



## PENGARUH TEMPERATUR PADA PROSES TRANSESTERIFIKASI TERHADAP KARAKTERISTIK BIODIESEL DARI MINYAK GORENG BEKAS

Wahyu Puji Atmoko <sup>✉</sup>, Dwi Widjanarko, Pramono

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

### Info Artikel

*Sejarah Artikel:*

Diterima Januari 2014  
Disetujui Februari 2014  
Dipublikasikan Agustus 2014

*Keywords:*

Used Cooking Oil,  
Biodiesel,  
Transesterification,  
Biodiesel Characteristics

### Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh temperatur pada proses transesterifikasi terhadap kualitas biodiesel. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah limbah minyak goreng bekas penggorengan. Penelitian menggunakan proses transesterifikasi dengan cara mereaksikan katalis dan metanol yang kemudian dicampur bersamaan dengan minyak goreng bekas tersebut. Pencampuran tersebut memerlukan waktu satu jam yang masing-masing pencampurannya menggunakan variasi temperatur 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C. Kemudian hasil transesterifikasi diendapkan selama kurang lebih 24 jam. Hasil pengendapan berupa biodiesel dan gliserin dipisahkan. Setelah itu proses pencucian biodiesel sebanyak 4 kali pencucian dan pengeringan biodiesel dengan cara pemanasan dengan suhu yang mencapai 112°C dan dilakukan pendinginan. Hasil pengujian karakteristik densitas pada variasi temperatur 30°C dan 40 sebesar 0,8779 g/ml, 50°C sebesar 0,8771 g/ml dan temperatur 60 °C didapatkan nilai 0,8747 g/ml. Pada pengujian viskositas temperatur 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C dihasilkan nilai 5,258 mm<sup>2</sup>/s, 5,078 mm<sup>2</sup>/s, 4,939 mm<sup>2</sup>/s, dan 4,728 mm<sup>2</sup>/s. Untuk hasil pengujian titik nyala dengan temperatur 30°C sebesar 202,5°C, variasi temperatur 40°C sebesar 198,5°C, temperatur 50°C didapatkan 196,5°C, dan 60°C sebesar 192,5°C. Dari data pengujian, maka didapatkan hasil karakteristik densitas, viskositas dan titik nyala. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua pengujian biodiesel yang dihasilkan memenuhi standar karakteristik biodiesel. Hal ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan variasi temperatur tidak berpengaruh terhadap karakteristik biodiesel. Selain itu, biodiesel hasil penelitian sesuai dengan kriteria sebagai bahan bakar motor diesel.

### Abstract

*The purpose of this research was to determine the effect of temperature on the quality of the biodiesel transesterification process. Raw materials used in the making process of biodiesel is waste cooking oil. This Research using the transesterification process by react catalyst and methanol then mixed along with the waste cooking oil. The mixing takes one hour each mixing using a variation of temperature of 30°C, 40°C, 50°C and 60°C. Then the transesterification proceeds deposited for approximately 24 hours. The results of the precipitation in the form of biodiesel and glycerin is separated. The biodiesel washing process 4 times washing and drying biodiesel by heating with the temperature reaching 112°C and cooling. Test results on the density characteristics of temperature variation 30°C and 40°C of 0.8779 g / ml, 50°C for 0.8771 g / ml and a temperature of 60°C values obtained 0.8747 g / ml. On testing the viscosity temperature 30°C, 40°C, 50°C and 60°C resulting value 5.258 mm<sup>2</sup> / s, 5.078 mm<sup>2</sup> / s, 4.939 mm<sup>2</sup> / s, and 4.728 mm<sup>2</sup> / s. For the test results to the flash point temperature of 30°C is 202.5°C, at 40°C temperature variation of 198.5°C, at temperature 50°C obtained 196.5 ° C and 60°C at 192.5°C. From the test data, the results obtained characteristic density, viscosity and flash point. The results showed that all of the testing of biodiesel produced meets the standard characteristics of biodiesel. It can be concluded that the use of variations in temperature do not affect the characteristics of the biodiesel. In addition, biodiesel research results according to the criteria of diesel motor fuel.*

© 2014 Universitas Negeri Semarang

<sup>✉</sup> Alamat korespondensi:

Gedung E9 Lantai 2 FT Unnes  
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229  
E-mail: [avante\\_30@yahoo.com](mailto:avante_30@yahoo.com)

## PENDAHULUAN

Bahan bakar minyak adalah salah satu dari sekian energi yang sangat dibutuhkan oleh manusia hingga mencapai ketergantungan yang sangat besar yang tidak dapat lagi dipisahkan dari kehidupan sehari-hari. Hal tersebut mengakibatkan cadangan minyak di bumi semakin menipis karena untuk memenuhi kebutuhan.

Biodiesel merupakan salah satu alternatif bahan bakar nabati (*biofuel*) ramah lingkungan yang dapat menggantikan sumber bahan bakar minyak dari fosil yaitu minyak solar/diesel. Selain karena ramah lingkungan, biaya produksi rendah, biodiesel ini juga dapat dijadikan sebagai peluang usaha, dan bahan baku yang

digunakan dapat diperoleh secara mudah di Indonesia.

Dibandingkan dengan solar, biodiesel memiliki keunggulan. Menurut Susilo (2006:7) bahwa biodiesel memiliki beberapa keunggulan utama yaitu biodiesel diproduksi dari bahan pertanian, sehingga dapat diperbaharui, biodiesel memiliki nilai *cetane* yang tinggi, *volatile* rendah dan bebas sulfur, ramah lingkungan karena tidak ada emisi  $SO_x$ . Selain itu beberapa keuntungan lainnya adalah menurunkan keausan ruang piston karena sifat pelumasan bahan bakar yang bagus dan aman dalam penyimpanan dan transportasi karena tidak mengandung racun. Berikut adalah tabel perbandingan emisi pembakaran biodiesel dengan solar:

**Tabel 1.** Perbandingan emisi bahan bakar

| Senyawa Emisi                         | Biodiesel | Solar |
|---------------------------------------|-----------|-------|
| SO <sub>2</sub> (ppm)                 | 0         | 78    |
| CO (ppm)                              | 10        | 40    |
| NO (ppm)                              | 37        | 64    |
| NO <sub>2</sub> (ppm)                 | 1         | 1     |
| O <sub>2</sub> (%-b)                  | 6         | 6,6   |
| Total Partikulat(mg/Nm <sup>3</sup> ) | 0,25      | 5,6   |
| Benzen(mg/Nm <sup>3</sup> )           | 0,3       | 5,01  |
| Toluen(mg/Nm <sup>3</sup> )           | 0,57      | 2,31  |
| Xylene(mg/Nm <sup>3</sup> )           | 0,73      | 1,57  |
| Etilbenzen(mg/Nm <sup>3</sup> )       | 0,3       | 0,73  |

(Prihandana dkk, 2006:16)

Pembuatan biodiesel biasanya dilakukan dengan proses transesterifikasi dengan menggunakan katalis asam dan proses transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa untuk setiap bahan baku yang mengandung FFA (*Free Fatty Acid*). Karena proses tersebut diperlukan waktu yang lama dan selain itu juga penulis ingin mengetahui hasil dan kualitas biodiesel dengan menggunakan proses transesterifikasi dengan katalis basa pada temperatur yang berbeda, yaitu pada suhu 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C, maka proses yang digunakan dalam pembuatan biodiesel ini dengan menggunakan proses transesterifikasi.

Tujuan penelitian ini sebagai yaitu untuk mengetahui pengaruh temperatur pada proses transesterifikasi terhadap karakteristik biodiesel.

Biodiesel adalah minyak yang telah melalui proses estrans secara paripurna sehingga keasaman, viskositas, densitas, dan seluruh kriteria kualitasnya telah memenuhi standar untuk otomotif (Sudradjat, 2008:96).

Minyak jelantah adalah minyak limbah yang berasal dari berbagai jenis minyak goreng seperti minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya (Satriana dkk, 2012:15). Minyak jelantah merupakan minyak yang

dihasilkan dari sisa penggorengan baik, biasanya setelah dipakai 3-4 kali penggorengan.

Katalisator adalah suatu katalis untuk menurunkan energi aktivasi sehingga reaksi dapat berjalan lebih cepat (Miskah dkk, 2008:17). Dengan kata lain katalisator merupakan media pengahantar untuk mempercepat terjadinya reaksi. Dalam proses pembuatan biodiesel KOH lebih mudah digunakan dan waktu yang diperlukan lebih cepat dibanding dengan NaOH dan memberikan hasil samping pupuk *potash*.

Alkohol merupakan pereaksi utama dalam proses esterifikasi maupun transesterifikasi. Menurut Setyoprato dkk (2008:72) transesterifikasi juga disebut alkoholisis yang merupakan reaksi antara minyak dengan alkohol sehingga dihasilkan ester dan gliserol. Biasanya jenis alkohol yang umum digunakan adalah metanol karena dalam penggunaannya lebih mudah, dan harganya lebih murah.

Transesterifikasi adalah suatu reaksi yang menghasilkan ester dimana salah satu pereaksinya juga merupakan senyawa ester (Aziz dkk, 2011:444). Menurut Aziz dkk (2011:444) bahwa ester yang dihasilkan dari proses transesterifikasi ini disebut biodiesel.

Proses pencucian biodiesel dilakukan dengan menggunakan air yang bertujuan untuk menghilangkan alkohol dan katalis yang tidak bereaksi dan sabun yang tertinggal dalam biodiesel setelah reaksi (Satriana dkk, 2012:16). Proses terakhir adalah melakukan pengeringan atau lebih tepatnya menghilangkan kadar air dalam biodiesel. Proses ini membuat biodiesel benar-benar murni menjadi dan terbebas dari air setelah dilakukan pencucian.

Menurut Prihandana dkk (2006:65), densitas atau yang biasa disebut dengan massa jenis menunjukkan perbandingan berat per satuan volume. Karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar.

Menurut Prihandana dkk (2006:63), viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Biasanya dinyatakan dalam waktu yang diperlukan untuk mengalir pada jarak tertentu.

*Flash point* merupakan suhu terendah dimana aplikasi suatu pembakar (*ignition*) menyebabkan uap suatu spesimen terbakar pada kondisi uji yang spesifik. Menurut Miskah dkk (2008:18), titik nyala adalah suatu angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dimana akan timbul penyalaan api sesaat. Titik nyala yang tinggi akan memudahkan penyimpanan bahan bakar, karena minyak tidak akan mudah terbakar pada temperatur ruang (Aziz dkk, 2011:447).

## METODE PENELITIAN

Desain eksperimen merupakan langkah-langkah dalam melakukan penelitian sehingga dihasilkan data-data yang obyektif sesuai dengan permasalahan, desain eksperimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah *treatment by subject* yaitu beberapa variasi perlakuan secara berturut-turut kepada kelompok subyek yang sama. Maksudnya suatu kelompok dikenakan perlakuan tertentu kemudian dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristik dari subyek yang diteliti.

Metode eksperimen yang dilakukan adalah meneliti pengaruh variasi temperatur 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C dalam proses transesterifikasi dengan waktu 60 menit pengadukan terhadap karakteristik biodiesel. Karakteristik biodiesel yang diujikan meliputi nilai densitas, viskositas dan titik nyala guna mengetahui kualitas biodiesel yang dihasilkan.

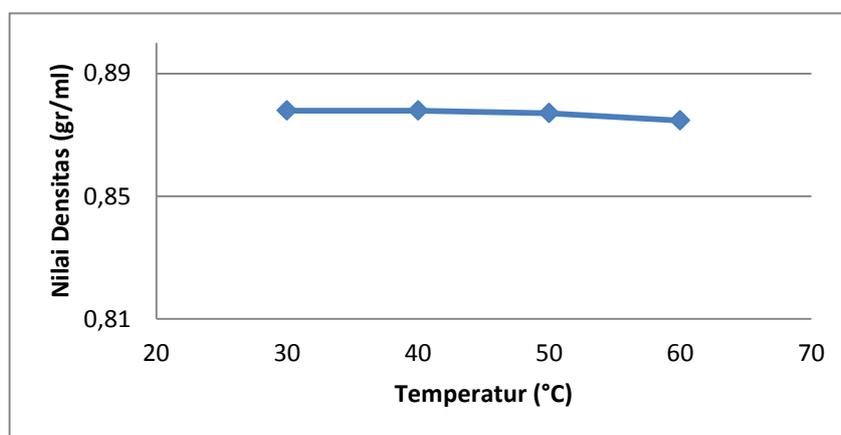
## HASIL PENELITIAN

### Hasil Pengujian Karakteristik Biodiesel

**Tabel 2.** Hasil uji untuk karakteristik dari biodiesel

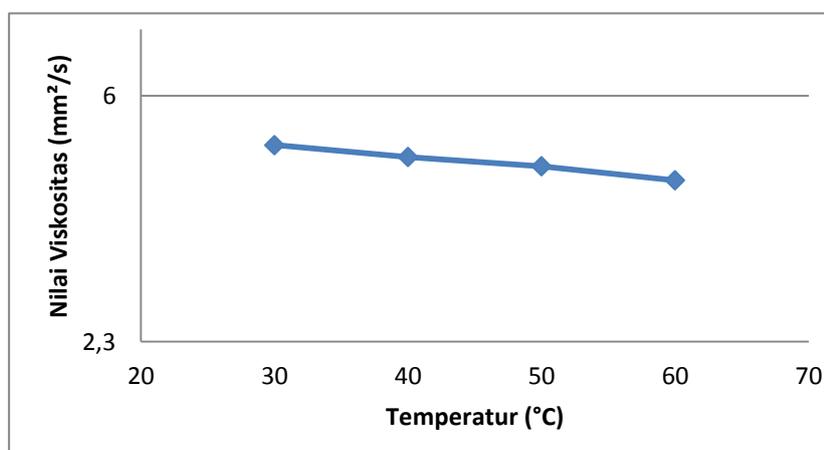
| Karakteristik uji Biodiesel         | Satuan             | Nilai spesifikasi | Temperatur Pemanasan (°C) |        |        |        |
|-------------------------------------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------|--------|--------|
|                                     |                    |                   | 30                        | 40     | 50     | 60     |
| Densitas pada suhu 15°C             | g/ml               | 0,85-0,89         | 0,8779                    | 0,8779 | 0,8771 | 0,8747 |
| Viskositas kinematik pada suhu 40°C | mm <sup>2</sup> /s | 2,3-6,0           | 5,258                     | 5,078  | 4,939  | 4,728  |
| Titik nyala                         | °C                 | Min 100           | 202,5                     | 198,5  | 196,5  | 192,5  |

Pengujian densitas dengan metode ASTM D 1298



**Gambar 1.** Grafik hubungan variasi temperatur terhadap densitas biodiesel

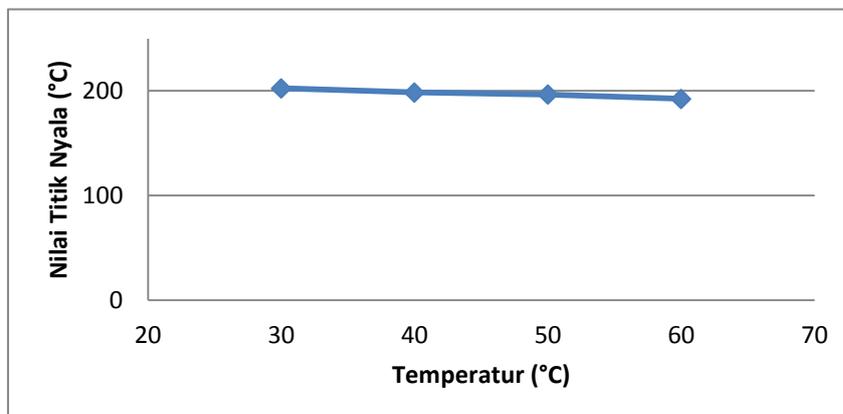
Gambar yang menunjukkan nilai densitas terbesar pada variasi temperatur 30°C dan 40°C yang memiliki nilai densitas sama. Nilai yang paling rendah dihasilkan pada variasi temperatur 60°C. Hal tersebut tidak menunjukkan penurunan yang signifikan. Uji viskositas dengan metode IKU/5.4/TK-02.



**Gambar 2.** Grafik hubungan variasi temperatur terhadap viskositas biodiesel

Gambar grafik 2 adalah hasil pengujian viskositas dari variasi temperatur 30°C memiliki nilai viskositas tertinggi dibandingkan dengan variasi temperatur yang lain. Bisa dilihat dari grafik gambar menunjukkan angka penurunan yang tidak begitu signifikan.

Uji titik nyala dengan metode ASTM D 92



**Gambar 3.** Grafik hubungan variasi temperatur terhadap titik nyala biodiesel

Grafik 3 membentuk garis yang terus menurun dari variasi temperatur 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C. Untuk variasi temperatur 30°C diperoleh titik nyala yang paling tinggi dan pada temperatur 60°C justru menunjukkan penurunan. Penurunan ini juga tidak terlalu signifikan.

Berdasarkan hasil-hasil penelitian diatas maka didapat nilai yang semua sifat memenuhi standar biodiesel yang ada, ini menunjukkan bahwa biodiesel hasil penelitian layak digunakan untuk bahan bakar motor diesel.

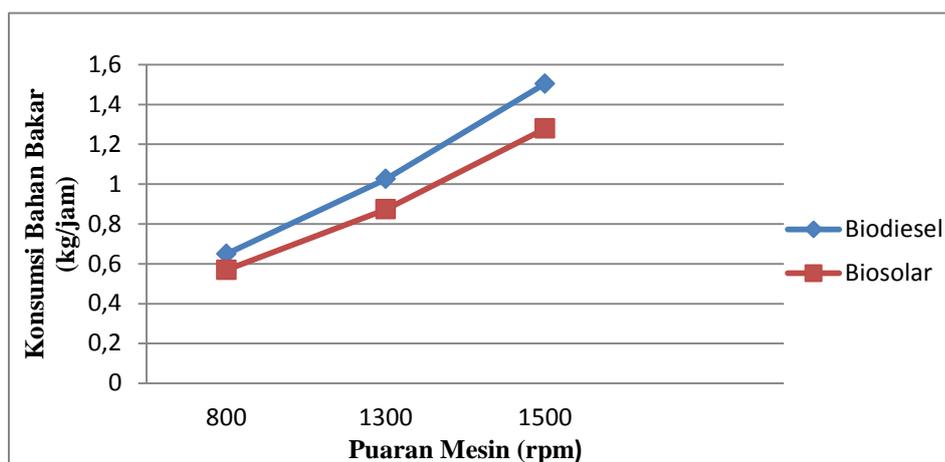
#### Hasil Pengujian Konsumsi Bahan Bakar Pada Mesin Diesel

**Tabel 3.** Hasil perhitungan konsumsi bahan bakar

| No.       | Putaran Mesin (rpm) | Konsumsi Bahan Bakar           |                             |
|-----------|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|
|           |                     | Biodiesel yang dibuat (kg/jam) | Biosolar dari SPBU (kg/jam) |
| 1.        | 800                 | 0,64872                        | 0,5688                      |
| 2.        | 1300                | 1,02492                        | 0,87264                     |
| 3.        | 1500                | 1,503                          | 1,27836                     |
| Rata-Rata |                     | 1,05888                        | 0,9066                      |

Persentase perbedaan konsumsi bahan bakar biodiesel terhadap biosolar berkisar 16%. Hal ini dapat diartikan bahwa bahan bakar biodiesel yang dihasilkan lebih boros 16%

dibandingkan biosolar. Demikian ini untuk kecepatan suatu putaran yang sama pada mesin diesel dibutuhkan bahan bakar biodiesel lebih banyak dibandingkan dengan biosolar.



**Gambar 4.** Grafik hubungan putaran mesin terhadap konsumsi bahan bakar

Berdasarkan data-data diatas, bahwa ada perbedaan pada konsumsi bahan bakar antara biodiesel dengan biosolar. Konsumsi bahan bakar biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan biosolar. Akan tetapi, kenaikan konsumsi bahan bakar dari rpm rendah ke tinggi menunjukkan lebih signifikan pada biodiesel dibandingkan biosolar.

## PEMBAHASAN

### Uji Karakteristik

Dalam penelitian, pengujian densitas dengan variasi temperatur 30°C dan 40°C didapatkan nilai sebesar 0,8779 gr/ml. Pada variasi temperatur 50°C didapatkan nilai 0,8771 gr/ml. sedangkan untuk pemberian variasi temperatur 60°C didapatkan nilai densitas 0,8747 gr/ml. Dari hasil penelitian tersebut ternyata nilai densitas sesuai dengan standar pengujian karakteristiknya.

Pada pengujian viskositas kinematik di dapatkan hasil 5,258 mm<sup>2</sup>/s pada variasi temperatur 30°C. Saat pemberian variasi temperatur 40°C didapatkan nilai 5,078 mm<sup>2</sup>/s. Sedangkan pada temperatur 50°C didapka nilai 4,939 mm<sup>2</sup>/s dan 60°C yaitu 4,728 mm<sup>2</sup>/s. Dari hasil pengujian itu juga nilainya sesuai dengan standar pengujian.

Begitu pula pada pengujian titik nyala (*flash point*) dimana pada temperatur 30°C didapatkan nilai 202,5°C. Untuk pemberian variasi temperatur 40°C didapatkan nilai

198,5°C. Kemudian pada saat 50°C didapatkan 196,5°C dan untuk 60°C yaitu 192,5°C.

Berdasarkan data-data penelitian yang telah didapatkan, maka dapat disimpulkan bahwa perubahan temperatur tidak terlalu berpengaruh pada hasil karakteristik biodiesel. Hal ini sesuai dengan Joshi (2008:29) *Temperature was not significant for either response factor for the time periods tested in this study.* Dalam kutipan tersebut dapat dijelaskan bahwa dalam penelitian, temperatur tidaklah menunjukkan perubahan signifikan baik itu untuk faktor respon dan juga untuk periode waktu yang diuji. Pendapat lain juga selaras dengan kutipan tersebut dalam penelitian yang berjudul “Studi Tentang Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas (Rasio Molar Substrat, Waktu dan Suhu Reaksi)” oleh Ambarita (2004:113) proses transesterifikasi akan berlangsung lebih cepat bila suhu dinaikkan mendekati titik didih methanol. Artinya, perubahan suhu dari rendah ke tinggi tidak mempengaruhi karakteristik biodiesel yang dihasilkan.

Dari hasil uji karakteristik biodiesel diantaranya densitas, viskositas dan titik nyala pula didapatkan nilai. Keseluruhan dari karakteristik biodiesel menunjukkan nilai yang memenuhi standar pengujian biodiesel. Hal ini dapat disimpulkan bahwa biodiesel hasil penelitian sesuai dengan kriteria sebagai bahan bakar motor diesel.

### Uji Konsumsi Bahan Bakar

Dari data-data pengujian konsumsi bahan bakar biodiesel pada tabel 4.3 dan gambar grafik 4.18 menunjukkan nilai 0,64872 kg/jam pada putaran mesin 800 rpm. Saat 1300 rpm nilai yang didapatkan dari adalah 1,02492 kg/jam dan pada putaran mesin 1500 rpm diperoleh nilai 1,503 kg/jam.

Untuk pengujian konsumsi bahan bakar biosolar didapatkan nilai 0,5688 kg/jam pada putaran mesin 800 rpm. Sedangkan pada saat putaran mesin 1300 rpm didapatkan nilai konsumsi bahan bakar 0,87264 kg/jam. Kemudian saat putaran mesin menunjukkan 1500 rpm, maka didapatkan nilai 1,27836 kg/jam.

Dari data-data perbandingan pengujian konsumsi bahan bakar yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa konsumsi bahan bakar biodiesel lebih tinggi dibandingkan dengan biosolar. Hal ini sesuai dengan analisa Raharjo (2007:43) bahwa data yang didapat setelah diintergrasikan menjadi sebuah grafik adalah konsumsi bahan bakar yang dibutuhkan solar lebih kecil dibandingkan dengan bahan bakar biodiesel. Fenomena yang terjadi disebabkan oleh nilai kalor biodiesel lebih kecil dari biosolar. Sesuai dengan pendapat Aziz (2010:295) bahwa spesifikasi konsumsi bahan bakar biodiesel rata-rata lebih besar dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena nilai kalor biodiesel lebih kecil sehingga konsumsi bahan bakarnya menjadi besar.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat disimpulkan bahwa variasi temperatur 30°C, 40°C, 50°C dan 60°C dalam proses transesterifikasi tidak berpengaruh terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan. Hal ini ditunjukkan dengan hasil uji biodiesel yang dibuat berada dalam standar karakteristik biodiesel dan layak digunakan untuk bahan bakar motor diesel. Konsumsi bahan bakar biodiesel yang dihasilkan lebih besar 16% dibandingkan dengan biosolar di SPBU pada

umumnya. Hal ini disebabkan karena nilai kalor biodiesel lebih kecil dari biosolar.

### Saran

Saran yang dapat diberikan sehubungan dengan penelitian tentang proses esterifikasi pada biodiesel ini adalah peneliti menyarankan kepada kalangan akademis, praktisi bahwa :

Dalam proses transesterifikasi pembuatan biodiesel dengan menggunakan temperatur 30°C sudah bisa menghasilkan biodiesel yang memenuhi standar pembuatan dan pengujian. Oleh karena itu, bisa menggunakan temperatur 30°C guna meminimalisir penggunaan pemanas dan menghemat biaya penggunaan pemanasan dalam proses transesterifikasi.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menambah variasi temperatur pada saat pembuatan biodiesel yakni dibawah temperatur 30°C dan variasi karakteristik pengujian biodiesel yang berbeda sehingga dapat diperoleh kualitas biodiesel yang optimal.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ambarita, Mery Tambaria Damanik. 2004. Studi Tentang Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas (Rasio Molar Substrat, Waktu dan Suhu Reaksi). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. Volume 2, No. 1, April 2004: 107-115.
- Aziz, Isalmi, Siti Nurbayti dan Badrul Ulum. 2011. Pembuatan Produk Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas Dengan Cara Esterifikasi dan Transesterifikasi. *Jurnal Valensi*. Volume 2, No. 3, 443-448.
- Joshi, Hem Chandra. 2008. *Optimization and Characterization of Biodiesel Production Form Cottonseed and Canola Oil*. An Arbor. ProQuest LLC
- Prihandana, Rama, Roy Hendroko dan Makmuri Nuramin. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi & Kelangkaan BBM*. Tangerang: Agro Media Pustaka.
- Raharjo, Samsudi. 2007. Analisa Performa Mesin Diesel Dengan Bahan Bakar Biodiesel Dari Minyak Jarak Pagar. *Jurnal Litbang Universitas Muhammadiyah Semarang*. Volume 3, No. 2, 2007: 40-43. Tersedia di <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/LITBANG/article/view/284> [Diakses 03-04-2014].

- Satriana, Nida El Husna, Desrina dan M. Dani Supardan. 2012. Karakteristik Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Teknik Kavitasi Hidrodinamik. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. Volume 4, No. 2, 15-20.
- Setyoprato, Puguh, Edy Purwanto, Rudy Hartanto dan J. Kristianto. Pengaruh Suhu Reaksi dan Rasio CPO/Metanol Terhadap Karakteristik Produk pada Pembuatan Biodiesel dengan Co-solvent Dietil Ester. *Jurnal Ilmu Dasar*. Volume 9, No. 1, 72-77.
- Sudradjat, H. R. 2008. *Memproduksi Biodiesel Jarak Pagar*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Susilo, Bambang. 2006. *Biodiesel Revisi*. Surabaya: Trubus Agrisarana.