

## UJI KARAKTERISTIK MINYAK PIROLISIS BERBAHAN BAKU LIMBAH PLASTIK *POLYPROPYLENE*

**Faiqul Faiz Dzaky Hidayat**

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [faiqulhidayat16050754064@mhs.unesa.ac.id](mailto:faiqulhidayat16050754064@mhs.unesa.ac.id)

**Indra Herlamba Siregar**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

Email: [indrasiregar@unesa.ac.id](mailto:indrasiregar@unesa.ac.id)

### Abstrak

Banyaknya penggunaan plastik yang tidak disertai dengan kemampuan mendaur ulang mengakibatkan bertambahnya jumlah plastik dimuka bumi. Plastik memiliki sifat *non-biodegradeable*. Salah satu metode yang aman adalah pirolisis yang merupakan metode ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah selama proses berlangsung. Metode ini juga dapat mereduksi sampah hingga 90%. Pirolisis menghasilkan produk berupa arang (*char*), Minyak, dan gas. *Bio-oil* yang didapat dari pirolisis dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar *fossil*. Tujuan penelitian ini yaitu menganalisa karakteristik minyak hasil pirolisis plastik *polypropylene*, pengaruh temperatur reaktor terhadap karakteristik minyak pirolisis, dan membandingkan karakteristik minyak dengan bahan bakar lainya yang meliputi: densitas, viskostas, nilai kalor, *flash point*, dan *cetane number*. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan analisis data kualitatif deskriptif yaitu dengan memvariasikan reaktor pada temperatur 350°C, 400°C, dan 450°C untuk mengetahui karakteristik dari minyak pirolisis yaitu: densitas, viskositas, *flash point*, nilai kalor, dan cetane number. Karakteristik minyak pirolisis terbaik yang didapat meliputi densitas pada temperatur reaktor 400°C yaitu 0,813 kg/l. Viskositas dan nilai kalor pada temperatur reaktor 350°C yaitu 2,05 cst dan 12380,5 kkal/kg. Flash point dan *cetane number* pada temperatur reaktor 450°C yaitu 51,05°C dan 47,05. Temperatur reaktor sangat berpengaruh terhadap karakteristik minyak pirolisis. Dari hasil perbandingan dapat disimpulkan bahwa karakteristik minyak pirolisis PP mendekati karakteristik dari solar.

**Kata Kunci** : Pirolisis, Limba Plastik PP, Karakteristik Minyak Pirolisis, Bahan Bakar Alternatif.

### Abstract

*The number of plastic uses that are not accompanied by the ability to recycle has effect an increase the amount of plastic on earth. Plastics have non-biodegradable properties. One safe method is pyrolysis which is an eco-friendly method because it does not produce waste during the process. This method can also reduce waste by up to 90%. Pyrolysis produces products in the form of charcoal (char), oil, and gas. Bio-oil from pyrolysis can be used as a substitute for fossil fuels. The purpose of this study was to analyze the characteristics of oil produced by pyrolysis polypropylene plastic, the influence of reactor temperature on the characteristics of pyrolysis oil, and compare oil characteristics with Other fuels include: density, viscostas, heatvalue, flash point,and cetane number. This study uses experimental methods with descriptive qualitative data analysis, namely by applying reactors at temperatures of 350°C, 400°C, and 450°C to determine the characteristics of pyrolysis oil, namely: density, viscosity, flash point, heat value, and cetane number. The best pyrolysis oil characteristics obtain are density at reactor temperature of 400°C which is 0.813 kg / l. Viscosity and heat values at reactor temperature 350°C which is 2.05 cst and 12380.5 kcal/kg. Flash points and cetane numbers at reactor temperatures of 450°C which is 51.05°C and 47.05. The temperature of the reactor affects the characteristics of pyrolysis oil. From the results of the comparison it can be concluded that the characteristics of PP pyrolysis oil are close to the characteristics of diesel.*

**Keywords** : Pyrolysis, PP plastic waste, Characteristics of Pyrolysis Oil, Alternative Fuels.

### PENDAHULUAN

Plastik adalah senyawa polimer kimia yang berfungsi sebagai bahan baku pembuatan produk oleh manusia dalam kehidupan sehari-hari, yang dimanfaatkan untuk kemasan, kantong belanja, bahan baku peralatan rumah tangga, botol minuman, dan lain sebagainya. Banyaknya penggunaan plastik sekali pakai yang tidak disertai dengan kemampuan mendaur ulang akan

mengakibatkan bertambahnya jumlah sampah plastik di muka bumi. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), Jumlah sampah yang ada di Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun dimana 14% nya atau sebesar 8,96 juta ton merupakan sampah plastik (Katadata, 2019).

Plastik mempunyai sifat *non-biodegradeable* atau tidak bisa diuraikan oleh organisme pengurai di alam,

sehingga plastik membutuhkan proses yang sangat lama untuk terurai dengan sendirinya. Sampah plastik yang dibuang sembarangan dapat menyumbat saluran sungai dan drainase, sehingga sampah plastik sering disebut sebagai penyebab utama banjir yang terjadi di Indonesia. Selain itu, dalam pembuatan plastik dihasilkan gas buangan beracun ke udara. Hal ini tentunya akan menyebabkan polusi lingkungan baik di darat, laut, maupun udara.

Melihat banyaknya bahaya yang ditimbulkan akibat limbah plastik, maka sudah sepatutnya diperlukan usaha lain dalam mengatasi permasalahan tersebut. Terdapat beberapa metode untuk mengurangi sampah plastik, diantaranya insinerasi, *recycling*, dan pirolisis. Insinerasi merupakan teknologi pengolahan sampah yang melibatkan pembakaran bahan organik, metode ini memang dapat mengurangi jumlah sampah plastik namun plastik yang dibakar akan menghasilkan gas Hidrogen Sulfida yang dapat menjadi racun bagi lingkungan. Pengolahan lainnya adalah dengan *recycling* atau mendaur ulang menjadi bahan plastik yang baru, namun proses daur ulang ini hanya akan merubah sampah plastik menjadi bentuk yang baru bukan untuk menanggulangi banyaknya sampah plastik. Metode lain dalam mengolah sampah plastik yaitu pirolisis, pirolisis adalah proses degradasi *thermal* biomassa oleh panas tanpa adanya oksigen yang menghasilkan produk berupa arang, bahan bakar minyak dan gas (Demirbaş & Arin, 2002). Dengan kata lain, pirolisis merupakan metode pengolahan sampah plastik menjadi bahan bakar alternatif.

Pirolisis berasal dari Bahasa Yunani "*phy*" artinya api dan "*lysis*" artinya memisahkan. Padatan mempunyai struktur seperti grafit. Padatan tersusun atas karbon murni pada temperature tinggi. Struktur ini juga bisa ditemukan pada membran *fuel cell*. Gas yang dihasilkan berupa CO<sub>x</sub>, NO<sub>x</sub>, H<sub>2</sub> dan alkana (Caglar & Aydinli, 2009). Pirolisis dikenal sebagai metode yang ramah lingkungan karena tidak menghasilkan limbah selama proses berlangsung (Abnisa et al., 2013). Metode pirolisis dapat mereduksi limbah plastik hingga 90% (Gabe, 2015). *Bio-oil* yang dihasilkan dari pirolisis biomassa dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil (Abnisa et al., 2013). Selain itu, menurut Kuryani (2017) metode pirolisis dapat memicu keinginan masyarakat untuk mendaur ulang sampah karena adanya *energy recovery* dari proses ini. *Energy recovery* yang didapat dari metode pirolisis yaitu produk gas, minyak, dan arang. Sehingga dapat dikatakan bahwa proses pirolisis plastik menjadi metode yang paling potensial untuk mengkonversi limbah plastik menjadi bahan kimia dan bahan bakar minyak yang berguna (Gabe, 2015).

Dengan mempertimbangkan banyaknya jumlah limbah plastik di Indonesia dan banyaknya manfaat pengolahan limbah plastik dengan metode pirolisis, maka diperlukan studi untuk mempelajari Uji Karakteristik Minyak Pirolisis Berbahan Baku Limbah Plastik Polypropylene sehingga dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar fosil.

## METODE

Metode yang digunakan adalah metode uji eksperimen (*experimental research*). Metode eksperimen merupakan metode untuk mencari adanya hubungan sebab akibat dari beberapa faktor yang saling berkaitan. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik minyak pirolisis limbah plastik. Hal yang diteliti meliputi sifat fisik dan kimia minyak pirolisis. Sifat fisik yang diteliti meliputi viskositas dan massa jenis, sedangkan sifat kimia yang diteliti adalah nilai kalor dan *flash point* dan *cetane number*. Penelitian dilakukan pada jenis plastik polypropylene (PP) yang dipirolisis pada reactor dengan suhu 350°C, 400°C, dan 450°C. Penelitian ini dilakukan pada kondisi dan peralatan yang telah disesuaikan.

### Tempat dan Waktu Penelitian

#### Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Fenomena Dasar Mesin. Gedung A8 lantai 4, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

#### Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan setelah proposal skripsi disidangkan dan disetujui hingga segala data dan analisa yang diperlukan terpenuhi.

### Variabel Penelitian

#### Variabel Bebas

Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian ini adalah variasi temperatur reaktor yang digunakan yaitu: 350°C, 400°C, dan 450°C

#### Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah sifat fisik dan kimia minyak pirolisis, diantaranya viskositas, massa jenis, nilai kalor, *flash point* dan bilangan oktan minyak pirolisis.

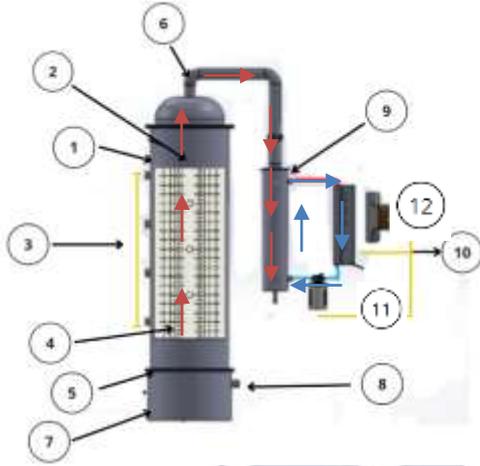
#### Variabel Kontrol

Variabel kontrol adalah variabel yang dikendalikan atau dibuat konstan sehingga pengaruh variabel independen terhadap dependen tidak dipengaruhi oleh faktor luar yang tidak diteliti. Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah:

- Bahan bakar yang digunakan adalah *Liquid Petroleum Gas* (LPG).
- Plastik yang digunakan dalam pengujian PP (*Polypropylene*).
- Proses pendinginan menggunakan kondensor kapasitas 4 liter air yang dilengkapi pendingin radiator 1 *ply* dengan cairan *coolant* dan arah aliran *counter flow*.

**Peralatan dan Instrumen Penelitian**

Dalam penelitian ini peralatan yang digunakan yaitu :

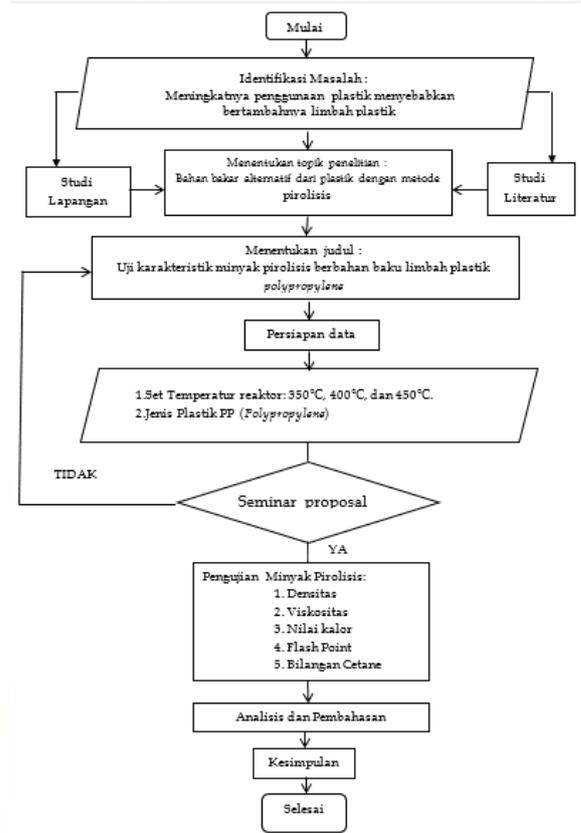


Gambar 1. Skema Proses Pirolisis

Keterangan :

1. Reaktor
2. Wadah plastik
3. Lubang termokopel
4. Pipa pemanas annular fin
5. Alas reaktor
6. Lubang outlet reaktor
7. Dudukan reaktor
8. Tungku LPG
9. Kondensor
10. Radiator
11. Pompa
12. Kipas

**Diagram Alir Penelitian**



Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

**Teknik Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan untuk memperoleh informasi yang dibutuhkan dalam rangka mencapai tujuan penelitian. Data yang dikumpulkan ditentukan oleh variabel-variabel yang telah dijelaskan sebelumnya. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengukur atau menguji obyek yang diteliti dan mencatat hasil tersebut.

**Teknik Analisa Data**

Analisa data adalah suatu metode atau cara untuk mengolah sebuah data menjadi informasi yang dapat dipahami digunakan untuk memberi solusi atas suatu permasalahan. Pada eksperimen teknik analisa data yang digunakan adalah dengan menggunakan metode analisis data kualitatif deskriptif.

Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data dengan alat ukur yang kemudian dimasukkan ke dalam tabel, dihitung secara teoritis lalu disajikan dalam bentuk grafik agar lebih mudah dipahami. Hal ini dilaksanakan untuk memberi informasi mengenai kinerja alat yang paling optimal, hubungan antara variabel-variabel dan fenomena-fenomena yang terjadi dalam penelitian.

**Hasil dan Pembahasan**

## Hasil Penelitian

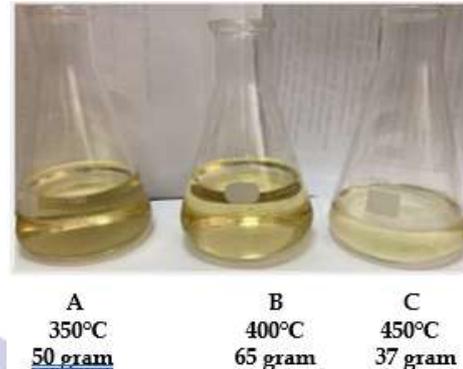
Berdasarkan serangkaian proses pengambilan data yang telah dilakukan, Sampel yang berupa minyak pirolisis berbahan baku plastik *polypropylene* kemudian di analisa karakteristiknya di laboratorium penelitian dan konsultasi industri ketintang Surabaya. Adapun hasil analisa karakteristik yang didapat disajikan dalam tabel berikut ini:

Tabel 1. Hasil Pengumpulan Data dan Pengujian Minyak Pirolisis

No	Properties	Variasi Temperatur Reaktor		
		350°C	400°C	450°C
1	Massa Plastik (gram)	1200	1200	1200
2	Massa Minyak (gram)	50	65	37
3	Densitas (kg/l)	0,805	0,813	0,882
4	Viskositas (Cst)	2,05	2,16	2,28
5	Nilai Kalor (kcal/kg)	12380,5	12050,3	11480,6
6	Flash Point (°C)	46,5	48,1	51,05
7	Bilangan Cetane	44,80	46,85	47,05

Pengambilan data dilakukan dengan bahan baku yaitu plastik jenis *polypropylene* dimana setiap variasi temperatur pengujian massa plastik yang digunakan 1200 gram. Adapun massa minyak pirolisis yang dihasilkan dari setiap variasi temperature yaitu 50 gram pada temperatur reaktor 350°C, 65 gram pada temperatur reaktor 400°C, dan 37 gram pada temperatur reaktor 450°C. Masa Minyak yang didapat pada penelitian ini menggunakan radiator pada kondensor dengan variasi 70% coolant dan 30% air (purwanto, 2021) dan dipengaruhi oleh penambahan pipa pemanas dengan *anullar fin* pada reaktornya (Gaol, 2021). Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh ahmad et al (2015) dimana rendemen produk cair yang dihasilkan meningkat dari 57,27% menjadi 69,82% (250°C ke 300°C) lalu hasil menurun menjadi 67,74% pada suhu 300°C ke 350°C dan menjadi 63,23% pada suhu 350°C ke 400°C, hal ini dikarenakan pembentukan ulang (rekombinasi) dari produk perengkahan termal melalui *retrogressive reunion* (reaksi sekunder) yang mengarah pada pembentukan char. Hal lainnya bisa juga dikarenakan *polypropylene* merupakan poliolefin (gugus alkena) yang mudah terdegradasi karena struktur percabanganya dan proporsi karbon tersier yang lebih tinggi pada rantai *polypropylene* yang mengakibatkan pembelahan termal ikatan C-C sehingga, pada saat temperatur reaktor yang tinggi (>300°C) terbentuknya endapan (char) lebih mendominasi karena endapan (char) yang mengandung

karbon terbentuk dengan cara rekombinasi retak pada fragment. Secara kasat mata warna minyak yang didapat dari hasil pirolisis *polypropylene* yaitu kuning jernih terang seperti yang terlihat pada gambar



Gambar 3. Minyak Pirolisis

Setelah mendapatkan hasil berupa sampel minyak pirolisis, selanjutnya akan di analisis karakteristiknya yaitu berupa: densitas, viskositas, nilai kalor, flash point, dan bilangan cetane. Pada pengujian karakteristik tersebut hasil yang didapat akan di bandingkan karakteristiknya dengan bahan bakar minyak yang banyak digunakan di indonesia yaitu bensin dan solar. Karakteristik bensin dan solar di indonesia dapat dilihat pada tabel 1.

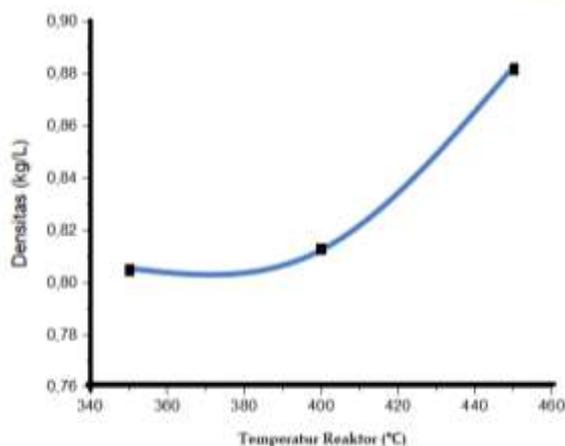
Pengujian pertama yang dilakukan adalah properties densitas menggunakan metode ASTM D-1298 dimana pengujian yang dilakukan mendapatkan hasil 0,805 kg/l pada temperatur reaktor 350°C, 0,813 kg/l pada temperatur reaktor 400°C, dan 0,882 kg/l pada temperatur reaktor 450°C. Pengujian selanjutnya yaitu viskositas yang menggunakan metode ASTM D-445 hasil yang didapat pada pengujian ini pada temperatur reaktor 350°C, 400°C, dan 450°C berturut-turut yaitu 2,05 Cst, 2,16 Cst, dan 2,28 Cst. Pada properties nilai kalor pengujian dilakukan menggunakan metode ASTM D-240, hasil pengujian yang didapat yaitu 12380,5 Kkal/kg pada temperature reaktor 350°C, 12050,3 Kkal/kg pada temperatur reaktor 400°C, dan 11480,6 Kkal/kg pada temperatur reaktor 450°C.

Pengujian selanjutnya yang dilakukan yaitu flash point, pada pengujian ini metode yang digunakan adalah ASTM D-93. Hasil uji yang didapat pada uji flash point ini yaitu 46,5°C pada temperatur reaktor 350°C, 48,1°C pada temperatur reaktor 400°C, dan 51,05°C pada temperatur reaktor 450°C. Setelah menganalisa karakteristik yang telah dilakukan sebelumnya dan mendapati bahwa karakteristik yang didapat pada uji sebelumnya sangat mirip dengan karakteristik dari solar maka pengujian yang dilakukan selanjutnya adalah bilangan cetane (cetane number).

Pengujian cetane number menggunakan ASTM D-613. Hasil yang didapat pada pengujian Bilangan cetane pada temperatur reaktor 350°C adalah sebesar 44,80, kemudian pengujian dilakukan pada minyak pirolisis dengan temperatur reaktor 400°C yang memiliki bilangan cetane 46,85. Pada temperatur reaktor 450°C hasil pengujian bilangan cetane yang didapat adalah sebesar 47,05. Dari hasil pengujian dan pengambilan data yang telah dilakukan, kemudian di analisis dan dibahas.

## Pembahasan

### ▪ Densitas



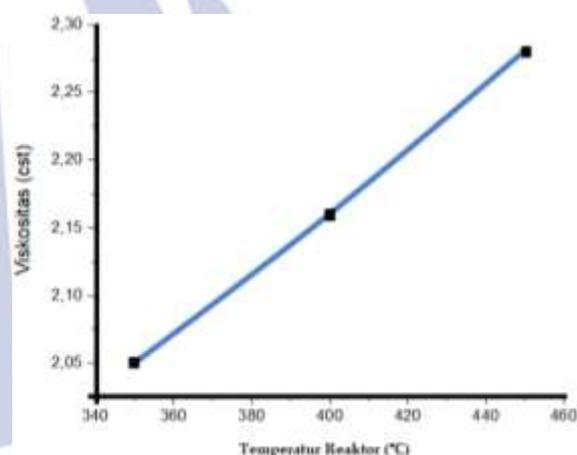
Gambar 4. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor Terhadap Densitas Minyak Pirolisis

Pada gambar 4 disajikan data hasil pengujian densitas minyak pirolisis dimana pada setiap kenaikan temperatur reaktor densitas yang didapat juga berbeda. Densitas terendah didapat pada temperatur reaktor 350°C dengan densitas 0,805 kg/L. densitas tertinggi didapat pada temperature reaktor 450°C dimana nilai densitasnya sebesar 0,882 kg/L sedangkan pada temperatur reaktor 400°C densitas yang didapat 0,813 kg/L. Perbedaan nilai densitas ini dimungkinkan karena temperatur reaktor yang mempengaruhi densitas cairan dimana semakin tinggi temperature reaktor semakin banyak molekul yang terdekomposisi sehingga bertambah nilai densitas cairan minyak pirolisis tersebut. Hasil pengujian ini menunjukkan bahwa densitas dari minyak pirolisis plastik *polypropylene* masuk dalam karakteristik solar sesuai dengan standar dan mutu bahan bakar jenis solar 48 nomor 28.K/10/DJM.T/2016 dengan densitas minimal 0,815 kg/l dan maksimal 0,870 kg/l.

Endang dkk (2016) menyebutkan bahwa pirolisis sampah plastik pada suhu 400°C akan banyak menghasilkan senyawa carbon C<sub>9</sub> yang dapat terkondensasi pada suhu kamar, sejalan dengan hasil

pengujian ini pengujian densitas yang dilakukan oleh endang dkk (2016) menyimpulkan bahwa densitas yang dimiliki oleh minyak pirolisis plastik *polypropylene* mendekati densitas dari bahan bakar solar. Penelitian yang dilakukan Miandad et al (2016) menunjukkan bahwa hasil GC-MS yang dilakukan pada minyak pirolisis plastik *polypropylene* terdapat berbagai jenis kandungan fraksi hidrokarbon diantaranya *alpha-methylstyrene*, *benzene*, *xylene*, *methylnaphthalene*, *phenanthrene*, *ethylbenzene*, *propylbenzene*, *naphthalene*, *biphenyl*, *2-phenylnaphthalene*. Hal ini merupakan salah satu faktor mengapa densitas pada minyak pirolisis *polypropylene* cukup tinggi.

### ▪ Viskositas

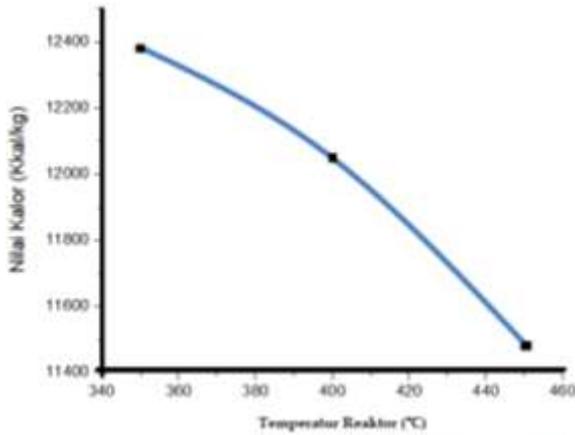


Gambar 5. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor Terhadap Viskositas Minyak Pirolisis

Pada gambar 5 disajikan grafik data hasil pengujian viskositas minyak pirolisis. Hasil pengujian viskositas yang didapat menunjukkan bahwa semakin tinggi temperatur reaktor viskositas minyak pirolisis yang dihasilkan juga semakin tinggi. Viskositas sangat dipengaruhi oleh densitas dari zat tersebut. Menurut 'uyun (2017) jika viskositas terlalu rendah (encer) maka berpengaruh terhadap sulitnya pembakaran dan kebocoran pada pipa injeks. Jika viskositas terlalu tinggi (kental) maka akan mengakibatkan sulitnya pemompaan bahan bakar ke ruang bakar ('uyun 2017) dan mempengaruhi kualitas atomisasi yang sulit terjadi (ahmad et al., 2015). Plastik *polypropylene* memiliki struktur kimia yang panjang dimana semakin panjang rantai karbonnya maka viskositasnya akan semakin besar (endang dkk., 2016). Pada temperatur reaktor 350°C viskositas yang didapat sebesar 2,05 cst sedangkan pada temperatur reaktor 400°C viskositasnya sebesar 2,16 cst, viskositas terbesar 2,28 cst didapat pada temperatur reaktor 450°C. Hasil pengujian

menunjukkan bahwa viskositas dari minyak pirolisis plastik *polypropylene* masuk dalam karakteristik solar dengan standar yang ada pada **tabel 2.2** dengan nilai densitas minims 2,0 Cst dan maksimu 4,5 Cst. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh wirawan dan fahrizal (2019) dimana hasil pengujian viskositas yang dilakukan mengindikasikan viskositas minyak pirolisis *polypropylene* masuk kedalam kategori viskositas solar yaitu 2,28 Cst.

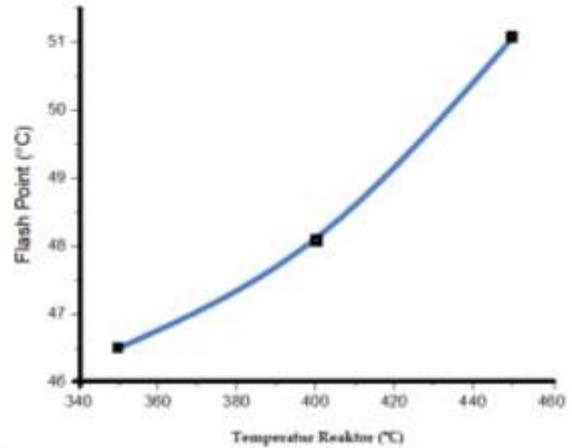
▪ **Nilai Kalor**



Gambar 6. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor Terhadap Nilai Kalor Minyak Pirolisis

Nilai kalor yang disajikan dalam grafik pada gambar 6 didapati bahwa semakin tinggi temperatur reaktor maka semakin rendah nilai kalor dari minyak pirolisis berbahan baku plastik *polypropylene*. Uyun (2017) menyebutkan bahwa nilai kalor bahan bakar sangat berkaitan dengan densitasnya dimana nilai kalor berbanding terbalik dengan densitas hal ini karena sumbangan komposisi fraksi hidrokarbon rantai pendek lebih banyak daripada fraksi hidrokarbon rantai panjang yang ada pada minyak pirolisis. Pada hasil pengujian minyak pirolisis ini semakin tinggi temperatur reaktor nilai kalor yang dihasilkan semakin rendah. Pada temperatur reaktor 350°C nilai kalor yang dihasilkan yaitu 12380,5 kkal/kg, selanjutnya pada temperatur reaktor 400°C nilai kalor yang dihasilkan yaitu 12050,8 kkal/kg, sedangkan pada temperatur reaktor 450°C nilai kalor yang dihasilkan yaitu 11480,6 kkal/kg. Dari hasil pengujian ini nilai kalor yang didapat sangat tinggi melebihi nilai kalor dari bensin dan solar dimana menurut penelitian yang dilakukan oleh Irzon (2012) nilai kalor bensin yang ada di Indonesia yaitu 10509 kkal/kg dan 10546 kkal/kg untuk solar.

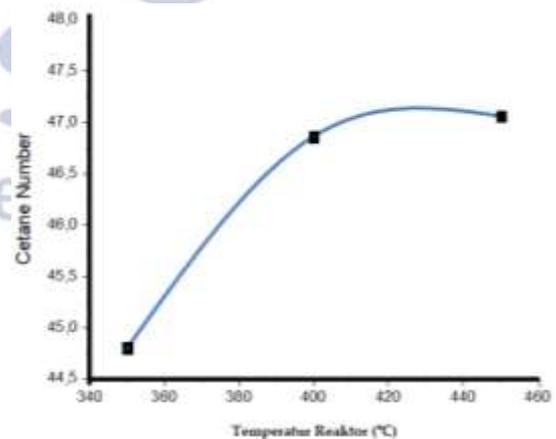
• **Flash Point**



Gambar 7. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor Terhadap Flash Point Minyak Pirolisis

Berdasarkan grafik pada gambar 7 hasil pengujian flash point menunjukkan bahwa dengan bertambahnya temperatur reaktor, flash point yang didapat semakin naik. Flash point terendah didapat pada temperatur reaktor 350°C dengan nilai flash point 46,5°C, kemudian pada temperatur reaktor 400°C flash point yang didapat yaitu 48,1°C. Flash point tertinggi didapat pada temperatur reaktor 450°C yaitu sebesar 51,05°C. Jika flash point ini dibandingkan dengan bahan bakar minyak seperti bensin dan solar, maka flash point minyak pirolisis polypropylene mendekati kedalam kategori flash point dari bahan bakar minyak solar sesuai dengan Standar dan mutu bahan bakar jenis solar 48 nomor 28.K/10/DJM.T/2016 dengan standart minimal 52°C.

• **Bilangan Cetane (Cetane Number)**



Gambar 8. Grafik Pengaruh Temperatur Reaktor Terhadap Bilangan Cetane Minyak Pirolisis

Dari hasil uji laboratorium yang dilakukan menunjukkan bahwa dengan bertambahnya temperatur reaktor, bilangan cetane pada minyak pirolisis juga

bertambah hal ini terlihat pada gambar 8 grafik pengaruh temperature reaktor terhadap bilangan cetane minyak pirolisis. Bilangan cetane terendah didapat pada temperatur reaktor 350°C dimana bilangan cetane bernilai 44,8. Pengujian selanjutnya yaitu pada temperatur reaktor 400°C bilangan cetane memiliki nilai 46,85. Bilangan cetane tertinggi didapat pada temperatur reaktor 450°C dimana bilangan cetane mencapai 47,05. Bilangan cetane pada minyak pirolisis dipengaruhi oleh adanya hidrokarbon parafin linear (gugus alkana) dan  $\alpha$ -olefin (gugus alkena) (ahmad et al., 2015). Hasil pengujian ini semakin mengindikasikan bahwa minyak pirolisis berbahan baku plastik polypropylene termasuk kategori minyak diesel dikarenakan bilangan cetane yang masuk ke dalam kategori solar berdasarkan standar dan mutu bahan bakar jenis solar nomor 28.K/10/DJ.M.T/2016 menyatakan bahwa standar minimal bilangan cetane pada solar yaitu 48.

### Simpulan

- Densitas terbaik minyak pirolisis *polypropylene* yang sesuai dengan standar dan mutu bahan bakar jenis solar 48 nomor 28.K/10/DJM.T/2016 didapat pada temperatur reaktor 400°C yaitu 0,813 kg/l . Viskositas terbaik minyak pirolisis yang sesuai dengan standar dan mutu bahan bakar jenis solar 48 nomor 28.K/10/DJM.T/2016 didapat pada variasi temperatur reaktor 350°C yaitu 2,05 cst. Nilai kalor terbaik minyak pirolisis *polypropylene* didapat pada temperatur reaktor 350°C yaitu 12380,5 kkal/kg. Flash point terbaik minyak pirolisis *polypropylene* yang paling mendekati standar dan mutu bahan bakar jenis solar 48 nomor 28.K/10/DJM.T/2016 didapat pada temperatur reaktor 450°C yaitu 51,05°C. Bilangan cetane terbaik minyak pirolisis *polypropylene* yang paling mendekati standar dan mutu bahan bakar jenis solar 48 nomor 28.K/10/DJM.T/2016 didapat pada temperatur reaktor 450°C yaitu 47,05.
- Seiring meningkatnya temperature reaktor maka nilai densitas, viskositas, flash point, dan bilangan cetane minyak pirolisis *polypropylene* juga meningkat. Sebaliknya meningkatnya temperature reaktor mengakibatkan menurunnya nilai kalor minyak pirolisis *polypropylene*.
- Hasil perbandingan minyak pirolisis terhadap bahan bakar lain yaitu bensin dan solar menunjukkan bahwa minyak pirolisis lebih mendekati karakteristiknya terhadap karakteristik dari bahan bakar minyak jenis solar (diesel fuel).

### Saran

Perlu dilakukan uji karakteristik lanjutan seperti kandungan sulfur, titik kabut dan lain lain sesuai standar direktorat jenderal minyak dan gas bumi nomor 28.K/10/DJM.T/2016 agar minyak pirolisis berbahan baku limbah plastik *polypropylene* dapat digunakan sebagai bahan bakar minyak alternatif.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abnisa, F., Arash Arami-Niya, W.M.A Wan Daud, J.N Sahu, I.M Noor. 2013. "Utilization of oil palm tree residues to produce bio-oil and bio-char via pyrolysis". *Journal of Energy Conversion and Management*. Vol. 76: pp 1073-1082.
- Ahmad, I., Ismail Khan, M., Khan, H., Ishaq, M., Tariq, R., Gul, K., & Ahmad, W. 2015. Pyrolysis study of polypropylene and polyethylene into premium oil products. *International Journal of Green Energy*, 12(7), 663–671. <https://doi.org/10.1080/15435075.2014.880146>
- Caglar, Atila and Aydinli, Bahattin. 2009. "Isothermal co-pyrolysis of hazelnut shell and ultra-high molecular weight polyethylene: The effect of temperature and composition on the amount of pyrolysis products". *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*. Vol. 86: pp 304-309.
- Demirbaş, A., and Arin, G. 2002. "An overview of biomass pyrolysis". *Journal of Energy Sources*. Vol. 24: pp 471–482.
- Gabe, F. A. P. A. 2015. *Analisa termal pada rancang bangun reaktor pirolisis untuk memproduksi bahan bakar minyak dari limbah plastik*. Teknik Mesin Dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Bogor.
- Irzon, R. 2012. Perbandingan Caloric Value Beragam Bahan Bakar Minyak yang Dipasarkan di Indonesia Menggunakan Bomb Kalorimeter. *Jurnal Sumber Daya Geologi Vol. 22 No. 4* , Vol. 22 No. 4 217-223.
- Endang., Mukhtar, G., Abed Nego, dan F. X. Angga Sugiyana. 2016. "Pengolahan Sampah Plastik dengan Metoda Pirolisis menjadi Bahan Bakar Minyak". Makalah disajikan dalam *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, Yogyakarta, 17 Maret.
- Kuryani, Eka Kristalia. 2017. *Pirolisis sampah dengan variasi jenis ranting dan kantong plastik HDPE*. Skripsi diterbitkan. Surabaya: PPs Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Miandad, R., Barakat, M. A., Aburizaiza, A. S., Rehan, M., Ismail, I. M. I., & Nizami, A. S. (2016). Effect of plastic waste types on pyrolysis liquid oil. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 1–14.

<https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2016.09.017>

Uyun, I. Q. 2017. *Hidrokarbon (C8-C13) Dari Limba Plastik Polipropilena Hasil Konversi Katalitik Dengan Variasi Jumlah Katalis Al-MCM-41*. Skripsi diterbitkan. Surabaya: PPs Institute Teknologi Sepuluh Nopember.

Widowati, Hari. 2019. *Komposisi Sampah di Indonesia Didominasi Sampah Organik*. aVia:a(<https://databo ks.katadata.co.id/datapublish/2019/11/01/kompos isi-sampah-di-indonesia-didominasi-sampah-organik>, diakses 11 November 2020).

Wirawan, R. P., & Farizal. 2019. *Plactic Waste Pyrolysis Optimation To Produce Fuel Grade Using Factorial Design*. E3s Web of Conferences. <http://doi.org/10.1051/e3sconf/201912513005>

Gaol, Jefry Doni Lumban. 2021. *Pengaruh Penambahan Pipa Pemanas Annular Fin Pada Reaktor Pirolisis Terhadap Kinerja Reaktor Pirolisis Sampah Plastik*. Skripsi Diterbitkan. JTM Vol. 09 No. 02 Hal. 137-148. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/42614>

Purwanto, Anang. 2021. *Pengaruh Variasi Coolant Pada Kondensor Reaktor Pirolisis Terhadap Proses Pirolisis Sampah Plastik*. Skripsi Diterbitkan. JTM Vol. 08 No. 02 19-30. <https://ejournal.unesa.ac.id/index.php/jtm-unesa/article/view/42676>

