

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BODIESEL DARI MINYAK KEMIRI SUNAN (*Reutealis trisperma*) DENGAN VARIASI KONSENTRASI KATALIS NAOH

Holilah¹✉ TP Utami², D Prasetyoko³

¹Laboratorium Kimia Material dan Energi, Jurusan Kimia, FMIPA, ITS, Surabaya

²PT Kemiri Sunan Drajat, Paciran, Lamongan, Jawa Timur

³Laboratorium Energi dan Rekayasa, LPPM, ITS

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 10 Januari 2013

Disetujui 27 Maret 2013

Dipublikasikan April 2013

Keywords:

bio diesel; *Reutealis*

trisperma oil;

transesterification; yield

Abstrak

Sintesis biodiesel dari minyak Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma*) (RTO) menggunakan NaOH sebagai katalis dengan variasi konsentrasi katalis yaitu 0,5; 1,0; 1,5 dan 2,0 wt% telah diteliti. Minyak kemiri sunan (*Reutealis trisperma*) adalah bahan baku yang menarik untuk produksi biodiesel. Biodiesel disintesis dengan dua tahap reaksi yaitu esterifikasi menggunakan katalis H_2SO_4 dan transesterifikasi dengan menggunakan katalis NaOH. Dalam penelitian ini, diteliti pengaruh konsentrasi katalis terhadap produk biodiesel serta dan karakteristiknya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *yield* biodiesel meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi katalis dari 0,5-1,0 wt%, selanjutnya dengan meningkatnya konsentrasi katalis dari 1,5-2,0 wt% membuat *yield* menurun. *Yield* optimum dicapai pada 84,7%. FAME (*fatty acid methyl ester*) diperoleh dengan konsentrasi katalis 1 wt% pada kondisi reaksi 65°C, waktu reaksi 1 jam dan rasio metanol minyak 1:2 (wt/wt). Karakteristik biodiesel diamati dengan uji standart bahan bakar dan hasilnya dibandingkan dengan standart ASTM D6751-02. Karakteristik biodiesel yang disintesis dengan konsentrasi katalis NaOH 1% adalah angka asam (0,55 mg KOH/g), densitas (0,90 gr/cm³), viskositas pada 40°C (9,2 cSt), angka setana (54,5) dan residu karbon (0,24 wt%/wt).

Abstract

This research was investigated bio diesel synthesis of *Reutealis trisperma* oil (RTO) by using NaOH as a catalyst with variation of catalyst concentration as follow 0.5; 1.0; 1.5 and 2.0 wt% . *Reutealis trisperma* oil is an attractive raw material for bio diesel production. It was produced by two steps of reactions, they are esterification by using H_2SO_4 catalyst and transesterification by using NaOH catalyst. This study examined the effect of catalyst concentration on the yield of biodiesel and their selected properties. The result showed, that the bio diesel yield with catalyst concentration increasing from 0,5-1,0 wt%, increased, while increasing the concentration from 1,5-2,0 wt% makes the yield decreased. The optimum yield was obtained in 84,71%, and fatty acid methyl ester (FAME) was obtained with catalyst concentration 1,0 wt% when the reaction condition was at 65°C and time reaction was 1 hour and methanol to oil ratio was 1:2 (wt/wt). Bio diesel characteristic was evaluated by standard fuel test and the result was compared to ASTM D6751-02 standard. Synthesized Bio diesel characteristic with NaOH catalyst concentration of 1% resulted from acid number (0,55 mg KOH/g), density (0,90 gr/cm³), viscosity at 40°C (9,2 cSt), cetane number (54,5) and carbon residue (0,24 wt%/wt).

© 2013 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:

Email: holilah.chem@gmail.com

Pendahuluan

Kebutuhan energi dunia meningkat sangat cepat disebabkan karena adanya peningkatan industrialisasi dan populasi yang sangat membutuhkan ketersediaan energi. Oleh karena itu program energi dunia kini berfokus pada pengembangan sumber energi alternatif dengan karakteristik ramah lingkungan, energi hijau, dan lingkungan bersih. Di sisi lain, persediaan sumber energi dari bahan bakar fosil semakin menipis dan diperkirakan ketersediannya hingga 50 tahun yang akan datang saja (Demirbas 2007).

Biodiesel hadir sebagai bahan bakar alternatif yang sangat diminati secara luas. Biodiesel dikenal sebagai bahan bakar karbon netral karena melepaskan polusi yang tidak berbahaya pada atmosfer lingkungan (Peterson 1986). Selain ramah terhadap lingkungan, jika dibandingkan bahan bakar yang berbahan dasar fosil, biodiesel mempunyai banyak keuntungan antara lain dapat diperbaharui dan *biodegradable* (Hu *et al.* 2005; Junior *et al.* 2009; Xue *et al.* 2011).

Biodiesel umumnya dapat diproduksi dari lemak, minyak nabati, lemak hewan, minyak sisa penggorengan. Struktur kimia biodiesel merupakan asam lemak alkil ester (Demirbas 2007). Biodiesel dapat diproduksi dari minyak nabati seperti minyak kedelai (*Glycine max*), minyak jatropha (*Jatropha curcas*), minyak rapeseed (*Brassica napus*), minyak kelapa (*Elaeis guineensis*), minyak bunga matahari (*Helianthus annuus*), minyak jagung (*Zea mays*), minyak kacang tanah (*Arachis hypogaea*) atau minyak kapas (*Gossypium spp.*) (Pearl 2002). Beberapa minyak nabati yang akhir-akhir ini digunakan sebagai *seed* untuk produksi biodiesel antara lain minyak dari *hazelnut* (*Corylus spp.*) (Xu & Hanna 2009), *yellow horn* (*Xanthoceras sorbifolia Bunge*) (Lee *et al.* 2002) dan (*Phoenix dactylifera*) yaitu kelompok dari genus *Phoenix* yang merupakan jenis buah-buahan yang dapat dimakan (Amani 2013).

Beberapa kelemahan biodiesel adalah belum dikenalnya dalam skala dunia dan hal yang paling utama dalam proses produksinya berkenaan dengan bahan baku untuk sintesis biodiesel tersebut yang masih terbatas. Biodiesel yang disintesis dari minyak nabati mempunyai biaya yang cukup tinggi dibandingkan dengan bahan

bakar diesel petroleum. Zhang (2003) telah melaporkan bahwa 70-95% total biaya untuk produksi biodiesel berasal dari biaya bahan baku dasar untuk proses produksi biodiesel tersebut, misalnya minyak tumbuhan atau lemak hewan. Biaya pada produksi biodiesel dapat dikurangi jika minyak yang digunakan untuk produksi tersebut antara lain *non-edible oil*, minyak sisa penggorengan dan minyak limbah pertanian. Dibandingkan dengan *edible oil* (minyak rapeseed, minyak kedelai dan minyak bunga matahari) yang umumnya digunakan untuk produksi biodiesel dari tumbuhan, terdapat pula minyak baru sebagai bahan dasar untuk produksi biodiesel yang menarik untuk diteliti yaitu minyak Kemiri Sunan (*Reutealis trisperma*) (RTO) yang merupakan *non-edible oil*, sehingga minyak tersebut lebih termanfaatkan dan tidak terdapat permasalahan antara bahan dasar pangan dan keamanan sumber energi karena bahan dasar pembuatan biodiesel ini tidak digunakan untuk bahan dasar makanan.

Kemiri Sunan atau Kemiri China atau Jarak Bandung (Sumedang) atau Kaliki Banten, merupakan salah satu jenis tanaman yang berpotensi sebagai tanaman sumber bahan bakar nabati (biodiesel) selain tanaman kelapa sawit dan jarak pagar. Kemiri ini menghasilkan minyak yang disebut dengan tung *oil* atau minyak kayu cina (Barley 1950; Kataren 1986). Tanaman ini berasal dari Philipina, berkembang di Indonesia khususnya di daerah Jawa Barat. Kemiri sunan dapat ditemukan pada ketinggian hingga 1000 m di atas permukaan laut (Maman 2009). Tanaman Kemiri Sunan, *Airy Shaw* sudah tumbuh 3-4 generasi sebelumnya di Jawa Barat. Tanaman Kemiri Sunan tergolong tanaman menahun dengan tinggi >15 meter dengan mahkota yang sangat rindang, kanopi daun lebar, struktur daun sangat rapat, ranting yang banyak, dan memiliki perakaran yang dalam. Tanaman ini berumur panjang, yakni lebih dari 30 tahun usianya. Tanaman ini dapat tumbuh di lahan datar, bergelombang, bertebing curam, lahan kritis (Wardana *et al.* 2009). Buah Kemiri Sunan beracun terutama bijinya, sehingga tumbuhan ini baik untuk pohon peneduh, konservasi alam dan bahan bakar nabati biodiesel. Karena jumlahnya yang sangat melimpah di Indonesia dan pemanfaatan bijinya yang kurang optimum dikarenakan sifat

biji Kemiri Sunan ini yang beracun berbeda dengan kemiri *mulaccana* yang bijinya dapat digunakan sebagai bumbu masak, menjadikan minyak Kemiri Sunan sangat potensial untuk dijadikan bahan dasar produksi biodiesel.

Proses produksi biodiesel umumnya dilakukan dengan proses reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa. Transesterifikasi minyak nabati menjadi biodiesel dengan metanol dapat dilakukan menggunakan katalis homogen (asam atau basa) dan heterogen. Katalis basa homogen memberikan laju reaksi lebih cepat daripada asam homogen atau katalis heterogen dalam transesterifikasi (Dorado *et al.* 2004). Namun dalam metode konvensional, penghilangan katalis ini secara teknis sulit. Selain itu dalam proses katalis basa, pembentukan sabun akan terjadi, bahkan jika ada sedikit air dan asam lemak dalam reaktan (Wang *et al.* 2007). Oleh karena itu, untuk produksi biodiesel menggunakan *crude oil* atau minyak limbah/sisa sebagai *feedstock*, reaksi esterifikasi sangat penting untuk dilakukan. FFA sebelumnya diesterifikasi terlebih dahulu dengan alkohol seperti metanol dengan menggunakan katalis asam, sehingga kemungkinan terjadinya penyabunan untuk reaksi transesterifikasi selanjutnya semakin kecil (Yingying *et al.* 2012). Katalis basa homogen yang umumnya digunakan untuk sintesis biodiesel menggunakan reaksi transesterifikasi yaitu logam alkali (Na dan K) hidroksida (Chitra *et al.* 2005).

Pada proses reaksi transesterifikasi ada beberapa parameter untuk mengoptimalkan *yield* biodiesel yang diperoleh, salah satunya variasi konsentrasi katalis (Vicente *et al.* 1998). Variasi konsentrasi katalis basa homogen mempunyai peran penting pada proses reaksinya. Jumlah katalis yang berbeda akan menghasilkan *yield* biodiesel yang berbeda pula (Kumar *et al.* 2012). Semakin besar konsentrasi katalis yang digunakan belum tentu *yield* biodiesel yang dihasilkan semakin besar, karena bergantung pada parameter yang lainnya juga. Pada umumnya, terdapat konsentrasi katalis basa homogen tertentu untuk menghasilkan *yield* biodiesel yang optimum, tetapi semakin besar konsentrasi katalis basa yang digunakan pada reaksi transesterifikasi, maka *yield* biodiesel semakin menurun karena proses yang terjadi adalah saponifikasi (Arzamendi *et al.* 2007;

Agarwal *et al.* 2012). Oleh karena itu, variasi konsentrasi katalis sangat penting dilakukan pada sintesis biodiesel untuk memperoleh *yield* biodiesel yang optimum.

Pada penelitian ini, produksi biodiesel dari minyak kemiri sunan (RTEO) dilakukan melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa NaOH. Pengaruh variabel konsentrasi katalis terhadap *yield* biodiesel diamati secara seksama serta karakteristik biodiesel yang berasal dari minyak Kemiri Sunan juga diteliti.

Metode

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak Kemiri Sunan yang *disupply* dari PT. Kemiri Sunan Derajat, metanol (Merck, 98%), asam sulfat (H₂SO₄) (Merck, 98%), natrium hidroksida (NaOH) (Merck, 99%), etanol (Merck, 99%), n-heksana (Merck, 99%), phenolphthalein, dan akuades.

Reaksi Esterifikasi Minyak Kemiri Sunan

Minyak Kemiri Sunan (RTO) dengan kandungan *Free Fatty Acid* (FFA) sebesar 2,44 % dilakukan reaksi esterifikasi dengan metanol dengan bantuan katalis H₂SO₄ menggunakan metode refluks. Minyak kemiri sunan dimasukkan ke dalam labu bundar dan diletakkan di atas penangas minyak. Pada sistem yang lain, metanol dan asam sulfat dicampur dengan kondisi suhu hampir sama dengan minyak. Setelah metanol dan asam sulfat tercampur sempurna, campuran dimasukkan ke dalam minyak secara perlahan-lahan. Reaksi esterifikasi dilakukan selama 2 jam. Minyak hasil esterifikasi ini ditandai dengan minyak Kemiri Sunan hasil esterifikasi (RTOE).

Produksi Biodiesel dengan Transesterifikasi

Minyak Kemiri Sunan hasil reaksi esterifikasi (RTOE) dilakukan reaksi transesterifikasi dengan metanol menggunakan katalis basa NaOH 1,0 wt%. Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan metode refluks. Hasil reaksi yang diperoleh dipisahkan, lalu biodiesel dicuci sampai bening dan jernih. Prosedur tersebut diulangi untuk variasi katalis NaOH (wt%) 0,5; 1,5 dan 2,0. *Yield* biodiesel

dihitung berdasarkan perbandingan berat metil ester yang dihasilkan dan jumlah minyak yang digunakan pada reaksi transesterifikasi dikalikan dengan konsentrasi metil ester yang terkandung pada biodiesel tersebut.

Karakterisasi Produk Biodiesel yang Dihasilkan

Biodiesel hasil sintesis dikarakterisasi dengan *Gas Chromatography* (GC, TECHCOMP 7900) untuk analisis metil ester yang terbentuk, dengan jenis detektor *Flame Ionization Detector* (FID), kolom kapiler yang berjenis non-polar DB 5HT-(5% Phenyl)-methylpolysiloxane dengan panjang kolom: 15 meter, diameter kolom (id): 320 μm dan film: 0,10 (μm). Kondisi operasi yang digunakan adalah suhu oven: 100°C (1 min) (rate: 20°C/min) 380°C (5 min), suhu inlet: 300°C, suhu detektor: 350°C dan *running* pengukuran dilakukan selama 20 menit. Biodiesel sebanyak 150 mg dilarutkan dalam 1mL n-heksana, lalu disuntikkan pada GC dengan *microliter syringe*.

Selain dikarakterisasi dengan GC, biodiesel hasil sintesis dievaluasi karakteristik sifat fisik dan kimianya, antara lain angka asam, angka setana, densitas, viskositas dan kandungan residu karbon (CCR).

Angka asam ditentukan dengan menggunakan metode titrasi sesuai dengan ASTM D 664. Biodiesel sebanyak 2 gram dan etanol yang sudah netral sebanyak 50mL disiapkan. Etanol tersebut dicampur dengan biodiesel ditambah indikator PP (phenolphthalein) dititrasi dengan NaOH 0,1 N. Dari titrasi tersebut diperoleh volume NaOH yang dibutuhkan, sehingga angka asam dapat dihitung. Angka setana diukur dengan menggunakan alat *Octane Meter* sesuai dengan ASTM D-613, biodiesel dimasukkan dalam tempat sampel yang terdapat pada alat, lalu dapat terukur angka setana pada biodiesel tersebut. Densitas pada biodiesel diukur dengan menggunakan piknometer yang diamati berat dari biodiesel tersebut pada suhu 15°C. Viskositas pada biodiesel diamati dengan menggunakan *Kinematic Viscometer Bath* pada suhu 40°C sesuai dengan ASTM D 445-97 dan kandungan residu karbon pada biodiesel diukur dengan menggunakan seperangkat alat CCR, dimana sampel biodiesel ditimbang sebanyak 5 gram dan diletakkan pada

tempat sampel lalu dilakukan pembakaran selama 30 menit. Kandungan residu karbon pada sampel dapat dihitung. Karbon residu diukur sesuai dengan ASTM D-613.

Hasil dan Pembahasan

Sintesis biodiesel melalui reaksi transesterifikasi dengan menggunakan katalis basa homogen sering dilakukan untuk beberapa bahan dasar minyak baru (*new seed*), hal ini dikarenakan katalis basa homogen mampu membuat laju reaksi lebih cepat dibandingkan dengan katalis heterogen, sehingga secara otomatis berdampak pada *yield* biodiesel yang dihasilkan (Vicente *et al.* 2004), sehingga dapat diketahui *yield* biodiesel awal yang optimum untuk biodiesel yang berbahan dasar minyak (*new seed*) tersebut.

Pada penelitian ini penggunaan minyak baru yaitu Kemiri Sunan untuk sintesis biodiesel melalui 2 proses reaksi yaitu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi. Reaksi esterifikasi perlu dilakukan dikarenakan kandungan *Free Fatty Acid* (FFA) sebesar 2,44% pada minyak Kemiri Sunan. Kandungan FFA dan kelembaban minyak adalah parameter terpenting untuk menentukan proses minyak nabati tersebut layak untuk dilakukan reaksi transesterifikasi (Meher *et al.* 2006). Kandungan FFA yang tinggi pada minyak menyebabkan efisiensi konversi yang rendah (Canakci & Gerpen 1999; Zullaikah *et al.* 2005). Selain itu kemungkinan terjadinya reaksi penyabunan sangat besar (Yingying *et al.* 2012) sehingga reaksi esterifikasi perlu dilakukan sebelum reaksi transesterifikasi berlangsung. Reaksi esterifikasi dilakukan dengan mereaksikan minyak Kemiri Sunan dengan metanol menggunakan katalis asam H_2SO_4 (3 wt% terhadap minyak), reaksi berlangsung pada suhu 65°C selama 2 jam. Minyak hasil reaksi esterifikasi ini ditandai dengan RTEO. Kandungan FFA pada minyak hasil reaksi esterifikasi (RTEO) sebesar 0,09%.

Langkah kedua adalah reaksi transesterifikasi. Minyak Kemiri Sunan hasil reaksi esterifikasi (RTEO) direaksikan dengan metanol menggunakan katalis basa NaOH dan akan terbentuk gliserol serta metil ester atau yang sering disebut biodiesel. Kondisi reaksi yang

digunakan pada sintesis biodiesel ini yaitu pada suhu 65°C selama 1 jam dengan rasio metanol minyak 1:2 (wt/wt). Pada reaksi transesterifikasi, ada beberapa faktor yang berpengaruh, salah satunya adalah konsentrasi katalis. Konsentrasi katalis pada penelitian ini divariasikan sebesar 0,5: 1,0: 1,5 dan 2,0 wt%.

Pengaruh konsentrasi katalis (NaOH) pada *yield* metil ester dapat ditunjukkan pada Gambar 1. *Yield* metil ester meningkat dari 81,24% pada katalis dengan konsentrasi 0,5% sampai nilai maksimum *yield* sebesar 84,71% untuk konsentrasi katalis 1% (terhadap berat minyak), namun saat konsentrasi katalis dinaikkan dari 1,5%-2,0%, *yield* metil ester menjadi menurun menjadi 74,35% dan 57,65%. Konsentrasi katalis NaOH 1% menghasilkan nilai *yield* yang paling tinggi. Adanya kandungan katalis NaOH yang berlebih menyebabkan pembentukan sabun melalui saponifikasi pada trigliserida. Pembentukan sabun meningkatkan emulsifikasi pada metil ester dan gliserol dan membuat pemisahan menjadi sulit, sehingga menurunkan *yield* biodiesel (Ikhuagwu *et al.* 2000).

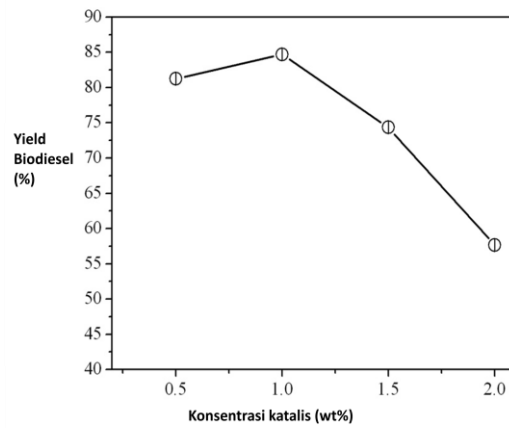
Agarwal *et al.* (2012) melaporkan hasil yang serupa yaitu sintesis biodiesel dari minyak hasil penggorengan menggunakan katalis basa homogen KOH, *yield* metil ester meningkat sampai 98,7% seiring dengan meningkatnya konsentrasi katalis, tetapi saat konsentrasi katalis lebih dari 1,0%, *yield* metil ester mulai menurun. Hal ini dikarenakan terjadinya pembentukan sabun. Saat pemisahan metil ester melalui pencucian, partikel sabun membentuk emulsi dengan air. *Yield* metil ester yang menurun terjadi saat pembentukan sabun dengan meningkatnya konsentrasi katalis. Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Xu *et al.* (2009) yang telah melakukan sintesis biodiesel dari minyak hazelnut (*Corylus spp.*) dengan katalis NaOH. Saat konsentrasi katalis 0,1-0,7 wt% *yield* biodiesel meningkat dari 67%-92%, tetapi saat

konsentrasi katalis semakin tinggi menjadi 0,9%, *yield* biodiesel menurun.

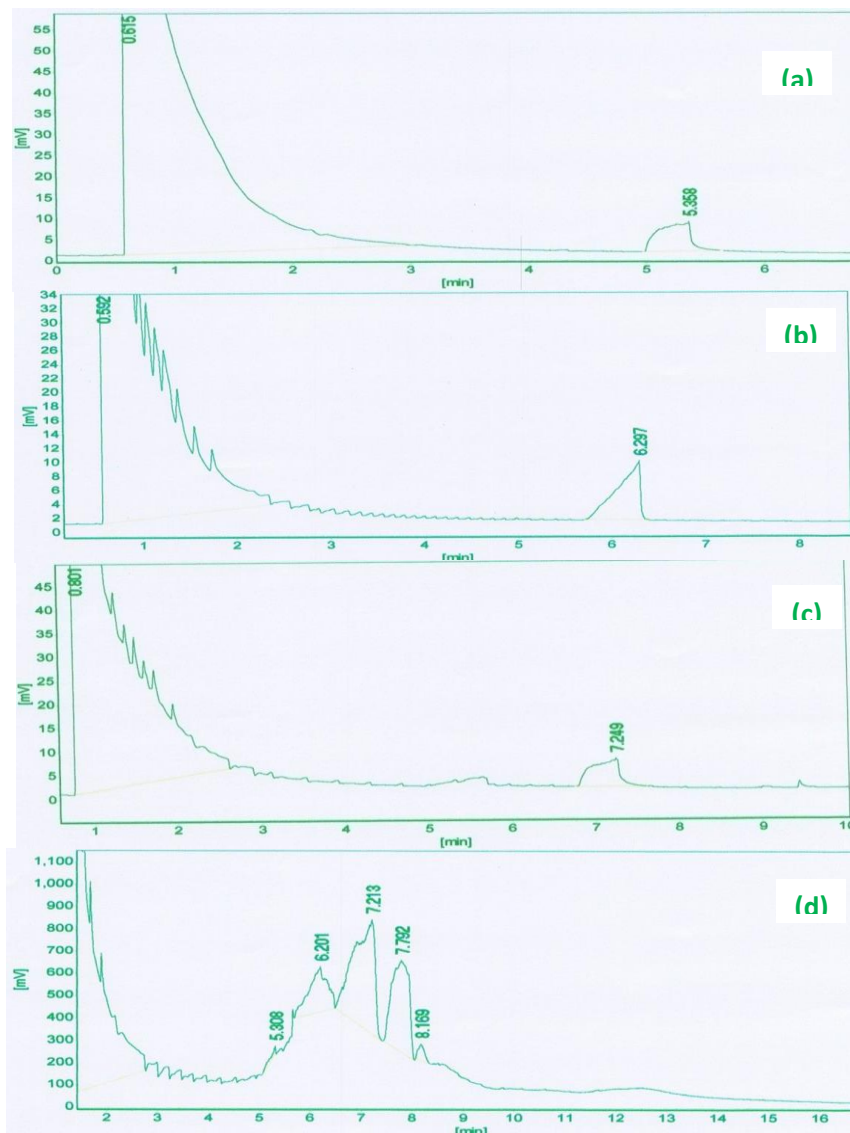
Wang *et al.* (2007) melaporkan hal yang sama pula berkaitan dengan pengaruh konsentrasi katalis pada *yield* biodiesel. Wang *et al.* (2007) menggunakan *crude oil rapeseed* sebagai sumber minyak dan menggunakan katalis NaOH serta mengamati kinetika laju pada transesterifikasinya. Hasil yang diperoleh yaitu laju transesterifikasi meningkat saat konsentrasi katalis yang digunakan 0,2-0,5 wt%, 0,5wt% katalis membutuhkan 8 menit untuk konversi metil ester, tetapi saat konsentrasi katalis dinaikkan menjadi 0,8-1,0% laju transesterifikasi menjadi menurun atau semakin lambat. Semakin cepat laju transesterifikasi menandakan semakin banyak *yield* biodiesel yang dihasilkan.

Kumar *et al.* (2012) melakukan sintesis biodiesel menggunakan katalis NaOH dengan minyak rami (*linseed oil*) dan melaporkan bahwa konsentrasi katalis tidak mempunyai pengaruh yang signifikan pada *yield* biodiesel. Variasi katalis 0,5-1,0 wt% tidak menyebabkan pergeseran kesetimbangan pada reaksi transesterifikasi. Hal ini mengindikasikan bahwa karakteristik dari minyak rami (*linseed oil*) tidak membutuhkan katalis dengan konsentrasi lebih dari 0,5 wt% pada prosesnya.

Biodiesel hasil sintesis dianalisis dengan *Gas Chromatography* (GC) untuk mengetahui biodiesel yang terbentuk dibandingkan dengan standar metil ester (metil stearat, metil palmitat dan metil arachidat). Kromatogram biodiesel yang disintesis menggunakan katalis NaOH dengan konsentrasi 1 wt% dan metil esternya ditunjukkan pada Gambar 2. Dari kromatogram ke-3 metil ester tersebut menunjukkan bahwa metil palmitat muncul puncak pada menit ke-5 (a), metil stearat muncul puncak pada menit ke-6 (b) dan metil arachidat muncul pada menit ke-7. Hasil kromatogram untuk biodiesel menunjukkan bahwa biodiesel yang telah disintesis mengandung ke-3 metil ester tersebut



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi katalis pada *yield* biodiesel minyak Kemiri Sunan. Suhu reaksi 65°C, waktu reaksi 1 jam, methanol/minyak 1:2 (wt/wt).



Gambar 2. Kromatogram metil palmitat (a), stearat (b), arachidat (c) dan hasil biodiesel yang disintesis menggunakan katalis NaOH dengan konsentrasi katlais 1wt% (d)

Tabel 1. Karakterisasi biodiesel dengan variasi konsentrasi katalis

Parameter	Konsentrasi katalis (Wt%)				(ASTM D 6751-02)
	0,50	1,00	1,50	2,00	
Angka asam(mg KOH/g)	1,11	0,55	0,41	0,41	<0,80
Densitas (gr/cm ³)	0,89	0,90	0,89	0,91	0,86-0,90
Viskositas at 40°C (cSt)	6,9	9,2	7,6	10,7	1,9-6,0
Angka setana	51,0	54,5	52,4	51,8	>47,0
Residu Karbon (%wt/wt)	0,27	0,24	0,25	0,26	0,05

Karakteristik biodiesel Kemiri Sunan yang diperoleh dari variasi konsentrasi katalis pada reaksi transesterifikasi ditunjukkan pada Tabel 1. Karakteristik biodiesel tersebut dibandingkan dengan standar biodiesel (ASTM D 6751-02).

Ada lima parameter yang menunjukkan karakteristik biodiesel minyak Kemiri Sunan yang telah diamati pada penelitian ini. Angka asam pada biodiesel minyak Kemiri Sunan telah ditentukan dengan menggunakan prosedur titrasi. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan maka angka asam biodiesel tersebut semakin menurun. Hasil angka asam yang sangat berbeda ditunjukkan oleh katalis dengan konsentrasi 0,50%, yaitu 1,1 mgKOH/g. Hal ini dimungkinkan katalis yang terlalu sedikit akan tidak cukup untuk menyelesaikan reaksi, sehingga sisa FFA masih ada yang belum terkonversi. Angka asam biodiesel minyak Kemiri Sunan dengan konsentrasi katalis 1,0: 1,50 dan 2,0% sesuai dengan *range* biodiesel standar ASTM D 6751-02.

Biodiesel minyak Kemiri Sunan yang disintesis dengan katalis NaOH dengan empat variasi konsentrasi katalis memiliki densitas yang hampir konstan yaitu antara 0,89-0,90 gram/mL. Nilai tersebut sudah cocok atau memasuki *range* dari standar biodiesel ASTM D 6751-02. Densitas pada bahan bakar mempunyai pengaruh besar pada pemecahan bahan bakar. Dengan meningkatnya densitas, diameter pada tetesan bahan bakar meningkat, karena inersia pada droplets yang besar menjadi besar (Choi & Reitz 1999).

Angka setana biodiesel yang disintesis dari minyak Kemiri Sunan hampir sama sekitar 52, tetapi paling tinggi dimiliki oleh biodiesel yang disintesis dengan konsentrasi katalis 1%, karena

memang pada dasarnya katalis dengan konsentrasi 1% mempunyai *yield* biodiesel paling tinggi, sehingga angka setana juga paling tinggi. Angka setana untuk biodiesel minyak Kemiri Sunan yang disintesis dengan katalis dengan empat variasi konsentrasi yang berbeda sudah cocok/memasuki *range* standar biodiesel ASTM D 6751-02.

Angka setana digunakan sebagai indeks untuk menentukan kualitas bahan bakar, khususnya kualitas pembakaran. Hal itu digunakan untuk mengukur kecepatan pada bahan bakar saat proses pembakaran ketika bahan bakar tersebut diinjeksikan kedalam mesin. Kualitas pembakaran adalah salah satu sifat dari biodiesel yang dapat ditentukan oleh struktur komponen metil esternya (Knothe *et al.* 1997).

Viskositas pada mesin bahan bakar adalah salah satu hal yang sangat krusial. Hal itu mempunyai peran yang signifikan dalam penyemprotan bahan bakar, pembentukan campuran dan proses pembakaran. Viskositas yang tinggi mengganggu proses injeksi dan menjadikan atomisasi bahan bakar yang tidak cukup. Selain itu, diameter rata-rata *driblets* bahan bakar dari injektor dan permeasinya meningkat dengan meningkatnya viskositas bahan bakar (Choi & Reitz 1999). Nilai viskositas minyak Kemiri Sunan berada di luar batas standar biodiesel ASTM D 6751-02, nilai viskositas terendah dimiliki oleh biodiesel yang disintesis dengan katalis yang mempunyai konsentrasi 0,50 wt%.

Residu karbon sangat penting untuk dievaluasi pada biodiesel. Semakin besar residu karbon menandakan bahwa banyaknya karbon yang tidak terkonversi menjadi energi saat pembakaran dan hal ini tidak baik untuk mesin. Residu karbon pada biodiesel yang disintesis dari minyak Kemiri Sunan dengan variasi konsentrasi

katalis tersebut mempunyai nilai residu karbon rata-rata sebesar 0,26 (%wt/wt). Nilai residu karbon terkecil dimiliki oleh biodiesel yang disintesis dengan katalis yang memiliki konsentrasi 1% yaitu 0,24 (%wt/wt). Karakteristik residu karbon biodiesel minyak Kemiri Sunan yang disintesis menggunakan katalis dengan variasi konsentrasi tersebut tidak memasuki *range* standar biodiesel ASTM D 6751-02.

Penutup

Sintesis biodiesel minyak Kemiri Sunan dengan menggunakan katalis basa NaOH pada suhu reaksi 65°C selama 1 jam, telah berhasil dilakukan. Kondisi optimum yang dicapai untuk produksi biodiesel adalah pada konsentrasi katalis 1% dengan *yield* biodiesel sebesar 84,71%. Karakteristik biodiesel tersebut antara lain angka asam (0,55 mgKOH/g), densitas (0,90 gr/cm³), viskositas pada 40°C (9,2 cSt), angka setana (54,5) dan residu karbon (0,24 wt%/wt).

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada JICA (*Japan International Cooperation Agency*) yang telah memberikan dana untuk terselenggaranya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Agarwal M, Chauhan G, Chaurasia SP & Singh K. 2012. Study of catalytic behavior of KOH as homogeneous and heterogeneous catalyst for biodiesel production, *J Taiwan Inst Chem E* 43: 89-94
- Amani MA, Davoudi MS, Tahvildari K, Nabavi SM & Davoudi MS. 2013. Biodiesel production from *Phoenix dactylifera* as a new feedstock. *Ind Crop Prod* 43: 40-43
- Arzamendi G, Campo I, Arguiñarena E, Sánchez M, Montes M & Gandía LM. 2007. Synthesis of biodiesel with heterogeneous NaOH/alumina catalysts: Comparison with homogeneous NaOH. *Chem Eng J* 134: 123-130
- Barley AE. 1950. Industrial Oil And Fat Product Inter Scholate Pub. Ins. New York
- Canakci M & Gerpen J. 1999. Biodiesel production via acid catalysis. *AmSoc Agric Eng* 42: 1203-10
- Chitra P, Venkatachalam P & Sampathrajan A. 2005. Optimisation of experimental conditions for biodiesel production form alkali catalyzed transesterification of *Jatropha curcas* oil. *Energy Sust Dev* 9: 13-8
- Choi CY & Reitz RD. 1999. A numerical analysis of the emissions characteristics of biodiesel blended fuels. *J Eng Gas Turbine Power* 121: 31-37
- Demirbas A. 2007. Recent development in biodiesel fuels. *Int J Green Energy* 4: 15-26. Copyright © Taylor & Francis Group LLC
- Dorado MP, Ballesteros E, López FJ & Mittelbach M. 2004. Optimization of alkali-catalyzed transesterification of brassica carinata oil for biodiesel production. *Energy Fuel* 18: 77-83
- Hu J, Du Z, Li C & Min E. 2005. Study on the lubrication properties of biodiesel as fuel lubricity enhancers. *Fuel* 84: 1601-1606
- Ikwuagwu OE, Ononogbu IC & Njoku OU. 2000. Production of biodiesel using rubber [*Hevea brasiliensis* (Kunth. Muell.)] seed oil. *Ind Crops Prod* 12: 57-62
- Junior JS, Mariano AP & Angelis DF. 2009. Biodegradation of biodiesel/diesel blends by *Candida viswanathii*. *Afr J Biotechnol* 8(12): 2774-2778
- Kataren S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan. UI Press. Jakarta
- Knothe G, Dunn RO & Bagb MO. 1997. *Biodiesel: The Use of Vegetable Oils and Their Derivatives as Alternative Diesel Fuels and Chemicals from Biomass*. American Chemical Society Symposium Series No. 666. Washington DC USA. ACS. 172-208
- Kumar R, Tiwari P & Garg S. 2013. Alkali transesterification of linseed oil for biodiesel production. *Fuel* 104 (February): 553-560
- Lee S, Tanaka D, Kusaka J & Daisho Y. 2002. Effects of diesel fuel characteristics on spray and combustion in a diesel engine. *JSAE Rev* 23: 407-414.
- Maman. 2009. *Pola Penanaman Kemiri Sunan*. Balai Penelitian Tanaman Pangan dan Industri
- Meher LC, Dharmagadda VS & Naik SN. 2006. Optimization of alkali catalyzed transesterification of pongamia pinnata for production of biodiesel. *Bioresour Technol* 97: 1392-1397.
- Pearl GG. 2002. *Animal Fat Potential for Bioenergy Use*. Bioenergy, The Biennial Bioenergy Conference. Boise ID. 22-26 September
- Peterson CL. 1986. Vegetable oil as a diesel fuel: status and research priorities. *Trans ASAE* 29(5): 1413-1422.
- Wang L, He H, Xie Z, Yang J & Zhu S. 2007. Transesterification of the crude oil of rapeseed

- with NaOH in supercritical and subcritical methanol. *Fuel Process Technol* 88: 477-481.
- Wardana E. 2009. *Kemiri Sunan*. Balai Penelitian Tanaman Pangan dan Industri. Sukabumi
- Vicente G, Coteron A, Martinez M & Aracil J. 1998. Application of the factorial design of experiments and response surface methodology to optimize biodiesel production. *Ind Crops Prod* 8: 29-35
- Vicente G, Martínez M & Aracil J. 2004. Integrated biodiesel production: a comparison of different homogeneous catalysts systems. *Bioresource Technol* 92: 297-305
- Xu Y & Hanna M. 2009. Synthesis and characterization of hazelnut oil-based biodiesel. *Acs Sym Ser: Papers and Publications*. Paper 114
- Xue J, Grift TE & Hansen AC. 2011. Effect of biodiesel on engine performances and emissions. *Renew Sustain Energy Rev* 15: 1098-1116
- Yingying L, Houfang L, Wei J, Dongsheng L, Shijie L & Bin L. 2012. Biodiesel production from crude *Jatropha curcas L.* oil with trace acid catalyst. *Chinese J Chem Eng* 20(4): 740-746
- Zhang Y, Dube MA, McLean DD & Kates M. 2003. Biodiesel production from waste cooking oil: economic assessment and sensitivity analysis. *Bioresour Technol* 90: 229-240
- Zullaikah S, Lai CC, Ramjan S & Ju YSA. 2005. Two step acid catalyzed process from rice bran oil. *Bioresour Technol* 96: 1889-1896