

**BIODIESEL PRODUCTION FROM BINTANGGUR OIL
(*Callophyllum inophyllum* L.) USING CALSIUM OXIDE (CaO) CATALYST**

**Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Bintanggur
(*Callophyllum inophyllum* L.) Menggunakan Katalis Kalsium Oksida (CaO)**

I Wayan Sutapa¹, Rosmawaty², Ismah Samual³

^{1,2,3} *Chemistry Department, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
Pattimura University, Kampus Poka, Jl. Ir. M. Putuhena, Ambon 97134*

Corresponding author e-mail: wayansutapa@fmipa.unpatti.ac.id

Received: Juni 2013 Published: July 2013

ABSTRACT

The research of the biodiesel from bintanggur oil (*Callophyllum inophyllum* L.) using calcium oxide (CaO) catalyst had been done. In this study, a two-step process was used to produce biodiesel from bintanggur oil. Initially by esterification process using H₂SO₄ 1.25% catalyst by weight of oil and methanol with a molar ratio of 1:9 and continued by transesterification process with 1:12 (oil : methanol) with the catalyst 8 wt% CaO. The esterification and the transesterification process carried out of 2 hours and 7 respectively at a 65 °C. The synthesis of biodiesel was analyzed by FT-IR spectrophotometer. The conversion of biodiesel is 44.49%. The biodiesels properties were characterized by ASTM method. Results of biodiesels properties there are specific gravity of 0.8878 g/cm³, viscosity kinematic 5.572 cSt, flash point 176.5 °C, pour point 9 °C, cooper strip corrosion 1b, and Conradson carbon residue 2.469%.

Keywords: *Bintanggur oil, Biodiesel, CaO Catalyst, Esterification, Transesterification.*

PENDAHULUAN

Minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tak dapat diperbaharui, cepat atau lambat akan habis apabila terus menerus dieksploitasi. Semakin hari ketersediaan minyak bumi berkurang dan polusi lingkungan semakin memburuk. (Fukuda dkk., 2001). Oleh karena itu, diperlukan energi alternatif lain sebagai pengganti bahan bakar minyak yang diharapkan memiliki sifat-sifat terbaharui dan ramah lingkungan. Biodiesel (metil ester asam lemak atau FAME) merupakan bahan bakar alternatif yang menjanjikan sebagai pengganti bahan bakar fosil, dan dapat diproduksi melalui proses transesterifikasi dari minyak nabati dengan alkohol rantai pendek (biasanya metanol dan etanol) dengan adanya katalis (Demirbas., 2007).

Biodiesel memiliki keunggulan seperti ramah lingkungan, tidak beracun, secara esensial bebas sulfur dan benzena yang karsinogenik, hasil pembakarannya adalah CO₂ yang dapat dikonsumsi oleh tumbuhan untuk proses fotosintesis (siklus karbon), dapat teroksidasi

relatif sempurna atau terbakar habis dan terurai secara alami (*biodegradable*). Tentu secara nyata biodiesel akan mengurangi pencemaran lingkungan. Selain itu biodiesel mempunyai kelebihan kurang mudah menyala dibanding solar, sehingga lebih mudah dalam penyimpanannya, dan dapat dicampur dengan solar (Ma dan Hanna., 1999).

Minyak nabati merupakan bahan baku yang menjanjikan untuk produksi biodiesel karena dapat diperbaharui, dapat diproduksi dalam skala besar dan ramah lingkungan. Minyak nabati terdiri dari minyak *edible* (yang dapat dikonsumsi) dan minyak *non-edible* (yang tidak dapat dikonsumsi). Lebih dari 95% dari bahan baku produksi biodiesel berasal dari minyak *edible*. Namun, hal itu dapat menyebabkan beberapa masalah seperti persaingan dengan pasar minyak *edible*, yang akan meningkatkan baik biaya minyak *edible* dan biodiesel (Kaya dkk., 2009).

Untuk mengatasi kelemahan ini, banyak peneliti yang tertarik pada minyak *non-edible* yang tidak cocok untuk dikonsumsi manusia

karena kehadiran beberapa komponen beracun dalam minyak. Selain itu, tanaman yang menghasilkan minyak *non-edible* dapat tumbuh di tanah limbah yang tidak cocok untuk tanaman pangan dan biaya budidaya jauh lebih rendah karena tanaman ini masih dapat mempertahankan hasil cukup tinggi tanpa perawatan yang intensif (Kumar dkk., 2007). Salah satu sumber minyak *non-edible* yang mempunyai potensi sebagai bahan baku biodiesel adalah bintanggurr (*Calophyllum inophyllum* L.). Kelebihan bintanggurr sebagai bahan baku biodiesel adalah biji mempunyai rendamen minyak yang tinggi (bisa mencapai 74%) serta dalam pemanfaatannya tidak berkompetisi dengan kepentingan pangan. Minyak bintanggurr tersusun oleh beberapa komponen asam lemak utama yaitu asam palmitat, stearat, oleat dan linoleat, yang jumlah keseluruhan dari empat jenis asam lemak tersebut yaitu 98,46% (Bustomi dkk., 2008).

Sebagian besar proses produksi biodiesel dilakukan melalui reaksi transesterifikasi dari minyak atau lemak menggunakan katalis homogen (asam atau basa) dan katalis heterogen (asam atau basa). Namun dibandingkan katalis homogen katalis heterogen memiliki keuntungan antara lain: dapat digunakan kembali, prosedur kerjanya sederhana, mudah diperoleh, mudah dipisahkan, air limbah yang dihasilkan sedikit, dan tidak sensitif terhadap air (Ebiura dkk., 2005). Beberapa katalis heterogen yang telah digunakan dalam produksi biodiesel, misalnya MgO, CaO, dan *hydrotalcites* (Liu dkk., 2007). Diantara katalis heterogen yang biasa digunakan dalam reaksi transesterifikasi, CaO sangat menjanjikan (Wei dkk., 2009). Penelitian sebelumnya, Zhu dkk (2006), memperoleh hasil 93% biodiesel dari konversi bahan baku minyak jarak menggunakan katalis CaO.

Berdasarkan latar belakang di atas, dalam penelitian ini telah dilakukan reaksi transesterifikasi dari minyak bintanggurr menjadi biodiesel menggunakan CaO sebagai katalis basa padat dan metanol.

METODOLOGI

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Satu set alat refluks *pyrex*, alat-alat gelas *pyrex*, pemanas listrik *Mammert*, pengaduk magnet (Science Ware), Neraca analitik, Oven

(*Memert*), Mesin Pengepres (*Juicer*), Vakum Evaporator *Buchii*, Termometer 100°C, F-TIR.

Bahan

Bahan penelitian yang diperlukan adalah Buah bintangur (*Calophyllum inophyllum*) dari kota Ambon, metanol (*p.a*), kalsium oksida (*Merck*), KOH (*Merck*), H₂SO₄ 1M (*Merck*), Alkohol 95% (*p.a*), Asam fosfat 20%, Na₂SO₄ *anhydrous* (*Merck*), indikator fenolftalein, kertas Saring Wathman 40

Prosedur kerja

Preparasi Minyak Bintanggurr

Biji bintanggurr dibersihkan dari kotoran dan dipisahkan daging biji dan tempurungnya. Biji dikeringkan dengan menggunakan alat pengering atau dijemur di bawah sinar matahari sampai cukup kering sehingga berwarna kecoklatan kemudian dipres menggunakan mesin pres untuk memisahkan minyak dan ampas biji. Tahap ini menghasilkan minyak bintanggurr kasar.

Proses Deguming

Proses *deguming* dilakukan dengan menambahkan asam fosfat 20% sebesar 0,5 % (b/b) minyak, dipanaskan pada suhu 80°C selama 15 menit, sehingga akan terbentuk senyawa fosfatida yang mudah terpisah dari minyak. Kemudian senyawa tersebut dipisahkan berdasarkan pemisahan berat jenis yaitu senyawa fosfatida berada dibagian bawah dari minyak tersebut. Endapan yang terjadi dipisahkan, kemudian dicuci dengan air hangat suhu 60°C sampai jernih.

Analisis Asam Lemak Bebas

Sampel sebanyak 20 g dimasukkan dalam labu Erlenmeyer 250 mL, ditambahkan 50 mL alkohol 95%. Selanjutnya dilakukan pemanasan selama 10 menit dalam penangas air sampai mendidih. Kemudian didinginkan dan ditambahkan beberapa tetes indikator fenolftalein. Setelah itu dilakukan titrasi dengan KOH 0,1 N sampai tepat warna merah jambu. Dihitung kadar asam lemak bebasnya.

Sintesis Biodiesel melalui Reaksi Esterifikasi dan Transesterifikasi

Minyak bintanggurr yang telah bersih dimasukkan ke dalam alat refluks kemudian diesterifikasi asam lemak bebasnya dengan metanol (perbandingan minyak dan metanol 1:9) yang sebelumnya telah direaksikan dengan

katalis H_2SO_4 1 M 1.25% dari berat minyak dan metanol. Campuran direfluks pada temperatur $65^\circ C$ selama 2 jam. Hasil esterifikasi kemudian dimasukkan dalam corong pisah untuk memisahkan minyak dari metanol dan air.

Setelah campuran diesterifikasi, kemudian campuran ditransesterifikasi dengan metanol (perbandingan minyak dan metanol 1:12) yang sebelumnya telah direaksikan dengan katalis basa alkali CaO dengan berat 8% berat metanol dan minyak. Campuran direfluks pada temperatur $65^\circ C$ selama 7 jam. Campuran hasil

reaksi didinginkan dan terbentuk 3 lapisan, yaitu berturut-turut dari atas ke bawah metil ester (biodiesel), gliserol dan katalis CaO. Lapisan metil ester dan gliserol dipisahkan dengan menggunakan corong pisah. Kemudian metil ester dievaporasi untuk menghilangkan sisa metanol. Metil ester selanjutnya dicuci dengan aquades dalam corong pisah untuk melarutkan sisa gliserol. Langkah terakhir adalah dengan penambahan Na_2SO_4 anhidrous sebanyak 1,5 g untuk mengikat sisa-sisa air, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman 40.

Karakterisasi Biodiesel

Metil ester yang dihasilkan diuji dengan karakteristik ASTM, Spektrometer IR Shimadzu FTIR-8201 PC. Karakterisasi biodiesel dianalisis dengan metode ASTM adalah kerapatan spesifik pada $60/60^\circ F$ (ASTM D 1298), viskositas kinematis $100^\circ F$ (ASTM D 445), titik nyala (ASTM D 93), titik tuang (ASTM D 97), korosi kepingan tembaga (ASTM D 130), dan sisa karbon Conradson (ASTM D 189).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Minyak Bintanggur

Minyak bintanggur dihasilkan dengan mengekstrak biji bintanggur. Cara ekstraksi biji bintanggur yang digunakan adalah pengepresan dengan alat press. Cara ini paling sesuai untuk memisahkan minyak dari bahan yang kadar minyaknya di atas 10%. Menurut Bustomi dkk (2008) ampas dari proses pengepresan biji bintanggur masih memiliki rendamen minyak yang cukup tinggi sekitar 48,8%. Sebelum digunakan sebagai bahan baku biodiesel, minyak bintanggur dimurnikan terlebih dahulu untuk menghilangkan senyawa pengotor, seperti gum (getah atau lendir yang terdiri dari fosfatida,

protein, residu, karbohidrat, air dan resin), asam lemak bebas dan senyawa pengotor lainnya.

Proses pengolahan minyak bintanggur menjadi biodiesel sangat tergantung dari kadar asam lemak bebas awal dari minyak bintanggur setelah *deguming* (*refined oil*). Hasil analisis asam lemak bebas yang diperoleh sebesar 9,52% dan bilangan asamnya sebesar 18,93 mg KOH/g sampel. Dari hasil yang diperoleh maka dilakukan penelitian dengan dua proses yaitu proses esterifikasi dengan katalis asam dan dilanjutkan dengan proses transesterifikasi dengan katalis basa heterogen.

Esterifikasi Asam Lemak Bebas dan Transesterifikasi Trigliserida dalam Minyak Bintanggur

Reaksi esterifikasi asam lemak bebas pada minyak bintanggur merupakan langkah pertama untuk mengurangi adanya asam lemak bebas. Esterifikasi asam lemak bebas minyak bintanggur mengurangi jumlah asam lemak bebas, karena asam lemak bebas sebagian telah diubah menjadi metil ester. Venkanna dan Reddy (2009) melakukan sintesis biodiesel dari minyak bintanggur menggunakan tiga metode. Ditemukan bahwa minyak dengan asam lemak bebas tinggi tidak dapat digunakan dengan baik untuk mensintesis biodiesel. Karena asam lemak bebas yang tinggi (>2% b/b), pembentukan sabun dapat terjadi bila menggunakan katalis alkali (Kansedo dkk., 2008).

Minyak bintanggur hasil ekstraksi, kemudian diesterifikasi dengan metanol (rasio molar minyak : metanol 1:9) dan penambahan katalis asam (H_2SO_4 1M) 1,25 % dari berat total minyak dengan metanol, selama 2 jam pada suhu $65^\circ C$. Hasil yang diperoleh setelah esterifikasi adalah metanol, air dan metil ester. Metil ester hasil esterifikasi kemudian digunakan untuk proses reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi dengan katalis CaO dilakukan pada suhu $65^\circ C$ selama 7 jam dengan rasio molar minyak : metanol 1:12. Umumnya, tingkat reaksi yang lebih cepat dapat diperoleh pada suhu tinggi (mendekati titik didih metanol yaitu $68^\circ C$), tetapi pada suhu tinggi, metanol menguap dan membentuk sejumlah besar gelembung, yang menghambat reaksi pada antarmuka tiga fasa (minyak-metanol-katalis). Pada rasio molar yang lebih tinggi, trigliserida lebih akan bereaksi. Namun, kelebihan metanol mengganggu pemisahan gliserin karena ada peningkatan

kesetimbangan kembali ke arah sebaliknya, sehingga menurunkan hasil ester (Murugesan dkk., 2008).

Pada penelitian ini bobot katalis CaO yang digunakan sebanyak 8%. Berdasarkan uji pendahuluan yang dilakukan pada penelitian ini katalis diatas 8% menghasilkan karamel (campuran katalis dan reaktan) menjadi terlalu kental sehingga tidak terbentuk biodiesel. Hasil penelitian sebelumnya oleh Liu dkk (2008) menunjukkan bahwa hasil biodiesel peningkatannya sangat signifikan dengan penambahan CaO. Hasil Biodiesel mencapai 90% setelah 3 jam ketika jumlah massa CaO untuk minyak adalah 8%. Namun, hanya 55% hasil diperoleh pada 2% jumlah massa CaO untuk minyak. Hal itu juga diakui bahwa aktifitas katalis yang kuat dipengaruhi oleh alkalinitas, namun efek jumlah CaO terhadap hasil biodiesel sedikit saat jumlah massa CaO untuk minyak di atas 8%. Dalam kondisi ini, perpindahan massa yang intensif menjadi lebih penting daripada meningkatkan jumlah katalis.

Hasil yang diperoleh setelah transesterifikasi berupa lapisan metil ester, gliserol dan katalis. Setelah dipisahkan dari katalis, metil ester dan gliserol kemudian dipisahkan dengan corong pemisah seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Metil ester dan gliserol hasil transesterifikasi

Gliserol merupakan indikasi keberhasilan transesterifikasi. Semakin banyak gliserol yang dihasilkan, maka viskositas biodiesel semakin rendah. Jumlah gliserol yang dihasilkan tergantung pada asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak serta berkaitan dengan jumlah dan karakteristik fisik metil ester yang terbentuk. Proses pencucian dilakukan pada metil ester yang telah dipisahkan dari gliserol. Pencucian bertujuan untuk menghilangkan sisa katalis, alkohol dan kotoran yang tertinggal di

dalam produk. Setelah biodiesel dan aquades dipisahkan, kemudian diberi Na_2SO_4 anhidrat yang berfungsi untuk mengikat sisa-sisa air yang terkandung dalam metil ester.

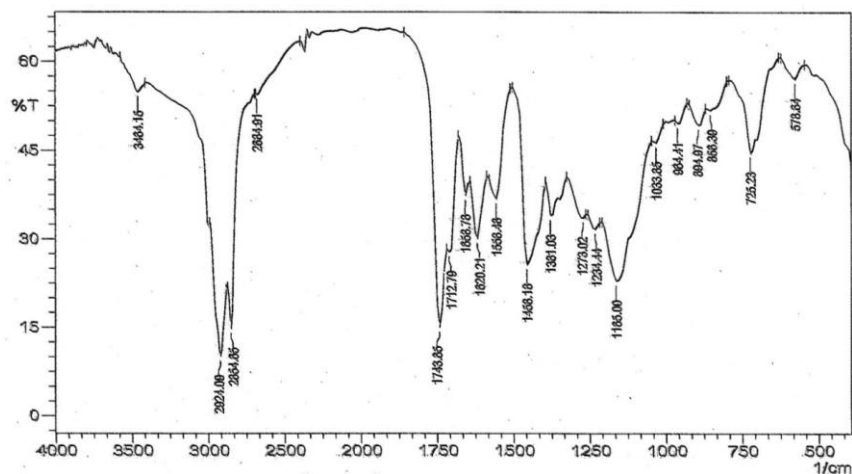
Analisis Biodiesel menggunakan Spektrofotometer FT-IR

Spektrum FT-IR di wilayah pertengahan inframerah digunakan untuk mengidentifikasi kelompok-kelompok fungsional dan puncak-puncak yang sesuai untuk berbagai stretching dan bending vibrasi dalam sampel minyak dan biodiesel. Posisi gugus karbonil pada FT-IR sensitif terhadap efek substituen dan struktur molekul. Perbandingan hasil identifikasi spektrofotometer FT-IR minyak dan biodiesel dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

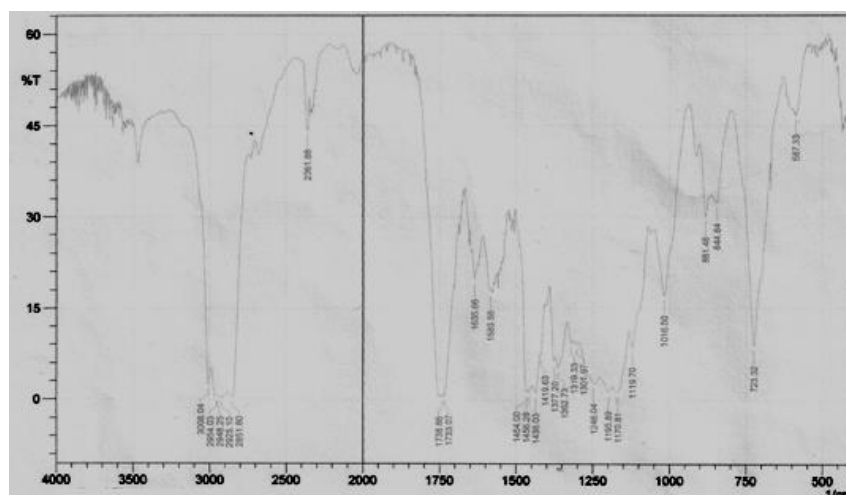
Ester memiliki dua karakteristik ikatan penyerapan yang kuat yang timbul dari karbonil ($\text{C}=\text{O}$) sekitar 1743 cm^{-1} dan C-O pada 1165 cm^{-1} . Getaran-getaran peregangan C-H dari rantai asam lemak muncul pada 2924 cm^{-1} dan 2854 cm^{-1} , sedangkan serapan tajam pada daerah 725 cm^{-1} merupakan serapan untuk gugus alkena ($-\text{CH}=\text{CH}-$) dari rantai asam lemak tak jenuh.

Spektra $^1\text{H-NMR}$ dari produk biodiesel seperti trigliserida maupun turunannya yang khas dapat dilihat pada Gambar 11. Hasil analisis $^1\text{H-NMR}$ terhadap minyak bintanggur disajikan pada Gambar 10, dari gambar tersebut terlihat adanya pergeseran kimia $4,1 - 4,3\text{ ppm}$ yang disebabkan oleh proton yang berdempetan dengan bagian gliserol mono-, di-, atau triasilgliserol. Adanya pergeseran kimia $5,3 - 5,4\text{ ppm}$ timbul dari proton yang melekat pada karbon *olefinic* dalam biodiesel. Adanya pergeseran kimia $2,3\text{ ppm}$ hasil dari proton pada grup CH_2 yang berdekatan dengan metil atau bagian gliserol ester ($-\text{CH}_2\text{CO}_2\text{CH}_3$ untuk metil ester).

Pada pergeseran dari 1165 cm^{-1} menjadi 1170 cm^{-1} merupakan getaran C-O bersifat jelas dan pergeseran dari 1033 cm^{-1} menjadi 1016 cm^{-1} merupakan rentang C-O yang berdekatan dengan CH_3 dengan jelas ini menunjukkan adanya gugus metil ester. Hilangnya puncak pada 1558 cm^{-1} dan 964 cm^{-1} dari spektrum minyak dan penambahan puncak-puncak baru dalam biodiesel pada 1195 cm^{-1} dan 1436 cm^{-1} menunjukkan konversi minyak menjadi biodiesel.



Gambar 2. Spektra F-TIR minyak bintanggur



Gambar 2. Spektra F-TIR minyak bintanggur

Karakteristik Biodiesel Minyak Bintanggur Berdasarkan Metode ASTM

a. Kerapatan Spesifik

Kerapatan spesifik biodiesel pada 60/60°F dalam metode ASTM (ASTM D1298) yaitu 0,850 – 0,890 g/cm³. Kerapatan spesifik yang dihasilkan dari biodiesel minyak bintanggur adalah 0,8878 g/cm³. Nilai ini lebih rendah dibandingkan hasil penelitian Husein (2011) yaitu 0,8889 g/cm³. Perbedaan kerapatan spesifik biodiesel berkaitan dengan komposisi asam lemak dan tingkat kemurnian biodiesel (Mittelbach dan Remschmidt, 2004), yang menunjukkan reaksi transesterifikasi belum sempurna dan masih mengandung banyak trigliserida yang tidak ikut bereaksi. Peningkatan kerapatan spesifik juga menunjukkan penurunan panjang rantai karbon dan peningkatan ikatan rangkap. Data hasil analisis terhadap kerapatan

spesifik dapat digunakan untuk menghitung panas pembakaran. Panas pembakaran yang tinggi menunjukkan kualitas pembakaran biodiesel yang baik. Panas pembakaran dari biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi standar. Jika biodiesel mempunyai kerapatan spesifik melebihi ketentuan, akan terjadi reaksi tidak sempurna pada konversi minyak nabati. Biodiesel seperti ini akan meningkatkan keausan mesin, emisi, dan menyebabkan kerusakan pada mesin.

b. Viskositas Kinematik

Viskositas kinematik biodiesel minyak biji bintanggur pada suhu 40°C adalah 5,572 cSt sehingga memenuhi standar ASTM (ASTM D 445) yaitu 2,3 – 6,0 cSt. Nilai ini lebih rendah dibandingkan penelitian Husein (2011) yaitu 5,582 cSt. Viskositas biodiesel dipengaruhi oleh kandungan trigliserida yang tidak ikut bereaksi dan komposisi asam lemak penyusunnya.

Viskositas yang terlalu rendah maupun terlalu tinggi akan mengurangi daya pembakaran dan dapat menyebabkan konsumsi bahan bakar meningkat. Viskositas merupakan faktor yang penting dalam mekanisme terpecahnya serta atomisasi bahan bakar dalam ruang bahan bakar (Soerawidjaja dkk, 2006). Viskositas berkaitan dengan komposisi asam lemak dan tingkat kemurnian biodiesel (Mittelbach dan Remschmidt, 2004). Viskositas naik dengan kenaikan panjang rantai karbon asam lemak jenuh, kenaikan panjang rantai karbon alkohol, penurunan panjang rantai karbon asam lemak tidak jenuh dan adanya kenaikan sisa mono-, di- dan trigliserida dalam biodiesel. Viskositas juga dipengaruhi oleh tingkat polimerisasi sebagai akibat proses degradasi oksidasi (Canakci dan Van Gerpen, 1999).

c. Titik Nyala

Titik nyala biodiesel dari minyak bintanggur adalah 176,5°C lebih besar dari standar minimum titik nyala yaitu 100°C, sehingga memenuhi standar ASTM (ASTM D 93). Nilai ini lebih tinggi dari hasil penelitian Husein (2011) yaitu 151°C. Titik nyala yang terlampaui tinggi dapat menyebabkan keterlambatan penyalaan sementara apabila titik nyala terlampaui rendah akan menyebabkan timbulnya denotasi yaitu ledakan kecil yang terjadi sebelum bahan bakar masuk ruang bakar. Hal ini dapat meningkatkan resiko bahaya saat penyimpanan. Titik nyala yang tinggi akan memudahkan penyimpanan bahan bakar, karena minyak tidak akan mudah terbakar pada temperatur ruang (Hardjono, 2000). Titik nyala berkaitan dengan residu metanol dalam biodiesel karena metanol mempunyai titik nyala yang rendah yaitu 11,11°C. Residu metanol dalam jumlah kecil menurunkan titik nyala yang berpengaruh terhadap pompa bahan bakar serta dapat menghasilkan sifat-sifat yang jelek dalam pembakaran (Tyson, 2004).

d. Titik Tuang

Titik tuang (*pour point*) adalah temperatur yang paling rendah dimana bahan bakar masih dapat mengalir. Titik tuang menunjukkan kemampuan bahan bakar untuk masih dapat mengalir pada temperatur tertentu. Hal ini sangat penting khususnya pada daerah dengan temperatur yang rendah, sehingga bahan bakar tidak akan menggumpal dengan mudah. Titik

tuang yang terlalu tinggi akan menghambat penyalaan bahan bakar (Hardjono, 2000). Titik tuang dari biodiesel minyak bintanggur adalah 9°C dan nilai ini lebih rendah dibandingkan penelitian Husein (2011) yaitu 18°C. Semakin rendah titik tuang tentunya lebih baik karena mengurangi kecenderungan bahan bakar untuk membeku pada temperatur yang dingin. Titik tuang dipengaruhi oleh panjang rantai karbon. Semakin panjang rantai karbon, semakin tinggi titik tuangnya. Nilai titik tuang biodiesel minyak bintanggur telah memenuhi standar ASTM (ASTM D 97) yaitu maksimal 18°C.

e. Korosi kepingan tembaga

Korosi kepingan tembaga (Cooper Strip corrosion = CCR) biodiesel dari minyak bintanggur pada 100°C adalah no 2 atau 1b sehingga memenuhi standar ASTM (ASTM D 130) yaitu maksimal no 3 atau 1c. Nilai ini setara dengan batasan nilai dalam prEN 14214:2005(E) yaitu Kelas 1 (lampiran 9). Tes ini dilakukan untuk mengukur pengaruh bahan bakar terhadap tingkat korosi tembaga yang berkaitan dengan kadar asam lemak bebas biodiesel. Tingkatan korosi kepingan tembaga tergantung dari kadar asam lemak bebas, gliserida, logam alkali sebagai katalis yang sudah dalam bentuk sabun dan dari ketiga penyebab tersebut pengotor dari sisa katalis lebih banyak berpengaruh terhadap nilai CCR. Di samping komponen tersebut menurut Mittelbach dan Remschmidt (2004) nilai CCR ditentukan pula oleh metil ester dari asam lemak tidak jenuh dengan ikatan rangkap lebih dari satu (*polyunsaturated fatty acid methyl esters*) dan polimer yang terbentuk selama proses.

f. Sisa Karbon Conradson

Sisa karbon Conradson dari minyak bintanggur adalah 2,469% lebih tinggi dari standar ASTM (ASTM D 189) yaitu maksimal 0,30%. Pengujian ini mencakup penentuan jumlah sisa karbon yang tersisa setelah evaporasi dan pirolisis minyak. Sisa karbon terjadi karena terbentuknya deposit karbon dalam mesin. Sisa karbon biodiesel yang tinggi berkaitan dengan sejumlah gliserida, asam lemak bebas, sabun, residu katalis, metil ester dari asam lemak dengan banyak ikatan rangkap dan adanya polimer (Mittelbach dan Remschmidt, 2004). Biodiesel dari minyak bintanggur mengandung asam lemak yang mempunyai

banyak ikatan rangkap seperti linoleat dan linolenat sehingga menyebabkan residu karbon relatif tinggi dibandingkan dengan standar ASTM.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh maka dapat disimpulkan sebagai berikut: Proses konversi minyak bintanggur menjadi biodiesel dengan katalis CaO dapat berlangsung. Konversi metil ester yang diperoleh berdasarkan hasil secara eksperimen sebesar 44,49% pada reaksi transesterifikasi katalis CaO 8% berat minyak dan metanol (rasio molar 1:12), Karakteristik biodiesel minyak bintanggur yang memenuhi standar ASTM yaitu kerapatan spesifik 0,8878 g/cm³, viskositas kinematik 5,572 cSt, titik nyala 176,5°C, titik tuang 9°C, dan korosi kepingan tembaga 1b. Sedangkan sisa karbon Conradson belum memenuhi standar ASTM yaitu 2,469%.

DAFTAR PUSTAKA

- Allinger, N. L., 1976, *Organic Chemistry*, 2nd edition, Worth Publisher Inc., New York
- Bustomi, Sofian dan Tati R., 2008, *Nyamplung (Calophyllum Inophyllum L.) Sumber Energi Biofuel yang Potensial*, Badan Litbang Kehutanan, Jakarta.
- Canakci, M., dan Van Gerpen J, 1999. Biodiesel production via acid catalysis. *Trans Am Soc Agric Eng*, 42:1203–1210.
- Demirbas, A., 2007, Progress and recent trends in biofuels, *Prog. Energy Combust. Sci.* 33:1–18.
- Ebiura, T., Echizen T, Ishikawa A, Murai K, dan Baba T., 2005, Selective transesterification of triolein with methanol to methyl oleate and glycerol using alumina loaded with alkali metal salt as a solid-base catalyst. *Appl Catal A*;283:111–115.
- Fessenden, J.R. dan Fessenden S.J. 1982. *Kimia Organik*. Edisi ketiga. Jilid 1. Penerjemah Pujatmaka, A.H. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Fukuda H., A. Kondo, dan H. Noda, Biodiesel fuel production by transesterification of oils, *J. Biosci. Bioeng.* 92 (2001) 405–416.
- Gelbard, G., O. Bres, R.M. Vargas, F. Vielfaure, dan U.F. Schuchardt, ¹H nuclear magnetic resonance determination of the yield of the transesterification of rapeseed oil with methanol, *J. Am. Oil Chem. Soc.* 72 (1995) 1239–1241.
- Hardjono. A., 2000, *Teknologi Minyak Bumi*, Gadjah Mada University Press. Jogjakarta.
- Husein, A., 2011. Kalsium oksida (CaO) dari kulit telur ayam ras sebagai katalis dalam sintesis biodiesel dari minyak bintanggur (*Chalophyllum inophyllum* L.). *Skripsi Sarjana*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura, Ambon.
- Kansedo, J., Lee, K.T., dan Bhatia, S., 2008. Biodiesel production from palm oil via heterogeneous transesterification. *Biomass Bioenergy*. 33, 271–276.
- Kawashima, A., Matsubara, K., dan Honda, K., 2008. Development of heterogeneous base catalysts for biodiesel production. *Bioresour. Technol.* 99:3439–3443.
- Kaya, C., Hamamci C, Baysal A, Akba O, Erdogan S, dan Saydut A., 2009. Methyl ester of peanut (*Arachis hypogea* L.) seed oil as a potential feedstock for biodiesel production. *Renew Energy*. 34:1257–1260.
- Kinast, J.A., K.S. Tyson, 2003. Production of Biodiesel from Multiple Feedstocks and Properties of Biodiesel and Biodiesel/Diesel Blends. NREL US Department of Energy Laboratory.
- Knothe, G., 2000, Monitoring a Progressing Transesterification Reaction By Fiber Optic Near Infrared Spectroscopy with Correlation to ¹H Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy, *J.A.O.C.S.* 77,5,489-493.
- Knothe, G., 2002, Current Perspectives on biodiesel. *INFORM*, 13:900-903.
- Knothe, G., J. Krahl and J. Van Gerpen, ., 2005 *The Biodiesel Handbook*, AOCS Press, Champaign, IL
- Kumar, T. A., Kumar A., dan Raheman H., 2007, Biodiesel production from jatropha oil (*Jatropha curcas*) with high free fatty acids: an optimized process, *Biomass Bioenergy*, 31:569–575.
- Liu, Y., Lotero, E., Goodwin Jr., J.G., dan Mo, X., 2007, Transesterification of poultry fat with methanol using Mg–Al hydrotalcite derived catalysts, *Appl. Catal. A*, 331:138–148.
- Liu, X., He, H., Wang, Y., Zhu, S., dan Piao, X., 2008, Transesterification of soybean oil to biodiesel using CaO as a solid base catalyst, *Fuel* 87:216–221.

- Ma, F., dan Hanna, M.A., 1999, Biodiesel production: a review, *Biores. Technol*, 70: 1–15.
- Mittelbach, M., dan C. Remschmidt., 2004, Biodiesel: The Comprehensive Handbook, *Martin Mittelbach, Graz, Austria (dalam Prosiding Seminar Nasional Tatang H. Soerawidjaja)*.
- Murugesan, A., Umarani, C., Chinnusamy, T.R., dan Krishnan, M.K., Subramanian, R., Neduzchezain, N., 2008. Production and analysis of bio-diesel from non-edible oils – a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 13, 825–834.
- Pattinama, J, 2009. Isolasi dan identifikasi komponen minyak biji bintangur (*Callophylum inophyllum*) dari desa Kairatu dan desa Oma. *Skripsi Sarjana*. Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura, Ambon.
- Schindlbauer, H., 1998. Standardization and Analysis of Biodiesel: What Specifications are Important *di dalam: Proceeding of the 1998 PORIM International Biofuel and Lubricant Conference*, Kuala Lumpur, 4-5 Mei 1998.
- Soerawidjaja, T.H., T. Adrisman, U.W. Siagian, T. Prakoso, I.K. Reksowardojo, K.S. Permana, 2005. Studi Kebijakan Penggunaan Biodiesel di Indonesia. *Di dalam: P Hariyadi, N. Andarwulan, L. Nuraida, Y. Sukmawati (editor), Kajian Kebijakan dan Kumpulan Artikel Penelitian Biodiesel*, Kementerian Ristek dan Teknologi RI MAKSI IPB Bogor.
- Soewidjaja, T. H., 2006, *Prosiding Seminar Nasional*, UGM, Yogyakarta.
- Triasmoyo, S., 2006, Pengaruh Konsentrasi $Nb_2O_5(3\%)-y-Al_2O_3$ terhadap Konversi Biodiesel Total pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas, *Skripsi Sarjana*, Jurusan Kimia, FMIPA UGM, Yogyakarta.
- Tyson, K. S., 2004. *Energy Efficiency and Renewable Energy*. U.S. Departement of Energy.
- Venkanna, B.K., Reddy, C.V., 2009. Biodiesel production and optimization from *Calophyllum inophyllum* linn oil (honne oil) – a three stage method. *Bioresour. Technol.* 100, 5122–5125.
- Wei, Ziku, Xu, C., dan Li, B., 2009, Application of waste eggshell as low-cost solid catalyst for biodiesel production, *Bioresource Technology*, 100:2883–2885.
- Zappi, M., Hernandez, M., Spark, D., Horne, J., dan Brough, M., 2003, *A Review of the Engineering Aspects of the Biodiesel Industry*, MSU Environmental Technology Research and Applications Laboratory, Dave C. Swalm School of Chemical Engineering Mississippi State University, Mississippi.
- Zhu H., Wu Z., Zhang S., Duan S., dan Liu X., Preparation of Biodiesel Catalyzed by Solid Super Base of Calcium Oxide, and its Refining Process. *China J Catal* 2006; 27:391-396