Bionatura-Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik
ISSN 1411 - 0903
Vol. 14, No. 3, November 2012: 215 - 221

ESTERIFIKASI MINYAK KEMIRI SUNAN (*Aleurites trisperma*) DALAM PEMBUATAN BIODIESEL

Djenar, N.S., dan Lintang, N.
Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung
Jln. Gegerkalong Ds. Ciwaruga Kotak Pos 6468 BDCB Bandung Telp/Fax :022-2016403
E-mail: nancysitidjenar@yahoo.com

ABSTRAK

Biodiesel yang dibuat dari minyak nabati merupakan bahan bakar alternatif terbarukan yang prospektif untuk dikembangkan. Dalam penelitian ini, minyak nabati yang digunakan berasal dari tanaman kemiri Sunan. Tujuan dari penelitian ini adalah esterifikasi dilanjutkan dengan transesterifikasi minyak kemiri Sunan untuk menghasilkan biodiesel, serta menganalisis sifat kimia dan fisika dari biodiesel yang dihasilkan. Pada esterifikasi minyak digunakan metanol dengan katalis asam sulfat pada suhu reaksi 60 ^{o}C selama 60 menit. Perbandingan volume antara minyak dengan metanol adalah 4:1. Minyak hasil esterifikasi menghasilkan bilangan asam sebesar 10,31 mgKOH/g dengan massa jenis (40 ^{o}C) 0,9098 g/cm^3. Tahap selanjutnya dilakukan transesterifikasi pada suhu 50 ^{o}C selama 30 menit. Biodiesel yang dihasilkan ditentukan karakteristiknya dan diperoleh bilangan asam 1,41 mgKOH/g, viskositas kinematik (40 ^{o}C) 6,87 cSt, massa jenis 0,9002 g/cm^3, *heating value* 36.915 J/g, *flash point* 125 ^{o}C dan bilangan iodium 76,66 g iod/100 g. Hasil analisis GC-MS diketahui bahwa komposisi kimia terbesar dari biodiesel adalah 29,97% metil palmitat, 38,03% metil oleat dan 27,55% metil linoleat. Berdasarkan data-data tersebut, maka biodiesel yang dibuat dari minyak kemiri Sunan yang terlebih dahulu melalui esterifikasi sudah mendekati Standar Mutu Biodiesel Indonesia. Namun demikian untuk menentukan kelayakannya sebagai bahan bakar harus dilakukan pengujian lebih lanjut pada mesin penggerak diesel.

Kata Kunci: Esterifikasi, minyak kemiri Sunan, transesterifikasi, biodiesel

ESTERIFICATION OF KEMIRI SUNAN OIL (*Aleurites trisperma*) FOR PRODUCING BIODIESEL

ABSTRACT

Biodiesel which made from vegetable oil is a renewable alternative fuel and promising to be developed. In this research, the oil was obtained from Indonesia indigenous nut called kemiri Sunan. The research aims to do esterification and continued transesterification of kemiri Sunan oil for producing biodiesel and to determine its properties. The esterification was conducted using sulphuric acid catalyst, reaction of 60 °C, in 60 minutes, oil to methanol volume ratio of 4:1. The oil being produced from the esterification has acid value of 10.31 mg KOH/g and density of 0.9098 g/cm^3. The following step was transesterification with reaction of 50 °C in 30 minutes. The biodiesel produced has acid value of 1.41 mg KOH/g, density of 0.9002 g/cm^3, kinematic viscosity (40 °C) of 6.87 cSt, heating value of 36,915 J/g, flash point of 125 °C and iodium value of 76.66 g iod/100 g. GC-MS analysis showed that biodiesel has 29.97% methyl palmitate, 38.03% methyl oleate and 27.55% methyl linoleate. By considering its data, this research showed that the biodiesel has approached the qualification standard of Indonesia biodiesel fuel. However to determine its properness as biofuel the biodiesel must be tested to diesel machine.

Keywords: esterification, kemiri Sunan oil, transesterification, biodiesel

PENDAHULUAN

Untuk mengembangkan Bahan Bakar Nabati (BBN) di Indonesia, maka pemerintah menetapkan suatu program yang dikenal dengan sebutan *Fast Track Programme* yaitu pengembangan Desa Mandiri Energi (Hambali, 2007). Strategi utama dari program tersebut antara lain penanaman tanaman yang berpotensi sebagai bahan bakar alternatif (bioenergi). Kemiri Sunan adalah salah satu tanaman yang sedang dikembangkan untuk dijadikan bioenergi dalam hal ini biodiesel. Tanaman ini bersifat non-pangan *(non-edible)* sehingga selain tidak akan berkompetisi dengan kebutuhan pangan

juga harganya relatif lebih murah (Juan *et al*., 2011). Penanaman tanaman kemiri Sunan sudah dilakukan di beberapa daerah tertentu khususnya di daerah Jawa Barat (Kompas, 2008). Berdasarkan hal tersebut maka berbagai pihak telah melakukan penelitian dan pengembangan mengenai tanaman tersebut.

Berdasarkan keterangan dari Team Peneliti dan Pengembangan Minyak Nabati Bio-Fuel bahwa potensi terbesar dari tanaman kemiri Sunan terletak pada buah yang terdiri dari biji dan cangkang. Pada biji terdapat inti dan kulit biji. Inti biji inilah yang nantinya dapat diproses menjadi minyak kemiri Sunan dan digunakan sebagai sumber energi altenatif pengganti solar (biodiesel). Menurut Vossen dan Umali (2001), inti biji kemiri dapat menghasilkan minyak sebesar 56%. Minyak kemiri Sunan hasil olahan berupa cairan bening berwarna kuning, sisa dari olahan berupa bungkil mengandung 6% nitrogen, 1,7% natrium dan 0,5% fosfor. Bungkil ini dapat diolah lebih lanjut menjadi biogas dan pupuk.

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Hasyim dan Nurjuwita (2008), disebutkan bahwa setelah melalui pengukusan maupun pengeringan biji kemiri Sunan dapat diolah untuk memperoleh minyaknya. Minyak yang diperoleh melalui ekstraksi maupun pengepresan mengandung ester asam-asam lemak yang sama dengan minyak jarak (*Jatropha oil)* sehingga dapat digunakan sebagai biodiesel (Juan *et al*., 2011). Ester asam-asam lemak tersebut antara lain asam palmitat, asam linoleat, asam oleat dan asam α-oleostearat.

Dari penelitian yang dilakukan oleh Canrika dan Dian (2009), minyak kemiri dapat dijadikan biodiesel melalui transesterifikasi secara bertahap pada suhu 50 ^{o}C selama 30 menit dengan katalis KOH tanpa didahului dengan esterifikasi. Hasil penelitian tersebut diperoleh bahwa biodiesel mengandung asam lemak bebas (FFA), bilangan asam dan viskositas yang sangat tinggi sehingga perolehan metil ester (biodiesel) sangat rendah. Dari data-data tersebut biodiesel dari minyak kemiri Sunan belum memenuhi Syarat Mutu Biodiesel Indonesia (SNI-04-7182-2006). Berdasarkan hal di atas dilakukan penelitian lanjutan dengan tujuan esterifikasi minyak kemiri Sunan untuk menurunkan kandungan FFA dan bilangan asamnya. Selanjutnya dilakukan transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel.

BAHAN DAN METODE

Bahan baku berupa biji kemiri Sunan berumur 6-15 tahun diperoleh dari Desa Cilengkrang Kecamatan Wado Kabupaten Sumedang. Biji diekstraksi dengan menggunakan pelarut *n*-heksana pada suhu 65 ^{o}C dengan menggunakan peralatan Soxhlet yang dilanjutkan dengan evaporasi dalam keadaan vakum. Pemurnian minyak dilakukan dengan cara *degumming* menggunakan H_3PO_4 0,8% dilanjutkan dengan netralisasi menggunakan NaOH 0,5N.

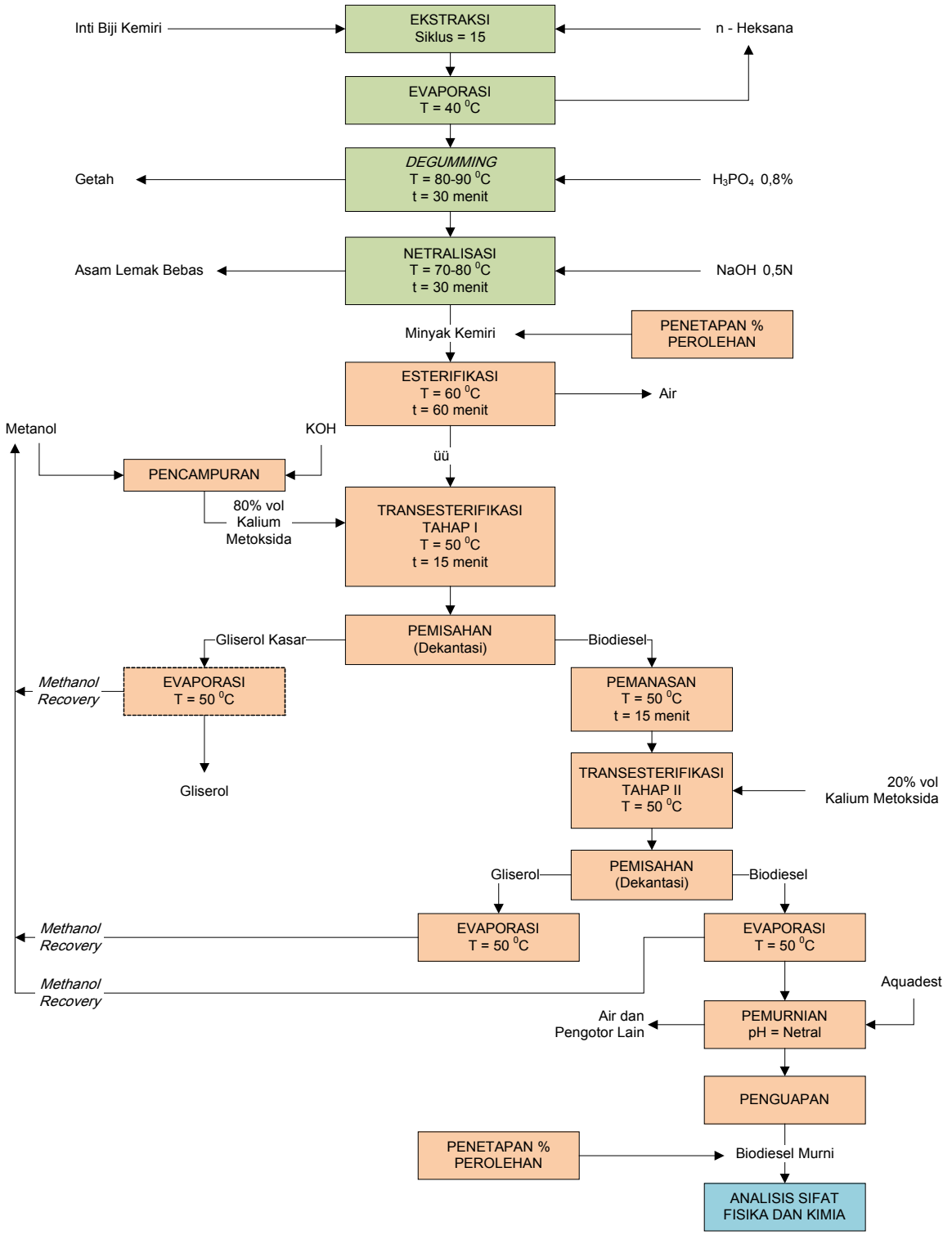
Esterifikasi Minyak dilakukan dengan cara mereaksikan minyak dengan metanol pada perbandingan volume 4:1, yaitu 50 mL: 12,5 mL dengan katalis H_2SO_4 sebanyak 3 mL pada suhu 60 °C selama 1 jam.

Transesterifikasi Minyak dilakukan dengan cara mereaksikan minyak hasil esterifikasi dengan metanol pada perbandingan volume 4:1 menggunakan katalis KOH (1%/b-minyak) selama 30 menit pada suhu 50 ^{o}C.

Pemisahan Metil Ester (Biodiesel) dari Gliserol dilakukan dengan cara dekantasi dengan menggunakan corong pisah. Kemudian dilanjutkan dengan evaporasi pada suhu 50 ^{o}C dalam keadaan vakum yang bertujuan untuk memisahkan metil ester maupun gliserol dari campuran metanol yang tidak bereaksi.

Pemurnian Biodiesel dilakukan dengan cara mencuci biodiesel dengan air hangat untuk memisahkan zat-zat pengotor. Kemudian dilakukan pemanasan untuk menguapkan air yang terdapat dalam biodiesel.

Analisis Biodiesel terdiri dari analisis fisika yaitu pengukuran massa jenis, viskositas kinematik, *flash point* dan *heating value.* Analisis kimia terdiri dari penentuan FFA, bilangan asam dan bilangan iodium sedangkan komposisi kimia biodiesel dilakukan menggunakan GC-MS. Skema esterifikasi dan transesterifikasi minyak kemiri Sunan dapat dilihat dari Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir esterifikasi dan transesterifikasi minyak kemiri Sunan

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan dan Pemurnian Minyak Kemiri

Pada tahap ini dilakukan pengambilan minyak kemiri dengan cara ekstraksi padat cair pada suhu 65 °C sebanyak 15 siklus. Untuk memisahkan minyak dari pelarutnya, dilakukan evaporasi pada suhu 40 °C dalam keadaan vakum. Data perolehan minyak kemiri (% bobot) total dapat dilihat pada Tabel 1.

Di dalam literatur disebutkan bahwa inti biji kemiri mengandung minyak sebesar 55-65% dan tanaman jarak (*Jatropha)* menghasilkan 40-45% minyak (Vossen dan Umali, 2001). Dalam penelitian ini jumlah minyak yang dihasilkan dari ekstraksi dan

evaporasi 500 g inti biji kemiri perolehannya lebih rendah yaitu 36,36% seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan pengamatan, lamanya waktu penyimpanan biji kemiri yang telah melalui pengukusan akan mempengaruhi kadar minyaknya. Dalam hal ini biji mengalami degradasi oksidatif secara enzimatis sehingga tidak selalu menghasilkan jumlah minyak yang sama (Mittelbach, 2004).

Tabel 1. Perolehan minyak kemiri hasil evaporasi pada suhu 40°C

Parameter	Satuan	Nilai	Keterangan
Bobot inti biji kemiri	g	500,00	-
Bobot minyak kemiri	g	181,80	Sebelum
Bobot ampas	g	290,80	pemurnian
Perolehan minyak kemiri	%	36,36	Kering -

Menurut Lynch (2011) minyak kemiri Sunantermasukkedalam*harddryingvegetable oil having high FFA content* yaitu sifat dapat mengering jika teroksidasi dan akan berubah menjadi lapisan tebal, kental dan membentuk selaput jika dibiarkan di udara terbuka. Selain itu banyak mengandung pengotor antara lain getah atau lendir campuran dari fosfatida, protein, karbohidrat dan air. Kandungan getah dan pengotor lainnya dapat dipengaruhi pula oleh umur dan waktu penyimpanan biji kemiri (Mittelbach, 2004). Keberadaan getah akan mengakibatkan kekeruhan pada minyak, selain itu akan berikatan dengan air dan bercampur dengan metil ester (biodiesel) yang dihasilkan. Hal ini akan menghambat proses pemurnian metil ester (biodiesel). Untuk mengatasi hal di atas maka dilakukan pemurnian dengan cara *degumming* menggunakan H_3PO_4 0,8%. Asam fosfat ini dapat menginisiasi terbentuknya gumpalan sehingga mempermudah pengendapan kotoran dalam minyak (Sumarna, 2007). Dari hasil *degumming* 134,86 g minyak diperoleh persen bobot getah (*gum*) sebesar 25,82%.

Untuk mengurangi jumlah asam lemak bebas (FFA) dalam minyak dilakukan netralisasi. Dalam penelitian ini digunakan NaOH 0,5N sebesar 0,1% bobot minyak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Canrika dan Dian (2009) dan Prihandana (2006). Perolehan minyak kemiri sunan hasil pemurnian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perolehan minyak kemiri hasil pemurnian

Parameter	Satuan	Nilai
Bobot inti biji kemiri	g	500,00
Bobot minyak kemiri	g	134,86
Perolehan minyak kemiri	%	26,97

Dari Tabel 1 dan Tabel 2, dapat dilihat bahwa setelah proses permurnian persen perolehan minyak kemiri mengalami penurunan yaitu dari 36,36% menjadi 26,97%. Penurunan persen perolehan ini menunjukkan bahwa *degumming* dan netralisasi dapat menghilangkan pengotor yang terdapat minyak. Selanjutnya minyak murni ini di analisis sifat fisika dan kimianya seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Sifat fisika dan kimia minyak kemiri murni sebelum esterifikasi

Parameter	Satuan	Nilai
Viskositas kinematik (40 °C)	(cSt)	69,55
Bilangan asam	(mgKOH/g)	137,41
FFA	%	76,91
Massa jenis (40 °C)	(g/cm^3)	0,9289

Dari Tabel 3, dapat dilihat bahwa bilangan asam dan FFA minyak murni masih sangat tinggi. Dalam hal ini proses netralisasi tidak dapat menurunkan kandungan FFA secara signifikan. Menurut Ketaren (2005), konsentrasi NaOH yang digunakan tergantung dari jumlah asam lemak bebas atau derajat keasaman minyak. Makin besar jumlah asam lemak bebas, makin besar pula konsentrasi NaOH yang digunakan. Namun demikian pemakaian NaOH dengan konsentrasi yang terlalu tinggi akan bereaksi dengan sebagian trigliserida sehingga mengurangi rendemen minyak dan menambah jumlah sabun yang terbentuk. Sehingga harus dipilih konsentrasi dan jumlah NaOH yang tepat untuk menyambungkan asam lemak bebas dalam minyak kemiri tersebut.

Esterifikasi Minyak Kemiri Sunan

Menurut Mathiyazhagan *et al.,* (2011), pada umumnya minyak nabati non-pangan seperti jathropa, pongamia mengandung FFA yang sangat tinggi, demikian pula dengan minyak kemiri Sunan. Tingginya kandungan FFA akan meningkatkan pembentukan sabun, menurunkan kinerja katalis serta menyulitkan pemisahan gliserol dari biodiesel. Berkaitan dengan hal tersebut esterifikasi minyak kemiri Sunan yang merupakan penelitian utama dapat menurunkan kandungan FFA minyak kemiri sehingga dapat dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel.

Dari hasil esterifikasi diperoleh dua fasa yang berbeda, lapisan atas ester dan lapisan bawah adalah gliserol. Minyak hasil esterifikasi warnanya lebih coklat dan bening. Perubahan warna ini akibat pemanasan selama esterifikasi. Nilai viskositas, bilangan asam, FFA dan massa jenis minyak hasil esterifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat kimia dan fisika minyak hasil esterifikasi

Parameter	Satuan	Nilai
Viskositas kinematik (40 °C)	(cSt)	22,20
Bilangan asam	(mgKOH/g)	10,31
FFA	%	6,40
Massa jenis (40 °C)	(g/cm^3)	0,9098

Dari Tabel 4, dapat dilihat bahwa, dalam esterifikasi terjadi konversi asam lemak bebas yang berberat molekul tinggi menjadi metil ester yang berberat molekul lebih rendah. Sebagai akibatnya terjadi penu-runan nilai bilangan asam, FFA maupun viskositasnya secara signifikan. Bilangan asam digunakan untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak dan nilai bilangan ini bergantung dari beberapa faktor diantaranya adalah jenis dan tingkat pemurnian minyak yang digunakan.

Viskositas erat hubungannya kompo- sisi asam lemak minyak, nilainya akan meningkat dengan bertambahnya panjang rantai asam lemak maupun gugus alkohol. Penurunan FFA sebagai hasil esterifikasi akan menurunkan pula nilai viskositas minyak.

Massa jenis minyak nabati akan meningkat dengan bertambahnya jumlah ikatan rangkap (tak jenuh) asam-asam lemaknya (Mittelbach, 2004). Minyak kemiri Sunan mengandung asam lemak tak jenuh yang tinggi, antara lain asam oleat dan asam linoleat (Hasyim dan Nurjuwita. 2008; Canrika dan Dian, 2009). Pada saat esterifikasi asam-asam tersebut dikonversi menjadi senyawa ester (metil ester) yang menurunkan massa jenis minyak kemiri.

Transesterifikasi Secara Bertahap

Setelah dilakukan esterifikasi maka dilanjutkan dengan transesterifikasi. Dalam proses ini dilakukan secara bertahap, sehingga jumlah metanol sebagai reaktan dapat diminimalisasi dan diharapkan terjadi peningkatan perolehan metil ester (Mittelbach, 2004). Karakteristik biodiesel yang dihasilkan dari transesterifikasi dapat dilihat pada Tabel 5.

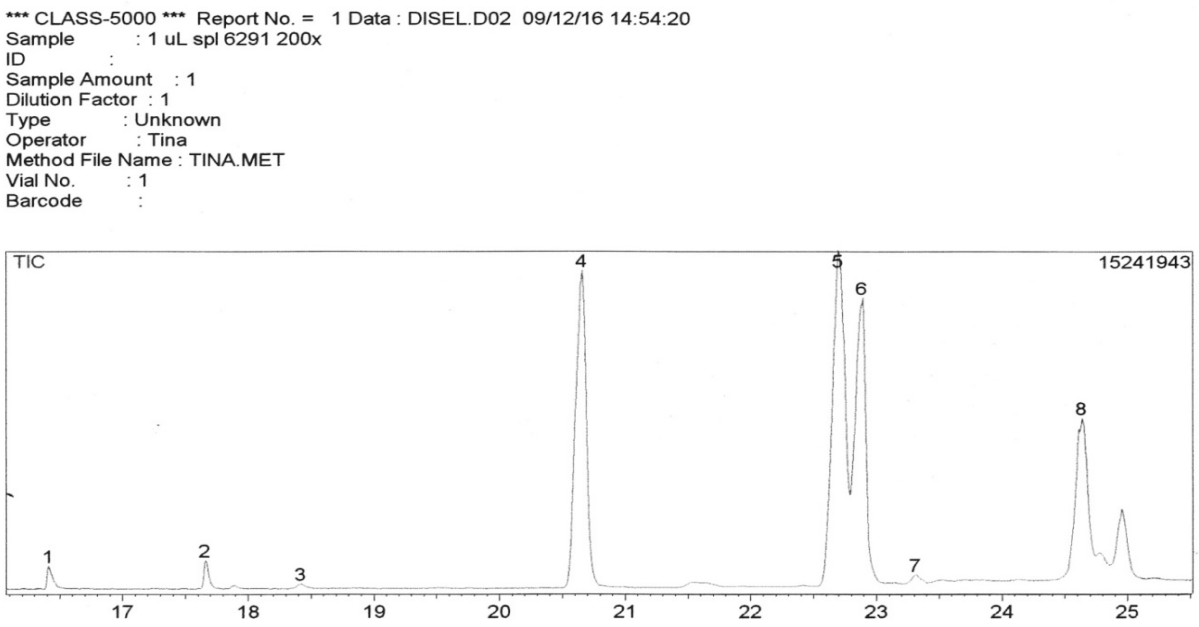
Tabel 5. Karakteristik biodiesel dari minyak kemiri Sunan

Parameter	Satuan	Nilai
Viskositas kinematik (40 °C)	cSt	6,87
Bilangan asam	mgKOH/g	1,41
Massa jenis (40 °C)	g/cm^3	0,9002
Heating value	J/g	36.915
Flash point	°C	125
Bilangan yodium	g Iod/100g	76,66

Bila dilihat perbedaan antara Tabel 3, Tabel 4 dan Tabel 5, nampak bahwa esterifikasi yang dilanjutkan dengan transesterifikasi dapat menurunkan bilangan asam, massa jenis dan viskositas minyak kemiri Sunan dengan signifikan. Sehingga bila ditinjau dari sifat fisika dan kimianya, biodiesel yang diperoleh sudah mendekati Syarat Mutu Biodiesel Indonesia. Namun demikian untuk menentukan kelayakannya sebagai bahan bakar, harus ditentukan pula titik kabut, angka setana serta diujicobakan pada mesin penggerak diesel.

Penentuan Komposisi Kimia Biodiesel

Penentuan komposisi kimia biodiesel yang dilakukan dengan menggunakan GC-MS dapat ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, komposisi kimia metil ester yang terdapat dalam biodiesel ditunjukkan pada Tabel 6.



Gambar 2. Kromatogram komposisi kimia biodiesel dengan menggunakan GC-MS.

Tabel 6. Komposisi kimia metil ester yang terdapat dalam biodiesel

SI	BM	Nama senyawa	Komposisi (% Normalisasi)
83	186	Metil 9-oxononanoat	1.09
80	198	Metil 10-undesenoat	1.22
84	242	Metill miristat	0.31
92	270	Metil palmitat	29.97
86	296	Metil oleat	38.03
89	294	Metil linoleat	27.55
<80	-	-	0.61
83	292	Metil linolenat	1.23

Keterangan:*) = tidak dapat diidentifikasi
SI < 80 : Penawaran meragukan
SI : Identifikasi similaritas dengan data base
BM : Berat Molekul

Dari Tabel 6, dapat dilihat bahwa biodiesel yangdiperoleh dari transesterifikasi minyak kemiri Sunan yang terlebih dahulu melalui esterifikasi mengandung metil ester sebesar 99,5%. Kandungan metil ester yang terbesar yaitu metil palmitat, metil oleat dan metil linoleat masing-masing sebesar 29,97%; 38,03% dan 27,55%. Berdasarkan komposisi kimia tersebut dapat ditunjukkan bahwa minyak kemiri Sunan mengandung asam-asam lemak tak jenuh dengan jumlah yang cukup tinggi. Asam-asam lemak ini umumnya terdapat dalam minyak nabati yang berpotensi untuk dijadikan biodiesel, contohnya pada minyak jarak (Hambali, 2007). Dari Gambar 2 dan Tabel 6 tidak teridentifikasi adanya kandungan FFA, sehingga dapat disebutkan bahwa esterifikasi pada minyak kemiri Sunan dapat meminimalisasi kandungan FFA.

SIMPULAN

Esterifikasi pada minyak kemiri Sunan dapat menurunkan kadar FFA dan bilangan asam masing-masing sebesar 91,68% dan 92,50%. Sehingga dapat dilanjutkan ke proses transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel. Hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa biodiesel mengandung senyawa-senyawa metil ester sebesar 99,5% dan tidak diperoleh adanya kandungan FFA. Minyak kemiri Sunan layak dijadikan biodiesel yang sesuai dengan Syarat Mutu Biodiesel Indonesia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada UPPM Politeknik Negeri Bandung yang telah mendanai penelitian ini. Demikian pula kepada Bapak Hendra Natakarmana selaku pemrakarsa kemiri Sunan yang telah banyak memberi masukan dan informasi serta penyediaan bahan baku.

DAFTAR PUSTAKA

Canrika, W & Dian, N. 2009. Studi pendahuluan transesterifikasi secara bertahap dari minyak kemiri Sunan (*Aleurites trisperma* Blanco) menjadi biodiesel. Bandung: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung.

Hambali. 2007. Teknologi bioenergi. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.

Harian Kompas, 16 Juni 2008. Energi alternatif Jawa Barat tanam 50.000 pohon kemiri Sunan.

Hasyim, H & Nurjuwita. 2008. Pengambilan minyak kemiri Sunan **(***Aleurites trisperma* Blanco**)** dengan ekstraksi padat-cair: karakterisasi fisik dan komposisi kimia. Bandung: Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung.

Juan, J.C., Kartika. D.A., Wu. T.., & Taufiq-Yap Yun Hin. 2011. Biodiesel production from jatropha oil by catalytic and non-catalytic approaches: an overview. Elsevier: Bioresource Technology. (102):452-260.

Ketaren, S. 2005. Minyak dan lemak pangan. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia.

Lynch, S.J. 2011. Notes on newer hard drying vegetable oil: from *Aleurites trisperma* Blanco and Garcia nutans Rohr. Florida State Horticultural Society: 152-156.

Mathiyazhagan, M., Ganapathi, B., Jaganath, B., Renganayaki, N & Sasireka, N. 2011. Production of biodiesel from non-edible plant oils having high FFA content. International Jurnal of Chemical and Enviromental Engineering. 2 (2): 119-122.

Mittelbach, M., Remschmidt, & Claudia. 2004. Biodiesel the comprehensive handbook. Vienna: Boersedruck Ges.m.bH.

Sumarna, D. 2007. Advantage of wet degumming compared to dry degumming process in crude palm oil purification. Jurnal Teknologi Pertanian. 3 (1): 37-42.

Prihandana. 2006. Menghasilkan biodiesel murah. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.

Vossen, H.A.M & Umali, B.E (Editors). 2001. Plant re sources of South-East Asia-vegetables oils and fats. Leiden : Backhuy Publishers.