

SINTESIS BIODIESEL DARI MINYAK BIJI KAPUK RANDU PADA
VARIASI SUHU DAN WAKTU TRANSESTERIFIKASI BERKATALIS NaOH

SYNTHESIS OF BIODIESEL FROM COTTON SEED OIL IN VARIATION OF
TEMPERATURE AND DURATION OF TRANSESTERIFICATION USE
NaOH CATALYST

Anggit Tyas Palupi & Endang Dwi Siswani*
Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
Email : endang_anie@yahoo.co.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui 1) gugus fungsi biodiesel hasil sintesis dari minyak biji kapuk randu, 2) rendemen biodiesel yang dihasilkan dari proses transesterifikasi minyak biji kapuk randu 3) besarnya massa jenis, viskositas, titik nyala, titik tuang, dan kalor pembakaran dari biodiesel yang dihasilkan serta 4) kesesuaian karakteristik biodiesel jika dibandingkan dengan SNI 7182:2012. Biji kapuk yang digunakan berasal dari Gunungkidul, Yogyakarta.

Metode yang digunakan dalam pengambilan minyak adalah pengepresan. Jenis alkohol yang digunakan pada transesterifikasi adalah metanol dengan perbandingan (minyak:metanol) adalah 5:1 b/b. Jenis katalis yang digunakan adalah NaOH 0,5% b/b. Variasi suhu yang digunakan adalah 35°C, 50°C, dan 65°C dengan lama pengadukan 60 dan 120 menit. Biodiesel yang diperoleh dianalisis dengan FTIR dan diuji parameternya meliputi massa jenis, viskositas, titik nyala, titik tuang, dan kalor pembakaran.

Gugus fungsional dari biodiesel adalah C=O karbonil ester, C-O ester dan -CH₃ metil. Rendemen yang dihasilkan dari proses transesterifikasi pada suhu 35° C, 50° C dan 65° C dengan lama pengadukan 60 dan 120 menit secara berturut-turut adalah 90,7265%; 89,2681%; 82,9376%; 89,4204%; 90,4281%; dan 88,5172%. Karakter biodiesel meliputi: massa jenis berturut-turut sebesar 868,43; 867,40; 870,37; 868,07; 867,37; dan 867,43 kg/m³, viskositas berturut-turut sebesar 3,5926; 3,4446; 3,9883; 3,7076; 3,3144; dan 3,1178 cSt, titik tuang berturut-turut sebesar 0, 0, 6, -3, -3, dan 0 °C, titik nyala berturut-turut sebesar 109, 115, 127, 113, 181, dan 153 °C, serta kalor pembakaran berturut-turut sebesar 7853,0378; 7900,5544; 7973,0324; 7880,2667; 7940,2747; 8014,2446 kal/g. Biodiesel hasil sintesis memiliki nilai massa jenis, viskositas, titik tuang dan titik nyala yang sudah sesuai dengan SNI 7182:2012, namun kalor pembakaran semua biodiesel tersebut belum memenuhi standar.

Kata Kunci: Minyak Biji Kapuk, Transesterifikasi, Karakter Biodiesel

Abstract

The aim of this research are to know 1) functional group of biodiesel 2) the yield of biodiesel which formed from transesterification process of cotton seed oil 3) the density, viscosity, pour point, flash point, and heat of combustion of biodiesel and 4) to compared the biodiesel character with SNI 7182:2012. Kapuk seeds are from Gunungkidul, Yogyakarta.

This research are use press method to get kapuk seed oil. Types of alcohol that is used in the transesterification reaction is methanol with the mass ratio of (kapuk seed oil:methanol) is 5:1 w/w. This reasearch use NaOH catalyst with concentration 0,5% w/w of cotton seed oil. The variation of temperature are 35, 50 and 65 °C with duration of stirring are 60 and 120 minutes. The synthesized biodiesel are analyzed with infrared spectroscopy and tested the biodiesel parameters include density, viscosity, pour point, flash point, and heat of combustion.

Functional group of biodiesel were C=O carbonil ester, C-O ester, and -CH₃ methyl. The yield of biodiesel were synthesized in temperature 35, 50 and 65 °C with duration of stirring 60 and 120 minutes were 90.7265%; 89.2681%; 82.9376%; 89.4204%; 90.4281%; and 88.5172%, respectively. The character of biodiesel such as density were 868.43; 867.40; 870.37; 868.07; 867.37; and 867.43 kg/m³, respectively. Viscosity were 3.5926; 3.4446; 3.9883; 3.7076; 3.3144; and 3.1178 cSt, respectively. Pour point were 0, 0, 6, -3, -3, and 0 °C, respectively. Flash point were 109, 115, 127, 113, 181, and 153 °C, respectively and heat of combustion were 7853.0378; 7900.5544; 7973.0324; 7880.2667; 7940.2747; and 8014.2446 cal/g, respectively. The synthesized biodiesel having density, viscosity, pour point, and flash point suitable with SNI 7182:2012 but all of this biodiesel having heat of combustion were not suitable.

Keywords : Kapuk Seed Oil, Transesterification, Character of Biodiesel

PENDAHULUAN

Bahan bakar akhir-akhir ini merupakan topik yang ramai diperbincangkan di berbagai kesempatan. Hal ini didorong oleh meningkatnya kebutuhan dan semakin meningkatnya harga jual bahan bakar. Sementara itu, sumber bahan bakar minyak dan gas semakin berkurang [1].

Salah satu sumber bahan bakar yang mampu menjadi solusi dari masalah tersebut adalah biodiesel [2].

Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan karena dengan memanfaatkan minyak nabati sebagai bahan bakar, maka pembentukan CO₂ di atmosfer diperkirakan hampir tidak ada [3].

Salah satu bahan yang potensial karena pemanfaatannya yang kurang maksimal yakni biji kapuk. Kandungan minyak pada biji kapuk berkisar antara 25% - 40% [4]. Indonesia memiliki lahan kapuk seluas 1.383,64 ha [5].

Minyak dari biji kapuk dapat diperoleh dengan tiga cara, yaitu *rendering*, pengepresan (*pressing*), atau dengan ekstraksi menggunakan pelarut [6].

Biodiesel dari minyak biji kapuk randu dapat dihasilkan melalui reaksi transesterifikasi, yaitu reaksi antara trigliserida dengan alkohol untuk menghasilkan ester asam lemak, hasil yang diharapkan adalah metil ester. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar metil ester dan kualitas biodiesel yang dihasilkan adalah jenis katalis, rasio molar trigliserida dan alkohol, suhu reaksi, lama pengadukan, [7].

Berdasarkan kenyataan tersebut, maka perlu dilakukan penelitian mengenai pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk randu dengan variasi suhu dan lama pengadukan pada reaksi transesterifikasi. Biodiesel yang dihasilkan dianalisis menggunakan spektrometer FTIR dan diuji parameter kualitas biodiesel yang meliputi massa

jenis, viskositas, titik tuang, titik nyala, dan kalor pembakaran.

METODE PENELITIAN

Subjek dari penelitian ini adalah biji kapuk (*Ceiba pentandra L*) dan objeknya adalah biodiesel dari minyak biji kapuk hasil reaksi transesterifikasi. Alat yang digunakan antara lain satu set alat pres hidrolik, alat refluk, bom kalorimeter, alat uji titik tuang dan titik nyala, FTIR NICOLET AVATAR 360 IR, tabung oswald, piknometer.

Pengambilan minyak dari biji kapuk dilakukan dengan metode pengepresan, kemudian dilakukan penjernihan dan pengukuran kadar FFA minyak. Pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk randu dilakukan dengan cara transesterifikasi. Untuk membedakan minyak biji kapuk dengan biodiesel yang dihasilkan, dilakukan analisis spektroskopi IR. Biodiesel yang dihasilkan diuji kualitasnya dengan parameter yang meliputi: massa jenis, viskositas, titik tuang, titik nyala dan kalor pembakaran.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Proses Pengepresan Biji Kapuk Randu

Biji kapuk dipres menggunakan alat pres hidrolik dengan kekuatan 240

kN selama 5 menit dan diperoleh rendemen minyak sebesar 9,479 %.

Hasil pengukuran kadar FFA dari minyak biji kapuk randu adalah sebesar 6,4287%, sehingga perlu dilakukan proses esterifikasi untuk menurunkan kadar FFA sebelum dilakukan proses transesterifikasi.

2. Reaksi Esterifikasi

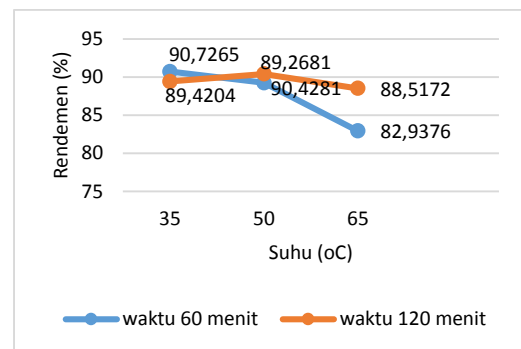
Reaksi esterifikasi adalah reaksi penguubahan asam lemak bebas menjadi ester yang bertujuan untuk menurunkan kadar asam lemak bebas (FFA). Reaksi esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol pada rasio 6 : 1 menggunakan katalis H_2SO_4 pekat (18 M) 2% b/b dari jumlah minyak dan dilakukan pada suhu $50^\circ C$ selama 60 menit.

Pada proses ini digunakan metanol yang berlebih agar air yang terbentuk dari reaksi dapat diserap oleh metanol sehingga tidak menghalangi jalannya reaksi. Minyak hasil esterifikasi tersebut memiliki kadar FFA sebesar 0,9286%, sehingga sudah dapat dilakukan proses transesterifikasi.

3. Proses Transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi pertukaran gugus trigliserida dengan gugus alkohol dengan bantuan

katalis. Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak biji kapuk dan metanol pada rasio 5 : 1 menggunakan katalis NaOH 0,5% b/b dari jumlah minyak. Proses ini dilakukan dengan lama waktu pengadukan 60 menit pada suhu 35, 50 dan $60^\circ C$ (biodiesel B_I, B_{II}, dan B_{III}) serta dengan lama waktu pengadukan 120 menit pada suhu 35, 50 dan $60^\circ C$ (biodiesel B_{IV}, B_V, dan B_{VI}). Hasil rendemen biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Rendemen Biodiesel dengan Waktu dan Suhu Reaksi Transesterifikasi

Penghitungan rendemen pada penelitian ini adalah perhitungan rendemen biodiesel secara keseluruhan bukan rendemen metil ester saja. Dari hasil tersebut terlihat bahwa rendemen cenderung menurun dengan kenaikan suhu transesterifikasi. Hal ini disebabkan karena saat suhu reaksi transesterifikasi $65^\circ C$, mendekati titik didih metanol sehingga metanol akan

menguap sehingga menyebabkan berkurangnya metanol yang akan bereaksi dengan minyak untuk membentuk metil ester.

4. Analisis Spektroskopi FTIR Minyak Biji Kapuk dan Biodiesel

Analisis spektroskopi FTIR digunakan untuk mengetahui perubahan gugus fungsi dari minyak biji kapuk randu dan biodiesel.

Pada hasil penelitian ini keenam biodiesel memiliki spektrum yang dan mengandung gugus fungsi yang identik yaitu C=O karbonil ester, C-O ester dan -CH₃ metil.

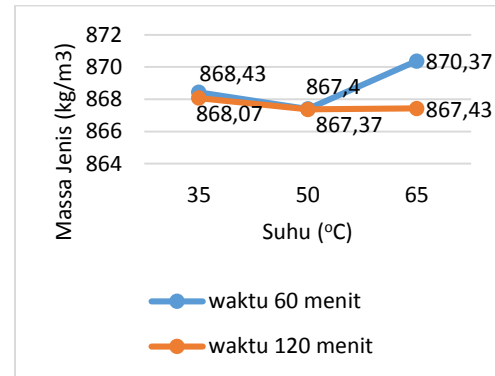
Spektrum minyak biji kapuk dengan biodiesel tidak jauh berbeda. Pada spektrum biodiesel terlihat puncak-puncak yang lebih tajam daripada spektrum minyak. Perbedaan spektrum antara minyak biji kapuk dengan biodiesel menunjukkan bahwa reaksi transesterifikasi telah berlangsung yang diperkuat oleh adanya senyawa ester yang merupakan biodiesel.

5. Parameter Biodiesel

a. Massa jenis

Massa jenis berkaitan dengan nilai kalor dan daya yang dihasilkan oleh mesin diesel pada setiap satuan volume

bahan bakar. Hasil pengujian massa jenis untuk biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} ditunjukkan pada Gambar 2.



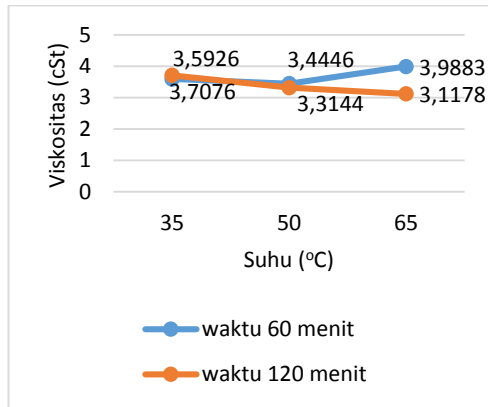
Gambar 2. Grafik Hubungan Massa Jenis Biodiesel dengan Waktu dan Suhu Reaksi Transesterifikasi Berdasarkan grafik diatas,

perbedaan waktu lama pengadukan dan suhu pada reaksi transesterifikasi, menghasilkan nilai massa jenis yang berbeda, namun perbedaannya hanya sedikit. Didalam SNI 7182:2012 tentang biodiesel ditunjukkan nilai massa jenis biodiesel pada suhu 40 °C adalah antara 850-890 kg/m³. Sehingga biodiesel biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} memiliki nilai massa jenis sesuai dengan SNI 7182:2012.

b. Viskositas

Viskositas adalah suatu angka yang menyatakan besarnya tahanan geser dari suatu bahan cair untuk mengalir atau ukuran dari besarnya

tahanan geser dari cairan [8]. Hasil pengujian viskositas untuk biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} ditunjukkan pada Gambar 3.

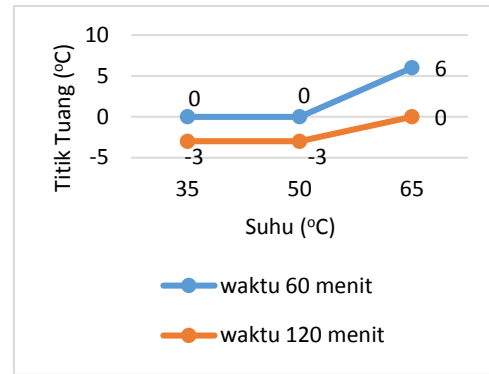


Gambar 3. Grafik Hubungan Viskositas Biodiesel dengan Waktu dan Suhu Reaksi Transesterifikasi

Berdasarkan grafik diatas nilai viskositas biodiesel yang dihasilkan dipengaruhi suhu dan lama waktu transesterifikasi. Didalam SNI 7182:2012 tentang biodiesel ditunjukkan nilai viskositas biodiesel pada suhu 40 °C adalah antara 2,3-6 cSt. Sehingga biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} memiliki nilai viskositas sesuai dengan SNI 7182:2012.

c. Titik tuang

Titik tuang merupakan temperatur terendah yang masih memungkinkan terjadinya aliran bahan bakar [9]. Hasil pengujian titik tuang untuk biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} ditunjukkan pada Gambar 4.



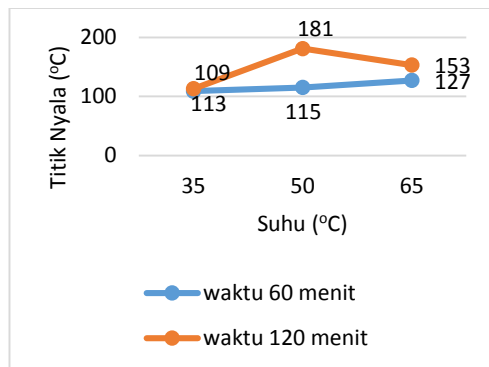
Gambar 4. Grafik Hubungan Titik Tuang Biodiesel dengan Waktu dan Suhu Reaksi Transesterifikasi

Pengujian titik tuang biodiesel dilakukan menurut metode pemeriksaan ASTM D 323. Berdasarkan grafik diatas nilai titik tuang biodiesel yang dihasilkan dipengaruhi suhu dan lama waktu transesterifikasi pada lama waktu pengadukan reaksi transesterifikasi. Nilai titik tuang dari biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} sudah memenuhi SNI 7182:2012 yaitu (-)15 –13 °C (*Crrymson Renewable Energy*).

d. Titik nyala

Titik nyala merupakan angka yang menyatakan suhu terendah dari bahan bakar minyak dapat terbakar bila pada permukaan minyak tersebut didekatkan dengan nyala api. Titik nyala diperlukan untuk keperluan keamanan dalam penanganan minyak terhadap bahaya kebakaran [8]. Hasil pengujian titik nyala untuk

biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Titik Nyala Biodiesel dengan Waktu dan Suhu Reaksi Transesterifikasi

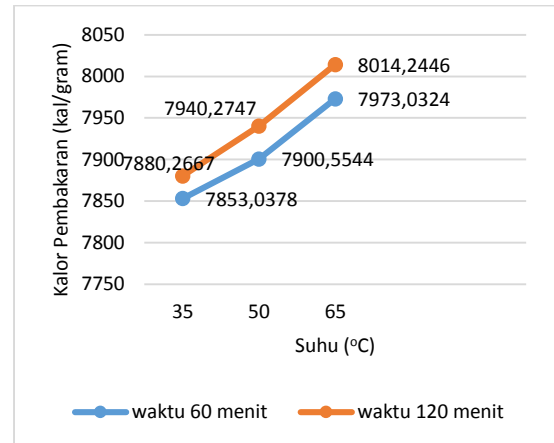
Pengujian titik nyala biodiesel

dilakukan menurut metode pemeriksaan ASTM D 93. Berdasarkan grafik diatas nilai titik nyala biodiesel yang dihasilkan dipengaruhi suhu dan lama waktu transesterifikasi pada lama waktu pengadukan reaksi transesterifikasi. Nilai titik tuang dari biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} sudah memenuhi SNI 7182:2012 yaitu minimal sebesar 100 °C.

e. Kalor pembakaran.

Nilai kalori adalah angka yang menyatakan jumlah panas/ kalor yang dihasilkan dari proses pembakaran sejumlah bahan bakar dengan udara/ oksigen. Nilai kalori diperlukan untuk dasar perhitungan jumlah konsumsi bahan bakar minyak yang dibutuhkan mesin dalam suatu periode tertentu.

[8]. Rata-rata hasil pengujian titik tuang untuk biodiesel B_I, B_{II}, B_{III}, B_{IV}, B_V dan B_{VI} ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Kalor Pembakaran Biodiesel dengan Waktu dan Suhu Reaksi Transesterifikasi

Dari grafik diatas terlihat bahwa nilai kalor pembakaran biodiesel yang dihasilkan cenderung naik dengan kenaikan suhu transesterifikasi. Standar nilai kalor pembakaran pada bahan bakar minyak yaitu 10.160 – 11.000 kal/g, sehingga nilai kalor pembakaran yang diperoleh tersebut belum memenuhi standar yang ditetapkan. Hal ini disebabkan karena di dalam biodiesel yang diperoleh masih mengandung *impurities* (pengotor).

SIMPULAN

Biodiesel hasil sintesis mengandung gugus fungsional C=O karbonil ester, C-O ester dan -CH₃ metil.

Rendemen biodiesel yang dihasilkan pada suhu 35° C, 50° C dan 65° C dengan lama pengadukan 60 dan 120 menit secara berturut-turut adalah 90,7265%; 89,2681%; 82,9376%; 89,4204%; 90,4281%; dan 88,5172%.

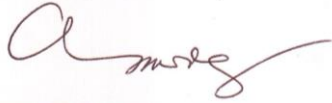
Karakter biodiesel hasil transesterifikasi pada suhu 35 °C, 50 °C dan 65 °C dengan lama pengadukan 60 dan 120 menit meliputi: massa jenis berturut-turut sebesar 868,43; 867,40; 870,37; 868,07; 867,37; dan 867,43 kg/m³, viskositas berturut-turut sebesar 3,5926; 3,4446; 3,9883; 3,7076; 3,3144; dan 3,1178 cSt, titik tuang berturut-turut sebesar 0; 0; 6; -3; -3; dan 0 °C, titik nyala berturut-turut sebesar 109; 115; 127; 113; 181; dan 153 °C, serta kalor pembakaran berturut-turut sebesar 7853,0378; 7900,5544; 7973,0324; 7880,2667; 7940,2747; dan 8014,2446 kal/g.

Biodiesel hasil sintesis memiliki nilai massa jenis, viskositas, titik tuang dan titik nyala yang sudah sesuai dengan SNI 7182:2012, namun nilai kalor pembakarannya belum sesuai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Tuti Haryati. (2006). Biogas : Limbah Peternakan Yang Menjadi Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Wartazoa*. 16(3) : 160-169.
- [2]. Darmoko, D. & Cheriyani, M. (2000). Kinetic of Palm Oil Transesterification in a Bath Reactor. *J.am Oil Chem. Soc.* 7(7): 1263-1267.
- [3]. Rama P, Roy H dan Makmuri N. (2006). *Menghasilkan Biodiesel Murah*. Depok: Agro Media Pustaka.
- [4]. Ganjar Andaka. (2008). Hidrolisis Minyak Biji Kapuk dengan Katalisator Asam Klorida. *Jurnal Rekayasa Proses* 2. (2), 45-48.
- [5]. Susilowati. (2006). Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk dengan Katalis Zeolit. *Jurnal Teknik Kimia*. 1(1): 10-14.
- [6]. F.G. winarno. (2004). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama
- [7]. Murni Yuniwati & Amelia Abdul Karim. (2009). Kinetika Reaksi Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas (Jelantah) dan Metanol dengan Katalisator KOH. *Jurnal Teknologi*. 2(2): 130-136.
- [8]. Wardan Suyanto, Zainal Arifin. (2003). *Bahan Bakar Dan Pelumas*. Yogyakarta Fakultas Teknik UNY
- [9]. Tohari. (2015). Sintesis Biodiesel Dari Minyak Biji Kapuk Randu (*Ceiba Pentandra L.*) Dengan Variasi Waktu Lama Pengadukan Pada Reaksi Transesterifikasi. *Skripsi*. Yogyakarta: FMIPA UNY.

Artikel ini telah di setujui untuk diterbitkan oleh pembimbing pada tanggal 15 April 2016



Endang Dwi Siswani, M.T.
NIP. 1954112019870222001

Artikel ini telah direview oleh Penguji Utama pada tanggal 15 April 2016



Sunarto, M.Si
NIP. 196106081988121001