

PENGARUH SUHU DAN WAKTU REAKSI PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK JELANTAH

[EFFECTS OF TEMPERATURE AND REACTION TIME ON THE BIODIESEL PRODUCTION USING WASTE COOKING OIL]

Oleh :

Shilvia Vera Sinaga¹, Agus Haryanto², Sugeng Triyono³

¹⁾ Mahasiswa S1 Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

^{2,3)} Staf Pengajar Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

✉ komunikasi penulis, email : shilviavera@yahoo.co.id

Naskah ini diterima pada 20 Desember 2013; revisi pada 29 Januari 2014; disetujui untuk dipublikasikan pada 6 Februari 2014

ABSTRACT

This study aimed to utilize waste cooking oil as raw material for biodiesel production and to study the influence of time and temperature of the transesterification reaction on the biodiesel production and its characteristics. The study was conducted by base transesterification with NaOH at a molar ratio of waste cooking oil to methanol 1:6. A combination of three levels of temperature (45°C, 55°C and 65°C) and three levels of reaction time (5 minutes, 10 minutes, and 30 minutes) was performed. Each treatment was conducted with 3 replications. The results showed that the yield of biodiesel was affected by temperature and reaction time. The optimum treatment combination was transesterification at temperature of 65°C and 30 minutes of reaction time, which produced 72,87 % methyl ester with a density of 0,85 g/ml, viscosity of 1,65 cSt and acid number of 0,07 %. Although the density and acid number of biodiesel produced met the biodiesel quality standards of Indonesia (SNI), it was not recommended to be used as fuel engine.

Keywords: Biodiesel, waste cooking oil, transesterification, temperature and reaction time.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dan mempelajari pengaruh waktu dan suhu reaksi pada produksi biodiesel dan karakteristiknya. Penelitian dilakukan dengan melakukan transesterifikasi basa dengan perbandingan molar minyak jelantah terhadap methanol 1:6 dan menggunakan kombinasi tiga level suhu (45°C, 55°C, dan 65°C) dan tiga level waktu reaksi (5 menit, 10 menit, dan 30 menit). Setiap perlakuan dilakukan dengan 3 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen biodiesel dipengaruhi oleh suhu dan waktu reaksi. Kombinasi perlakuan yang optimum yaitu suhu transesterifikasi pada suhu 65°C dan waktu 30 menit, yang dapat menghasilkan 72,87 % metil ester dengan massa jenis 0,85 gram/ml, viskositas 1,65 cSt, dan bilangan asam 0,07 %. Meskipun massa jenis dan bilangan asam dari biodiesel yang dihasilkan berada pada standar mutu biodiesel Indonesia (SNI), tetapi biodiesel belum dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin.

Kata Kunci: Biodiesel, minyak jelantah, transesterifikasi, suhu dan waktu reaksi.

I. PENDAHULUAN

Kebutuhan energi di dunia maupun di Indonesia kini semakin meningkat. Hal tersebut disebabkan oleh pertumbuhan penduduk, pertumbuhan ekonomi, dan pola konsumsi energi yang semakin meningkat. Ketersediaan energi fosil di Indonesia semakin menipis dan kini Indonesia sudah

menjadi impotir minyak. Pada tahun 2008, Indonesia telah mengimpor BBM mencapai 153 juta barel (Djamaludin, 2011). Oleh karena itu diperlukan upaya pengembangan sumber-sumber energi terbarukan. Salah satu jenis energi terbarukan adalah biodiesel. Biodiesel dapat diproduksi dengan menggunakan minyak nabati atau lemak hewan melalui proses

transesterifikasi dengan bantuan alkohol dan katalis (Dharsono dan Oktari, 2010). Biodiesel memiliki karakteristik yang hampir sama dengan minyak solar sehingga dapat digunakan untuk menggantikan minyak solar pada motor diesel.

Minyak goreng bekas (waste cooking oil) atau minyak jelantah, sangat potensial untuk diolah menjadi biodiesel. Pada saat ini, pemanfaatan minyak jelantah di Indonesia masih belum berkembang. Potensi minyak jelantah akan meningkat seiring dengan meningkatnya produksi dan konsumsi minyak goreng (Hambali dkk., 2005). Minyak jelantah merupakan limbah yang mengandung senyawa-senyawa karsinogenik yang terjadi selama proses penggorengan sehingga jika dipakai secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan pada tubuh manusia. Salah satu bentuk pemanfaatan minyak jelantah yang dapat dilakukan yaitu dengan cara mengubahnya menjadi biodiesel. Hal ini dapat dilakukan karena minyak jelantah juga merupakan minyak nabati. Pemanfaatan minyak nabati sebagai bahan baku biodiesel memiliki beberapa kelebihan, diantaranya sumber minyak nabati mudah diperoleh, proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati mudah dan cepat, dan tingkat konversi minyak nabati menjadi biodiesel yang tinggi (95%) (Kadiman, 2005; Firdaus, 2010; dan Encinar et al., 2005).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi dan mempelajari pengaruh suhu reaksi dan waktu reaksi pada proses pembuatan biodiesel dari minyak jelantah. Diharapkan dari hasil penelitian ini diperoleh suatu teknologi yang berguna untuk mengurangi masalah limbah minyak jelantah dan menghasilkan biodiesel yang dapat mengatasi masalah krisis energi.

II. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan pada bulan April hingga bulan September 2013 di Laboratorium Rekayasa Bioproses dan Penanganan Pascapanen Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung, Bandar Lampung. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain hotplate dan stirrer, kondensor, termokopel, falling balls viscometers, peralatan gelas, neraca analitik, masker, dan sarung tangan. Bahan yang digunakan adalah minyak jelantah yang diperoleh dari pabrik kerupuk di daerah Sukarame. Bahan lain yang digunakan adalah metanol teknis, NaOH teknis, aquadest, larutan PP (Phenophthalein), dan Isoprophyl Alcohol (IPA).

Pembuatan biodiesel mengacu pada video dari Utah Biodiesel Supply (<http://www.youtube.com>). Pembuatan biodiesel dilakukan dengan perbandingan molar minyak jelantah terhadap metanol 1:6 (Felizardo et al., 2005) menggunakan kombinasi faktor (suhu dan waktu reaksi) yang telah ditetapkan yaitu 9 perlakuan dan 3 kali ulangan (Tabel 1). Setiap satuan percobaan dilakukan dengan 100 ml minyak jelantah. Minyak jelantah disaring dan diendapkan selama 1 minggu. Untuk mengetahui jumlah katalis (NaOH) yang diperlukan pada reaksi transesterifikasi dilakukan titrasi terhadap campuran 1 ml minyak jelantah dalam 10 ml IPA dengan menggunakan larutan NaOH 0,025 N. Jumlah katalis yang diperlukan untuk reaksi transesterifikasi dihitung menggunakan rumus:

$$X_{\text{gram}} = (3,5 + y \text{ NaOH}) \text{ gram} \quad \dots\dots (1)$$

dimana:

X = jumlah katalis (gram/liter minyak jelantah)

y = volume NaOH titrasi

Tabel 1. Perlakuan

Suhu (°C)	Waktu Reaksi		
	5 menit	10 menit	30 menit
45	T ₁ t ₁	T ₁ t ₂	T ₁ t ₃
55	T ₂ t ₁	T ₂ t ₂	T ₂ t ₃
65	T ₃ t ₁	T ₃ t ₂	T ₃ t ₃

Pengamatan dan Pengukuran

1. Rendemen Biodiesel

Penghitungan rendemen biodiesel dilakukan menggunakan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{Bobot biodiesel setelah pencucian (g)}}{\text{Bobot minyak jelantah (g)}} \times 100\%$$

2. Massa Jenis Biodiesel (gram/ml)

Pengukuran massa jenis dilakukan menggunakan piknometer. Massa jenis biodiesel dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\rho_{\text{Biodiesel}} = \frac{m}{V}$$

dimana:

- $\rho_{\text{Biodiesel}}$ = massa jenis biodiesel (g/ml)
- m = massa sampel biodiesel (g)
- V = volume sampel biodiesel (ml)

3. Viskositas Biodiesel (cSt)

Pengukuran viskositas biodiesel dilakukan menggunakan alat *falling ball viscometers*. Viskositas biodiesel dapat dihitung dengan rumus:

$$\mu = k (\rho_{\text{bola}} - \rho_{\text{biodiesel}}) t_0$$

t_0 = waktu tempuh bola dari batas atas ke batas bawah pada viskometer (s)

4. Bilangan Asam Biodiesel (%)

Pengukuran bilangan asam dilakukan dengan titrasi menggunakan larutan NaOH 0,025 N. Bilangan asam biodiesel dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Bilangan Asam} = \frac{\text{ml NaOH} \times N \times \text{BM NaOH}}{M \times 1000} \times 100\%$$

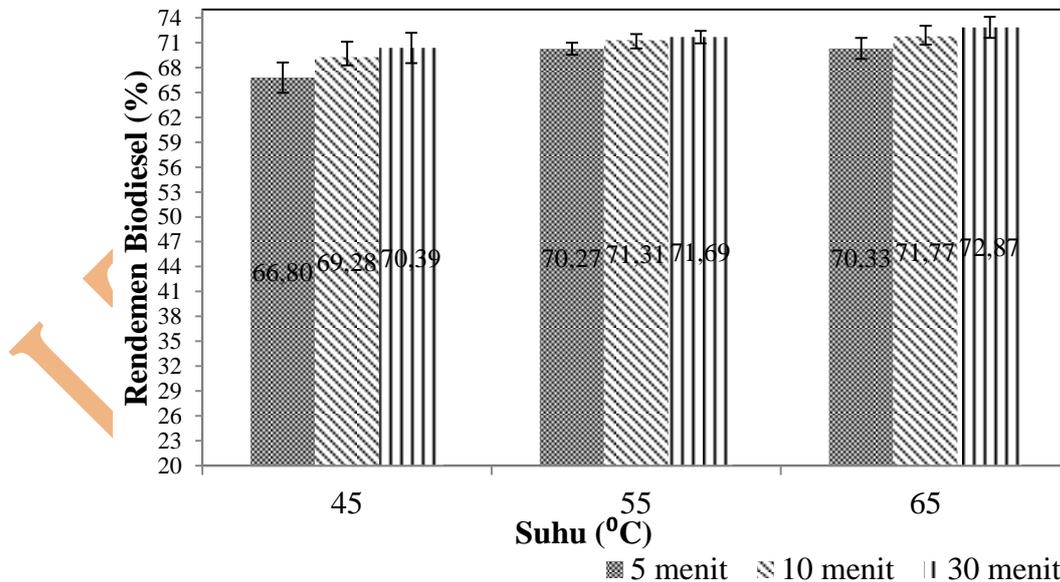
dimana:

- ml NaOH = jumlah ml NaOH untuk titrasi (ml)
- N = normalitas larutan NaOH (mol/ml)
- M = berat sampel (gram)
- BM NaOH = bobot molekul NaOH (gram/mol)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Rendemen Biodiesel (%)

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara waktu dan suhu terhadap rendemen biodiesel dan dapat dilihat pada Gambar 1 (*error bars*



Gambar 1. Hubungan antara waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap rendemen biodiesel

dimana:

- μ = viskositas biodiesel (cSt)
- ρ_{bola} = massa jenis bola (8,02 gram/ml)
- $\rho_{\text{biodiesel}}$ = massa jenis biodiesel (gram/ml)
- k = koefisien bola (0,01336)

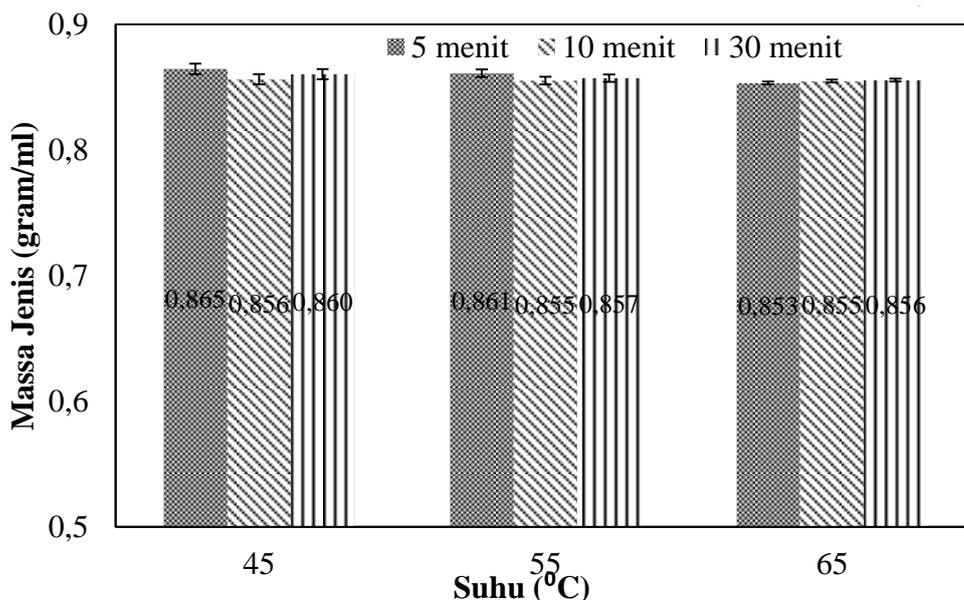
adalah standar deviasi).

Berdasarkan teori semakin tinggi suhu reaksi dan semakin lama waktu reaksi, maka kemungkinan kontak antar zat semakin besar sehingga akan menghasilkan konversi

yang besar (Susilowati, 2006). Dalam penelitian yang telah dilakukan (Gambar 1), diperoleh data bahwa selama waktu 5 menit sampai dengan 30 menit pada suhu 65°C, hasil konversi reaksi terus meningkat. Hal ini membuktikan bahwa semakin lama waktu reaksi dan semakin tinggi suhu yang diberikan maka akan semakin meningkatkan hasil (Luthfiyati dkk., 2008).

3.2 Massa Jenis Biodiesel (gram/ml)

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara waktu dan suhu terhadap mssa jenis biodiesel dan dapat dilihat pada Gambar 2 (*error bars* adalah standar deviasi).



Gambar 2. Hubungan antara waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap massa jenis biodiesel

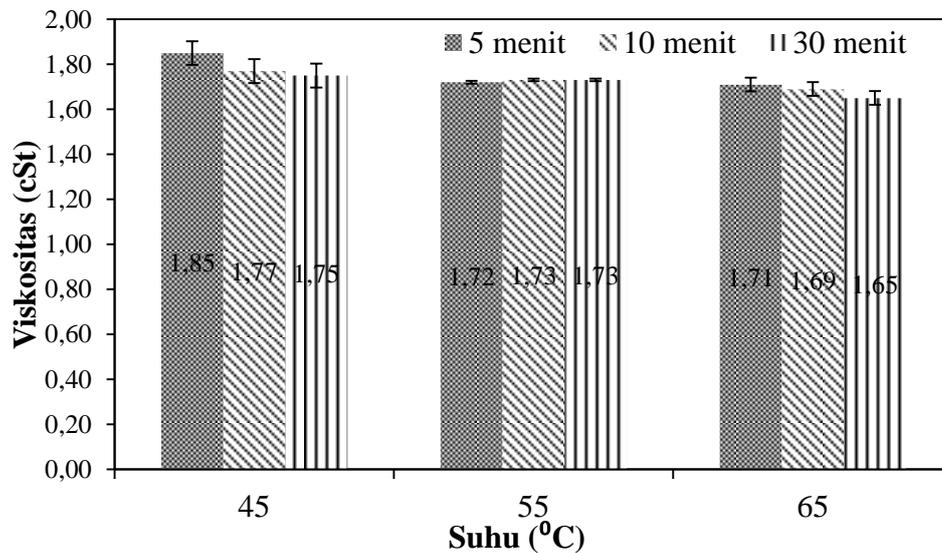
Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa suhu, waktu dan interaksi antara suhu dan waktu reaksi tidak berpengaruh atau tidak berbeda signifikan pada taraf 95 %. Namun pada suhu 65°C dan waktu 30 menit, rendemen yang dihasilkan hanya sekitar 73%. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor diantaranya waktu reaksi berkisar 30 menit menyebabkan reaksi belum mencapai kesetimbangan karena menurut penelitian Encinar et al.,(2005) waktu optimum yang dapat menghasilkan konversi terbesar terjadi waktu 60 menit dan reaksi telah berlangsung sempurna. Faktor lain yang mempengaruhi hasil konversi kecil yaitu kualitas metanol dan NaOH. Pada penelitian ini, kualitas metanol dan NaOH yang digunakan yaitu kualitas teknis sehingga berpengaruh terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan juga (Satriana dkk., 2012).

Massa jenis adalah perbandingan jumlah massa suatu zat terhadap volumenya pada suhu tertentu. Semakin rendah suhu, maka berat jenis biodiesel akan semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya. Analisis massa jenis pada penelitian ini menggunakan piknometer. Pada Gambar 2 terlihat massa jenis biodiesel yang tertinggi terjadi pada suhu 45°C dan waktu 5 menit yaitu sebesar 0,865 g/ml, sedangkan massa jenis biodiesel yang paling rendah terjadi pada suhu 65°C dan waktu 5 menit yaitu sebesar 0,853 g/ml namun semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu reaksinya, massa jenis biodiesel semakin rendah. Hal ini disebabkan oleh keberadaan gliserol dalam biodiesel yang dapat mempengaruhi massa jenis biodiesel karena gliserol memiliki massa jenis yang cukup tinggi (1,26 g/cm³), sehingga jika gliserol tidak terpisah dengan baik dari biodiesel, maka massa jenis biodiesel akan meningkat. Nilai di atas berada dalam

kisaran standar mutu biodiesel Indonesia (SNI) yaitu 0,85–0,89 g/ml. Semakin tinggi konversi biodiesel maka densitas akan semakin rendah karena rantai karbon semakin pendek dan ikatan rangkap semakin sedikit. Nilai massa jenis biodiesel sangat ditentukan oleh kemurnian komponen metil ester dalam biodiesel. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa suhu, waktu dan interaksi antara suhu dan waktu reaksi berpengaruh atau berbeda signifikan pada taraf 95 %.

semakin turun ketika terjadi peningkatan nilai ketidakkjenuhan dari biodiesel (Hanif, 2009).

Pada Gambar 3 terlihat bahwa viskositas kinematik biodiesel tertinggi pada waktu 5 menit dan suhu 45°C yakni sebesar 1,85 cSt, sedangkan viskositas kinematik biodiesel terendah pada waktu 30 menit dan suhu 65°C yakni sebesar 1,65 cSt dan viskositas ini tidak memenuhi standar mutu viskositas SNI yaitu 2,3–6 cSt. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan bahwa suhu, waktu dan



Gambar 3. Hubungan antara waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap viskositas biodiesel

3.3 Viskositas Biodiesel (cSt)

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh data viskositas untuk minyak jelantah yaitu 18,09 cP dan jika dikonversi ke satuan cSt maka didapat bahwa viskositas minyak jelantah yaitu 18,09 cP /0,85350 gr/ml (massa jenis minyak jelantah) adalah 15,43 cSt. Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara suhu dan waktu reaksi terhadap viskositas biodiesel dan dapat dilihat pada Gambar 3 (error bars adalah standar deviasi). Semakin tinggi konversi biodiesel maka viskositas kinematik yang dihasilkan akan semakin rendah. Hal ini disebabkan semakin sedikit kadar asam lemak bebas yang masih berada pada biodiesel yang dihasilkan tersebut atau kemungkinan masih terdapat air dalam biodiesel akibat proses pencucian. Viskositas kinematik akan

interaksi antara suhu dan waktu reaksi tidak berpengaruh atau tidak berbeda signifikan pada taraf 95 %.

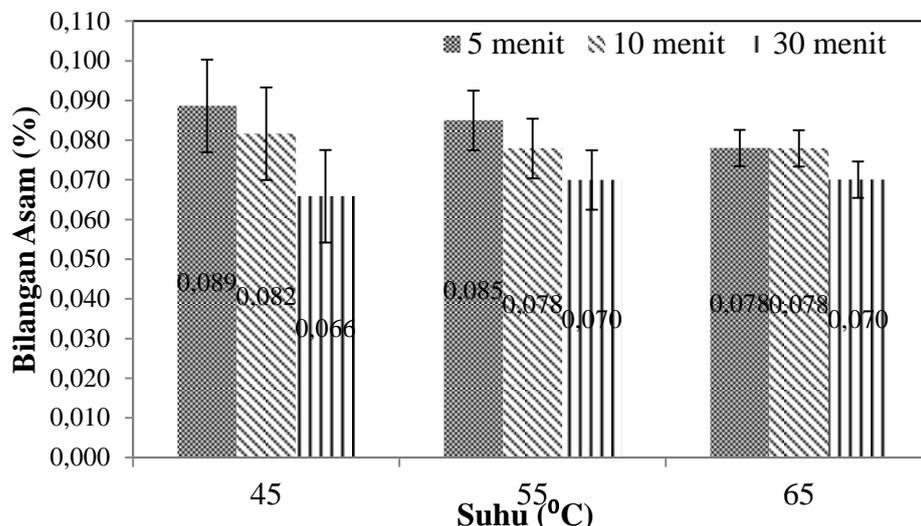
3.4 Bilangan Asam Biodiesel (%)

Dari penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh grafik hubungan antara waktu dan suhu terhadap bilangan asam biodiesel dan dapat dilihat pada Gambar 4 (error bars adalah standar deviasi).

Dari Gambar 4 dapat terlihat bahwa bilangan asam yang tertinggi terdapat pada suhu 45°C dengan waktu 5 menit yaitu 0,08%, sedangkan yang terendah terdapat pada suhu 45°C dengan waktu 30 menit yaitu 0,06%. Hal ini dapat terjadi karena pada suhu 45°C memiliki massa jenis yang tinggi yaitu 0,86 gram/ml untuk waktu 5 menit dan 0,86 gram/ml untuk waktu 30

menit dan masih berada pada standar mutu Indonesia (SNI) yaitu maks 0,8%. Bilangan asam merupakan pembagian antara ml NaOH yang terpakai dengan massa jenis sehingga semakin lama waktu reaksi akan semakin memperkecil bilangan asam. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) menunjukkan

sebab itu maka dilakukan uji nyala dan uji kapilaritas biodiesel sebagai bahan bakar alternatif pengganti minyak tanah pada kompor yaitu menggunakan lampu semprong. Pada uji nyala, sebanyak 25 ml biodiesel dimasukkan ke dalam lampu semprong dan dinyalakan dengan api. Nyala



Gambar 4. Hubungan antara waktu reaksi dan suhu reaksi terhadap bilangan asam biodiesel

bahwa suhu, waktu dan interaksi antara suhu dan waktu reaksi tidak berpengaruh atau tidak berbeda signifikan pada taraf 95 %.

3.5 Uji Nyala dan Kapilaritas Biodiesel

Hasil penelitian menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan belum memenuhi standar mutu Indonesia (SNI) untuk dijadikan bahan bakar pada mesin. Oleh

api yang dihasilkan berwarna orange dan tidak menghasilkan asap. Api dapat bertahan selama 2 jam sedangkan lampu semprong dengan bahan bakar minyak tanah dapat bertahan hingga 2 jam 36 menit. Nyala api biodiesel yang diproses pada suhu 45°C dan waktu 5 menit dapat dilihat pada Gambar 5. Kapilaritas adalah peristiwa naik atau turunnya permukaan zat cair pada pipa kapiler (Wikipedia.org, 2012). Pengujian ini



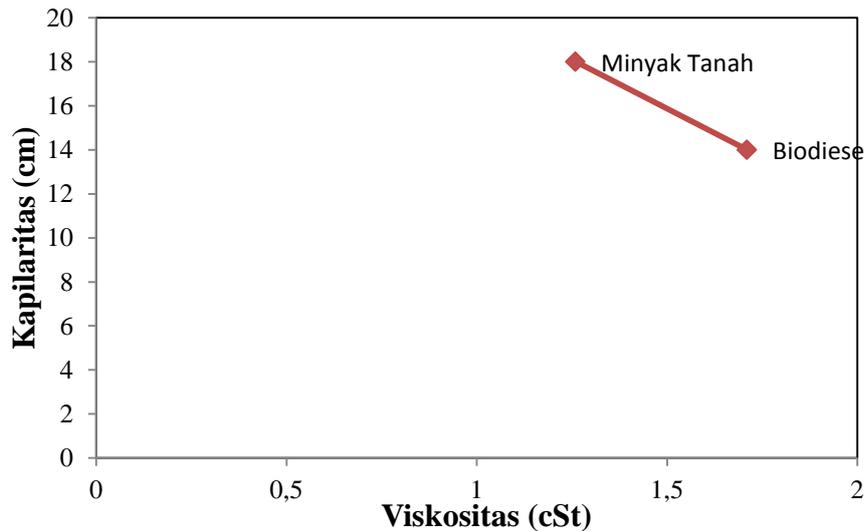
Gambar 5. Nyala api minyak tanah dan biodiesel yang diproses pada suhu reaksi 45°C dan waktu reaksi 5 menit

dilakukan dengan menggunakan sumbu yang berukuran sama dan dimasukkan ke dalam biodiesel dan minyak tanah. Sumbu dinyalakan dengan api dan diamati daya serapnya.

Setelah dilakukan pengujian, daya serap pada minyak tanah adalah 18 cm dan lebih tinggi dibandingkan dengan daya serap pada

pada suhu 45°C dan waktu 5 menit dengan rendemen 66,79% metil ester.

4. Biodiesel yang dihasilkan memiliki karakteristik massa jenis berkisar antara 0,853–0,865 gram/ml dan sesuai dengan standar SNI (0,85–0,89 gram/ml), viskositas berkisar antara 1,65–1,85 cSt dan tidak sesuai dengan standar SNI (2,3–6 cSt), bilangan asam yang diperoleh



Gambar 6. Pengaruh viskositas terhadap kapilaritas pada minyak tanah dan biodiesel

biodiesel yang memiliki viskositas 1,65–1,71 cSt yaitu 13–15,3 cm. Hal ini disebabkan karena minyak tanah memiliki viskositas (1,26 cSt) yang lebih kecil daripada biodiesel. Uji kapilaritas menunjukkan bahwa biodiesel dapat digunakan sebagai pengganti minyak tanah pada kompor “Hock” yang memiliki tinggi tangki sampai permukaan sumbu yaitu 14 cm. Perbandingan kapilaritas dan viskositas antara minyak tanah dan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 6.

pada penelitian ini yaitu berkisar antara 0,06–0,08 % dan sesuai dengan standar SNI (maks 0,8%).

5. Biodiesel yang dihasilkan belum dapat digunakan sebagai bahan bakar mesin namun sudah dapat digunakan sebagai pengganti minyak tanah pada kompor.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

1. Minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel.
2. Semakin tinggi waktu dan suhu reaksi maka rendemen biodiesel yang diperoleh akan semakin tinggi dan karakteristik biodiesel akan semakin baik.
3. Rendemen biodiesel paling optimum diperoleh pada suhu 65°C dan waktu 30 menit dengan 72,87% metil ester dan rendemen biodiesel terendah diperoleh

DAFTAR PUSTAKA

- Dharsono, W dan Y.S. Oktari. 2010. *Proses Pembuatan Biodiesel dari Dedak dan Metanol dengan Esterifikasi In Situ*. (Skripsi). Universitas Diponegoro. Semarang.
- Djamaludin, A. 2011. *Pemanfaatan Minyak Bumi dan Sumber Energi Alternatif Guna Meningkatkan Ketersediaan Energi*. Artikel Sekolah Tinggi Teknologi Angkatan Laut. Diakses pada 14 Oktober 2013.
- Encinar, J.M., J.F.Gonzalez, and A.R. Reinares. 2005. Biodiesel from Used Frying Oil. Variabels Affecting the Yields and Characteristics of the Biodiesel. *Industrial and Engineering Chemistry Journal*. Vol. 44(15): 5491–5499.
- Felizardo, P., M.J.N. Correia, I. Raposo, J.F. Mendes, R. Berkemeier, and J.M. Bordado. 2005. Production of Biodiesel from Waste frying Oils. *Waste Management Journal*, Vol. 26: 487–494.
- Firdaus, I. U. 2010. *Usulan Teknis Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah*. PT. Nawapanca Engineering: Bandung. Laporan.
- Hambali, E, S. Mudjalipah, dan A. H. Tambunan. 2005. *Teknologi Bioenergi*. Agro Media. 86 hlm.
- Hanif. 2009. Analisis Sifat Fisik dan Kimia Biodiesel dari Minyak Jelantah Sebagai Bahan Bakar Alternatif Motor Diesel. *Jurnal Teknik Mesin*, Vol. 6(2): 92–96.
- http://www.youtube.com/making_biodiesel_from_waste_cooking_oil_step_by_step_tutorial/watch?v=rxxs9DeXprY. 13 Juni 2013.
- Luthfiyati, A., Yoeswono, K.Wijaya, dan I. Tahi. 2008. Kajian Pengaruh Temperatur dan Kecepatan Pengadukan terhadap Konversi Biodiesel dari Minyak Sawit Menggunakan Abu Tandan Kosong Sawit Sebagai Katalis. *Seminar Nasional Kimia XVIII, Jurusan Kimia FMIPA UGM. Yogyakarta*. 10 Juli 2008.
- Kadiman, K. 2005. Biofuel: the Alternative Fuel for (Vehicles In) The Future. Minister for Research and Technology / Chairman of the Agency for Assessment and Application of Technology BPPT. *Presented at the Gaikindo Conference*. 12 July 2005. Jakarta.
- Satriana, N. E. Husna, Desrina dan M. D.Supardan. 2012. Karakteristik Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Teknik Kavitas Hidrodinamik. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia* Vol.4(2).
- Simanjuntak, M. E. 2005. Beberapa Energi Alternatif yang Terbarukan dan Proses Pembuatannya. *Jurnal Teknik Simetrika*, Vol. 4 (1): 287–293.
- Susilowati. 2006. Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk dengan Katalis Zeolit. *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.1 (1): 10–14.
- Wikipedia. 2012. "Biodiesel", <http://en.wikipedia.org/wiki/biodiesel>. [http://www.Pembuatan Biodiesel dari CPO](http://www.PembuatanBiodiesel.com).