

# PENGARUH WAKTU DAN TEMPERATUR REAKSI TERHADAP SIFAT FISIK CAMPURAN BODIESEL MINYAK JARAK DAN BODIESEL MINYAK SAWIT

Fadly Swanda<sup>a</sup>, Dr. Wahyudi, S.T., M.T.<sup>b</sup>, Krisdiyanto, S.T., M.Eng.<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Brawijaya Tamantirto, Kasihan, Bantul, D.I. Yogyakarta, Indonesia, 55183  
+62 274 387656

Email: [fadly22swanda@gmail.com](mailto:fadly22swanda@gmail.com)

<sup>b,c</sup>Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Brawijaya Tamantirto, Kasihan, Bantul, D.I. Yogyakarta, Indonesia, 55183  
+62 274 387656

Email: [wahyudi\\_stmt@yahoo.co.id](mailto:wahyudi_stmt@yahoo.co.id)<sup>b</sup>, [krisdiyanto@umy.ac.id](mailto:krisdiyanto@umy.ac.id)<sup>c</sup>

---

## Intisari

Pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*) secara berlebihan dapat menimbulkan masalah krisis energi. Minyak nabati sebagai sumber energi yang dapat diperbarui dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif. Minyak nabati mempunyai viskositas (kekentalan) 20 kali lebih tinggi daripada bahan bakar diesel fosil, maka dari itu perlu direaksikan diubah menjadi *metil ester* (biodiesel) dengan metanol dan katalis (KOH) melalui proses *transesterifikasi* menggunakan alat pemanas. Minyak nabati yang berpotensi untuk dijadikan biodiesel yaitu minyak jarak dan minyak sawit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur dan waktu reaksi campuran biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit terhadap sifat biodiesel. Pembuatan biodiesel pada penelitian ini menggunakan metode *transesterifikasi* serta menggunakan metanol 15% dari volume minyak. Katalis yang digunakan adalah Kalium Hidroksida (KOH) dengan perbandingan 1% dengan volume minyak. Komposisi campuran biodiesel menggunakan perbandingan 50:50 (%), dengan variasi temperatur dan waktu yaitu 60°C - 30 menit, 60°C - 60 menit, 60°C - 90 menit, 90°C - 30 menit, 90°C - 60 menit, 90°C - 90 menit, 120°C - 30 menit, 120°C - 60 menit, dan 120°C - 90 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sifat biodiesel dipengaruhi oleh suhu dan waktu reaksi. Nilai karakteristik biodiesel akan semakin tinggi seiring besarnya temperatur dan waktu reaksi pencampuran. Karakteristik yang dihasilkan pada penelitian ini adalah densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor. Variasi campuran biodiesel yang memberikan sifat paling optimal diperoleh pada variasi 120°C - 90 menit dengan nilai densitas sebesar 866,202 kg/m<sup>3</sup>, variasi 120°C - 60 menit dengan nilai viskositas 6,178 cSt, variasi 60°C - 60 menit dengan nilai *flash point* 175,93°C dan variasi 120°C - 90 menit dengan nilai kalor sebesar 9167,0552 Kal/g.

Kata kunci: Biodiesel, *transesterifikasi*, katalis, densitas, viskositas, *flash point*, nilai kalor

## 1. PENDAHULUAN

Istilah energi sudah sangat umum bagi kehidupan manusia dari dulu hingga sekarang. Saat ini hampir semua aktivitas manusia sangat tergantung pada energi. Berbagai alat pendukung dalam usaha manusia untuk memenuhi kebutuhannya memerlukan energi, seperti alat penerangan, motor penggerak, peralatan rumah tangga, dan mesin-mesin industri tidak dapat difungsikan jika tidak ada energi. Dapat disimpulkan bahwa semakin besar jumlah manusia maka semakin besar pula energi yang diperlukan dan digunakan. Kecenderungan pemanfaatan energi yang tidak dapat diperbaharui secara berlebihan dapat menimbulkan masalah krisis energi. Salah satu gejala krisis energi yaitu kelangkaan bahan bakar minyak (BBM), seperti minyak tanah, bensin dan solar.

Biodiesel dapat dijadikan sebagai salah satu upaya dalam mengatasi ketergantungan terhadap BBM yang bersifat tidak dapat diperbaharui. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan, tidak mempunyai efek negatif terhadap kesehatan, dapat dipakai sebagai bahan bakar kendaraan bermotor dan dapat menurunkan emisi bila dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Biodiesel dapat digunakan baik secara murni maupun dicampur dengan minyak solar pada mesin kendaraan tanpa mengalami modifikasi mesin. Selain biodiesel bersifat lebih ramah lingkungan, bahan bakar ini juga dapat diperbaharui (*renewable*) dan dapat terurai (*biodegradable*). Biodiesel memiliki sifat pelumasan terhadap piston karena termasuk kelompok minyak tidak mengering, mampu mengeliminasi efek rumah kaca dan kontinuitas ketersediaan bahan baku terjamin. Emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan minyak solar, yaitu bebas sulfur, terbakar sempurna dan tidak beracun (Said, 2010).

Proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati dapat dibuat dengan reaksi kimia pada alkohol melalui proses transesterifikasi trigliserida dari minyak nabati. Produk hasil reaksi (Gliserin) dipisahkan karena tidak berguna untuk mesin. Biodiesel dapat digunakan pada mesin diesel dalam bentuk murni atau campuran dengan petroleum diesel dengan tingkatan tertentu (Said 2009). Pemanfaatan biodiesel sebagai bahan bakar alternatif dapat dikembangkan dan diproduksi di kalangan masyarakat. Bahan baku minyak nabati yang memiliki potensi untuk diolah sebagai bahan baku biodiesel adalah minyak jarak dan minyak sawit. Masing-masing minyak nabati tersebut masih memiliki kekurangan. Pada minyak jarak pagar menurut (Ghamayel, 2016) minyak jarak masih memiliki kekurangan diantaranya viskositas yang tinggi, penguapan yang begitu rendah dan tingkat kereaktifan rantai hidrokarbon tak jenuh. Sedangkan pada minyak sawit selain masih banyak untuk memenuhi kebutuhan pangan di dunia dan di Indonesia. Tetapi keunggulan minyak sawit sebagai bahan baku biodiesel adalah kandungan asam lemak jenuhnya yang tinggi sehingga dengan semakin tingginya kandungan asam lemak jenuh maka menghasilkan angka setana yang semakin tinggi (Wahyuni, 2010).

Salah satu upaya untuk memperbaiki karakteristik dari biodiesel tersebut ialah dengan cara mencampur antara minyak jarak dan minyak sawit, kemudian direaksikan terlebih dahulu dengan cara transesterifikasi, dengan variasi waktu dan suhu pada saat proses pembuatan biodiesel. Berdasarkan uraian di atas maka, perlu dilakukan penelitian terkait untuk mengetahui seberapa pengaruh karakteristik atau sifat terhadap biodiesel minyak jarak dan biodiesel minyak sawit yang sudah direaksikan dengan variasi waktu dan suhu.

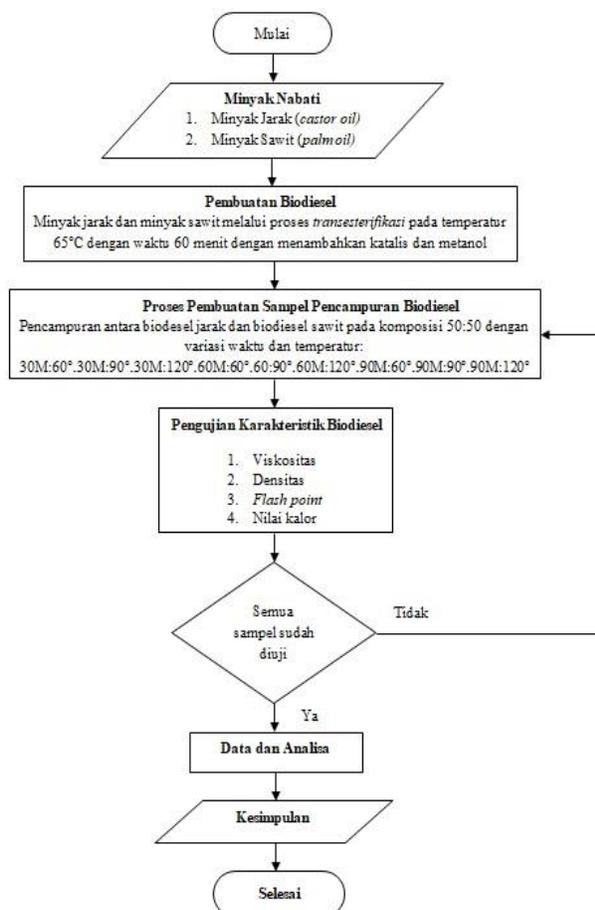
## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1 Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak jarak (*castor oil*), minyak jagung (*corn oil*), metanol dan KOH. Alat yang digunakan dalam pengujian ini diantaranya alat pembuatan biodiesel, alat pencampur biodiesel, gelas beker, *hot plate*, toples, gelas ukur 50 ml dan 1000 ml, *thermometer*, neraca digital, *digital rotary viskometer*, alat uji *flash point*, *bomb calorimeter*.

### 2.2 Diagram Alir Penelitian

Diagram alir pada penelitian ini bertujuan untuk mempermudah dalam melakukan pengujian.

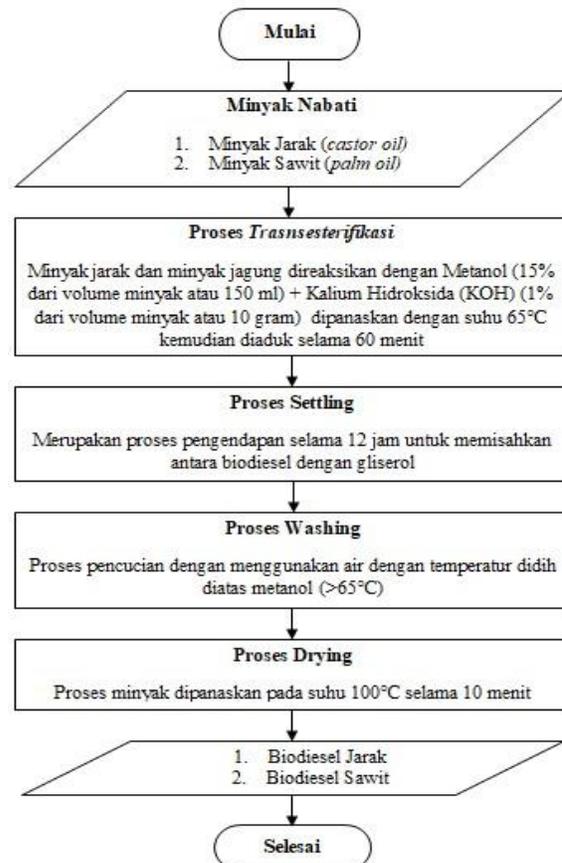


Gambar 1. Diagram alir penelitian

### 2.3 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian diawali dengan proses pembuatan biodiesel jarak dan biodiesel sawit dengan proses *transesterifikasi* terhadap minyak jarak dan minyak sawit. Setelah itu dilanjutkan dengan pembuatan sampel biodiesel dengan variasi waktu dan temperatur yang telah ditentukan. Setelah sampel biodiesel didapatkan dari masing-masing variasi campuran maka langkah selanjutnya yaitu pengujian karakteristik biodiesel yang terdiri dari densitas, *viskositas*, *flash point*, dan nilai kalor. Setelah pengujian karakteristik selesai maka dilanjutkan dengan pengolahan data dan analisa.

Proses pembuatan biodiesel dan *transesterifikasi* untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada diagram alir ini.



Gambar 2. Diagram alir proses *transesterifikasi*

Sampel campuran biodiesel yang digunakan dalam penelitian ini sebanyak 9 variasi campuran diantaranya:

BJBS60°30M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 60°C dan waktu 30 menit.

BJBS60°60M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 60°C dan waktu 60 menit.

BJBS60°90M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 60°C dan waktu 90 menit.

BJBS90°30M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 90°C dan waktu 30 menit

BJBS90°60M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 90°C dan waktu 60 menit.

BJBS90°90M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 90°C dan waktu 90 menit.

BJBS120°30M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 120°C dan waktu 30 menit.

BJBS120°60M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 120°C dan waktu 60 menit.

BJBS120°90M = Biodiesel jarak (50%) dan biodiesel sawit (50%) dengan variasi suhu 120°C dan waktu 90 menit.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini menggunakan bahan baku minyak jarak (castor oil) dan minyak sawit (palm oil). Kedua bahan baku ini mempunyai karakteristik dan kandungan asam lemak jenuh dan tak jenuh yang sangat berbeda. Berikut ini merupakan pembahasan karakteristik dan kandungan asam lemak yang terdapat pada minyak jarak dan minyak sawit. Tabel 1. menunjukkan hasil pengujian karakteristik minyak jarak dan minyak sawit sebagai bahan baku biodiesel.

Tabel 1. Karakteristik dari bahan baku biodiesel

Propertis	Minyak jarak (Castor Oil)	Minyak sawit (Palm Oil)
Densitas (40°C) kg/m <sup>3</sup>	937,743	862,653
Viskositas (40°C) cSt	193,549	46,6
Flash Point (°C)	311,666	305,333
Nilai Kalor (Kal/g)	8896,47	9410,45

Tabel di atas menunjukkan bahwa minyak sawit memiliki viskositas, densitas dan *flash point* yang lebih rendah dari minyak jarak, tetapi nilai kalor pada minyak sawit lebih tinggi dari minyak jarak. Pemilihan minyak sawit sebagai bahan pencampur diharapkan dapat memberikan perubahan karakteristik pada biodiesel jarak.

#### 3.1 Hasil pengujian asam lemak

Hasil pengujian asam lemak jenuh dan tak jenuh minyak jarak dan minyak sawit dapat dilihat pada Tabel 2, dan asam lemak bebas ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 2. Kandunga asam lemak jenuh dan tak jenuh minyak jarak dan minyak sawit

Asam Lemak	Minyak Jarak (% Relatif)	Minyak Sawit (% Relatif)
Methyl Butyrate	36,08	1,12
Methyl Palmitate	6,1	35,27
Cis-9-Oleic Methyl Ester	18,83	43,82
Linolelaidic Acid Methyl Ester	0,99	-
Methyl Linolcate	26,8	-
Methyl Cis-11-eicocenoate	2,62	0,41
Methyl Linolenate	1,42	0,26

Asam Lemak	Minyak Jarak (% Relatif)	Minyak Sawit (% Relatif)
Methyl Octadecanoat	6,68	3,84
Cis-4-10-13-19-docosahexacnoate	0,49	-
Methyl Laurate	-	0,26
Methyl Tetradecanoate	-	0,76
Methyl Palmitoleate	-	0,26
Methyl Heptadecanoate	-	0,13
Gamma-Ienolenic Acid Methyl Ester	-	0,33
Methyl Lenoleate	-	12,51
Methyl Docosanoate	-	0,54
Methyl Cis 5-8-11-14-17 Eicosapentaenoate	-	0,4

Tabel di atas menunjukkan bahwa asam lemak yang terdapat dalam minyak jarak didominasi oleh methyl butirrat sebesar 36,08% dan methyl linolcate sebesar 26,8%. Sedangkan asam lemak yang terdapat dalam minyak sawit didominasi oleh cis-9-oleic methyl ester sebesar 43,82% dan methyl palmitate sebesar 35,27%. Asam lemak dari minyak jarak dan sawit selebihnya hanya memiliki kandungan sebesar <0,1%.

Tabel 3. Kandungan asam lemak bebas minyak jarak dan minyak sawit.

Properties	Asam Lemak Bebas	Satuan
Minyak jarak ( <i>Castor Oil</i> )	0,70	% b/v
Minyak Sawit ( <i>Palm Oil</i> )	0,60	% b/v

Proses pembuatan biodiesel minyak nabati harus memiliki asam lemak bebas < 2%. Jika asam lemak bebas pada minyak nabati di atas >2%, maka harus dilakukan proses *esterifikasi* (Indrayati, 2009). Dari tabel di atas dapat dilihat minyak jarak mempunyai kadar asam lemak bebas 0,70 % b/v dan minyak sawit 0,06 % b/v. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan, bahwa kedua bahan tersebut memenuhi syarat untuk dilangsungkan proses *transesterifikasi*.

### 3.2 Hasil karakteristik biodiesel jarak dan biodiesel sawit

Pada penelitian ini terdapat beberapa karakteristik yang telah didapatkan dari biodiesel jarak dan biodiesel sawit. Karakteristik biodiesel jarak dan biodiesel sawit dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakteristik biodiesel jarak dan biodiesel jagung.

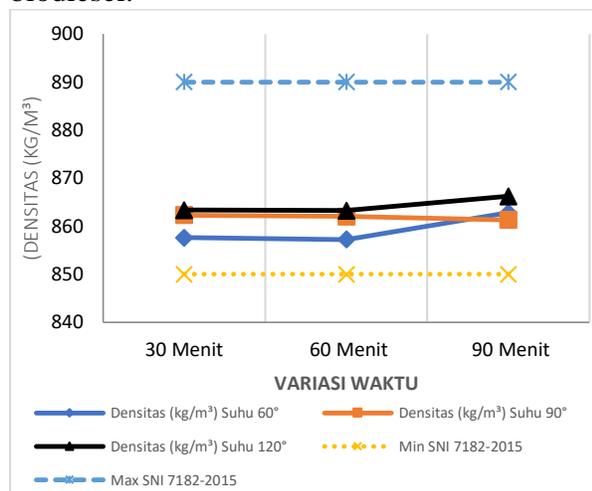
Biodiesel	Densitas (kg/m <sup>3</sup> )	Viskositas kinematik (cSt)	Flash point (°C)	Nilai kalor (Cal/g)
Biodiesel jarak	874,98	12,6	202,67	8685,49
Biodiesel sawit	841,77	3,3	179	9197,53

Tabel di atas menunjukkan perbandingan karakteristik dari biodiesel jarak dan biodiesel sawit. Hasil pengujian densitas, viskositas kinematik, *flash point* dan nilai kalor menunjukkan ada beberapa yang memenuhi SNI 7182 – 2015 dan ada beberapa yang tidak memenuhi standar. Pada pengujian densitas biodiesel jarak dan biodiesel sawit telah memenuhi standar yaitu bernilai 874,98 kg/m<sup>3</sup> dan 841,77 kg/m<sup>3</sup>. Pengujian viskositas kinematik biodiesel minyak jarak (12,6 cSt), dan tidak memenuhi SNI 7182 – 2015 (2,3 – 6,0 cSt). Pengujian flash point biodiesel jarak dan

biodiesel sawit keduanya sudah memenuhi SNI 7182-2015 yaitu ( $>100^{\circ}\text{C}$ ), dimana flash point biodiesel jarak ( $202,67^{\circ}\text{C}$ ) dan biodiesel sawit ( $179^{\circ}\text{C}$ ).

### 3.3 Hasil pengujian densitas

Densitas dapat didefinisikan sebagai perbandingan massa terhadap volume. Jika suatu benda massa jenisnya semakin tinggi, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Gambar 3 merupakan hasil dari pengujian densitas terhadap variasi temperatur dan waktu dari campuran biodiesel.



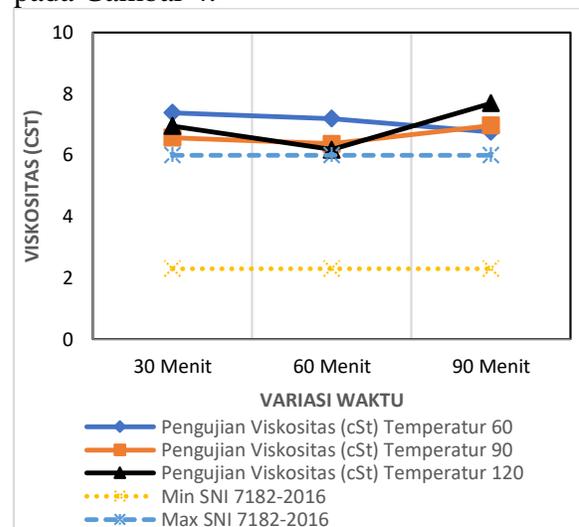
Gambar 3. Grafik pengujian densitas

Gambar 3 menunjukkan bahwa nilai densitas pada semua variasi memenuhi SNI 7182 – 2015. Nilai densitas tertinggi mencapai  $866,202\text{ kg/m}^3$  pada temperatur  $120^{\circ}\text{C}$  dan waktu 90 menit, dan nilai densitas terendah pada variasi temperatur  $60^{\circ}\text{C}$  dan waktu 60 menit yaitu bernilai  $857,24\text{ kg/m}^3$ . Perbedaan densitas ini karena dipengaruhi oleh asam lemak dan kemurnian bahan baku. Seiring meningkatnya densitas maka panjang rantai karbon mengalami penurunan dan ikatan rangkap pada asam lemak mengalami peningkatan. Selain itu, semakin tidak jenuh minyak yang digunakan maka densitas akan semakin tinggi (Tazora, 2011). Densitas setiap variasi cenderung naik pada tiap kenaikan temperatur, kecuali

pada temperatur  $90^{\circ}\text{C}$  dan waktu 90 menit mengalami penurunan. Hasil konversi densitas yang naik turun disebabkan juga oleh proses transesterifikasi yaitu kualitas metanol dan KOH sehingga berpengaruh terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan juga (Satriana dkk, 2012). Keberadaan gliserol dalam biodiesel mempengaruhi densitas biodiesel karena gliserol memiliki densitas yang cukup tinggi ( $1,26\text{ g/cm}^3$ ), sehingga jika gliserol tidak terpisah dengan baik dari biodiesel, maka densitas biodieselpun akan meningkat (Sudradjat dkk, 2010).

### 3.4 Hasil pengujian viskositas

Viskositas merupakan suatu ukuran kekentalan pada fluida. Semakin tinggi viskositas suatu fluida, maka semakin kental dan semakin sukar mengalir. Hasil pengujian viskositas campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit dari berbagai variasi temperatur dan waktu dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik pengujian viskositas

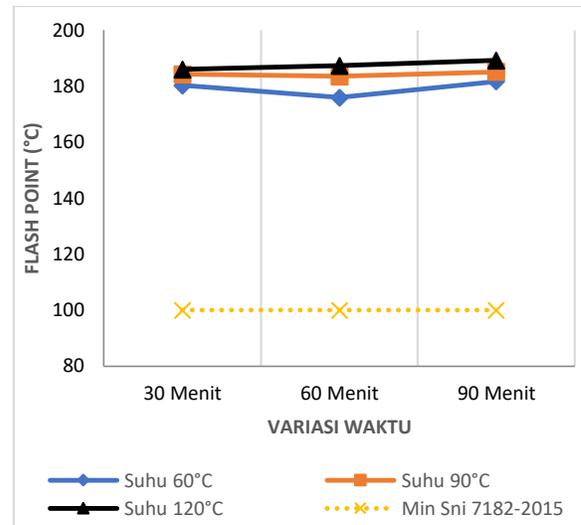
Nilai viskositas kinematik sangat dipengaruhi oleh nilai densitas, dimana nilai densitas semakin rendah maka nilai viskositas kinematik akan semakin tinggi begitu pula sebaliknya. Gambar 4 menunjukkan bahwa viskositas pada

temperatur 90°C mengalami kenaikan seiring dengan lamanya waktu, dan sangat berbanding terbalik pada temperatur 60°C. Hal ini disebabkan karena variasi suhu dan waktu untuk pembuatan biodiesel semakin kecil maka nilai viskositas besar, berbanding terbalik dengan reaksi variasi suhu dan waktu semakin besar maka nilai viskositas rendah. Pada suhu dan waktu yang kecil pencampuran antara minyak nabati dengan campuran metanol dan katalis belum mencapai kesetimbangan atau belum sempurna untuk memisahkan antara biodiesel dan gliserol. Menurut penelitian (Encinar dkk, 2005) waktu optimum yang dapat menghasilkan konversi terbesar terjadi waktu 60 menit dan reaksi telah berlangsung sempurna. Pada pengujian viskositas kinematik, semua variasi tidak ada yang memenuhi standar atau melebihi batas maksimum SNI 7182-2016. Hanya satu yang mendekati standar maksimum yaitu pada temperatur 120°C dan waktu 60 menit yang bernilai 6,178 cSt.

Viskositas kinematik untuk molekul tak jenuh meningkat seiring dengan semakin meningkatnya jumlah dan posisi ikatan rangkap pada rantai karbon yang sama (Knothe dan Steidley, 2005). Campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit didominasi oleh cis-9-oleic methyl ester. Asam lemak cis-9-oleic methyl ester memiliki susunan satu ikatan rangkap didalam rantai karbonnya, sehingga viskositas kinematik menjadi lebih tinggi melebihi batas maksimum SNI 7182-2016.

### 3.5 Hasil pengujian *flash point*

*Flash point* dapat didefinisikan sebagai nilai yang menyatakan tercapainya temperatur titik nyala dimana akan timbul penyalaan api sesaat, apabila pada permukaan minyak tersebut didekatkan pada nyala api. Hasil pengujian *flash point* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengujian *flash point*

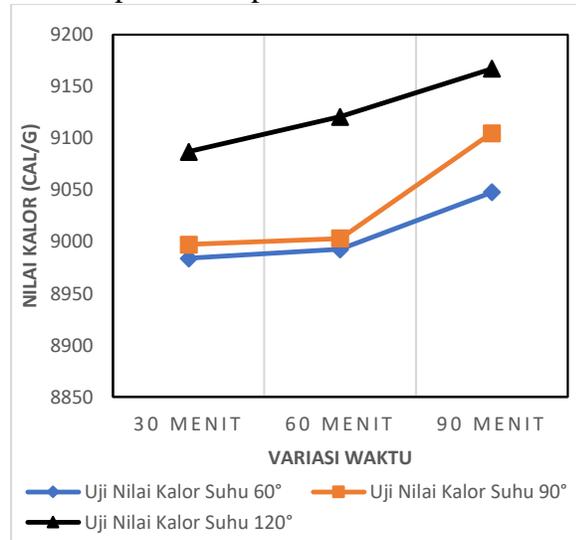
Berdasarkan gambar di atas menunjukkan hasil yang berbeda-beda pada setiap variasi sampelnya. Pada hasil pengujian *flash point* ini dari 9 sampel yang sudah diuji semuanya memenuhi standar mutu biodiesel SNI 7182-2015 (>100°C), dan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur tiap waktunya maka semakin besar pula nilai *flash point*. Nilai viskositas juga berpengaruh pada titik nyala api pada biodiesel jarak dan biodiesel sawit dimana semakin rendah nilai viskositas yang didapat maka semakin rendah juga suhu untuk mencapai nilai titik nyalanya biodiesel. Nilai yang paling tinggi ditunjukkan pada temperatur 120°C dan waktu 90 menit yaitu bernilai 189,26°C.

*Flash Point* atau titik nyala sangat erat kaitannya dengan keamanan dan keselamatan terutama dalam penggunaan dan penyimpanan bahan bakar. Titik nyala mengindikasikan tinggi rendahnya volatilitas dan kemampuan untuk terbakar dari suatu bahan bakar (Setiawati, 2012).

### 3.6 Hasil pengujian nilai kalor

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas/kalori yang

dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/oksigen. Hasil dari nilai kalor tersebut menggunakan alat *Bomb Calorimeter*. Hasil pengujian nilai kalor dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik pengujian nilai kalor

Nilai kalor yang dihasilkan pada penelitian ini cenderung mengalami peningkatan dengan seiring bertambahnya temperatur pada waktu yang sama. Nilai kalor tertinggi terjadi pada temperatur 120°C yaitu sebesar 9167,0552 (Kal/g), sedangkan nilai kalor terendah pada temperatur 60°C yaitu bernilai 8983,9236 (Kal/g). Hal yang mempengaruhi tinggi rendahnya nilai kalor karena masih adanya kandungan air yang terdapat pada campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit setelah melalui proses pencucian. Proses transesterikasi dengan variasi waktu dan suhu paling rendah nilai kalor biodiesel juga mengalami penurunan. Faktor penyebabnya yaitu waktu reaksi yang berkisar 30 menit menyebabkan reaksi belum mencapai kesetimbangan karena menurut penelitian (Encinar dkk, 2005) waktu optimum yang dapat menghasilkan konversi terbesar terjadi waktu 60 menit dan reaksi telah berlangsung sempurna.

Nilai kalor terbaik pada penelitian ini terjadi pada temperatur 120°C karena

menurut penelitian (Irvansyah, 2014), nilai kalor suatu bahan bakar menunjukkan jumlah energi panas yang dilepaskan pada setiap satuan berat bahan bakar apabila terbakar sempurna sehingga semakin tinggi nilai kalor bahan bakar maka energi yang dilepaskan per-satuan berat bahan bakar semakin tinggi.

#### 4. Kesimpulan

Pengujian variasi temperatur dan waktu campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit yang telah dilakukan dengan parameter pengujian viskositas, densitas, flash point, dan nilai kalor, menunjukkan bahwa:

- Nilai densitas pada semua variasi telah memenuhi standar SNI 7182 – 2015. Campuran biodiesel yang paling baik terdapat pada variasi temperatur 60°C dan temperatur 120°C. Nilai densitas tertinggi mencapai 866,202 kg/m<sup>3</sup> pada temperatur 120°C dan waktu 90 menit, dan nilai densitas terendah pada variasi temperatur 60°C dan waktu 60 menit yaitu bernilai 857,24 kg/m<sup>3</sup>.
- Semua variasi pengujian viskositas kinematik tidak ada yang memenuhi standar atau melebihi batas maksimum SNI 7182-2016. Hanya satu yang mendekati standar maksimum yaitu pada temperatur 120°C dan waktu 60 menit yang bernilai 6,178 cSt.
- Pada hasil pengujian flash point dari 9 sampel yang sudah diuji semuanya memenuhi standar mutu biodiesel SNI 7182-2015 (>100°C), dan dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi temperatur tiap waktunya maka semakin besar pula nilai flash point.
- Nilai kalor mengalami peningkatan seiring bertambahnya temperatur pada waktu yang sama. Nilai kalor tertinggi terjadi pada temperatur

120°C dan waktu 90 menit yaitu sebesar 9167,0552 (Kal/g).

## 5. Saran

Saran yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk memperbaiki viskositas campuran biodiesel jarak dan biodiesel sawit. Salah satu cara yaitu dengan mencampurkan solar atau dengan metode yang berbeda agar hasil yang diharapkan dapat memenuhi standar SNI 7182-2015. Dalam pemanfaatannya, perlu dilakukan pengujian lebih lanjut tentang unjuk kerja terhadap kinerja mesin diesel.

## DAFTAR PUSTAKA

- Encinar, J.M., J.F. Gonzalez, and A.R. Reinas. 2005. *Biodiesel from Used Frying Oil. Variabels Affecting the Yields and Characteristics of the Biodiesel*. Industrial and Engineering Chemistry Journal. Vol. 44(15)
- Ghamayel, A. 2016. *Karakteristik fisik bahan bakar alternatif campuran minyak jarak (Cjo)-minyak cengkeh*. Jurnal Ilmiah Semesta Teknik Vol. 19, No. 2.
- Indrayati, Rini. 2009. *Perbaikan Karakteristik Biodiesel Jarak Pagar Pada Suhu Rendah Melalui Kombinasi Campuran Dengan Berbagai Minyak Nabati*. Bogor: Departemen Teknologi Industri Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Irvansyah, M.B. 2014. *Pengaruh Campuran Solar Dengan Biodiesel Dari Residu Minyak Dalam Limbah Padat Spent Bleaching Earth Yang Diproduksi Secara Insitu Terhadap Karakteristik Dan Kinerja Mesin Diesel*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Knothe And K.R. Steidley. 2005. *Kinematic Viscosity of Biodiesel Fuel Compounds. Influence of Compounds Structure and Comparison to Petrodiesel Fuel Components*. Fuel. 84:1059–1065.
- Said, M., Saragih Y R. 2009. *Pengaruh Ratio Reaktan dan Waktu Reaksi Terhadap Konversi Minyak Jarak Pagar*. Jurnal Teknik Kimia, No. 3 Vol. 16.
- Said, M., Septiarty W., Tutiwi T. 2010. *“Studi Kinetika Reaksi Pada Metanolisis Minyak Jarak Pagar”*. Jurnal Teknik Kimia, No. 1, Vol.17.
- Satriana, N. E. Husna, Desrina dan M. D.Supardan. 2012. *Karakteristik Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Teknik Kavitasi Hidrodinamik*. Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia Vol.4(2).
- Setiawati, E, Edwar F. 2012. *“Teknologi Pengolahan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Teknik Mikrofiltrasi Dan Transesterifikasi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel”*. Jurnal Riset Industri Vol. VI No. 2, 117-127.
- Sudradjat, R, Endro Pawoko, D Hendra, D Setiawan. 2010. *Pembuatan Biodiesel Dari Biji Kesambi*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
- Tazora, Z. 2011. *Peningkatan Mutu Biodiesel Dari Minyak Biji Karet Melalui Pencampuran Dengan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar*. Bogor: Tesis Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor.
- Wahyuni, A. 2010. *Karakterisasi Mutu Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Berdasarkan Perlakuan Tingkat Suhu Yang Berbeda Menggunakan 57 Reaktor Sirkulasi*. Bogor: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.