



Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Jarak; Pengaruh Suhu dan Konsentrasi KOH pada Reaksi Transesterifikasi Berbasis Katalis Basa

Making Biodiesel from Jatropha Oil: Effect of temperature and KOH concentration on the transesterification reaction based on Base Catalysts

TRIANA KUSUMANINGSIH[♥], PRANOTO, RAGIL SARYOSO

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta 57126.

Diterima: 2 Pebruari 2006. Disetujui: 20 April 2006.

ABSTRACT

Making biodiesel from jatropha oil have been made through transesterification reaction. This study aims to determine the optimum catalyst temperature and KOH concentration on the transesterification reaction of castor oil to produce a product with maximum unsaturated fatty acid content; as well as to study the properties of jatropha oil ester based diesel fuel specifications. Transesterification was performed by reaction of jatropha oil and methanol in ratio of 1: 2 for 2 hours according to variations in temperature and KOH concentration. Temperature variations performed at room temperature, 55°C, and 65°C. KOH variations performed at concentration of 0.2 g, 0.3 g, 0.4 g, 0.5 g, 0.6 g, 0.7 g, 0.8 g and 0.9 g. The research indicated that jatropha oil saponification number was 180.455. Analysis by Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GC-MS) were obtained oleic methyl ester (Rt 15.45 min and SI 88), linoleic acid methyl ester (Rt 13.250 min and SI 89), 11-octadecanoic methyl ester (Rt 13.333 min and 94 SI) and risinoleic methyl ester (Rt 11.383 min and SI 91) as dominant unsaturated fatty acid ester in jatropha oil. Transesterification reaction of jatropha oil in methanol have maximum unsaturated fatty acid content at temperature of 65oC and optimum catalyst concentration of KOH at 0.178 M (0.4 g). Analysis using the American Society for Testing Materials (ASTM) method generated pour point value was 8oF, kinematic viscosity was 16.324 cSt, water content was 0.015 %vol, conradson carbon residue was 0.204 %wt. The properties are very closely to diesel oil specifications that can be used as biodiesel.

♥ Alamat korespondensi:

Jl. Ir. Sutami 36a Surakarta 57126.
Tel. & Fax.: +62-271-663375.
e-mail: triana@mipa.uns.ac.id

Keywords: jatropha oil, reaksi transesterifikasi, biodiesel.

PENDAHULUAN

Biodiesel merupakan suatu bahan bakar alternatif yang dapat digunakan secara langsung maupun dicampur dengan solar pada mesin disel. Biodiesel diproduksi dari minyak nabati ataupun lemak hewani. Minyak nabati merupakan bahan baku yang sangat potensial sebagai sumber biodiesel karena keberadaannya dapat diperbaharui. Minyak nabati yang dapat

digunakan untuk produksi biodiesel antara lain: minyak jagung, minyak jambu monyet, minyak kelapa, minyak bunga matahari, minyak zaitun, minyak kedelai dan minyak jarak (Pflumm, 2001).

Minyak jarak adalah minyak nabati yang diperoleh dari biji tanaman jarak dengan cara pengepresan atau ekstraksi pelarut. Minyak jarak mempunyai sifat sangat beracun. Racun tersebut terdapat dalam bentuk risin (suatu protein),

risinin (suatu alkaloid) dan *heat-stable allergen* yang dikenal dengan CB-IA. Kandungan asam lemak esensialnya juga sangat rendah sehingga tidak dapat digunakan sebagai minyak makan dan bahan pangan (Ketaren, 1986). Formo (1962) melakukan analisis kandungan asam lemak minyak jarak menggunakan kromatografi gas-cair diperoleh asam risinoleat 87%, asam palmitat 2%, asam stearat 1%, asam oleat 7% dan asam linoleat 3%.

Asam lemak penyusun minyak jarak dapat diubah menjadi ester-esternya untuk digunakan sebagai biodiesel. Mutu biodiesel ditentukan oleh banyaknya fraksi minyak yang teresterkan karena viskositasnya menjadi lebih rendah. Banyaknya asam lemak tak jenuh yang ada menyebabkan minyak jarak mudah teresterkan (Pflumm, 2001). Ester-ester ini dapat diperoleh dengan mereaksikan trigliserida dan alkohol fraksi ringan berkatalisis asam maupun basa. Reaksi ini dikenal sebagai reaksi transesterifikasi yaitu reaksi pertukaran bagian alkohol dari suatu ester yang bersifat dapat balik (*reversible*) (Alloysius, 1999). Reaksi transesterifikasi disebut juga reaksi alkoholisis yang melibatkan peruraian atau pemaksapisahan (*cleavage*) oleh alkohol sehingga dibutuhkan alkohol dengan kereaktifan besar. Menurut Bannon (1988), alkohol yang digunakan adalah metanol karena alkohol dengan jumlah atom karbon sedikit mempunyai kereaktifan lebih besar daripada alkohol dengan atom karbon lebih banyak.

Eder *et al.* (1982) melakukan transesterifikasi phospholipid dalam tabung *sentrifuge* 50 ml dengan katalis sodium metoksida pada suhu kamar selama 1 jam diperoleh efisiensi metil ester asam lemak 98%. Freedman (1984) melakukan transesterifikasi minyak kedelai dalam media metanol dengan perbandingan volume minyak terhadap metanol adalah 1: 2 menggunakan katalis NaOCH₃ pada suhu 60°C selama 1 jam. Ia menyimpulkan bahwa penggunaan katalis pada reaksi transesterifikasi minyak kedelai akan efektif pada jumlah 1-5% berat minyak.

Reaksi transesterifikasi berjalan lambat sehingga untuk mempercepat reaksi dipengaruhi oleh suhu dan jumlah katalisator yang digunakan. Kedua faktor tersebut berhubungan dengan energi aktivasi (Ea) reaksi yang bersangkutan (Hart, 1983). Suatu reaksi dapat berlangsung bila sudah melewati energi aktivasinya. Persamaan Arrhenius menunjukkan bahwa dengan naiknya suhu akan memperbanyak fraksi molekul yang bertumbukan sehingga energi aktivasinya akan cepat tercapai (Irma, 1990). Katalisator dalam

suatu reaksi berperan menurunkan harga energi aktivasi (Ea) sehingga reaksi berjalan lebih cepat. Katalisator basa bekerja dengan cara menaikkan sifat nukleofilitas, biasanya digunakan logam alkali alkoksida (Hart, 1983).

Candra (2000) mempelajari pengaruh suhu dan konsentrasi katalis zeolit pada reaksi transesterifikasi untuk pembuatan biodiesel dari minyak jarak. Ia menyimpulkan bahwa konversi minyak jarak menjadi ester akan optimal dengan naiknya suhu dan konsentrasi katalis. Pada batas suhu dan konsentrasi katalis tertentu, konversi tidak lagi bertambah walaupun kedua faktor tersebut ditingkatkan. Parlan (1996) melakukan transesterifikasi minyak jarak dengan metanol menggunakan katalis natrium metoksida pada beberapa suhu untuk mengisolasi ester risinoleat. Hasil dari reaksi transesterifikasi masih merupakan campuran ester dengan produk dominannya adalah ester risinoleat. Naiknya suhu reaksi akan memperbesar kandungan ester risinoleat yang dihasilkan.

Pembuatan biodiesel dari minyak jarak dengan pereaksi methanol dan katalis KOH belum pernah dilakukan. Pada penelitian ini mempelajari pengaruh suhu dan konsentrasi katalis KOH optimum pada pembuatan bahan bakar biodiesel dari minyak jarak.

BAHAN DAN METODE

Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah: peralatan gelas lab., kromatografi gas (Hewlett Packard 5890 Series II), kromatografi gas spektrofotometer massa (Shimadzu QP-5000), sentrifuge (Hettich Zentrifuger EBA 30), kompor pemanas (Cole Parmer 4658-02), timbangan elektrik (Sartorius BP-110), termometer, stopwatch, seperangkat alat pengukur pour point (ASTM D-87), viscometer (SETA 83201-2), seperangkat alat pengukur water content (ASTM D-95), seperangkat alat pengukur conradson carbon residue (ASTM D-189), pH meter (Corning 430).

Bahan yang digunakan adalah: HCl pekat p.a (E. merck), Aquades (Lab. Pusat Kimia F. MIPA UNS), Dietil eter p. a (E. merck), Metanol p. a (E. merck), Minyak jarak (Brataco), Na₂SO₄ anhidrous p. a (E. merck), KOH anhidrous p. a (E. merck).

Cara kerja

Penentuan bilangan penyabunan

Sampel minyak jarak ditimbang 5 gram dan

dimasukkan ke dalam labu ekstraksi 100 mL. Secara perlahan-lahan ditambahkan 50 mL KOH 0,5 M (1,4025 g dalam metanol) dengan pipet. Labu ekstraksi dihubungkan dengan pendingin tegak dan sampel dididihkan dengan hati-hati selama 2 jam. Ke dalam larutan ini ditambahkan 1 mL larutan indikator phenolphthalein kemudian dititer dengan HCl 0,5 M sampai warna merah jambu hilang.

Pengaruh suhu reaksi

Pembuatan larutan potasium metanolat. Sebanyak 40 mL metanol dimasukkan dalam labu alas bulat kapasitas 100 mL yang dilengkapi pengaduk magnet. Ke dalam metanol dimasukkan KOH anhidrat sebanyak 0,4 g sambil dilakukan pengadukan sampai semua KOH larut. Mulut labu ditutup untuk mencegah penguapan.

Transesterifikasi minyak jarak. Sebanyak 20 mL minyak jarak dimasukkan ke dalam 40 mL larutan K-metanolat yang telah dibuat sebelumnya, dimasukkan sedikit demi sedikit disertai pengadukan. Suhu divariasi pada suhu kamar, 55°C dan 65°C. Selang waktu reaksi 2 jam didinginkan kemudian dilakukan pemisahan hasil.

Pemisahan hasil. Sampel yang berupa campuran metil ester dan sisa-sisa reaktan dimasukkan dalam corong pisah kapasitas 250 mL, ditambahkan 10 mL akuades dan ditambahkan 1 mL HCl 5 M. Lapisan yang terbentuk yaitu lapisan atas (lapisan organik) dan lapisan bawah (lapisan air) dipisahkan. Lapisan organik yang masih mengandung ester dan minyak diekstrak dengan 10 mL dietil eter, terbentuk dua lapisan lagi yaitu lapisan organik dan air. Lapisan organik kemudian dicuci dengan 10 mL akuades (2 kali) lalu ditambahkan Na₂SO₄ anhidrous secukupnya. Larutan disaring dan pelarut diuapkan pada udara terbuka. Hasil yang diperoleh dianalisis menggunakan GC, GC-MS dan IR. Hasil analisis dengan kandungan asam lemak tak jenuh terbanyak digunakan untuk penentuan konsentrasi KOH optimal.

Penentuan konsentrasi katalis KOH optimal

Pembuatan larutan potasium metanolat. Sebanyak 40 mL metanol dimasukkan dalam labu alas bulat kapasitas 100 mL yang dilengkapi pengaduk magnet, kemudian dimasukkan KOH anhidrat bervariasi 0,2 g, 0,3 g, 0,4 g, 0,5 g, 0,6 g, 0,7 g, 0,8 g dan 0,9 g sambil dilakukan pengadukan sampai semua KOH larut. Mulut labu ditutup untuk mencegah penguapan.

Transesterifikasi minyak jarak. Sebanyak 20 mL minyak jarak dimasukkan ke dalam 40 mL larutan K-metanolat yang telah dibuat sebelumnya, dimasukkan sedikit demi sedikit disertai pengadukan. Suhu diatur pada suhu optimal pada proses sebelumnya. Selang waktu reaksi 2 jam didinginkan kemudian dilakukan pemisahan hasil.

Pemisahan hasil. Sampel yang berupa campuran metil ester dan sisa-sisa reaktan dimasukkan dalam corong pisah kapasitas 250 mL, ditambahkan 10 mL akuades dan 1 mL HCl 5N. Lapisan yang terbentuk yaitu lapisan atas (lapisan organik) dan lapisan bawah (lapisan air) dipisahkan. Lapisan organik yang masih mengandung ester dan minyak diekstrak dengan 10 mL dietil eter, terbentuk dua lapisan lagi yaitu lapisan organik dan air. Lapisan organik kemudian dicuci dengan 10 mL akuades (2 kali) lalu ditambahkan Na₂SO₄ anhidrous secukupnya. Larutan disaring dan pelarut diuapkan pada udara terbuka. Hasil yang diperoleh digunakan untuk analisis menggunakan GC. Hasil analisis dengan kandungan asam lemak tak jenuh terbanyak digunakan untuk pengukuran analisis sifat fisik biodiesel.

Pengukuran sifat kimia

Penentuan bilangan asam. Sebanyak 5 g minyak jarak dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL kemudian ditambahkan 50 mL metanol. Campuran dipanaskan selama 1 jam sambil distirer untuk melarutkan asam lemak bebasnya. Setelah dingin dilakukan titrasi dengan KOH 0,1 M menggunakan indikator fenolftalein sampai terbentuk warna merah muda.

Penentuan asam lemak total. Sebanyak 5 g minyak jarak dimasukkan dalam erlenmeyer lalu ditambahkan 50 mL larutan 0,5 M KOH dalam alkohol. Campuran dididihkan selama 2 jam. Setelah dingin ditambahkan 2 tetes indikator fenolftalein kemudian dititrasi dengan HCl 0,5 M dalam metanol yang sebelumnya untuk mengetahui sisa KOH yang tidak tereaksikan. Jumlah KOH mula-mula diketahui melalui titrasi blanko dengan cara sama tanpa cuplikan (minyak jarak).

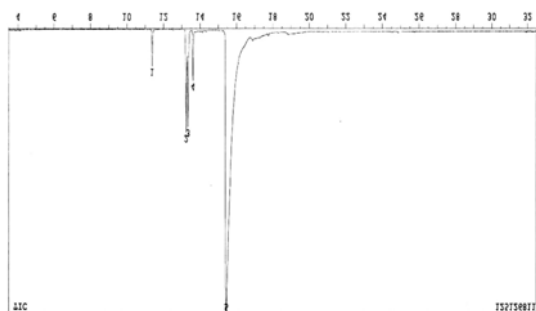
Pengukuran parameter biodiesel

Pengukuran parameter biodiesel dilakukan pada minyak jarak sebelum reaksi transesterifikasi dan ester hasil reaksi transesterifikasi. Pengukuran tersebut meliputi *pour point*, *kinematic viscosity*, *water content* dan *conradson carbon residue*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hasil menggunakan GC-MS

Identifikasi hasil reaksi transesterifikasi minyak jarak dengan GC-MS dilakukan untuk mengetahui jenis asam lemak yang terkandung dalam minyak jarak. Kromatogram produk transesterifikasi ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kromatogram produk transesterifikasi

Berdasarkan spektrum massa hasil GC-MS maka puncak No. 1 dengan waktu retensi 11,383 menit adalah metil ester risinoleat dengan rumus $C_{21}H_{38}O_4$. Puncak No. 2 dengan waktu retensi 13,250 menit adalah metil ester linoleat dengan rumus $C_{19}H_{34}O_2$. Puncak No. 3 dengan waktu retensi 13,333 menit adalah metil ester 11-oktadekenoat dengan rumus $C_{19}H_{36}O_2$. Puncak No. 4 dengan waktu retensi 13,617 menit adalah metil ester stearat dengan rumus $C_{19}H_{38}O_2$. Puncak No. 5 dengan waktu retensi 115,45 menit adalah metil ester oleat dengan rumus $C_{19}H_{36}O_2$.

Penentuan bilangan penyabunan

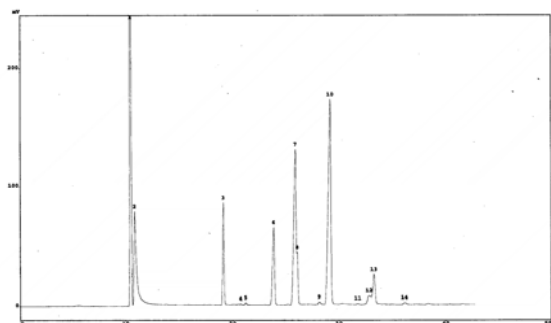
Reaksi transesterifikasi dengan katalis basa mempunyai kecenderungan untuk menghasilkan sabun yang menyebabkan produk esternya tidak dapat diterapkan dalam biodiesel. Faktor utama yang menyebabkan terjadinya sabun adalah jumlah KOH yang digunakan sebagai katalis sehingga perlu diketahui jumlah KOH maksimal yang digunakan agar pada reaksi transesterifikasi tidak dihasilkan sabun.

Jumlah HCl yang dibutuhkan adalah 17,833 mL sehingga besarnya bilangan penyabunan dari sampel minyak jarak adalah 180,455. Jumlah KOH pada reaksi transesterifikasi dengan perbandingan volume minyak jarak dan metanol 20 mL: 40 mL kurang dari 3,374 gram. Menurut Freedman (1984), penggunaan katalisator basa pada reaksi transesterifikasi minyak nabati akan efektif pada jumlah 1-5% dari berat minyak. Berat untuk 20 mL minyak jarak adalah 18,701 g. Jumlah katalis yang diusulkan oleh Freedman

(1984) dapat diterapkan pada prosedur selanjutnya karena kurang dari jumlah KOH yang dibutuhkan pada bilangan penyabunan 20 mL minyak jarak.

Pengaruh suhu reaksi

Reaksi transesterifikasi dilakukan pada suhu kamar, 55°C dan 65°C. Hasil reaksi dianalisis dengan kromatografi gas dimaksudkan untuk mengetahui jumlah komposisi asam lemak yang terkandung dalam produk transesterifikasi minyak jarak. Kromatogram pada Gambar 2 adalah kromatogram hasil reaksi transesterifikasi pada suhu 65°C menggunakan KOH 0,4 g (0,178 M). Kromatogram pada suhu kamar dan suhu 55°C tidak ditunjukkan karena puncak yang dihasilkan mirip dengan kromatogram reaksi pada suhu 65°C.



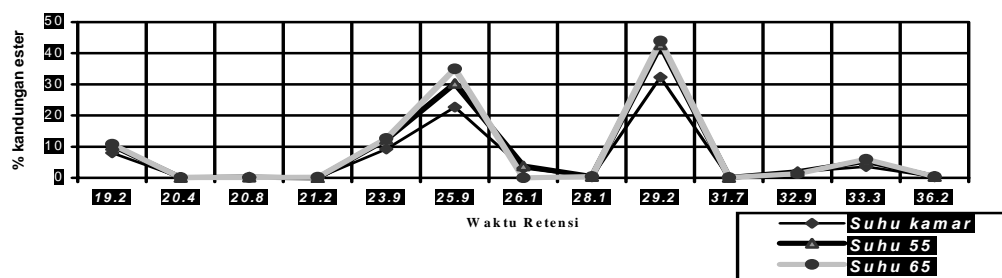
Gambar 2. Kromatogram hasil reaksi transesterifikasi pada suhu 65°C

Puncak 1 dan 2 pada kromatogram di atas merupakan puncak yang diberikan oleh dietil eter sebagai ekstraktan. Ekstraktan tersebut dinolkan untuk keperluan analisis kuantitatif sehingga didapat data pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase kandungan metil ester hasil transesterifikasi minyak jarak (%)

Waktu retensi	Persentase kandungan ester minyak jarak (%)		
	Suhu kamar	Suhu 55°C	Suhu 65°C
19,2	8,008	10,401	10,758
20,4	0,057	0,069	0,053
20,8	0,175	0,234	0,087
21,2	-	-	0,242
23,9	9,277	12,321	12,588
25,9	22,665	30,259	34,968
26,1	3,053	3,766	-
28,1	0,290	0,392	0,419
29,2	32,327	42,691	43,978
31,7	-	0,127	0,135
32,9	1,870	1,932	1,302
33,3	3,600	5,3430607	5,968
36,2	0,272	0,372	0,388

Keterangan: "-" = - tidak terdeteksi



Gambar 3. Perbedaan kandungan metil ester pada variasi suhu

Tabel 2. Pengukuran Parameter Biodiesel

Parameter yang diukur	Metode pengukuran	Minyak jarak	Ester minyak jarak
Pour Point (°F)	ASTM D 97	11	-8
Kinematic Viscosity, at 100°F (cSt)	ASTM D 445	291,9	16,324
Water Content (%vol)	ASTM D 95	0,03	0,015
Conradson Carbon Residue (%wt)	ASTM D 189	0,325	0,204

Perbedaan kandungan metil ester yang diperoleh dari masing-masing suhu dapat dilihat dengan jelas pada Gambar 3.

Paduan antara kromatogram hasil GC dan GC-MS menghasilkan informasi tentang metil ester dari asam lemak tak jenuh. Grafik di atas menunjukkan kandungan metil ester oleat terbesar pada suhu 65°C (43,9786159%, waktu retensi 29,243 menit), kedua pada suhu 55°C (42,691053%, waktu retensi 29,196 menit) dan yang paling rendah adalah pada suhu kamar (32,3268551%, waktu retensi 29,220 menit). Kandungan metil ester 11-oktadekenoat terbesar pada suhu 65°C (43,9786159%, waktu retensi 25,979 menit), kedua pada suhu 55°C (42,691053%, waktu retensi 25,925 menit) dan yang paling rendah adalah pada suhu kamar (32,3268551%, waktu retensi 25,942 menit). Kandungan metil ester linoleat terbesar pada suhu 65°C (12,588%, waktu retensi 23,931 menit), kedua pada suhu 55°C (12,321%, waktu retensi 23,876 menit) dan yang paling rendah adalah pada suhu kamar (9,277%, waktu retensi 23,894 menit). Kandungan metil ester risinoleat terbesar pada suhu 65°C (10,758%, waktu retensi 19,143 menit), kedua pada suhu 55°C (10,401%, waktu retensi 19,141 menit) dan yang paling rendah adalah pada suhu kamar (8,008%, waktu retensi 19,201 menit).

Hasil di atas menunjukkan bahwa suhu optimal reaksi transesterifikasi minyak jarak dengan alkohol adalah 65°C. Fenomena tersebut sesuai dengan persamaan Arrhenius bahwa

dengan naiknya suhu reaksi maka konstanta kecepatan reaksi akan bertambah. Hal ini disebabkan pada suhu tinggi kecepatan molekul-molekul reaktan bertambah besar sehingga kemungkinan terjadinya tumbukan semakin besar.

Penentuan konsentrasi KOH optimal

Penentuan konsentrasi KOH optimal ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi KOH terbaik dimana didapatkan kandungan asam lemak tak jenuh yang paling banyak. Penentuan konsentrasi KOH optimal reaksi diamati pada kisaran jumlah katalis 0,2 g, 0,3 g, 0,4 g, 0,5 g, 0,6 g, 0,7 g, 0,8 g dan 0,9 g. Pemisahan hasil pada penggunaan KOH sebanyak 0,5 g, 0,6 g, 0,7 g, 0,8 g dan 0,9 g terbentuk asam lemak yang ditandai dengan warna zat hasil kuning keruh seperti susu. Semakin banyak jumlah KOH yang digunakan maka semakin keruh produk yang dihasilkan mendekati warna pada pembentukan sabun. Asam lemak terbentuk karena HCl tersebut tidak dapat menetralkan ion hidroksida yang dihasilkan sehingga diteliti pengaruh KOH pada kisaran 0,2 g (0,089 M), 0,3 g (0,134 M) dan 0,4 g (0,178 M). Campuran metil ester yang dihasilkan dimurnikan kemudian dianalisis menggunakan kromatografi gas (GC).

Berdasarkan kromatogram yang dihasilkan menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kecilnya konsentrasi katalis (0,2 g dan 0,3 g) yang digunakan menyebabkan reaksi transesterifikasi berjalan kurang cepat sehingga

banyak fraksi minyak yang tidak teresterkan. Adanya fraksi minyak yang tidak teresterkan juga dapat dilihat dari puncak-puncak yang tidak saling berimpit.

Katalisator basa (:B-) menaikkan sifat nukleofilitas alkohol (R'OH) dengan cara mengubahnya dari nukleofil yang netral menjadi bermuatan negatif. Konsentrasi katalis yang digunakan kecil maka jumlah molekul-molekul reaktan yang dinaikkan sifat nukleofilitasnya juga sedikit dan sebaliknya. Fenomena ini terlihat pada perbedaan kandungan metil ester minyak jarak di atas. Tetapi pada konsentrasi katalis yang terlalu tinggi (>0,4 g), jumlah nukleofil yang diaktifkan berlebih dibandingkan pereaksi yang ada sehingga akan terbentuk asam lemak.

Penentuan bilangan asam

Bilangan asam minyak jarak sebesar 5,61 dan setelah reaksi transesterifikasi terjadi penurunan menjadi 1,4. Adanya asam lemak bebas mengindikasikan bahwa minyak jarak tersebut telah mengalami penurunan kualitas walaupun sangat sedikit. Hal ini tidak bisa dihindari karena minyak mudah mengalami autooksidasi bila bereaksi dengan udara. Penurunan bilangan asam setelah dilakukan reaksi transesterifikasi mengindikasikan bahwa asam lemak bebas yang terbentuk sebelumnya bereaksi dengan ion metoksida membentuk ester. Fenomena tersebut memberikan informasi bahwa reaksi transesterifikasi dapat mengurangi jumlah asam lemak bebas sebagai penyebab kerusakan minyak.

Penentuan asam lemak total

Jumlah asam lemak minyak jarak sebesar 0,58 g (11,6%) dan setelah reaksi transesterifikasi terjadi penurunan menjadi 0,23 g (4,6%). Penurunan jumlah asam lemak total mengindikasikan terjadinya pemaksapisahan asam lemak oleh alkohol menjadi ester. Masih adanya asam lemak dalam produk transesterifikasi disebabkan adanya asam lemak jenuh pada minyak jarak yang tidak dapat diuraikan karena kereaktifannya sangat rendah. Asam lemak yang masih terkandung dalam ester akan berpengaruh terhadap tingginya viskositas produk transesterifikasi. Tingginya viskositas ini karena adanya gugus -COOH yang membentuk ikatan hidrogen sangat kuat.

Pengukuran parameter biodiesel

Hasil pengukuran biodiesel dengan metode ASTM meliputi *pour point*, *kinematic viscosity*,

water content dan *conradson carbon residue* disajikan oleh Tabel 2.

Pengukuran *pour point*

Pour point adalah suhu terendah yang dinyatakan sebagai kelipatan 5°F dimana minyak yang diamati mengalir apabila minyak didinginkan dan diperiksa pada kondisi tertentu. *Pour point* yang tinggi akan mengakibatkan mesin sulit dinyalakan pada suhu rendah. *Pour point* ester minyak jarak yang dihasilkan jauh lebih rendah daripada spesifikasi yang diperbolehkan. Rendahnya nilai *pour point* ini menunjukkan bahwa produk ester minyak jarak dapat digunakan pada daerah yang sangat dingin.

Pengukuran *kinematic viscosity*

Bahan bakar disel yang terlalu rendah viskositasnya akan memberikan pelumasan yang buruk dan cenderung mengakibatkan kebocoran pada pompa. Sebaliknya, viskositas yang terlalu tinggi akan menyebabkan asap kotor karena bahan bakar lambat mengalir dan lebih sulit teratomisasi. Viskositas ester minyak jarak jauh lebih rendah daripada minyak jarak awal. Menurut standar ASTM, viskositas ester minyak jarak masih memenuhi standar minyak disel *grade 4-D* tetapi berdasarkan standar spesifikasi minyak disel menurut Dirjen Migas No. 002/P/DM/Migas/1979 viskositas ester minyak jarak masih jauh lebih tinggi. Tingginya viskositas ini disebabkan karena adanya asam lemak yang masih terdapat dalam produk transesterifikasi dan tidak berubah menjadi metil ester.

Pengukuran *water content*

Kandungan air yang tinggi menyebabkan mesin sulit dinyalakan karena menghambat pengiriman bahan bakar ke piston. Air yang terdapat pada minyak jarak mengakibatkan terbentuknya asam lemak. Penambahan Na₂SO₄ anhidrat dapat menurunkan kandungan air pada ester minyak jarak. Kandungan air yang terdapat pada ester minyak jarak jauh lebih rendah dari standar spesifikasi minyak disel menurut Dirjen Migas No. 002/P/DM/Migas/1979.

Pengukuran *conradson carbon residue*

Residu karbon bahan bakar yang tinggi menyebabkan silinder cepat terabrasi. Selain itu akan menyebabkan terbentuknya deposit karbon dan zat yang kenyal pada piston silinder. Hal ini dapat menyebabkan lekatnya ring piston dan *valve stem*. Residu karbon ester minyak jarak dan

minyak jarak jauh lebih rendah daripada yang disyaratkan. Rendahnya residu karbon yang terdapat dalam ester minyak jarak mengindikasikan rantai karbon ester minyak jarak lebih pendek daripada rantai karbon minyak jarak, sehingga memudahkan pembakaran pada mesin.

KESIMPULAN

Kandungan asam lemak tak jenuh terbesar pada reaksi transesterifikasi minyak jarak dalam media metanol optimal suhu 65°C. Kandungan asam lemak tak jenuh terbesar pada reaksi transesterifikasi minyak jarak dalam media metanol optimal pada konsentrasi katalis KOH 0,178 M (0,4 g). Analisis menggunakan metode ASTM dihasilkan nilai *pour point* -8°F, kinematic viscosity 16,324 cSt, water content 0,015 %vol, conradson carbon residue 0,204 %wt. Sifat-sifat tersebut sangat dekat dengan spesifikasi minyak disel sehingga dapat digunakan sebagai biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

Alloysius, H.P., 1999, *Kimia Organik*, Jilid 2, Edisi ketiga, Erlangga, Jakarta, Terjemahan: Organic Chemistry,

- Fessendens, R.J. and Fessendens J.S., 1986. American Society for Testing Materials, 1958, *ASTM Standards on Petroleum Products and Lubricants*, p.458-459, Balltimore: American Society for Testing Materials.
- Bannon, Cecil D., Craske, John D., and Norman, Lynette M., 1988, Limitation of Ambient Temperature Methods for the Methanolysis of Triacylglycerols in the Analysis of Fatty Acid Methyl Esters With High Accuracy and Realibility, *Journal of American Oil Chemist*, 65 (2): 1-8
- Brady, J.E., & Humiston, G.E. 1975. *General Chemistry Principle and Structure*, John Wiley & Sons New York.
- Candra, S. S., 2000, *Pembuatan Bio Diesel-Oil dari Minyak Jarak Sebagai Substitusi Minyak Diesel Asal Petroleum dengan Katalis Zeolit Aktif*, Skripsi FTEKNIK-UGM, Yogyakarta.
- Eder, K., Reclamays, L. and Kirchgessner, T. N., 1982, *Studies on the Methanolysis of Purified Phospholipids for Gas Chromatography Analysis of Fatty Acids Methyl Ester*, *Journal of Chromatography*, vol. 607, 55-67.
- Formo, M.N., Jungermann, E., Nornis, F. A., Sonntag, N. O. V., 1969, *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*, vol. 1, 4th edition, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Freedman, B., 1984, Variables Affecting the Yield of Fatty Esters from Transesterified Soybeans Oils. *Journal of American Oil Chemist* 61 (10): 4- 10.
- Hart, H., 1983, *Organic Chemictry*, Sixth edition, Houghton Mifflin Co, Michigan.
- Irma, I.K., 1996, *Kimia Fisika*, Jilid 2, Edisi keempat, Erlangga, Jakarta, Terjemahan Physical Chemistry, Atkins, P.W., 1990.
- Ketaren, S. 1986, *Minyak dan Lemak Pangan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Parlan, 1996, *Mempelajari Reaksi-reaksi Oksidasi Asam Risinoleat Hasil Isolasi dari Minyak Jarak (Castor Oil)*, Tesis F MIPA-UGM, Yogyakarta.
- Pflumm, R., 2001, *A 100% Soybean Oil-based Biodiesel Fuel*, www.soygold.com