

PENENTUAN WAKTU REAKSI DAN JUMLAH KATALIS (H₂SO₄ DAN KOH) OPTIMUM PADA PEMBUATAN BIODIESEL DARI MINYAK GORENG BEKAS

DETERMINATION OPTIMUM REACTION TIME AND NUMBER OF CATALYST (H₂SO₄ AND KOH) ON BIODIESEL PRODUCTION FROM WASTE COOKING OIL

Abdullah¹⁾, Dorothy Eka Ria²⁾, Uripto Trisno Santoso¹⁾, Kholifatu Rosyidah¹⁾

¹⁾ Staf Pengajar Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru

²⁾ Alumnus Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru
e-mail: abdullah.ssi.msi@gmail.com

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian terhadap penentuan waktu reaksi dan jumlah katalis (H₂SO₄ dan KOH) optimum pada pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan waktu reaksi dan jumlah katalis (H₂SO₄ dan KOH) optimum, serta senyawa kimia utama biodiesel dari minyak goreng bekas. Biodiesel dari minyak goreng bekas dibuat melalui reaksi esterifikasi menggunakan H₂SO₄ 2% b/b sebagai katalis asam, dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi menggunakan KOH sebagai katalis basa. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah waktu reaksi esterifikasi (45, 90, dan 135 menit) dan transesterifikasi (60, 120, dan 180 menit), sedangkan variasi pada jumlah katalis asam adalah 0,5; 1,0; 1,5 ml dan katalis basa adalah 0,5; 1,0; 1,5 g. Waktu reaksi dan jumlah katalis optimum ditentukan berdasarkan karakteristik biodiesel, yaitu: bilangan asam, viskositas kinematik, dan berat jenis. Hasil karakterisasi dibandingkan dengan karakteristik minyak goreng bekas dan standar SNI untuk biodiesel. Senyawa kimia utama biodiesel dianalisis dengan GC-MS. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh metil ester dengan kualitas optimum dengan bilangan asam sebesar 0,19 mg KOH/g, viskositas kinematik (40°C) sebesar 4,51 mm²/s, dan berat jenis sebesar 0,875 g/ml. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa waktu reaksi esterifikasi adalah 90 menit dan transesterifikasi adalah 120 menit, dengan jumlah katalis H₂SO₄ 2% b/b sebanyak 0,5 ml dan KOH sebanyak 1,0 g untuk minyak sebanyak 50 ml. Senyawa kimia utama biodiesel terdiri dari metil laurat, metil miristat, metil palmitat, dan metil oleat.

Kata kunci: biodiesel, minyak goreng bekas, esterifikasi, transesterifikasi, waktu reaksi, jumlah katalis

ABSTRACT

Research of determination of optimum reaction time and number of catalyst (H_2SO_4 and KOH) at biodiesel production from waste cooking oil had been done. Aim of this research is to get the optimum reaction time and number of catalyst (H_2SO_4 and KOH), and the main chemical compound of biodiesel from waste cooking oil. Biodiesel from waste cooking oil is made from esterification reaction using H_2SO_4 2% w/w as acid catalyst, continued by transesterification reaction using KOH as base catalyst. The variables which is used in the research were the reaction time of esterification (45, 90, and 135 minutes) and transesterification (60, 120, and 180 minutes), while variation number of acid catalyst were 0,5; 1,0; 1,5 ml and base catalyst were 0,5; 1,0; 1,5 g. The optimum reaction time and number of catalyst were determined based on biodiesel characteristics are acid number, kinematics viscosity, and density. The characteristics were compared with waste cooking oil characteristic and SNI standard for biodiesel. Main chemical compound was determined by GC-MS instrument. Based on the research result obtained the optimum quality of methyl ester with acid number was 0,19 mg KOH/g, kinematics viscosity (40°C) was 4,51 mm²/s, and density was 0,875 g/ml. Concluded that the reaction time of esterification was 90 minutes and transesterification was 120 minutes, with number of catalyst H_2SO_4 2% w/w was 0,5 ml and KOH was 1,0 g for oil was 50 ml. Main chemical compound of biodiesel were methyl lauric, methyl myristic, methyl palmitic, and methyl oleic, respectively.

Keywords: biodiesel, waste cooking oil, esterification, transesterification, reaction time, number of catalyst

PENDAHULUAN

Semakin langkanya sumber bahan bakar minyak (BBM) sekarang ini akan sangat berpengaruh pada peningkatan harga barang dan jasa. Hal ini terjadi karena minyak bumi merupakan sumber energi utama yang dibutuhkan baik pada sektor industri maupun transportasi untuk menghasilkan barang dan jasa. Seiring dengan kemajuan pada sektor-sektor tersebut kebutuhan akan minyak bumi pun semakin meningkat, sementara cadangan minyak bumi dunia semakin menipis. Oleh karena itu diperlukan pencarian sumber energi alternatif guna mengatasi hal tersebut (Aksoy *et al.*, 1990). Banyak upaya telah dilakukan untuk menghadapi krisis bahan bakar dan energi, salah satunya adalah pemakaian biodiesel sebagai bahan bakar alternatif pengganti solar yang berasal dari minyak tumbuhan atau lemak hewan (Ranses *et al.*, 1999).

Pemerintah melalui Instruksi Presiden Negara Kesatuan Republik Indonesia (NKRI) No.1 dan Peraturan Presiden No.5 tahun 2006 menempatkan energi alternatif, khususnya bahan bakar nabati sebagai instrumen penting dalam perencanaan dan pengembangan energi nasional. Peran bahan bakar nabati tidak hanya dapat mengurangi ketergantungan kita pada bahan bakar fosil, tetapi juga akan berfungsi sebagai penyerap tenaga kerja, mengurangi tingkat kemiskinan, sekaligus akan memperkuat ekonomi nasional, serta memperbaiki kerusakan lingkungan (Sugiharto *dalam* Prihandana *et al.*, 2006).

Biodiesel dibuat dari sumber yang dapat diperbaharui, seperti minyak sawit, minyak kelapa, minyak jarak, minyak biji bunga matahari, minyak sekam padi, dan lemak hewan. Perbedaan bahan baku ini akan menghasilkan biodiesel yang berbeda dan juga biaya operasional dalam pembuatannya. Harga biodiesel yang tinggi disebabkan mahalnya harga bahan baku, mengingat bahan baku mempengaruhi 60–70% harga jual (Fukuda *et al.*, 2001). Oleh sebab itu diperlukan usaha untuk mencari bahan baku alternatif sehingga dihasilkan biodiesel yang murah.

Minyak goreng bekas (*waste cooking oil*) dapat dikonversi menjadi bentuk metil ester (biodiesel). Limbah minyak goreng bekas dapat diperoleh dalam jumlah besar baik dari rumah makan maupun rumah tangga, sehingga akan sangat menguntungkan baik dari segi lingkungan maupun energinya jika limbah tersebut diolah menjadi biodiesel (Canakci & Ozsezen, 2005).

Minyak goreng merupakan minyak makan yang digunakan untuk menggoreng bahan makanan, kebanyakan dibuat dari kelapa dan kelapa sawit (Muctadi, 1996). Saat ini minyak kelapa dipakai sebagai minyak goreng pada beberapa industri kecil dan rumah makan. Alasannya minyak goreng dari kelapa tidak berbusa, memiliki warna yang putih jernih sehingga tidak cepat menghitam dan lebih tahan untuk menggoreng berulang-ulang. Selain itu minyak kelapa digolongkan ke dalam minyak asam laurat, karena kandungan asam lauratnya paling besar jika dibandingkan dengan asam lemak lainnya. Asam laurat yang terkandung dalam minyak kelapa sama seperti yang tersedia secara alami dalam air susu ibu (ASI), berfungsi sebagai antimikroba dan dapat memperkuat sistem imun. Komposisi asam lemak minyak kelapa dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi asam lemak minyak kelapa

Asam Lemak	Jumlah (% b/b)
Asam Kaproat	0,0–0,8
Asam Kaprilat	5,5–9,5
Asam Kaprat	4,5–9,5
Asam Laurat	44,0–52,0
Asam Miristat	13,0–19,0
Asam Palmitat	7,5–10,5
Asam Stearat	1,0–3,0
Asam Arachidat	0,0–0,4
Asam Palmitoleat	0,0–1,3
Asam Oleat	5,0–8,0
Asam Linoleat	1,5–2,5

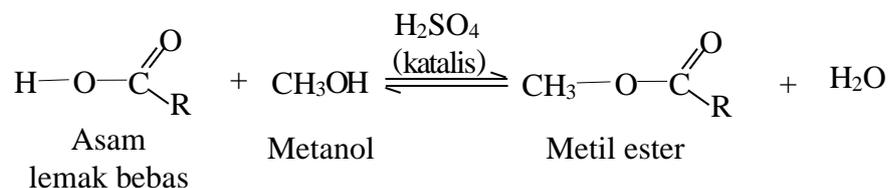
Sumber : Ketaren (1986)

Minyak goreng selama proses penggorengan mengalami berbagai reaksi kimia, diantaranya reaksi oksidasi dan polimerisasi yang akan membuat minyak goreng tersebut menjadi rusak. Reaksi polimerisasi adisi asam lemak tak jenuh mengakibatkan kenaikan viskositas minyak goreng (Man, 1997). Minyak nabati tidak dapat digunakan secara langsung pada mesin diesel karena memiliki viskositas kinematik yang tinggi, yaitu sekitar 30–40 cSt pada 38°C. Viskositas yang tinggi akan menyebabkan pembakaran tidak sempurna, deposit karbon pada

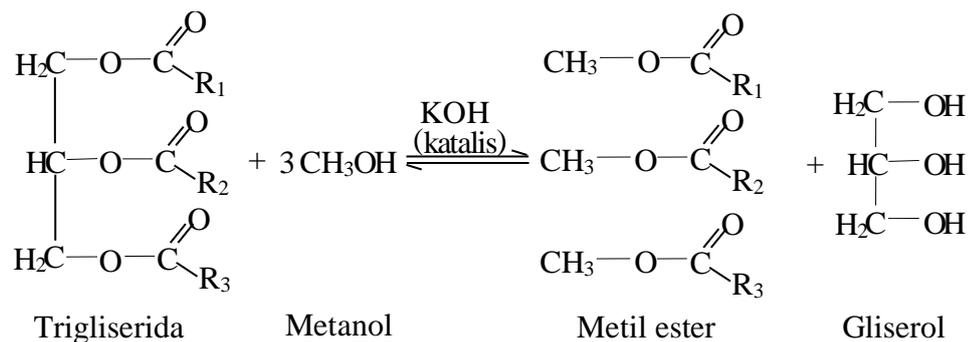
injektor, gesekan pada ring piston, dan minyak bercampur dalam bak pelumas. Beberapa metode dapat dilakukan untuk menurunkan viskositas minyak dan untuk mendapatkan karakteristik yang sama dengan bahan bakar diesel konvensional, seperti mikroemulsi dengan alkohol rantai pendek, pengenceran dengan bahan bakar diesel konvensional, pirolisis dan transesterifikasi. Metode yang paling mudah, murah dan telah banyak dipakai pada pembuatan biodiesel dalam skala industri adalah transesterifikasi minyak tumbuhan dengan alkohol rantai pendek menghasilkan alkil ester (Srivastava & Prasad, 2000).

Pada reaksi transesterifikasi dapat digunakan katalis asam, basa atau enzim. Katalis basa yang biasa digunakan dalam transesterifikasi adalah NaOH, KOH dan NaOCH₃. Penggunaan KOH sebagai katalis lebih menguntungkan karena pada akhir reaksi, KOH dapat dinetralkan dengan asam fosfat menghasilkan kalium fosfat yang dapat digunakan sebagai pupuk (Darnoko & Cheryan, 2000). Katalis basa dapat digunakan pada reaksi transesterifikasi minyak tumbuhan dengan kadar asam lemak bebas di bawah 0,5%, sedangkan minyak goreng bekas secara umum mengandung asam lemak bebas dan air lebih dari 2%. Katalis basa sangat sensitif terhadap asam lemak bebas dan air. Asam lemak bebas dapat bereaksi dengan katalis basa menghasilkan sabun dan air. Minyak akan teremulsi dengan gliserol dan air sehingga membuat proses pemisahan dan pemurnian metil ester menjadi lebih sulit (Zhang *et al.*, 2003).

Kandungan asam lemak bebas yang tinggi dalam minyak dapat diturunkan dengan beberapa cara, yaitu dengan menambahkan gliserol teknis (Kovacs *et al.*, 2005), adsorpsi menggunakan zeolit (Djaeni *et al.*, 2004), menambahkan enzim (Gerven *et al.*, 2004), dan reaksi esterifikasi (Mittelbach & Remschmidt, 2004). Reaksi esterifikasi berkatalis asam banyak dipakai dalam usaha menurunkan kandungan asam lemak bebas dalam minyak pada proses pembuatan biodiesel karena reaksi ini relatif cepat, hanya memerlukan waktu 60 menit untuk menghasilkan alkil ester pada suhu 60°C. Setelah kandungan asam lemak bebas turun hingga 0,5% maka reaksi transesterifikasi berkatalis basa dapat dilakukan untuk mengkonversi trigliserida menjadi alkil ester (Gerpen *et al.*, 2004). Reaksi esterifikasi berkatalis asam dan transesterifikasi berkatalis basa secara umum dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 berikut ini.



Gambar 1. Reaksi esterifikasi asam lemak bebas menggunakan metanol



Gambar 2. Reaksi transesterifikasi trigliserida menggunakan metanol

Penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas telah banyak dilakukan di dalam dan luar negeri, diantaranya Ripmeester (1998) & McBride (1999) (*dalam Zhang et al.*, 2003) melakukan transesterifikasi minyak goreng bekas (minyak *Canola*) menggunakan metanol dengan perbandingan mol metanol terhadap minyak 50:1 dan H_2SO_4 1,5–3,5% pada suhu $70^\circ C$, menghasilkan konversi metil ester 97% selama 240 menit. Penelitiannya menyimpulkan bahwa semakin banyak metanol yang ditambahkan, maka semakin tinggi konversi metil ester yang dihasilkan. Penelitian minyak goreng bekas (minyak *Rapeseed*) juga dilakukan oleh Rice *et al.* (1997) di Ireland dengan melakukan reaksi esterifikasi dengan pemanasan pada suhu $120^\circ C$ untuk menurunkan kandungan asam lemak bebas dan air hingga 0,5%. Kemudian dilanjutkan reaksi transesterifikasi menggunakan 1,8 g KOH dalam 33,5 ml metanol untuk 120 g minyak pada suhu kamar, menghasilkan *yield* sebesar 82–84% selama 180 menit lebih. Beberapa metode yang dapat digunakan dalam pemanfaatan minyak goreng bekas sebagai bahan bakar alternatif juga telah banyak diteliti di Indonesia, diantaranya Kusumo *et al.* (2004) meneliti tentang dekarboksilasi minyak goreng bekas. Djaeni *et al.* (2004) meneliti tentang penggunaan katalis zeolit teraktivasi asam (H_2SO_4) dalam transesterifikasi minyak goreng bekas. Laksito *et al.* (2005) melakukan penelitian menggunakan metode *catalitic cracking* berkatalis zeolit alam teraktivasi asam (H_2SO_4) pada pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas.

Waktu reaksi dan jumlah katalis merupakan variabel penting dalam pembuatan biodiesel. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi yang berlangsung lama pada suhu pemanasan yang tinggi akan membuat biaya produksi menjadi lebih besar. Namun demikian, jika diketahui waktu optimumnya maka energi yang diperlukan untuk membuat biodiesel dalam skala industri dapat diperkirakan jumlahnya. Selain itu jika diketahui jumlah katalis optimum yang dipakai dalam proses produksi biodiesel dari minyak goreng bekas diharapkan dapat menghemat pengeluaran untuk pembelian bahan dan diharapkan dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Sehubungan dengan hal tersebut, melalui penelitian ini dipelajari pengaruh waktu reaksi dan jumlah katalis (asam dan basa) terhadap kualitas biodiesel dari minyak goreng bekas.

METODE PENELITIAN

A. Filtrasi

Minyak goreng bekas yang dikumpulkan, difiltrasi menggunakan saringan teh, kemudian dilanjutkan dengan kertas saring. Filtrat ini selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

B. Penentuan waktu reaksi optimum

Pada penentuan waktu reaksi optimum, mula-mula 50 ml minyak goreng bekas hasil filtrasi dimasukkan ke dalam reaktor. Reaksi esterifikasi dilakukan dengan menambahkan 8 ml metanol dan 1 ml H_2SO_4 2% b/b (katalis asam),

diaduk pada suhu 60°C selama 45 menit. Setelah reaksi esterifikasi selesai kemudian dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi dengan menambahkan 0,5 g KOH (katalis basa) yang terlebih dahulu telah dilarutkan dalam 4,8 ml metanol. Reaksi berlangsung selama 60 menit pada suhu 60°C. Setelah reaksi transesterifikasi selesai, campuran dimasukkan ke dalam corong pisah untuk kemudian didiamkan hingga terbentuk dua lapisan. Lapisan atas adalah biodiesel dan lapisan bawah adalah gliserol, katalis dan pengotor. Lapisan atas diambil untuk kemudian dinetralkan menggunakan akuades dan diuapkan selama 30 menit pada suhu 100°C. Biodiesel murni dianalisis bilangan asam, berat jenis dan viskositas kinematiknya. Penentuan waktu optimum didasarkan pada hasil analisis biodiesel yang diperoleh dari penelitian ini. Selanjutnya dilakukan variasi waktu reaksi esterifikasi (45, 90, dan 135 menit) dan waktu transesterifikasi (60, 120, dan 180 menit).

C. Penentuan jumlah katalis asam dan basa optimum

Prosedur yang dilakukan pada penentuan jumlah katalis asam dan basa optimum sama seperti yang dilakukan pada penentuan waktu reaksi optimum. Variasi jumlah katalis asam (H_2SO_4 2% b/b) yang ditambahkan pada reaksi esterifikasi adalah 0,5; 1,0; dan 1,5 ml. Sedangkan variasi katalis basa (KOH) untuk reaksi transesterifikasi adalah 0,5; 1,0; dan 1,5 g. Waktu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi yang digunakan adalah waktu reaksi optimum yang telah diperoleh dari tahapan sebelumnya (B).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penentuan waktu reaksi optimum

Waktu reaksi esterifikasi lebih cepat dibandingkan waktu reaksi transesterifikasi karena reaksi esterifikasi hanya dilakukan untuk menurunkan kandungan asam lemak bebas dalam minyak goreng bekas. Hasil analisis kualitas metil ester pada berbagai waktu reaksi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis kualitas metil ester pada berbagai waktu reaksi

Waktu reaksi (menit)		Bilangan asam (mg KOH/g)	Viskositas kinematik 40°C (mm ² /s)	Berat jenis (g/ml)
Esterifikasi	Transesterifikasi			
45	60	0,72	21,64	0,909
45	120	0,65	22,25	0,910
45	180	0,62	23,72	0,912
90	60	0,50	22,43	0,910
90	120	0,34	14,62	0,902
90	180	0,36	19,56	0,907
135	60	0,41	21,40	0,909
135	120	0,39	21,07	0,908
135	180	0,39	20,93	0,907
Minyak baru		0,10	28,20	0,913
Minyak bekas		4,03	38,24	0,921
Standar Nasional Indonesia (SNI)		Maks. 0,8	2,3–6,0	0,85–0,89

Sumber: Data primer yang diolah

Berdasarkan data pada Tabel 2, diketahui bahwa bilangan asam semua metil ester yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi standar SNI, sedangkan viskositas kinematik dan berat jenis metil ester yang dihasilkan belum memenuhi standar SNI. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi dapat mempengaruhi viskositas kinematik dan berat jenis metil ester. Reaksi esterifikasi dan transesterifikasi yang belum selesai membuat tidak semua trigliserida terkonversi menjadi metil ester. Trigliserida yang bercampur dengan metil ester akan menaikkan viskositas kinematik dan berat jenis biodiesel yang dihasilkan karena ukuran molekul trigliserida masih tiga kali lebih besar dibandingkan metil ester.

Bilangan asam minyak goreng bekas lebih tinggi daripada minyak goreng baru dan metil ester. Hal ini terjadi karena pada proses penggorengan bahan makanan, minyak mengalami reaksi oksidasi dan hidrolisis menghasilkan asam lemak bebas. Viskositas kinematik dan berat jenis minyak goreng bekas juga lebih tinggi daripada minyak goreng baru dan metil ester. Hal ini terjadi karena dalam minyak goreng bekas terkandung polimer asam lemak tak jenuh. Selain itu juga dipengaruhi oleh viskositas dari bahan makanan yang telah digoreng memakai minyak tersebut.

Berdasarkan karakteristik metil ester (bilangan asam, viskositas kinematik, dan berat jenis) yang telah dianalisis pada penelitian ini, maka dapat ditentukan waktu reaksi optimum pada pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas. Waktu reaksi esterifikasi optimum adalah 90 menit dan transesterifikasi optimum adalah 120 menit. Pada perlakuan ini dihasilkan bilangan asam sebesar 0,34 mg KOH/g, viskositas kinematik sebesar 14,62 mm²/s, dan berat jenis sebesar 0,902 g/ml.

B. Penentuan jumlah katalis asam dan basa optimum

Hasil analisis kualitas metil ester pada berbagai jumlah katalis asam dan basa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil analisis kualitas metil ester pada berbagai jumlah katalis asam dan basa

Jumlah katalis		Bilangan asam (mg KOH/g)	Viskositas kinematik 40°C (mm ² /s)	Berat jenis (g/ml)
Asam (ml)	Basa (g)			
0,5	0,5	0,48	13,16	0,899
0,5	1,0	0,19	4,51	0,875
0,5	1,5	0,14	4,12	0,873
1,0	0,5	0,34	14,62	0,902
1,0	1,0	0,29	7,24	0,884
1,0	1,5	0,26	6,42	0,881
1,5	0,5	0,58	18,78	0,908
1,5	1,0	0,34	11,18	0,894
1,5	1,5	0,34	9,80	0,892
Minyak baru		0,10	28,20	0,913
Minyak bekas		4,03	38,24	0,921
Standar Nasional Indonesia (SNI)		Maks. 0,8	2,3–6,0	0,85–0,89

Sumber: Data primer yang diolah

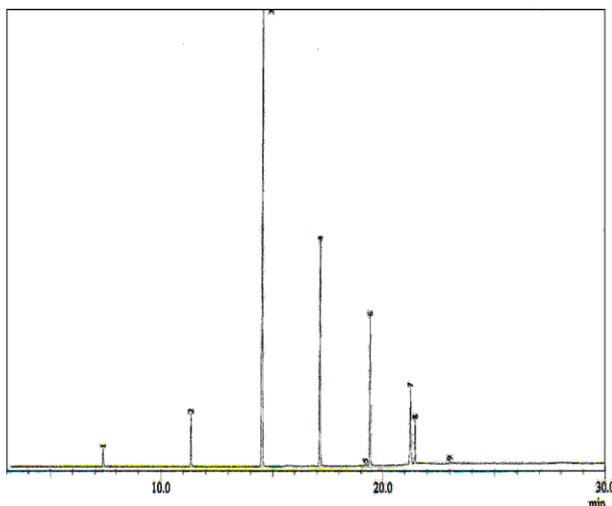
Berdasarkan data pada Tabel 3, diketahui bahwa bilangan asam untuk semua metil ester yang divariasikan jumlah katalis asam dan biasanya sudah memenuhi standar SNI. Sedangkan untuk viskositas kinematik, ada dua perlakuan penambahan katalis yang dapat menghasilkan biodiesel dengan viskositas yang memenuhi standar SNI, yaitu pada penambahan H_2SO_4 2% b/b sebanyak 0,5 ml dan penambahan KOH sebanyak 1,0 g dan 1,5 g. Berdasarkan hasil analisis berat jenis metil ester, ada empat data yang sudah memenuhi standar SNI. Keempat berat jenis metil ester ini diperoleh dengan variasi penambahan katalis 0,5–1,0 ml H_2SO_4 2% b/b dan 1,0–1,5 g KOH.

Katalis berperan dalam mempercepat laju reaksi. Meskipun waktu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi telah ditentukan, penambahan jumlah katalis yang tidak optimum akan mempengaruhi konversi metil ester yang dihasilkan. Jika katalis asam (H_2SO_4 2% b/b) ditambahkan terlalu banyak, maka air yang terkandung dalam katalis ini akan memicu terjadinya reaksi hidrolisis menghasilkan asam lemak bebas. Keberadaan asam lemak bebas dalam proses transesterifikasi akan menaikkan viskositas dan berat jenis metil ester. Hal ini terjadi karena KOH sebagai katalis basa akan dikonsumsi asam lemak bebas dalam reaksi netralisasi dan penyabunan, mengakibatkan efisiensi katalis basa berkurang dan reaksi transesterifikasi berjalan lebih lama.

Berdasarkan karakteristik metil ester (bilangan asam, viskositas kinematik, dan berat jenis) yang telah dianalisis pada penelitian ini, maka dapat ditentukan jumlah katalis optimum untuk H_2SO_4 2% b/b dan KOH yang ditambahkan pada 50 ml minyak goreng bekas (minyak kelapa). Jumlah katalis optimum untuk katalis asam adalah 0,5 ml H_2SO_4 2% b/b dan katalis basa adalah 1,0 g KOH. Penambahan 1,0 g KOH lebih dipilih daripada penambahan 1,5 g KOH walaupun pada penambahan 1,5 g KOH dihasilkan karakteristik metil ester yang lebih optimum. Hal ini disebabkan penambahan KOH yang lebih sedikit dapat mengurangi biaya produksi biodiesel dari minyak goreng bekas.

C. Analisis dengan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS)

Analisis sampel biodiesel dari minyak goreng bekas dengan GC menghasilkan sembilan puncak yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kromatogram biodiesel dari minyak goreng bekas

Kemudian dengan menggunakan *Mass Spectrometric Detector* (MSD), maka dapat diperkirakan senyawa-senyawa yang menjadi komponen kimia biodiesel tersebut. Tabel 4 menunjukkan data komposisi biodiesel berdasarkan kromatogram GC.

Tabel 4. Komposisi biodiesel berdasarkan kromatogram GC

Waktu retensi	% Area	Nama Senyawa
7,391	1,74	Metil Kaprilat
11,341	4,74	Metil Kaprat
14,521	45,63	Metil Laurat
17,129	21,07	Metil Miristat
19,208	0,08	Metil Palmitoleat
19,407	13,67	Metil Palmitat
21,235	8,66	Metil Oleat
21,447	4,17	Metil Stearat
23,008	0,25	Tak teridentifikasi

Sumber: Data primer yang diolah

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Waktu reaksi esterifikasi dan transesterifikasi optimum dalam pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas (minyak kelapa) masing-masing adalah 90 menit dan 120 menit .
2. Jumlah katalis asam dan basa optimum yang ditambahkan dalam pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas (minyak kelapa) masing-masing adalah 0,5 ml H₂SO₄ 2% b/b dan 1 g KOH, untuk minyak sebanyak 50 ml.
3. Senyawa kimia utama biodiesel dari minyak goreng bekas (minyak kelapa) adalah metil laurat, metil miristat, metil palmitat, dan metil oleat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksoy, H.A., I. Becerik, F. Karaosmanoglu, H.C. Yatmaz, and H. Civelekoglu. 1990. Utilization prospects of Turkish raisin seed oil as an alternative engine fuel. *Fuel*. 69: 600-603.
- Canakci, M. and N. Ozsezen. 2005. Evaluating Waste Cooking Oils as Alternative Diesel Fuel. *G.U. Journal of Science*. 18(1): 81-91.
- Darnoko, D. and M. Cheryan. 2000. Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor. *JAACS*. 77: 12.
- Djaeni, M., Suherman, Robyansah, and Hermawan H. 2004. Transesterifikasi Minyak Nabati Bekas Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolit.

- Dalam Prosiding Seminar Nasional Kejuangan Teknik Kimia. UPN Veteran Yogyakarta. ISSN 1693-4393.
- Fukuda, H., A. Kondo, and H. Noda. 2001. Biodiesel Fuel Production by Transesterification of Oils. *J. Biosci. Bioeng.* 405-416.
- Gerpen, V.J., B. Shanks, and R. Pruszko. 2004. *Biodiesel Production Technology: Subcontractor Report*. National Renewable Energy Laboratory. Colorado.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. U.I. Press. Jakarta. Hal 315.
- Kovacs, A. 2005. Method Transesterifying Vegetable Oils. *United States Patent Application*. No: 20050016059.
- Kusumo, Priyono and M.F.S. Mulyaningsih. 2004. Kemungkinan Bahan Bakar Minyak dari Minyak Goreng Bekas Melalui Proses Dekarboksilasi. Dalam Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses Teknik Kimia. UNDIP Semarang. ISSN 1411-4216.
- Laksito, R.W., T. Wulandari, S. Artika, and V. Nurina. 2005. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Catalytic Cracking. *PKMI* 5-5. Hal 1-10.
- Man, J.M. de. 1997. *Kimia Makanan*. Edisi ke-2. Terjemahan Kosasih Padmawinata. Penerbit ITB. Bandung. Hal 80.
- Mittelbach, M. and C. Remschmidt. 2004. *Biodiesel: The Comprehensive Handbook*. Edisi ke-1. Boersedruck Ges. M.b.H. Graz. Page 61.
- Muchtadi, T.R. 1996. Aspek Teknologi Mengenai Minyak Goreng. *Pangan*. 7: 42-51.
- Prihandana, R., R. Hendroko and M. Nuramin. 2006. *Menghasilkan Biodiesel Murah: Mengatasi Polusi & Kelangkaan BBM*. PT. AgroMedia Pustaka. Jakarta. Hal 3 dan 62.
- Ranses, A.R., L.K. Glaser, and J.M. Price. 1999. Potential Biodiesel Markets and Their Economics Effect on the Agricultural Sector Industry. *Crop Prod.* 9: 151-162.
- Rice, B., A. Frohlich, R. Leonard, and W. Korbitz. 1997. Biodiesel Production based on Waste Cooking Oil: Promotion of The Establishment of an Industry in Ireland. *Agriculture and Food Development Authority*. No.XVII/4.1030/AL/77/95/IRL: 1-47.
- Srivastava A. and R. Prasad. 2000. Triglycerides-Based Diesel Fuels. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 4: 111-133.
- Zhang, Y., M.A. Dube, D.D. McLean, and M. Kates. 2003. Biodiesel Production from Waste Coking Oil: 1. Process Design and Technological Assessment. *Biosource Technology*. 89: 1-16.