengujian Vikositas

Untuk pengujian vikositas dari 3 variabel limbah biomassa pertanian dengan variasi suhu pirolisis, maka mendapatkan hasil yang disajikan pada Tabel 3, berikut.

**Tabel 3.**

Pengujian Vikositas

Jenis Biomassa	Suhu Pirolisis [°C]	Vikositas [cps]
Jerami Padi	450	5,33
	500	5,47
	550	5,64
Jerami Jagung	450	5,75
	500	5,04
	550	7,64
Ampas Tebu	450	7,27
	500	6,96
	550	7,72

Dari perbedaan hasil uji vikositas limbah biomassa dengan variasi suhu pirolisis terdapat perbedaan yang tidak terlalu signifikan, tetapi ampas tebu yang cukup tinggi. Ampas tebu memiliki vikositas yang tinggi, karena banyak kandungan zat yang mudah menguap pada biomassa. Dilihat pada tabel vikositasnya naik, maka hal ini disebabkan semakin tinggi suhu pirolisis 550 °C, maka kekentalan asap meningkat. Kenaikan suhu akan memotong ikatanikatan C-C, C-O, C-H dan lainnya pada selulosa, hemiselulosa dan lignin semakin cepat, hal ini akan membuat biomassa ampas tebu semakin menyusut jumlahnya berubah menjadi produk cair, biochar dan gas [13].

### KESIMPULAN

Pengaruh variasi suhu pirolisis pada limbah biomassa jerami padi, jerami jagung, ampas tebu memiliki perbedaan. Untuk rendemen, jerami padi memiliki nilai tertinggi pada setiap variasi suhu. Pada uji densitas dan vikositas, ampas tebu memiliki nilai yang besar dari berbagai variasi. Hal ini, pengaruh kandungan zat pada ampas tebu yang cukup besar.

### REFERENSI

- Nur, M. S., Jusuf, J, Biomassa Bahan Baku dan Teknologi Konversi Untuk Energi Terba-rukan, (2014).  
Direktorat Bioenergi, Pedoman Investasi Bioenergi di Indonesia. Jakarta. (2016).

- Destiyantono, E. Arijanto, Pengujian Alat Pengelolah Limbah Tempurung Kelapa Menjadi Bahn Bakar Alternatif. *Junal Teknik Mesin S-1* Vol. 5. No. 2, (2017).
- Ridhuan, K. Irawan. D. Inthifawzi. R, Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Junal Turbo* Vol. 8. No. 1, (2019).
- Ridhuan, K. Irawan. D. Inthifawzi. R, Proses Pembakaran Pirolisis dengan Jenis Biomassa dan Karakteristik Asap Cair yang Dihasilkan. *Junal Turbo* Vol. 8. No. 1, (2019).
- Ridhuan, K. Irawan, Pengaruh Jenis Biomassa Terhadap Karateristik Pembakaran dan Hasil Bioarang Asap cair dari Proses Pirolisis. *Jurnal Mechanical* Vol. 10. No. 1, (2019).
- Abdurrojag. N., Rossy. D., Devitasari.,Aisyah. L., Nur. A., Faturrahman., Bahtiar. S., Sujarwati. W., Cahyo. S. Anggraini. R., Maymuchar., Perbandingan Uji Densitas Menggunakan Metode ASTM D1298 dengan ASTM D4052 pada Biodiesel Berbasis Kelapa Sawit, *Jurnal LEMIGAS* Vol. 55. No. 1, April (2021).
- Regina, O. Sudrajat. H., Syaflita. D. Measurement Of Viscosity Uses An Alternative Viscometer. *Jurnal Geliga Sains* Vol. 6. No. 2, 127-132, (2018).
- Regina, O. Sudrajat. H., Syaflita. D. Measurement Of Viscosity Uses An Alternative Viscometer. *Jurnal Geliga Sains* Vol. 6. No. 2, 127-132, (2018).
- Purwandaru, P., Mulyono. A., Purwaningrum. L., Sulistyono. B. IF. Purwandaru, P., Mulyono. A., Purwaningrum. L., Sulistyono. B. IF, Analisa Karakter Material Jerami Padi Untuk Pemanfaatan Produk Kerajinan Tangan. *Widyakala Journal* Vol. 8. I. 2, September, (2021).
- Muriyani, A., Wardenar. E., Indrayani. Y., Sulistyono. B. IF. Karakteristik Briket Arang Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum* L) Dan Serbuk Kayu Kaliandra (*Calliandra Calothyrsus*) Dengan Perekat Tepung Tapioka. *Jurnal Hutan Lestari* Vol. 11. No. 2, 469-482, (2023).
- Afriliana, A. N., Salasiah., Sanjaya. A. N. Pembuatan Bio Oil Dari Cangkang Kelapa Sawit Dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Chemurgy* Vol. 5. No. 2, 53-60. Desember, (2023).
- Jamilatun, S., Pitoyo, J., Arifa, Z., Amelia, S., Maarif, A, Pirolisis Ampas Tebu (*Saccarum Officinarum* Linn) Penagaruh Suhu Terhadap Yeild dan Karakteristik Produk, E-ISSN:2745-6080, Seminar Nasional Penelitian Universitas Muhammadiyah Jakarta. (2022).