

## STUDI PROSES PIROLISIS BERBAHAN JERAMI PADI TERHADAP HASIL PRODUKSI CHAR DAN TAR SEBAGAI BAHAN BAKAR ALTERNATIF

Agus Nofiyanto<sup>\*)</sup>, Gatot Soebiyakto, Purbo Suwandono

*Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Widyagama Malang*

<sup>\*)</sup> Email: [agusnofiyanto08@gmail.com](mailto:agusnofiyanto08@gmail.com)

### ABSTRAK

---

Telah dilakukan penelitian pengaruh temperatur terhadap kualitas char dan tar dari pirolisis berbahan jerami padi. Jerami padi digunakan karena ketersediaannya yang melimpah di lingkungan masyarakat Indonesia, dimana mayoritas penduduknya adalah petani. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerami padi dengan massa setiap sekali uji sebanyak 200 gram dengan kadar air sebesar 2 % dengan waktu tunggu (*residence time*) selama 3 jam. Variasi temperature dalam penelitian ini adalah 250, 350, 450 dan 550°C. Setiap proses pirolisis akan menghasilkan padatan (*char*), cairan (*tar*) dan gas (*syn-gas*). Namun, Produk pirolisis yang diteliti pada penelitian ini adalah char dan tar saja. Char dari hasil setiap pirolisis dibandingkan massanya dan untuk tar yang dihasilkan diteliti massa, volume, densitas serta viskositasnya untuk setiap variasi temperature. Selanjutnya, nilai rata-rata densitas dan viskositas tar pirolisis dibandingkan dengan nilai densitas serta viskositas bahan bakar fosil yang selama ini telah digunakan di lingkungan masyarakat. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa semakin tinggi temperature massa char akan berkurang berbanding terbalik dengan massa dan volume tar yang semakin meningkat. Selain itu nilai densitas tar akan meningkat berlawanan dengan nilai viskositas tar yang justru semakin menurun saat temperature dinaikkan. Densitas tar hasil percobaan memiliki nilai rata-rata, mendekati nilai densitas solar. Sedangkan Viskositas rata-rata tar hasil percobaan adaah 1,0230 cP. Hasil tersebut mendekati nilai viskositas bahan bakar solar yaitu 0,930 cP.

*Kata kunci: Pirolisis, char, tar, densitas, viskositas.*

---

*Abstract - The effect of temperature on char and tar quality from pyrolysis made from rice straw has been carried out. Rice straw is used because of its abundant availability in the Indonesian community, where the majority of the population are farmers. The sample used in this study is rice straw with mass every test as much as 200 grams with a moisture content of 2% with a residence time of 3 hours. The variations in temperature in this study are 250, 350, 450 and 550 ° C. Each process of pyrolysis will produce solid (char), liquid (tar) and gas (syn-gas). However, the pyrolysis products examined in this study are only char and tars. Char of the results of each pyrolysis compared to its mass and for the resulting tar the mass, volume, density and viscosity are examined for each variation in temperature. Furthermore, the average value of tar pyrolysis density and viscosity is compared with the value of the density and viscosity of fossil fuels that have been used in the community so far. From this study it was concluded that the higher the mass temperature of the char would be inversely proportional to the mass and volume of tar increasing. In addition, the value of tar density will increase in contrast to the viscosity of tar which decreases when the temperature is raised. The tar density of the experimental results has an average value, close to the value of solar density. Whereas the average tar viscosity of the experimental results is 1.0230 cP. These results are close to the value of premium gasoline viscosity which is 0.930 cP.*

*Keywords: Pyrolysis, char, tar, density, viscosity*

---

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan konsumsi energi yang cukup tinggi di dunia. Penggunaan energi minyak bumi yang terus menerus pada seluruh sektor baik untuk skala kecil ataupun besar terus meningkat. Konsumsi energi di Indonesia pada tahun 2015 terbagi untuk sektor Industri 31,79 %, rumah tangga 15,27 %, komersia sebesar 5,09 %, transportasi sebesar 45,51 % dan lain-lain sebesar 2,34 % (Anonim,

2019). Nampak jelas dari data tersebut bahwa konsumsi terbesar berada pada sektor transportasi seiring dengan meningkatnya populasi penduduk Indonesia. Renstra Direktorat Minyak dan Gas Bumi untuk tahun 2015 s/d 2019 Kementerian ESDM menyatakan bahwa Industri minyak bumi Nasional sudah tua dan produksi minyak bumi mengalami penurunan rata-rata 12% pertahun (Kemen ESDM, 2015). Cadangan minyak bumi Indonesia saat ini tersedia 3,3 miliar barel

(Anonim, 2019b). Hal tersebut menyebabkan terjadinya krisis energi. Krisis tersebut terjadi karena masih diandalkannya energi fosil dalam penunahan kebutuhannya. Sifat energi fosil yang non renewable atau tidak dapat diperbaharui membuat keadaan menjadi sulit. Untuk mengatasi hal tersebut banyak peneliti berlomba-lomba menemukan sumber energi alternatif sebagai pengganti energi fosil.

Indonesia sebagai negara agraris mempunyai potensi besar dalam memanfaatkan limbah pertanian yang melimpah sebagai sumber energi alternatif. Limbah pertanian tersebut antara lain jerami padi, tongkol jagung, sabut kelapa, dll. Sejauh ini limbah-limbah tersebut hanya ditinggalkan diladang tanpa ada upaya khusus untuk menjadikannya lebih bermanfaat. Telah banyak penelitian mengenai pemanfaatan bahan organik maupun non-organik seperti : Serbuk kayu jati (Fatimah et al., 2005), kayu cemara (Rath et al., 2002), tyre wastes (Fernandez et al., 2009), rubber (Charpenay et al., -), Kayu Pelawan (Panagan et al., 2009). Pada penelitian ini bahan yang diteliti yaitu jerami padi. Saat ini jerami padi yang masih hijau hanya sebatas digunakan sebagai makanan ternak, sedangkan jerami padi yang kering oleh masyarakat akan dibakar begitu saja. Hal ini akan menghasilkan polutan (CO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>) yang dapat merusak lingkungan dan penyumbang gas rumah kaca[9]. Walaupun jerami hijau banyak dimanfaatkan sebagai pakan ternak, kenyataannya keberadaannya masih sangatlah berlimpah, sehingga masih banyak jerami padi yang oleh petani dibiarkan terbelakalai di ladang untuk kemudian dibakar begitu saja. Hal tersebut memicu pikiran kreatif inovatif untuk membuatnya menjadi lebih bermanfaat bagi masyarakat selain sebagai pakan ternak. Padi merupakan tanaman yang secara periodik ditanam masyarakat dan terus berulang. Sehingga keberadaan jerami padi hampir setiap saat ada di Indonesia. Dengan proses pirolisis sampah pertanian organik seperti jerami padi yang merupakan biomassa dapat diolah menjadi tar atau bio-oil yang lebih berguna dan dapat mengatasi permasalahan krisis energi yang terjadi.

Pirolisis merupakan proses dekomposisi termal bahan organik pada temperature sekitar 350-550 °C tanpa oksigen (Cahyono, 2013). Peminimalan oksigen dapat dilakukan dengan mengalirkan nitrogen pada tabung pemanas, sehingga oksigen dalam tabung dapat diminimalisir. Dalam proses pirolisis, ukuran partikel sampah diperkecil untuk mempermudah reaksi didalam tabung pemanas. Alat pirolisis dipanaskan pada suhu tertentu dalam selang waktu tertentu. Setelah dipanaskan, proses pirolisis akan menghasilkan produk yang berupa padatan (bio-coal), cair (bio-oil) dan gas

(*synsgas*) (Cahyono, 2013) yang memiliki nilai kalor sehingga dapat digunakan sebagai sumber alternatif bahan bakar. Melalui proses pirolisis ini selain didapatkan bahan bakar alternatif juga berkontribusi dalam mengurangi volume sampah organik. Terdapat banyak parameter yang mempengaruhi bio-oil hasil pirolisis sampah organik. Parameter-parameter tersebut diantaranya adalah temperatur, waktu reaksi, ukuran partikel, kadar air, laju reaksi dan tekanan dalam alat pirolisis.

Bio-oil atau tar biomassa yang di cadang-cadang akan dijadikan sumber energi alternatif pengganti energi bahan bakar minyak yang non-renewable harus memiliki karakter yang mirip dengan karakter bahan bakar yang sudah ada untuk dapat digunakan. Karakter-karakter atau parameter yang menentukan kualitas serta tingkat kelayakan bio-oil yang dijadikan sebagai pengganti bahan bakar minyak tersebut antara lain adalah densitas/massa jenis, viskositas, titik tuang, titik nyala dan nilai kalor.

Melihat kondisi serta ketersediaan bahan baku biomassa jerami padi yang melimpah, pada penelitian ini penulis ingin menyelidiki pengaruh temperatur pemanasan terhadap banyaknya char dan tar atau bi-oil hasil pirolisis serta kualitas bio-oil atau tar yang dihasilkan dengan menghitung nilai densitas, viskositas, dan volume tar nya.

## STUDI PUSTAKA

### Biomassa

Biomassa terbentuk dari makhluk hidup dalam waktu yang singkat. Tidak seperti minyak bumi yang membutuhkan waktu berjuta-juta tahun untuk dapat terbentuk menjadi bahan bakar minyak mentah. Biomassa memiliki kandungan-kandungan yang dapat dirubah menjadi energi melewati tahapan atau proses tertentu. Berbeda dengan minyak bumi yang memiliki bentuk gas dan cair, biomassa berbentuk padatan sehingga sulit untuk ditransportasikan. Proses tertentu yang dapat merubah biomasa menjadi suatu bentuk energi alternatif yaitu proses pirolisis (Cahyono, 2013)

### Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan tanaman semusim yang memiliki tinggi tanaman antara 1 sampai 1,5 cm, daun berbentuk pita dan berpelelepah yang tumbuh pada tiap buku batang. Anakan padi tumbuh dari tunas yang berasal pada tiap-tiap buku batang dan mampu tumbuh sampai 40-50 batang anakan (Soemartono dan Haryono, 1972) Berdasarkan tempat tanamnya padi dibedakan menjadi enam yaitu padi sawah, padi gogo, padi gogo rancah, padi pasang surut, padi lebak dan padi apung. Padi sawah merupakan padi yang ditanam diareal tanah yang mampu menjaga genangan air pada periode tertentu dalam

pertumbuhannya (AAK, 1992). Biomassa jerami padi adalah bagian batang dan tangkai tanaman padi setelah dipanen butir-butir buahnya (Komar, 1984). Jerami padi mengandung 37,71% selulosa, 21,99% hemiselulosa, dan 16,62% lignin (Dewi, 2002).

**Proses Gasifikasi**

Gasifikasi adalah suatu proses konversi bahan bakar padat menjadi gas mampu bakar (CO, CH<sub>4</sub>, dan H<sub>2</sub>) melalui proses pembakaran dengan suplai udara terbatas (20% - 40% udara stoikiometri). Proses gasifikasi merupakan suatu proses kimia untuk mengubah material yang mengandung karbon menjadi gas mampu bakar. Berdasarkan definisi tersebut, maka bahan bakar yang digunakan untuk proses gasifikasi menggunakan material yang mengandung hidrokarbon seperti batubara, petcoke (petroleum coke), dan biomassa. Bahan baku untuk proses gasifikasi dapat berupa limbah biomassa, yaitu potongan kayu, tempurung kelapa, sekam padi maupun limbah pertanian lainnya. Gas hasil gasifikasi ini dapat digunakan untuk berbagai keperluan sebagai sumber bahan bakar, seperti untuk menjalankan mesin pembakaran, digunakan untuk memasak sebagai bahan bakar kompor, ataupun digunakan sebagai bahan bakar pembangkit listrik sederhana. Melalui gasifikasi, kita dapat mengkonversi hampir semua bahan organik kering menjadi bahan bakar, sehingga dapat menggantikan bahan bakar fosil sebagai sumber bahan bakar.

Ada empat tahapan dalam proses gasifikasi yaitu pengeringan, pirolisis, reduksi dan oksidasi dengan rentang temperatur masing-masing proses, yaitu:

1. Pengeringan:  $T < 150\text{ }^{\circ}\text{C}$
2. Pirolisis/Devolatilisasi:  $150 < T < 700\text{ }^{\circ}\text{C}$
3. Reduksi:  $800 < T < 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$
4. Oksidasi:  $700 < T < 1500\text{ }^{\circ}\text{C}$

**Proses Pirolisis**

Pirolisis berasal dari dua kata yaitu pyro yang berarti panas dan lysis yang berarti degradasi atau penguraian, sehingga pirolisis berarti penguraian biomassa karena suhu lebih dari 150° C (Hermayana, 2017). Menurut sumber lain, Pirolisis adalah proses dekomposisi termokimia dari material organik, yang berlangsung tanpa udara atau oksigen. Menurut Basu (2010), pirolisis biomassa umumnya berlangsung pada rentang temperatur 300°C sampai dengan 600°C. Produk dari proses pirolisis ini tergantung dari beberapa faktor diantaranya temperatur pirolisis dan laju pemanasan. Secara umum produk pirolisis dapat diklasifikasi menjadi tiga jenis yaitu :

- Produk padat : berupa residu padat yang kaya kandungan karbon (char)
- Produk cair : berupa (tar, hidrokarbon, dan air)
- Produk gas (CO, H<sub>2</sub>O, CO<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, C<sub>2</sub>H<sub>6</sub>, C<sub>6</sub>H<sub>6</sub> dll).

Tabel 1. Macam – Macam Pirolisis [18].

pyrolysis process	heating velocity [°C/s]	residence time [s]	main product(s)
slow	<< 1	300 – 1800	char gas, oil, char
fast	500 – 100000	0.5 – 5	oil
flash	> 10 <sup>3</sup>	< 1 < 1 < 0.5	oil gas gas

**Tar**

Tar merupakan salah satu produk dari proses pirolisis yang berupa liquid. Tar dihasilkan dari uap yang dikondensasikan sehingga terjadi perubahan fase dari uap menjadi cair. Pada dasarnya tar mengandung air dan juga mengandung char yang ikut terbawa selama proses pirolisis, dan char yang terkandung tergantung dari alat masing-masing. Nama lain dari tar adalah bio-oil, pyrolysis oil, bio-crude oil, wood oil, wood liquids dan liquid smoke. Tar terbentuk dari depolimerisasi dari selulosa, hemiselulosa dan lignin. Komposisi kimia yang ada pada tar yaitu formaldehid, asam asetat, fenol, dan anhydrosugar.

Kualitas dari tar ini dapat dilihat dari berat minyak yang dihasilkan dan nilai kalor yang dimiliki oleh tar. Semakin berat massa tar maka semakin baik kualitas dari tar. Selain itu semakin tinggi nilai kalor yang dimiliki tar maka semakin baik pula kualitas dari ini. Air di dalam tar ini merupakan akibat dari uap air yang ikut terkondensasi sehingga ikut terjebak dengan tar. Tar memiliki fungsi untuk pembakaran, bahan bakar mesin diesel dan Combustion Turbines.

**Char**

Char adalah bahan padat yang tersisa setelah gas ringan dan tar telah dikeluarkan atau dilepaskan dari bahan karbon selama tahap awal pembakaran, yang dikenal sebagai karbonisasi, pengadukan, devolatilisasi atau pirolisis. Char mempunyai komposisi yang berbeda-beda tergantung bahan baku yang digunakan. Menurut Mullen (2010) komposisi utama dari char adalah karbon (85%), oksigen, dan hidrogen. Tidak seperti bahan bakar yang berasal dari fosil, bio-char mengandung bahan inorganik berupa abu. LHV dari bio-char sekitar 32 MJ/kg. Nilai LHV lebih tinggi daripada asap cair maupun biomassa (Basu, 2010). Char dapat di manfaatkan menjadi sebuah karbon aktif yang berupa bahan bakar padat yang dapat di gunakan untuk industri metalurgi, sebagai bahan bakar yang dapat untuk

memasak atau memanggang. Cara penggunaan char atau arang ini dapat digunakan secara langsung tanpa harus melalui densifikasi.

**Parameter Proses Pirolisis**

Material ligneselulosa yang mengalami proses pirolisis akan berubah sifat fisik dan sifat kimianya. Perubahan ini ditentukan oleh berbagai parameter proses yang terlibat. Parameter tersebut meliputi temperatur operasi, laju pemanasan, waktu tinggal material, kehadiran oksigen, kadar air, ukuran partikel material dan tekanan [20].

**Senyawa Pembentuk Bio-oil**

Senyawa yang terbentuk didalam bio-oil pada umumnya terbentuk atas ikatan carbon (C) dan hydrogen (H), dan terbentuk dari ribuan senyawa hidrokarbon yang berbeda di dalam bahan bakar cair. Senyawa hidrokarbon memiliki formula senyawa C<sub>x</sub>H<sub>y</sub> dimana x dan y merupakan angka yang menunjukkan bilangan nomor hidrokarbon. Contoh hidrokarbon yang memiliki angka terkecil yaitu gas metan (CH<sub>4</sub>) yang merupakan ikatan hidrokarbon dari gas alam. Pengelompokkan jenis bahan bakar ditentukan dari nomor carbon (C) yang terkandung didalam senyawa hidrokarbon. Pada tabel 2 menunjukkan perkiraan rentang hidrokarbon dan boiling point pada bahan bakar alam. Boiling point akan menentukan temperatur perubahan fasa pada saat proses kondensasi. Pada boiling point rendah akan menghasilkan produk dengan ikatan hidrokarbon rendah, contoh seperti light gases. Sedangkan pada boiling point yang lebih tinggi akan menghasilkan ikatan hidrokarbon yang lebih berat, contoh seperti heavy gas oil dan aspal.

**Unjuk Kerja Proses Pirolisis**

Pengaruh temperature terhadap cahr dan tar hasil pirolisis diuji dengan menghitung parameter-parameter di bawah ini :

**a. Densitas atau Massa Jenis**

Densitas merupakan kerapatan suatu cairan atau perbandingan antara massa cairan dan volume cairan. Berat jenis minyak adalah perbandingan antara rapat minyak pada suhu tertentu. Densitas dirumuskan :

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

dengan :

- $\rho = \text{massa jenis (kg/m}^3\text{)}$
- $m = \text{massa (kg)}$
- $v = \text{volume (m}^3\text{)}$

**b. Viskositas**

Viskositas merupakan suatu angka yang menyatakan besarnya hambatan dari suatu jenis zat cair untuk mengalir atau ukuran dari besarnya tahanan geser cairan. Viskositas dirumuskan seperti persamaan 2 di bawah ini :

$$\mu_x = \frac{t_x \rho_x}{t_a \rho_a} \mu_a, \dots\dots\dots(2)$$

- dengan :
- $\mu_x = \text{viskositas cairan yang dicari (cP)}$
- $t_x = \text{waktu alir cairan (s)}$
- $\rho_x = \text{massa jenis cairan yang dicari (}\frac{g}{cc}\text{)}$
- $\mu_a = \text{viskositas aquades (cP)}$
- $t_a = \text{waktu alir aquades (s)}$
- $\rho_a = \text{massa jenis aquades (}\frac{g}{cc}\text{)}$

**3. Volume Tar**

Volume tar merupakan kapasitas tar yang dihasilkan dari proses pirolisis dalam kurun waktu yang sudah di tentukan.

**4. Massa Char**

Massa char merupakan banyaknya char yang dihasilkan dalam setiap proses pirolisis.

Tabel 2 menunjukkan nilai densitas serta viskositas bahan bakar minyak premium dan solar sebagai pembanding kualitas bio-oil hasil penelitian.

Tabel 2. Parameter kualitas bio-oil atau tar

Parameter	Bensin	Solar
Densitas	710 sampai 770 kg/m <sup>3</sup>	815 sampai 870 kg/m <sup>3</sup>
Viskositas	0,70cP	0,930 cP

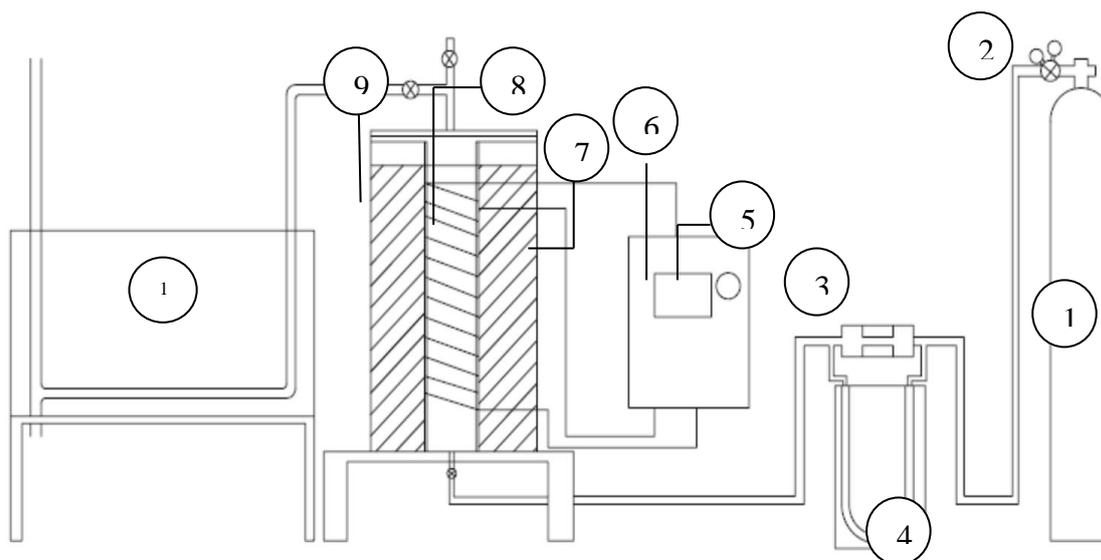
**METODE**

**1. Bahan Penelitian**

Bahan baku penelitian ini adalah sampah organik berupa jerami kering yang didapatkan dari lokasi Dusun Tawang Sari Desa Semowo Kecamatan Pabelan Kabupaten Semarang. Bahan baku tersebut dikeringkan sampai kadar air 2 %. Setelah itu bahan dicacah sampai ukuran maksimal 1 cm dalam sekali pengambilan data pirolisi digunakan bahan baku jerami sebanyak 200 gram. Selain jerami dalam proses pirolisis ini juga digunakan gas N<sub>2</sub> yang digunakan untuk mereduksi kandungan O<sub>2</sub>.

**2. Instalasi Alat Pirolisis**

Instalasi alat pirolisi yang digunakan adalah sesuai dengan gambar 1.



Gambar 1. Instalasi Penelitian

Keterangan :

1. Tabung Gas N<sub>2</sub>
2. Pressure Gauge
3. Orifice
4. Manometer U
5. Potensiometer
6. Thermocontrol Cawan (wadah spesimen)
7. Thermocouple
8. Heater
9. Isolator
10. Bak pendinginan

### 3. Prosedur Penelitian

#### Tahap Persiapan Bahan

Jerami dikeringkan sampai kadar airnya mencapai 2%. Setelah tingkat kadar air jerami mencapai yang ditargetkan, jerami dicacah dengan ukuran 0.5cm-1cm. Kemudian, dilakukan penimbangan jerami dengan massa 200 gram untuk kemudian ditampung ke dalam gelas beker dan dimasukkan ke alat piroliser.

#### Proses Pirolisis

Setelah gelas beker terisi dengan jerami yang telah dicacah, gelas beker dimasukkan ke dalam ruang pemanas piroliser dan kemudian ditutup. Kemudian katup N<sub>2</sub> dibuka sehingga gas N<sub>2</sub> dapat mengalir menuju ruang pemanas sampai kadar O<sub>2</sub> dalam ruang pemanas mencapai  $\pm 2$  % dari volume ruang pemanas. Setelah itu thermocontrol diatur pada suhu yaitu 250 °C. Setelah itu piroliser dinyalakan dan katup keluar piroliser dibuka agar gas O<sub>2</sub> hilang dari ruang pemanas. Setelah waktu yang sudah ditentukan piroliser dimatikan dan padatan hasil pirolisi dikeluarkan dan tar yang sudah terbentuk ditampung dalam gelas ukur. Percobaan tersebut diulangi untuk variasi suhu selanjutnya yaitu: 350, 450 dan 550°C.

#### Pengujian kualitas tar/ bio-oil

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui kualitas bio-oil atau tar yang dihasilkan dalam proses pirolisis. Untuk mengetahui kualitas tar yang dihasilkan dilakukan pengujian terhadap beberapa parameter-parameter seperti densitas, viskositas, titik tuang, titik nyala dan nilai kalor tar.

#### Pengujian Nilai Densitas Tar

Gelas bersekala kosong ditimbang, kemudian cairan dimasukkan kedalam gelas tersebut, gelas bersekala yang sudah berisi cairan ditimbang ulang, kemudian berat dari cairan di bagi volume, maka didapatkan massa jenis dari cairan tersebut.

#### Pengujian Nilai Viskositas Tar

Pada viscometer Ostwald yang diukur adalah waktu yang dibutuhkan oleh sejumlah cairan tertentu untuk mengalir melalui pipa kapiler dengan gaya yang disebabkan oleh berat cairan itu sendiri. Sejumlah cairan dipipet kedalam viscometer. Cairan kemudian dihisap melalui labu pengukur dari viscometer sampai permukaan cairan lebih tinggi dari batas a, cairan kemudian dibiarkan turun ketika permukaan cairan turun melewati batas a, stopwatch mulai dinyalakan dan ketika cairan melewati tanda batas b, stopwatch dimatikan. Jadi waktu yang dibutuhkan cairan untuk melalui jarak antara a dan b dapat ditentukan.

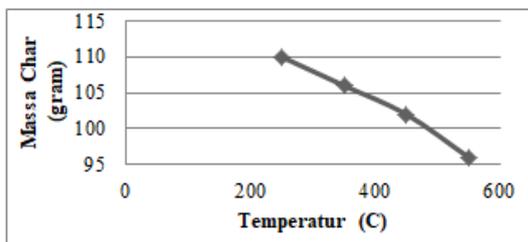
#### Pengujian volume Tar

Pengujian Volume tar dilakukan dengan cara menghitung jumlah tar yang dihasilkan dalam proses pirolisis dalam kurun waktu sampai 3 jam.

### Pengujian massa Char

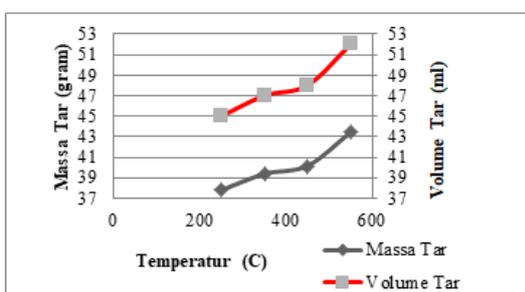
Pengujian massa Char dilakukan dengan cara menghitung massa char yang dihasilkan dalam proses pirolisis dalam kurun waktu 3 jam.

### HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 2. Grafik pengaruh temperatur pirolisis terhadap perubahan massa char

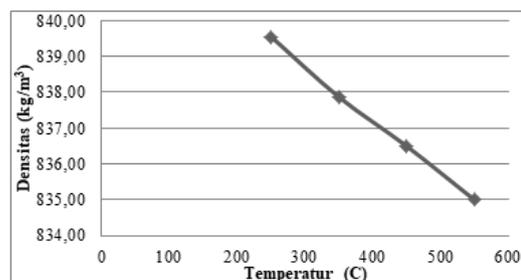
Char merupakan bahan berbentuk padatan yang mengandung sampai 85 % karbon sedang sisanya adalah oksigen dan hidrogen. Pemanfaatan char dapat digunakan sebagai bahan bakar dalam industri metalurgi. Massa char dihitung dengan menimbang char hasil proses pirolisis selama selang waktu pemanasan yang telah ditentukan. Gambar 2 merupakan grafik pengaruh temperatur terhadap massa char hasil proses pirolisis untuk empat variasi temperatur pemanasan. Terlihat bahwa massa char yang dihasilkan menurun saat temperatur pemanasan dinaikkan. Hal tersebut disebabkan karena terjadinya dekomposisi biomassa yang semakin terdekomposisi terus menerus seiring dengan peningkatan temperature. Massa char untuk temperatur 250oC adalah 110 gram, temperatur 350oC 106 gram, temperatur 450oC adalah 102 gram dan temperatur 550oC adalah 96 gram. Pada temperatur 550oC proses dekomposisi jerami padi terlihat semakin baik dan dibuktikan dengan semakin sedikitnya padatan yaitu sebesar 48%.



Gambar 3. Grafik pengaruh temperatur pirolisis terhadap perubahan massa dan volume tar

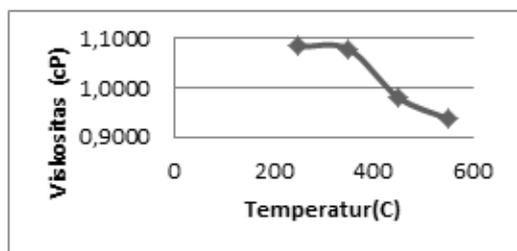
Tar merupakan bahan berbentuk cairan yang dihasilkan dalam proses pirolisis. Selama selang waktu yang ditentukan tar di tampung dalam gelas ukur untuk kemudian diukur volumenya dan kemudian ditimbang massanya menggunakan timbangan digital. Gambar 3

menunjukkan pengaruh temperatur pemanasan pada proses pirolisis terhadap massa serta volume yang dihasilkan selama proses pirolisis. Terlihat dari Gambar 10 bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka massa serta volume tar yang dihasilkan semakin meningkat. Hal tersebut disebabkan karena bertambahnya jumlah senyawa-senyawa tar yang dibebaskan dari dekomposisi jerami padi seiring dengan peningkatan temperature. Massa Tar untuk temperatur 250oC adalah 37,78 gram, temperatur 350oC adalah 39,38 gram, temperatur 450oC adalah 40,15 gram dan temperatur 550oC adalah 43,42 gram. Sedangkan volume tar untuk temperatur 250oC adalah 45 ml, temperatur 350oC adalah 47 ml, temperatur 450oC adalah 48 ml dan temperatur 550oC adalah 52 ml. Massa tar terbesar didapatkan pada saat temperatur pemanasan 550oC. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka kualitas tar pirolisis semakin baik.



Gambar 4. Grafik pengaruh temperatur pemanasan terhadap perubahan densitas tar

Dari Gambar 4 terlihat bahwa tingkat densitas atau massa jenis tar menurun saat temperatur pemanasan pada proses pirolisis dinaikkan. Hal tersebut disebabkan karena peningkatan massa tar-nya lebih kecil dibandingkan dengan peningkatan volumenya. Densitas tar untuk temperatur 250°C adalah 839,6  $kg/m^3$ , temperatur 350°C adalah 837,9  $kg/m^3$ , temperatur 450°C adalah 836,5  $kg/m^3$  dan temperatur 550°C adalah 835,0  $kg/m^3$ . Dari data tersebut nampak bahwa perubahan temperatur pemanasan tidak memberi pengaruh yang terlalu besar terhadap perubahan densitas tar. Rata-rata densitas tar yang dihasilkan adalah 837,2  $kg/m^3$ . Nilai densitas tersebut mendekati nilai densitas bahan bakar fosil (solar) yaitu 815 sampai 870  $kg/m^3$  seperti disebutkan pada tabel 2. Hal tersebut menunjukkan bahwa tar hasil pirolisis jerami padi memenuhi kualitas bahan bakar fosil dari segi densitasnya.



Gambar 5. Grafik pengaruh temperatur pemanasan terhadap perubahan viskositas tar

Dari Gambar 5 terlihat bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan dalam proses pirolisis maka semakin rendah nilai viskositasnya. Hal tersebut disebabkan karena semakin tinggi temperatur maka volume tar yang dihasilkan meningkat seperti yang terlihat dari Gambar 3. Selain itu penurunan nilai viskositas tersebut juga disebabkan karena semakin tinggi temperature akan menghasilkan rantai karbon yang makin sederhana sehingga akan menghasilkan nilai viskositas yang semakin rendah.

Dari grafik terlihat bahwa nilai viskositas tar untuk temperatur 250°C adalah 1,080 cP, temperatur 350°C adalah 1,0787 cP, temperatur 450°C adalah 0,9809 cP dan temperatur 550°C adalah 0,9374 cP. Dari data tersebut didapatkan rata-rata nilai viskositas tar jerami padi yaitu 1,0203 cP. Nilai viskositas tar hasil pirolisis tersebut lebih besar dibandingkan dengan viskositas aquades sehingga tar yang dihasilkan lebih kental jika dibandingkan dengan aquades. mendekati nilai sebenarnya dari viskositas bahan bakar solar yang telah ada yaitu 0,930 cP seperti ditunjukkan oleh tabel 2. hal tersebut menunjukkan bahwa tar hasil proses pirolisis jerami padi ini memenuhi syarat dari segi nilai viskositas untuk digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil yang mulai kritis ketersediannya.

## KESIMPULAN

Pengaruh variasi temperature terhadap kualitas char dan tar hasil proses pirolisis jerami padi telah diteliti. Ditemukan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan proses pirolisis maka massa char atau padatan arang yang didapatkan semakin sedikit berbanding terbalik dengan massa serta volume tar yang justru semakin meningkat saat suhu dinaikkan.

Densitas tar dihitung dengan membandingkan massa dengan volume tar hasil tiap proses pirolisis. Diperoleh hasil yakni semakin tinggi temperatur pemanasan proses pirolisis maka densitas tar yang dihasilkan semakin besar. Hal tersebut dikarenakan kenaikan massa tar serta kenaikan temperature lebih besar jika dibandingkan dengan penambahan volumenya. Namun, perubahan densitas tar akibat perbedaan temperatur tidak terlalu besar

sehingga temperatur pemanasan kurang berpengaruh terhadap nilai densitas tar. Densitas tar hasil percobaan memiliki nilai rata-rata 837,2  $kg/m^3$ . Hasil tersebut mendekati nilai densitas solar yaitu 815 sampai 870  $kg/m^3$ .

Selain itu, dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur pemanasan maka nilai viskositas tar hasil penelitian semakin kecil. Viskositas rata-rata tar hasil percobaan adalah 1,0230 cP. Nilai viskositas tersebut lebih besar dibandingkan dengan viskositas aquades sehingga tar yang dihasilkan lebih kental jika dibandingkan dengan aquades dan mendekati nilai sebenarnya dari viskositas bahan bakar solar yang telah ada yaitu 0,930 cP seperti ditunjukkan oleh tabel 2. hal tersebut menunjukkan bahwa tar hasil proses pirolisis jerami padi ini memenuhi syarat dari segi nilai viskositas untuk digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil yang mulai kritis ketersediannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basu, Prabir. 2010. Biomass Gasification and Pyrolysis: Practical Design and Theory. Academic Press. Elsevier
- Bridgeman, T.G. 2008. Torrefaction of reed canary grass, wheat straw and willow to enhance solid fuel qualities and combustion properties. Energy & Resources Research Institute, School of Process, Environmental and Materials Engineering, University of Leeds. Leeds LS2 9JT. UK
- Cahyono. M Sigit. 2013. Pengaruh Jenis Bahan Pada Proses Pirolisis Sampah Organik menjadi Bio-Oil sebagai Sumber Energi Terbarukan. Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan. Volume 5, Nomor 2 Juni 2013 Hal 67-76.
- Charpenay, Sylvie., et., al. Pyrolysis Kinetik of Waste Tire Constituents: Extender Oil, Natural Rubber, and Styrene-Butadiene Rubber. Advanced Fuel Research, Inc., 87 Church Street, East Hartford, CT 06108-3742.
- Ciolkosz, Daniel. 2011. A review of torrefaction for bioenergy feedstock production. Society of Chemical Industry and John Wiley & Sons, Ltd
- Dewi. 2002. Hidrolisis Limbah Hasil Pertanian Secara Enzimatis. Akta Agrosia. No. 2, Vol. 5, 67 – 71.
- Fatimah, Is., et., al, 2005. Identifikasi Hasil Pirolisis Serbuk Kayu Jati Menggunakan Principal Component Analysis. Jurnal Ilmu Dasar Vol. 6 No. 1, 2005: 41-47.
- Fernandez., et., al. 2009. Pyrolysis of Tyre Waste. 1st Spanish National of Conference on Advances in Materials Recycling and Eco-Energy Madrid 12-13 November 2009.
- Hermayana, R.F.S., 2017, Pirolisis

Campuran Bagas Tebu Dan Minyak Biji Karet Dengan Perbandingan Reaktan Yang Berbeda Menjadi Bahan Bakar Cair Menggunakan Zeolit-A Berbasis Silika Sekam Padi Sebagai Katalis, Skripsi, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

<https://bisnis.tempo.co/read/1182428/pertamina-2030-indonesia-akan-kehabisan-cadangan-minyak-bumi>. Diakses 18 April 2019b

<https://www.kompasiana.com/cakmat/599aefc15af02c183e6ca1d2/cadangan-energi-indonesia-menipis-saatnya-melek-energi-terbarukan>. Di akses 18 April 2019

Karlsson, Josefine. 2013. Evaluation of Torrefaction Pilot Plant in Klintehamn, Gotland. Department of Chemical Engineering, Lund University, Sweden

Kazimierski, Kardas. 2017. Influence of Temperature on Composition of Wood Pyrolysis Products. *DRVNA INDUSTRIJA* 68 (4) 307-313 (2017)

Kehinde M. Adeleke, Olukunle E. Itabiyi dan Olutosin O. Ilori. 2018. Temperature effect on the product yield from pyrolysis of cassava peels. *International Journal of Scientific & Engineering Research*, Volume 9, Issue 4, April-2018 953 ISSN 2229-5518

Komar, A. 1984 *Teknologi Pengolahan Jerami Padi Sebagai Pakan Ternak*. Bandung: Dian Grahitaa..

L.Aguiar, F. Marquez-Montesinos, A. Gonzalo, J.L. Sanchez dan J. Arauzo. 2008. Influence of temperature and particle size on fixed bed pyrolysis of orange peel residues. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis* Volume 3, Issue 1. September 2008, Pages 124-130.

Luo, Siyi, et al. 2010. Influence of particle size on pyrolysis and gasification performance of municipal solid waste in a fixed bed reactor. *Bioresource Technology*, V. 101, P. 6517–6520

Ohliger, Andreas, et all. 2012. Torrefaction of beechwood: A parametric study including heat of reaction and grindability. *Fuel Journal*

Panagan., et., al. 2009. Uji Daya Hambat Asap Cair Hasil Pirolisis Kayu Pelawan (*Tristania Albavata*) Terhadap Bakter *Echerichia Coli*. *Jurnal Penelitian Sains Edisi Khusus Desember*

2009.

Park, J., Kim, P., Jang, J., Wang, Z., Hwang, B., Devries, K., 2008. Interfacial evaluation and durability of modified Jute fibers/polypropylene (PP) composites using micromechanical test and acoustic emission. *Compos. Part B Eng.* 39, 1042–1061.

Pious O. Okekunle, Temitayo O. Akogun, Gideon O. Alagbe dan Moses A. Osinuga. 2015. Experimental Investigation of the Effect of Reactor Temperature on Soft and Hardwood Pyrolysis Characteristics in Fixed-Bed Reactor. *Journal of Natural Sciences Research* www.iiste.org ISSN 2224-3186 (Paper) ISSN 2225-0921 (Online) Vol.5, No.10, 2015

Pipat Pichestapong, Uthaiwan Incharean, Panchika Prapakornrattana dan Kanin Charoen. 2013. Effect of Temperature on Product Yield from the Pyrolysis of Soybean Cake in an Auger Reactor. Conference Paper (PDF Available) · October 2013. Conference: The 3rd TIChE International Conference 2013, At Khon Kaen University, Thailand, October 17-18, 2013, Volume: 1.

Pratiwi. Rimadani, Driyanti Rahayu, Melisa I. Barliana. 2016. Pemanfaatan Selulosa dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) sebagai Bahan Bioplastik. *Jurnal. IJPST* Volume 3, Nomor 3, Oktober 2016

Rath, J., et., al. 2002. Heat of Wood Pyrolysis. *Fuel* 82 (2003) 81-91 Elsevier.

Rencana Strategis Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral 2015-2019. Direktorat Jendral Minyak dan Gas Bumi.

Siswani, E.D, Susila Kristianingrum, Suwardi. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Pada Berbagai Waktu Dan Suhu. Seminar Nasional MIPA FMIPA UNY 2012.

Sridhar, G., et all. 2007. Torrefaction of Bamboo. 15th European Biomass Conference & Exhibition. Berlin Germany

Tumuluru, J. S., et al. 2011. Review on Biomass Torrefaction Process and Product properties and Design of Moving Bed Torrefaction System Model Development. ASABE Annual International Meeting, Louisville. Kentucky