

PENGARUH KOMPOSISI CAMPURAN MINYAK JARAK DAN MINYAK KEDELAI DENGAN WAKTU REAKSI 60 MENIT DAN TEMPERATUR REAKSI 90 °C TERHADAP SIFAT BIODIESEL

Danur Muda Pahlevi

Program Studi S-1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Brawijaya, Kasihan, Bantul, D.I. Yogyakarta, Indonesia 55183
Email: danurmudap@yahoo.com

Abstract

Biodiesel is developed an alternative energy sources. Biodiesel as an alternative fuel oil was already thinning. Growing fuel needs, while oil was very limited. Castor oil has a few drawbacks, namely viscosity and density are high and lower heat value. Some efforts to improve the quality of biodiesel, among others, is to blend the biodiesel with soybean oil which has chemical properties that are better. This research aims to know the influence of the variation of the composition of the mixture against the characteristics of biodiesel and the composition of the mixture that gives the most optimal.

This research was conducted on the making of biodiesel blend of castor oil and soybean oil, as well as comparing with the standard SNI 7182-2015. A process through two phases, namely the process of esterification and transesterification was conducted. Esterification process using methanol 22.5% of the volume of oil and acid catalyst homogeneous H_2SO_4 0.5% by comparison. The process of Transesterification using methanol is 15% of the volume of oil catalyst base homogeneous namely KOH by comparison of 1% of the volume of oil. Biodiesel blending is done with a 60-minute reaction time with a temperature of 60 °C. Comparison of mixed biodiesel with soybeans biodiesel is 0:100,10:90,20:80,30:70,40:60,50:50,60:40,70:30,80:20,90:10:100:0%.

The best comparison and optimum obtained on blends of biodiesel with a biodiesel soya distance on the composition of 30:70% (BJBK37) can improve the quality of biodiesel produced including 869.47 kg/m³ density, viscosity 7.1 cSt, and flash point of 189.37 °C, and heat value of 9329.46 CAL/g. Characteristics on the value of viscosity, density, and the resulting heat value still do not meet the standards of the biodiesel SNI 7182-2015.

Keywords: biodiesel, Transesterification, esterification, density, viscosity, flash point and heat value.

1. PENDAHULUAN

Pada dasarnya dihadapkan pada suatu masalah bahwa Indonesia telah menjadi negara pengimpor minyak bumi mentah dan bahan bakar minyak. Upaya untuk menangani masalah krisis energi ini perlu mendapat perhatian secara serius untuk mengantisipasi berbagai masalah sosial ekonomi yang akan ditimbulkan. Selain itu, sebagai sumber daya tak terbarukan, suatu saat nanti dapat dipastikan minyak bumi akan habis apalagi bahan bakar minyak memberikan dampak buruk bagi lingkungan berupa emisi gas buang yang mencemari lingkungan (Smith, 2005).

Pada umumnya, mahalanya harga bahan baku berimbas pada mahalanya bahan bakar bio. Hal ini disebabkan *Edible oils* sebagai bahan baku mempengaruhi 60%-70% harga biodiesel (Fukuda, dkk. 2001; Tyson 2004). Salah satu bahan bakar alternative yang saat ini banyak dikembangkan adalah biodiesel. Penggunaan biodiesel memberikan banyak keuntungan (Tickell, 2000), Misalnya tidak perlu memodifikasi mesin, menghasilkan lebih sedikit emisi CO₂, CO, SO₂, karbon dan hidrokarbon dibandingkan dengan bahan bakar diesel dari fraksi minyak bumi, tidak memperparah efek rumah kaca karena rantai karbon yang terlibat dalam siklus merupakan rantai

karbon yang pendek, kandungan energinya mirip dengan bahan bakar minyak (sekitar 80% dari kandungan bahan bakar minyak), mempunyai angka setana yg lebih tinggi dari bahan bakar minyak, penyimpanannya mudah karena titik nyalanya tinggi, *biodegradable*, dan tidak beracun.

Salah satu bahan bakar alternatif yang sedang dikembangkan adalah biodiesel yang berasal dari minyak nabati. Hal ini mengingat ketersediaan ragam tanaman penghasil minyak nabati yang cukup melimpah di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel. Salah satu tanaman yang prospektif untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel adalah biji jarak pagar (*Jatropha curcas L*) dan minyak kedelai (*Soybean oil*).

Minyak jarak masih memiliki kekurangan diantaranya viskositas yang tinggi, penguapan yang begitu rendah dan tingkat kereaktifan rantai hidrokarbon tak jenuh. Sedangkan pada minyak kedelai selain masih banyak untuk memenuhi kebutuhan pangan di dunia dan di Indonesia. Tetapi keunggulan minyak kedelai 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).

Berdasarkan permasalahan ini maka karakteristik dari minyak nabati adalah salah satunya dengan proses pencampuran kedua minyak tersebut minyak jarak dan minyak kedelai dalam bentuk biodiesel. Untuk itu guna memperbaiki mutu karakteristik campuran terhadap sifat fisik biodiesel dengan bahan baku minyak jarak dan minyak kedelai.

2. METODE

2.1 Bahan Penelitian dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini diantaranya : Minyak Jarak, Minyak Kedelai, Metanol, Asam Sulfat, KOH dan Air. Alat yang digunakan dalam pengujian yaitu alat pemanas dan pengaduk, gelas beker, toples, gelas ukur 10 ml, 50 ml, dan 1000 ml, *magnetic stirres*, neraca digital, *stopwatch*, *digital rotary viscometer*, alat uji *flash point*, *thermometer*, *bomb calorimeter*, *hot plate*.

2.2 Proses Pembuatan Sampel Campuran

Sebelum dilakukan proses pembuatan biodiesel minyak dicampur terlebih dahulu, guna untuk memenuhi komposisi campuran yang baik. Berikut data tabel 1 komposisi campuran.

Tabel 1 Variasi Pembuatan Sampel

No	Sampel	Variasi Komposisi campuran		Suhu (°C)	Waktu (menit)
		Minyak jarak (%) (MJ)	Minyak Kedelai (%) (MK)		
1	MJ 100	100	-	90	60
2	MJMK 91	90	10		
3	MJMK 82	80	20		
4	MJMK 73	70	30		
5	MJMK 64	60	40		
6	MJMK 55	50	50		
7	MJMK 46	40	60		
8	MJMK 37	30	70		
9	MJMK 28	20	80		
10	MJMK 19	10	90		
11	MK 100	-	100		

Keterangan :

MJ = Minyak Jarak

MK = Minyak Kedelai

Metode pengujian karakteristik biodiesel dilakukan dengan 11 variasi komposisi dengan suhu 90 °C dan pengadukan selama 60 menit. Sampel yang telah selesai dibuat kemudian dilakukan pengambilan data dengan melakukan pengukuran, densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor.

2.3 Proses Pembuatan Biodiesel

a) Esterifikasi

Esterifikasi dilakukan pada alat pemanas yang dilengkapi pengaduk dengan kapasitas ± 6 liter per masing-masing minyak. Direaksikan dengan Asam Sulfat (H₂SO₄) 5ml yang telah tercampur dengan metanol sebanyak 225ml untuk tiap sampel minyak. Dipanaskan dan diaduk pada suhu 60 °C selama 60 menit pada alat pemanas.

Minyak hasil esterifikasi dimasukkan kedalam wadah plastik pemisah dan dibiarkan hingga terjadi pemisahan. Tujuan dari tahap esterifikasi adalah untuk mengurangi jumlah *free fatty acid* (FFA) atau bilangan asam dari minyak jarak pagar (CJCO). Faktor yang penting yang mempengaruhi bilangan asam pada proses transesterifikasi adalah perbandingan molar rasio alkohol dengan minyak, perbandingan molar rasio katalis asam dan minyak, suhu reaksi, dan waktu reaksi (Ghadge and Raheman, 2005).

b) Transesterifikasi

Minyak Jarak dan Minyak Kedelai yang sudah dilakukan proses esterifikasi lalu dilakukan proses selanjutnya yaitu transesterifikasi. Proses transesterifikasi dimulai dengan melarutkan metanol 15 % (v/b) dan KOH 1% (v/b), kemudian minyak yang sudah dipanaskan terlebih dahulu ditambahkan larutan reaksi dan dipanaskan selama 60 menit dengan suhu 60 °C. Hasil dalam proses transesterifikasi berupa biodiesel dan gliserol. Untuk lapisan atas terdapat biodiesel dan lapisan bawah gliserol dan sisacampuran sisa katalis zat kotor. Biodiesel campuran merupakan biodiesel kasar yang harus dilakukan pemurnian dengan cara proses *washing*.

Water washing dilakukan dengan air panas ditambahkan kedalam biodiesel lalu dilakukan pengadukan dan pemisahan. Pencucian dilakukan berulang hingga air cucian terlihat jernih. Selanjutnya dilakukan proses *drying* untuk membungkan sisa metanol dan air dalam biodiesel dengan dipanaskan pada suhu 100 °C selama 10 menit.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Data Bahan Baku Minyak

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak jarak dan minyak kedelai mempunyai karakteristik seperti densitas, viskositas, *flash point*, dan nilai kalor di tunjukan pada tabel 2

Tabel 2 Karakteristik bahan baku biodiesel

Properties	Minyak Jarak (<i>castor oil</i>)	Minyak Kedelai (<i>soybean oil</i>)
Densitas (40°C) kg/m ³	936,93	881,88
Viskositas (40°C) cSt	198,7	26,9
<i>Flash point</i> (°C)	305	347
Nilai Kalor (Cal/g)	8889,78	9385,02

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa karakteristik minyak jarak dan minyak kedelai memiliki parameter seperti densitas, viskositas, *flash point* dan nilai kalor parameter minyak kedelai sangat rendah dibanding minyak jarak. Kemudian nilai kalor untuk minyak kedelai sangatlah tinggi dari minyak jarak.

3.2 Kandungan Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh

Asam lemak jenuh adalah asam lemak yang semua ikatan atom karbonnya pada rantai karbon berupa ikatan tunggal. Sedangkan asam lemak tidak jenuh yang mengandung ikatan rantai karbonnya. Berdasarkan kandungan asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh pada minyak jarak dan minyak kedelai yang dilakukan di laboratorium pengujian dan penelitian terpadu (LPPT) UGM dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3 Komposisi Asam Lemak Jenuh dan Tak Jenuh Minyak Jarak dan Minyak kedelai

Minyak Jarak		Minyak Kedelai	
Asam Lemak	Konsentrasi (%)	Asam Lemak	Konsentrasi (%)
Methyl Butyrate	36,08	Methyl Butyrate	9,37
Methyl Palmiate	6,10	Methyl Palmiate	10,09
Methyl Octadecanoate	6,68	Methyl Octadecanoate	2,70
Cis-9-Oleic Methyl ester	18,83	Cis-9-Oleic Methyl ester	20,66
Lenolelaidic Acid Methyl Ester	0,99	Methyl Aracehidate	0,15
Methyl Lenoleate	26,80	Methyl Lenoleate	50,82
Methyl Cis-11-eicocenoate	2,62	Methyl Cis-11-eicocenoate	5,38
Methyl Lenolenate	1,42	Methyl Docosanoate	0,36
Cis-4-7-10-13-16-19-decosahexaenoate	0,49	Gamma-lenolenic Acid Methyl Ester	0,26
		Methyl Lenolenate	0,21

Dari hasil pengujian yang dilakukan di LPPT-UGM dapat dilihat dari hasil bahwa 2 kandungan asam lemak minyak jarak dan minyak kedelai yang paling mendominasi pada minyak jarak Methyl Butyrate 36,08%, Cis-9-Oleic Methyl ester 18,83%, Methyl Lenoleate 26,80%, sedangkan untuk minyak kedelai Methyl Palmiate 10,09%, Cis-9-Oleic Methyl ester 20,66%, Methyl Lenoleate 50,82%.

3.3 Karakteristik Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Kedelai

Hasil penelitian yang telah dilakukan percobaan karakteristik minyak kedelai dan minyak jarak dapat dilihat pada tabel 4.

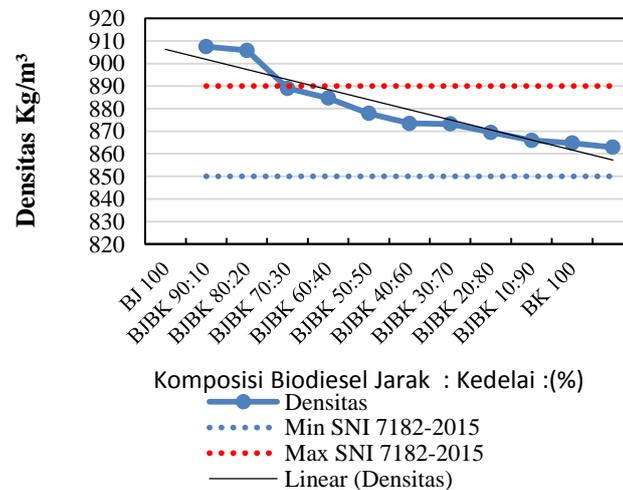
Tabel 4 Karakteristik Biodiesel Minyak Jarak dan Minyak Kedelai

Properties	Minyak Jarak (<i>castor oil</i>)	Minyak Kedelai (<i>soybean oil</i>)
Densitas (40°C) kg/m ³	907	862
Viskositas (40°C) cSt	19,8	7,7
Flash point (°C)	215	186,17
Nilai Kalor (Cal/g)	8816,85	9375,25

Perbandingan karakteristik dapat dilihat pada tabel 4 Karakteristik biodiesel minyak jarak dan minyak kedelai harus mempunyai ketentuan dari standar SNI 7182-2015 yakni untuk viskositas antara 2,3-6,0 cSt. Untuk standar viskositas biodiesel minyak jarak 19,8 dan minyak kedelai 7,7 masih belum memenuhi standar, Kemudian densitas biodiesel jarak dan kedelai SNI 7182-2015 yakni 850-890 kg/m³, densitas dari biodiesel kedelai 862 kg/m³ sudah memenuhi standar dari SNI 7182-2015 tetapi untuk biodiesel jarak masih belum, dan untuk *flash point* telah memenuhi standar dikarenakan sudah melebihi batas ketentuan yang telah ditetapkan yaitu (>100 °C).

3.4 Densitas Campuran Biodiesel

Densitas adalah perbandingan massa terhadap volume, semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Hasil pengujian densitas dari campuran biodiesel dapat dilihat pada gambar 1.



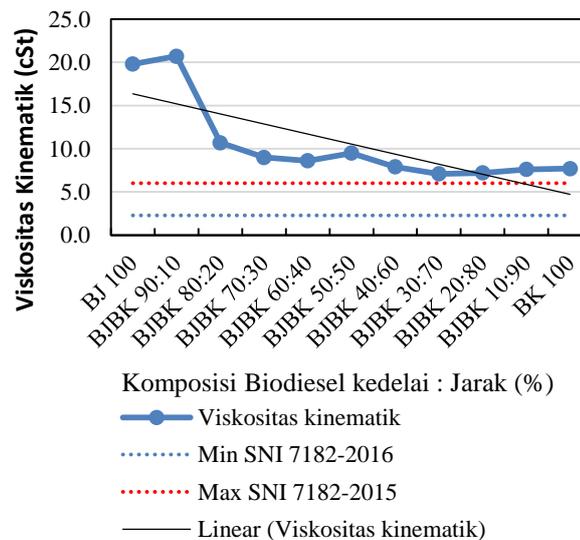
Gambar 1 Pengujian Densitas Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Kedelai

Dari gambar 1 menunjukkan bahwa campuran biodiesel yang dihasilkan dari biodiesel kedelai dan biodiesel jarak memiliki densitas yang berbeda setiap sampelnya, namun setelah dicampurkan dengan biodiesel kedelai densitasnya semakin menurun pada setiap variasi campurannya. Densitas pada penelitian ini memiliki nilai yang beragam yaitu berada pada 862 kg/m³ – 907 kg/m³ yang berarti ada variasi belum memenuhi standar SNI 7182-2015 untuk campuran biodiesel densitas yaitu komposisi BJ dan BJBK91. Untuk memenuhi batas SNI 7185-2015 yang telah ditetapkan (850 – 890 kg/m³). Perbedaan campuran biodiesel densitas dipengaruhi oleh asam lemak pada bahan baku. Seiring meningkatnya rantai karbon gliserol mengalami penurunan dan

jumlah ikatan rangkapan pada asam lemak akan semakin meningkat (Tazora 2011). Oleh karena itu semakin meningkat komposisi minyak kedelai maka akan semakin menurun densitasnya. Densitas yang melebihi standard SNI sebaiknya tidak digunakan dikarenakan akan meningkatnya keausan pada mesin dan mengakibatkan kerusakan pada mesin.

3.5 Viskositas Campuran Biodiesel

Viskositas merupakan tahanan suatu zat cair untuk mengalir akibat gaya gravitasi. Suatu mesin memerlukan bahan bakar dengan viskositas tertentu. Semakin kental suatu cairan, maka besar gaya yang dibutuhkan untuk membuatnya mengalir pada kecepatan tertentu. Hasil pengujian viskositas dari setiap campuran biodiesel dapat dilihat pada gambar 2.



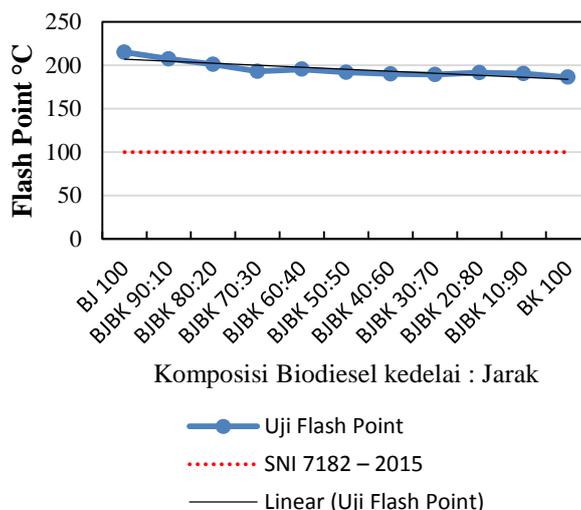
Gambar 2 Pengujian Viskositas Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Kedelai

Dari gambar 2 diatas menunjukkan bahwa campuran biodiesel pada biodiesel kedelai dan biodiesel jarak mengalami penurunan pada setiap variasi komposisinya, semakin sedikit biodiesel jarak dalam campuran biodiesel kedelai maka viskositasnya semakin menurun. Biodiesel kedelai memiliki kekentalan yang lebih rendah (7,7 cSt) dibanding dengan biodiesel jarak (19,8 cSt), hal ini menyebabkan viskositas campuran biodiesel makin rendah jika campuran biodiesel kedelainya makin banyak.

Biodiesel campuran yang dihasilkan pada penelitian viskositas kinematik yaitu 7,1 – 19,8 cSt yang berarti keseluruhan belum memenuhi standard SNI 7182-2015 (2,3–6 cSt). Viskositas salah satu parameter yang sangat berhubungan dengan laju aliran fluida, semakin kental suatu cairan maka besaran gaya yang dibutuhkan. Minyak nabati sebenarnya tidak cocok untuk diaplikasikan langsung sebagai bahan bakar mesin diesel dikarenakan viskositasnya masih terlalu tinggi. Viskositas rendah pada mesin biasanya berkaitan dengan kebocoran pada injektor serta kekuatan pompa injeksi (Tyson, 2014). Oleh sebab itu penentuan viskositas maksimum harus ditentukan sesuai SNI 7182-2015.

3.6 Flash Point Campuran Biodiesel

Titik nyala merupakan suhu terendah dimana minyak (uap minyak) bercampur dengan udara akan menyala sebentar lalu kemudian mati apabila didekatkan dengan nyala api. Hal ini disebabkan karena pada kondisi tersebut belum mampu bahan bakar bereaksi dan menghasilkan apa yang kontinyu. Suhu titik nyala menunjukkan bahan yang mudah menguap dan muda terbakar. Dalam proses penyimpanan dan penanganan suatu bahan bakar, penting untuk diperhatikan suhu titik nyalanya (ASTM, 2004) Hasil pengujian *flash point* dari setiap campuran biodiesel dapat dilihat pada gambar 3.



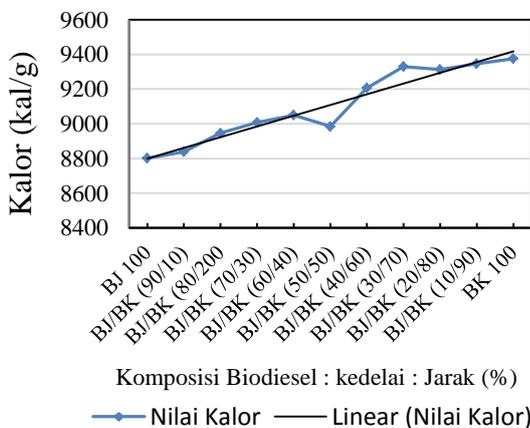
Gambar 3 Pengujian Flash Point Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Kedelai

Berdasarkan gambar diatas menunjukkan hasil yang berbeda pada setiap variasi sampelnya. Dapat dilihat bahwa *flash point* campuran biodiesel jarak dan biodiesel kedelai mengalami penurunan yang berbanding lurus dengan penurunan komposisi campuran, semakin sedikit biodiesel jarak dalam campuran biodiesel jarak dan biodiesel kedelai maka temperaturnya menurun biodiesel kedelai memiliki (186,17°C) dibanding jarak (215°C) hal ini menyebabkan *flash point* campuran biodiesel makin rendah jika campuran biodiesel kedelainya makin banyak.

Temperatur minimal *flash point* biodiesel menurut SNI 7182-2015 adalah diatas 100°C , Oleh karena itu semua variasi campuran biodiesel jarak dan biodiesel kedelai telah memenuhi standar *flash point* keseluruhan diatas 100 °C. Nilai *flash point* tidak mempunyai pengaruh yang besar dalam pemakain bahan bakar minyak untuk mesin diesel, *flash point* diperlukan untuk keaman mesin dalam penanganan minyak terhadap kebakaran.

3.7 Nilai Kalor Campuran Biodiesel

Nilai kalor adalah suatu angka yang menyatakan jumlah panas atau kalori yang dihasilkan dari proses pembakaran bahan bakar dengan udara atau oksigen. Setiap variasi campran biodiesel jarak dan biodiesel kedelai memiliki nilai kalor yang berbeda-beda dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4 Pengujian Nilai Kalor Terhadap Variasi Komposisi Biodiesel Campuran Minyak Jarak dan Minyak Kedelai

Pada pengujian nilai kalor menunjukkan bahwa perbedaan nilai kalor pada setiap variasi campuran biodiesel jarak dan biodiesel kedelai pada gambar 4 biodiesel kedelai mengalami peningkatan seiring dengan semakin banyaknya campuran kedelai pada setiap variasinya. Pada biodiesel jarak memiliki nilai kalor 8801,34 Cal/g, setelah dicampurkan dengan biodiesel kedelai nilai kalor mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karakteristik dari biodiesel kedelai yang memiliki nilai kalor lebih tinggi dari biodiesel jarak. Nilai kalor berbanding terbalik dengan berat jenis (*density*). Pada volume yang sama, semakin besar berat jenis suatu minyak, maka akan semakin kecil nilai kalornya, demikian juga sebaliknya semakin rendah berat jenis suatu minyak, semakin tinggi pula nilai kalornya (Kholidah, 2014).

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- a. Nilai karakteristik biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kedelai yang dihasilkan pada setiap variasi komposisi biodiesel campuran cenderung mengalami penurunan pada parameter nilai densitas, *flash point*, dan viskositas seiring dengan peningkatan komposisi pada minyak kedelai. Namun berbanding terbalik dengan nilai kalor yang mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya komposisi minyak kedelai.
- b. Komposisi biodiesel campuran minyak jarak dan minyak kedelai yang memberikan sifat paling optimal diperoleh pada komposisi BJBK 37(30% jarak - 70% Kedelai), karena karakteristik yang dihasilkan dari komposisi variasi campuran proses transesterifikasi tidak memberikan perbedaan yang signifikan pada karakteristik biodiesel yang dihasilkan setiap sampel viskositas tidak memenuhi SNI 7182-2015.

5. SARAN

Saran dalam penelitian ini adalah :

- a. Perlu dilakukakan penambahan katalis dengan rentang variasi yang lebih besar 0,5% - 1% dari volume minyak untuk mengetahui kapasitas penurunan dari viskositas.
- b. Dilakukan penelitian lanjutan untuk menurunkan viskositas dan densitas yang optimal dengan metode yang sama.
- c. Dilakukan penyaringan yang lebih spesifik untuk mengetahui berapa banyak trigliserida yang belum terkonversi menjadi metil ester.

DAFTAR PUSTAKA

Annual Book of ASTM Standards. 2004

Fukuda, H., Kondo, A., dan Noda, H., 2001. Biodiesel fuel production by transesterification of oils. *J. BioSci. BioEng*: 405-416.

Ghadge, S.V., Raheman, H., 2005. *Biodiesel production from mahua (Madhuca indica) oil having high free fatty acids*. *Bioenergy* 28, 601–605.

- Kholidah, N. (2014). *Pengaruh Perbandingan Campuran Bioetanol dan Gasoline Terhadap Karakteristik Gasohol dan Kinerja Mesin Kendaraan*.
- Smith, R., 2005. *Chemical Process Design and Integration*. New York: John Wiley & Sons
- SBP Board of Consultant and Engineers.1998. *SBP Handbook of Oil Seeds, Oils, Fats and Derivatives*. New Delhi: Everest Press, Okhla.
- Tazora, Zuhelmi, 2011. *Peningkatan Mutu Biodiesel Dari Minyak Biji Karet Melalui Pencampuran Dengan Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Tickell, J. 2000. *From The Fryer To The Fuel Tank*. 3. Energy Consulting.
- Tyson KS. 2004. *Energy Efficiency and Renewable Energy*. U.S. Departement of Energy. <http://www.osti.gov/bridge>.
- Wahyuni.A., 2010. *"Karakterisasi Mutu Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Berdasarkan Perlakuan Tingkat Suhu Yang Berbeda Menggunakan Reaktor Sirkulasi"*, Bogor: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam.