

**Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH
pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarut**

***Optimizing the Amount of KOH and NaOH Catalyst on Biodiesel Preparation from
Palm Oil Using Co-solvent***

Abdullah, Jaka Darma Jaya, Rodiansono
Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jln. A. Yani Km 36, Banjarbaru – Kalimantan Selatan
e-mail: abdullah.ssi.msi@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian optimasi jumlah katalis dalam reaksi transesterifikasi pembuatan biodiesel dari minyak sawit menggunakan petroleum benzin sebagai kopelarut. Transesterifikasi minyak sawit yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk melihat pengaruh penambahan katalis terhadap kualitas biodiesel serta untuk menentukan jumlah optimum katalis KOH atau NaOH yang ditambahkan pada reaksi transesterifikasi. Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan 50 ml minyak sawit dengan 12,8 ml metanol (rasio mol 1:6) menggunakan 20 ml kopelarut petroleum benzin teknis (70-90°C) dan variasi jumlah katalis KOH dan NaOH masing-masing: 0; 0,25; 0,375; 0,5; 0,625; dan 0,75 g. Reaksi dilakukan pada temperatur 60°C. Berdasarkan hasil transesterifikasi yang dilakukan, diperoleh jumlah optimum katalis KOH adalah sebesar 0,75 g dengan sifat fisik, antara lain viskositas (5,7099 cSt), berat jenis (0,8666 g/ml) dan bilangan asam (0,1662 mg KOH/g) memenuhi standar biodiesel (ASTM). Sedangkan jumlah optimum katalis NaOH adalah sebesar 0,625 g dengan sifat fisik seperti viskositas (4,6367 cSt), berat jenis (0,8611 g/ml) dan bilangan asam (0,2255 mg KOH/g) telah memenuhi standar biodiesel (ASTM).

Kata kunci: transesterifikasi, minyak sawit, katalis, KOH, NaOH

ABSTRACT

A research on optimizing the amount of catalyst on palm oil transesterification using petroleum benzin as cosolvent had been done. The aim of this research was to know the influence of catalyst addition towards the quality of biodiesel and to determine optimum amount of catalyst added in the reaction. The transesterification reaction carried out by mixing 50 ml palm oil with 12.8 ml methanol (1:6 molar ratios) using 20 ml technical grade petroleum benzin solvent (70-90°C). KOH or NaOH catalyst were added to the reaction for 0; 0,25; 0,375; 0,5; 0,625; and 0,75 g respectively. From the research, it was obtained that the optimum amount for each catalyst obtained is 0,75 g for KOH and 0,625 for NaOH. Physical properties of product with 0,75 g KOH catalyst already meet the ASTM biodiesel standard with viscosity (5,7099 cSt), density (0,8666 g/ml) and acid number (0,1662 mg KOH/g). Physical properties of the product with 0,625 g NaOH catalyst already meet the ASTM biodiesel standard with viscosity (4,6367 cSt), density (0,8611 g/ml) and acid number (0,2255 mg KOH/g).

Keywords: transesterification, palm oil, catalyst, KOH, NaOH

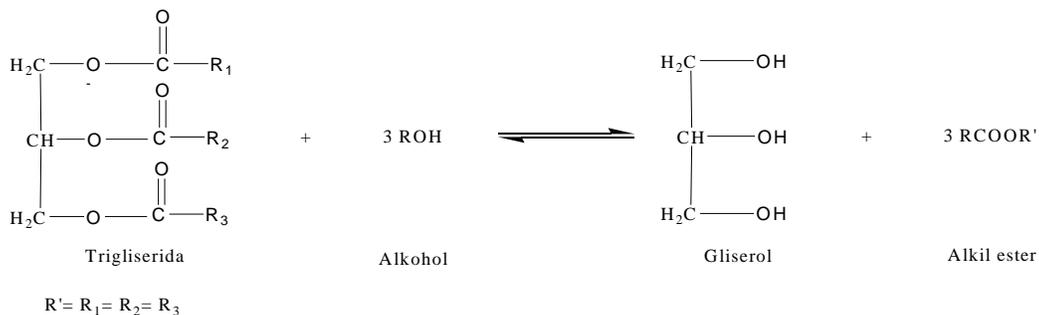
PENDAHULUAN

Ketersediaan bahan bakar minyak bumi semakin hari semakin terbatas. Sebagai gambaran, cadangan minyak bumi di laut utara diperkirakan akan habis pada tahun 2010. Indonesia merupakan salah satu negara yang memenuhi kebutuhan minyak bumi dengan mengimpornya dari negara lain. Salah satu bentuk produk minyak bumi yang sekarang banyak dibutuhkan baik untuk industri maupun transportasi adalah minyak solar (petrodiesel). Oleh karena itu, diperlukan upaya pengembangan bahan bakar alternatif yang dapat memberikan kontribusi pada pemenuhan kebutuhan minyak solar Indonesia (Hariyadi *et al.*, 2005).

Penggunaan minyak nabati sebagai bahan bakar merupakan salah satu upaya alternatif yang bisa dilakukan. Studi ini diawali oleh

Rudolf Diesel pada tahun 1885 dengan menjadikan minyak nabati sebagai bahan bakar diesel, yang pada perkembangan selanjutnya dilakukan secara lebih intensif, sehingga akhirnya dikenal dengan teknologi biodiesel. Minyak nabati relatif mudah dikembangkan, dapat diperbarui dan mempunyai potensi energi yang cukup besar sebagai bahan bakar mesin diesel (Schwab *et al.*, 1997).

Suatu proses yang selama ini digunakan untuk menghasilkan biodiesel dari CPO adalah metode transesterifikasi. Melalui metode ini trigliserida yang merupakan suatu ester diubah ke dalam bentuk ester lain (alkil ester asam lemak bebas) melalui petukaran bagian alkoksida yang dikandungnya (Schuchardt *et al.*, 1998). Reaksi transesterifikasi dapat digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1. Reaksi pembentukan alkil ester (biodiesel) dari suatu trigliserida

Alkil ester ini dapat digunakan sebagai bahan pengganti minyak diesel dan sering disebut biodiesel. Pada perkembangannya, teknik pembuatan biodiesel mulai mengarah pada keterlibatan suatu kopelarut dalam campuran reaksinya. Transesterifikasi menggunakan kopelarut ini mulai dikaji oleh Krisnangkura & Simamaharnnof (1990) dalam (Mittelbach & Remschmit, 2004), Boocock & Gavin (2004), dan kemudian diikuti oleh Kovacs *et al.* (2005). Perbedaan mendasar dari penelitian yang dilakukan ini terletak pada macam kopelarut yang digunakan. Katalis yang biasa digunakan pada transesterifikasi trigliserida adalah katalis basa, seperti KOH dan NaOH. Sebagai katalis, KOH dan NaOH memiliki beberapa kelebihan yaitu, nilai konversi yang tinggi, tidak bersifat korosif seperti katalis asam, lebih aman (Schuchardt *et al.*, 1998) dan relatif lebih murah dibandingkan katalis basa lain, misalnya alkoksida (Mittelbach & Remschmit, 2004).

Pada penelitian ini akan dikaji pembuatan biodiesel dengan bahan baku minyak sawit menggunakan prinsip-prinsip pembuatan biodiesel yang dikembangkan oleh Kovacs *et al.* (2005). Pengamatan secara khusus dimaksudkan untuk mengetahui pengaruh jumlah katalis pada transesterifikasi minyak sawit dan untuk menentukan jumlah optimum katalis

yang diperlukan pada pembuatan biodiesel ini. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang terkandung dalam biodiesel dari minyak sawit.

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak kelapa sawit (CPO) dari PT. Sinar Mas Group (Tanah Bumbu, Kalimantan Selatan), metanol p.a (Merck), KOH p.a (Ajax Chemicals), NaOH p.a (Ajax Chemicals), isopropil alkohol p.a (Merck), gliserol teknis (Ajax Chemicals), indikator phenolphtalein, H_3PO_4 (Ajax Chemicals), Na_2SO_4 p.a (Ajax Chemicals) dan akuades (Laboratorium Dasar FMIPA UNLAM).

Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah alat-alat gelas, labu bulat leher tiga (Duran) dan perangkat distilasi fraksinasi (Duran), alat sentrifugasi, termometer (pyrex), pengaduk magnet, neraca analitik (Ohaus), alat distilasi, piknometer (Duran) dan viskometer (Duran), dan GCMS.

Cara Kerja

Transesterifikasi minyak sawit menggunakan kopelarut

Transesterifikasi dilakukan dengan mencampurkan minyak sawit dan metanol dengan perbandingan mol 1:6. Kopelarut ditambahkan ke dalam minyak sawit dan metanol, agar interaksi keduanya lebih kuat. Katalis yang digunakan adalah katalis basa, yaitu KOH dan NaOH. Pada penelitian ini

dikaji pengaruh jumlah katalis yang ditambahkan terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan. Selain itu akan ditentukan juga jumlah optimum masing-masing katalis (KOH atau NaOH) yang diperlukan pada reaksi transesterifikasi minyak sawit. Variasi percobaan yang dilakukan adalah sebagai berikut

Tabel 1. Keperluan jumlah masing-masing katalis

Minyak	Metanol	Kopelarut	Katalis	
			KOH	NaOH
50 ml	12,8 ml	20 ml	-	-
50 ml	12,8 ml	20 ml	0,250 g	-
50 ml	12,8 ml	20 ml	0,375 g	-
50 ml	12,8 ml	20 ml	0,500 g	-
50 ml	12,8 ml	20 ml	0,625 g	-
50 ml	12,8 ml	20 ml	0,750 g	-
50 ml	12,8 ml	20 ml	-	0,250 g
50 ml	12,8 ml	20 ml	-	0,375 g
50 ml	12,8 ml	20 ml	-	0,500 g
50 ml	12,8 ml	20 ml	-	0,625 g
50 ml	12,8 ml	20 ml	-	0,750 g

A. Perlakuan awal terhadap minyak sawit

Perlakuan awal ini dilakukan dengan mencampurkan minyak sawit dengan 20 ml kopelarut petroleum bensin teknis (70-90°C) dan 5 ml gliserol teknis. Campuran dimasukkan dalam beaker dan diaduk selama 20 menit menggunakan pengaduk magnet. Campuran dipindahkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 30 menit. Lapisan bawah dibuang, sedangkan lapisan atas dimasukkan ke dalam labu bulat leher tiga yang telah dilengkapi termometer,

pendingin bola, corong pisah, kompor listrik, dan pengaduk magnet.

B. Pembuatan campuran metanol-katalis

Sejumlah katalis KOH atau NaOH ditambahkan dengan 12,8 ml metanol dalam sebuah beaker. Kemudian diaduk hingga terbentuk larutan yang homogen. Campuran inilah yang kemudian digunakan secara bertahap pada transesterifikasi minyak sawit.

C. Transesterifikasi minyak sawit

Campuran selanjutnya dipanaskan hingga mencapai 60°C, lalu

ditambahkan dengan 0,8 bagian campuran metanol-katalis secara perlahan-lahan melalui corong pisah yang telah dirangkaikan dengan labu, sambil diaduk menggunakan pengaduk magnet selama 15 menit. Kemudian, pemanasan dihentikan dan campuran didinginkan hingga 50°C, lalu dimasukkan ke dalam corong pisah dan dibiarkan selama 15 menit. Bagian atas diambil dan dimasukkan lagi ke dalam labu bulat leher tiga.

Transesterifikasi tahap kedua dilakukan dengan cara menambahkan secara perlahan 0,2 bagian campuran metanol-katalis ke dalam labu bulat leher tiga. Reaksi transesterifikasi dan pengadukan dilakukan selama 10 menit. Hasil reaksi dimasukkan ke dalam corong pisah dan dibiarkan pada suhu kamar selama 120 menit hingga terbentuk 2 lapisan.

Lapisan atas yang terbentuk adalah metil ester dan kopelarut serta sebagian kecil metanol. Lapisan ester dimurnikan dengan cara distilasi pada suhu 100 °C. Metil ester dimasukkan ke dalam corong pisah dan ditambahkan dengan 50 ml aquades. Selanjutnya pada campuran ditambahkan larutan H_3PO_4 0,5 % sedikit demi sedikit, sampai

lapisan bagian bawah campuran memiliki pH 7. Kemudian, campuran dicuci sebanyak 3 kali masing-masing dengan 50 ml akuades. Pencucian dilanjutkan dengan menggunakan 50 ml kopelarut petroleum bensin (fraksi <70°C). Lapisan atas yang terbentuk diambil dan ditambahkan Na_2SO_4 anhidrat untuk mengikat molekul air yang mungkin masih tersisa dalam produk transesterifikasi. Campuran disaring dan didistilasi hingga suhu 100°C. Biodiesel yang dihasilkan selanjutnya disimpan dan siap untuk dianalisis.

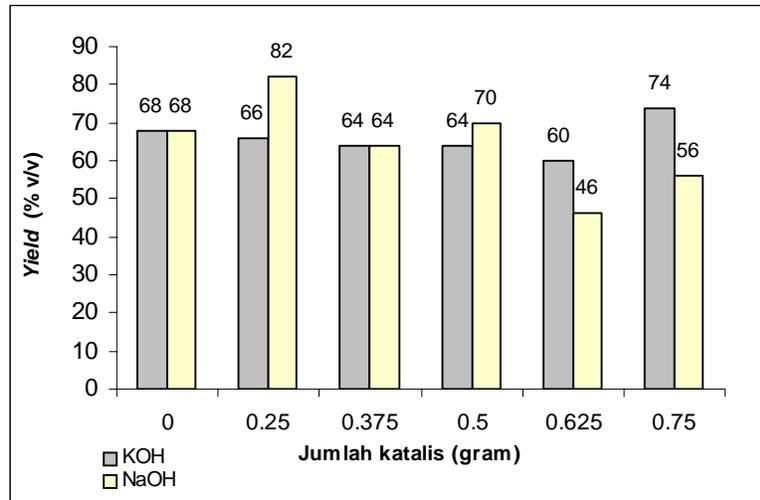
Analisis

Produk hasil transesterifikasi selanjutnya dianalisis viskositas, berat jenis, bilangan asam dan kadar air. Hasil transesterifikasi dengan nilai parameter uji yang paling mendekati nilai standar biodiesel (berbahan baku minyak sawit) diasumsikan memiliki tingkat konversi paling tinggi. Hasil transesterifikasi ini kemudian dianalisis menggunakan GC-MS untuk mengetahui komponen kimianya. Selain itu, untuk mengetahui kualitas biodiesel, maka dilakukan analisa sifat fisik biodiesel seperti viskositas, berat jenis, bilangan asam dan kadar air.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh jumlah katalis terhadap *yield* biodiesel

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data *yield* biodiesel sebagai berikut:



Gambar 2. Hubungan jumlah katalis terhadap *yield* biodiesel

Penggunaan katalis yang berlebih dapat mengurangi *yield*, karena sebagian minyak sawit akan berubah menjadi sabun padat, yang akan terpisah pada proses penyaringan. Hal ini terlihat jelas pada transesterifikasi menggunakan katalis NaOH (Gambar 2), sehingga dapat dilihat bahwa *yield* untuk variasi penelitian dengan jumlah katalis NaOH besar cenderung kecil. Sedangkan pada transesterifikasi menggunakan katalis KOH tidak terbentuk sabun padat, sehingga jumlah *yield* yang dihasilkan juga tidak berbeda signifikan. *Yield* tidak bisa dijadikan acuan untuk menentukan kualitas biodiesel. *Yield* tidak menunjukkan konversi dari minyak sawit menjadi biodiesel, sebab ada kemungkinan sebagian minyak sawit yang tidak

terkonversi menjadi biodiesel masih terkandung dalam produk hasil reaksi. Oleh karena itu, sangat diperlukan data lain seperti viskositas, berat jenis, bilangan asam dan kadar air.

Pengaruh jumlah katalis terhadap sifat fisik biodiesel

A. Viskositas

Pada dasarnya, transesterifikasi yang dilakukan adalah untuk menurunkan viskositas minyak sawit agar dapat memenuhi spesifikasi minyak diesel. Viskositas standar biodiesel ASTM adalah 1,9 – 6,0 cSt, sedangkan dari penelitian ini diperoleh data viskositas biodiesel seperti terlihat pada Gambar 3. Berdasarkan data penelitian, diketahui bahwa biodiesel yang memenuhi standar adalah sampel

biodiesel dengan katalis 0,75 g KOH dan 0,5; 0,625; 0,75 g NaOH. Katalis yang ditambahkan dengan metanol akan bereaksi membentuk metoksida yang berfungsi sebagai nukleofil, menyerang gugus karbonil dari trigliserida pada transesterifikasi minyak sawit. Dengan demikian jika jumlah katalis yang ditambahkan terlalu kecil maka akan mengurangi kekuatan serangan

nukleofilik, yang merupakan tahapan penting reaksi transesterifikasi minyak sawit membentuk metil ester. Hal ini membuktikan bahwa, semakin besar jumlah katalis, maka kemungkinan pembentukan metil ester juga semakin besar, dilihat dari asumsi viskositasnya yang semakin rendah (Gambar 3).



Gambar 3. Hubungan jumlah katalis terhadap viskositas biodiesel

Data viskositas pada Gambar 3 menunjukkan bahwa katalis NaOH lebih kuat mengkatalisis reaksi transesterifikasi dibandingkan KOH, sebab pada konsentrasi yang sama tampak bahwa katalis NaOH lebih mampu menurunkan viskositas lebih rendah dari pada katalis KOH. Namun demikian, kekurangan katalis NaOH adalah kemudahan terbentuknya sabun sebagai hasil samping reaksi, sehingga

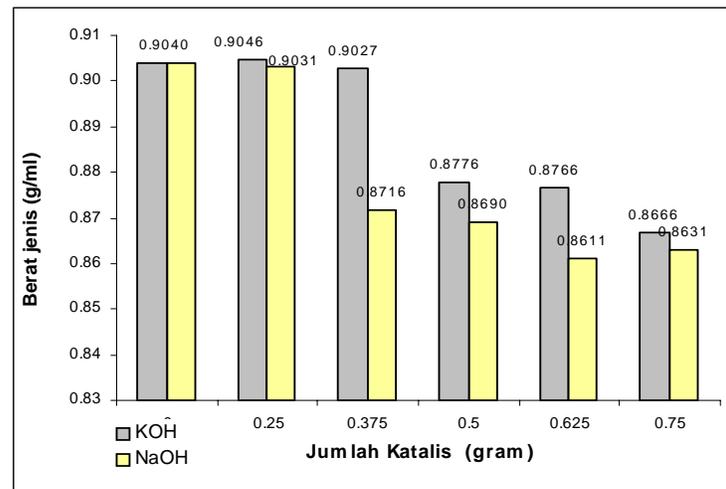
perlu penanganan khusus pada proses pencucian. Penelitian menggunakan KOH menunjukkan bahwa jumlah katalis optimum adalah 0.75 g dengan viskositas 5,7099 cSt. Sedangkan penelitian dengan NaOH menunjukkan bahwa jumlah katalis optimum adalah 0,625 g dengan viskositas 4,6367 cSt. Jika dibandingkan data viskositas bahan minyak sawit 40,7623 cSt, maka penurunan viskositas yang terjadi karena

proses transesterifikasi mencapai 85,99% untuk KOH dan 88,62% untuk NaOH.

B. Berat jenis

Sifat fisik lain yang diperoleh dari penelitian ini adalah Berat jenis. Standar berat jenis biodiesel adalah 0,85 – 0,89 g/ml. Pengukuran berat jenis biodiesel ini dilakukan menggunakan piknometer. Data yang diperoleh seperti terlihat pada Gambar 4 menunjukkan bahwa biodiesel hasil transesterifikasi dengan variasi katalis 0,5; 0,625; 0,75 g KOH

dan 0,375; 0,5; 0,625; 0,75 g NaOH memenuhi kriteria standar berat jenis biodiesel. Berdasarkan data data ini juga dapat terlihat bahwa semua produk biodiesel yang memenuhi standar dalam hal viskositas, juga memenuhi standar dalam hal berat jenis. Selain itu, terlihat kecenderungan bahwa semakin rendah viskositas biodiesel, maka berat jenisnya juga semakin kecil. Jika dibandingkan dengan berat jenis bahan minyak sawit 0,9045 g/ml, maka berat jenis masing-masing sampel tadi mengalami penurunan sebesar 4,19% dan 4,80%.



Gambar 4. Hubungan jumlah katalis terhadap berat jenis biodiesel

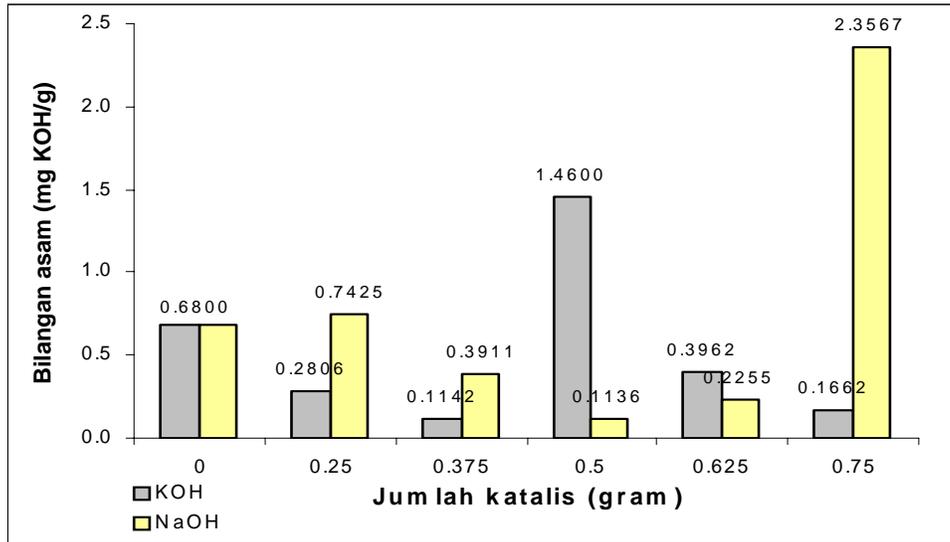
C. Bilangan asam

Berdasarkan data bilangan asam yang diperoleh (Gambar 5), dapat diketahui bahwa semua produk transesterifikasi memenuhi kriteria standar bilangan asam biodiesel (maksimal 0,8 mg KOH/g), kecuali produk transesterifikasi dengan variasi

katalis 0,5 g KOH dan 0,75 g NaOH. Tingginya bilangan asam ini disebabkan jumlah katalis yang ditambahkan terlalu banyak sehingga terbentuk sabun. Pada proses pencucian sabun menyebabkan terbentuknya emulsi metil ester dan air, sehingga sulit dipisahkan. Pada waktu pemanasan dimungkinkan metil ester

mengalami hidrolisis membentuk asam lemak bebas, karena kandungan air berlebih yang ada dalam biodiesel. Melalui penelitian ini diketahui bahwa

terjadi penurunan bilangan asam minyak sawit 1,3454 mg KOH/g hingga 0,1142 mg KOH/g untuk KOH dan 0,1136 untuk NaOH.

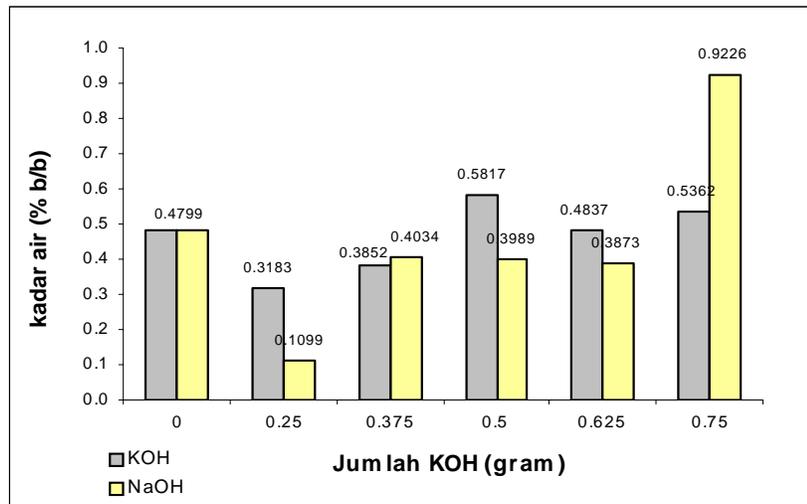


Gambar 5. Hubungan jumlah katalis terhadap bilangan asam biodiesel

D. Kadar air

Metode analisa kadar air biodiesel menggunakan metode analisa kadar air untuk minyak goreng Standar Industri Indonesia (SII) sebagai bentuk metode pendekatan. Analisa ini dilakukan dengan mengukur kadar air biodiesel dari BPPT dan membandingkannya dengan kadar air biodiesel hasil penelitian. Berdasarkan data penelitian (Gambar 6) terlihat bahwa kadar air produk biodiesel yang dihasilkan secara umum mendekati nilai kadar air biodiesel dari BPPT (0,46%). Hal ini menunjukkan bahwa kandungan air biodiesel sudah

memenuhi standar produksi. Terkecuali kadar air biodiesel hasil transesterifikasi dengan 0,75 g NaOH. Sebagaimana pada penjelasan bilangan asam, hal ini dikarenakan terbentuknya emulsi metil ester dan air oleh sabun, sehingga menyebabkan kandungan air biodiesel cukup besar (0,9226 %). Padahal kandungan air ini dapat menyebabkan reaksi hidrolisis ester, sehingga akan menurunkan kualitas biodiesel. Data kadar air biodiesel adalah sebagai berikut:

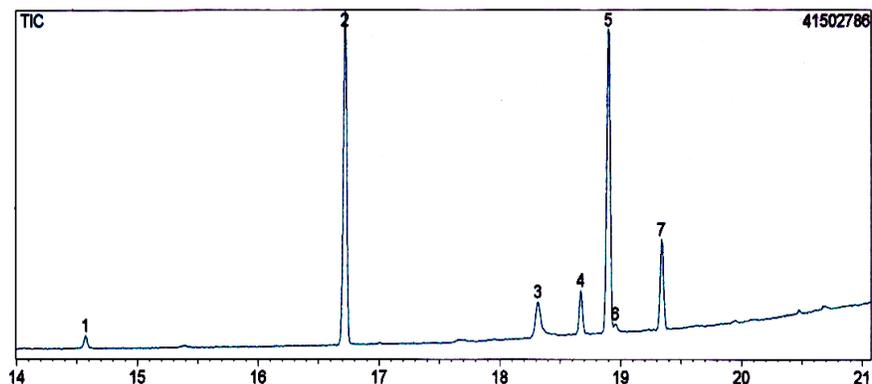


Gambar 6. Hubungan jumlah katalis terhadap kadar air biodiesel

Analisis Menggunakan Gas *Chromatography – Mass Spectrometric* (GC-MS)

Analisis GC-MS digunakan untuk mengidentifikasi senyawa kimia yang terkandung dalam biodiesel. Sampel yang dipilih dalam analisis GC-MS adalah sampel dengan variasi katalis 0.625 g NaOH, dengan asumsi bahwa sampel ini mempunyai nilai konversi

optimum karena nilai viskositasnya paling rendah dibandingkan sampel lain. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa sampel 0,625 g NaOH memenuhi standar sifat fisik biodiesel, seperti viskositas, berat jenis dan bilangan asam. Kromatogram hasil analisis GC adalah seperti tertera pada Gambar 7 berikut ini.



Gambar 7. Kromatogram GC campuran metil ester

Selanjutnya berdasarkan hasil analisis menggunakan GC-MS diperkirakan bahwa komponen kimia senyawa biodiesel yang diperoleh adalah metil miristat, metil palmitat, metil stearat, metil oleat dan metil linoleat.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian diperoleh kesimpulan bahwa Jumlah katalis yang ditambahkan berpengaruh terhadap kualitas biodiesel yang dihasilkan dari transesterifikasi minyak sawit menggunakan kopelarut. Jumlah optimum katalis KOH dan NaOH pada proses transesterifikasi minyak sawit menggunakan kopelarut masing-masing sebesar 0,75 g KOH dan 0,625 g NaOH untuk setiap 50 ml minyak sawit. Berdasarkan hasil analisis GC-MS yang dilakukan diperkirakan komponen kimia biodiesel dari minyak sawit sebagai berikut: metil miristat, metil palmitat, metil stearat, metil oleat dan metil linoleat.

Saran

Perlu dilakukan analisis sifat fisik biodiesel seperti titik tuang (*pour point*),

titik nyala (*flash point*), sisa karbon Conradson (*Conradson carbon residue*), dan kadar abu (*ash content*), untuk meyakinkan bahwa metil ester yang dihasilkan memenuhi standar biodiesel. Selain itu perlu dilakukan juga pengujian langsung pada mesin diesel untuk melihat pengaruhnya terhadap mesin.

DAFTAR PUSTAKA

- Boocock, B. & Gavin, D., 2004. Single-Phase process for Production of fatty Acid Methyl Esters from Mixtures of Triglycerides and Fatty Acids, *United State Patent*, Ontario (CA).
- Hariyadi, P., N. Andarwulan, L. Nuraida & Y. Sukmawati. 2005. *Kajian Kebijakan dan Kumpulan Artikel Penelitian Biodiesel*. IPB. Bogor.
- Kovacs, A., L. Hass, I. Goezi, G. Szabo & M. Jamborne Ulbrecht. 2005. Methode for Transesterifying Vegatable Oils. *United State Patent Aplication 20050016059 A1*.
- Mittelbach, M. and C. Remschmidt. 2004. *Biodiesel: The Comprehensive Handbook*. Edisi ke-1. Boersedruck Ges. M.b.H. Graz.
- Schuchardt, U. Ricardo & S. Regerio, M.V.. 1998. Transesterification of Vegetable Oils: a review. *J. Braz. Chem. Soc. Vol 9, 199-210*.
- Schwab, A.W. Dykstra, G.J. Selke, E. Sorenson, S.C. & Pryde, E.H. 1988. *J. Am. Oil Chem. Soc. 65. 1781*.