

# KARAKTERISASI DAN KOMPOSISI BIODIESEL DARI MINYAK JARAK PAGAR (*Jatropha curcas* L.)

Ismarani, Salih Muharam, Sulung Nomosatryo

## Abstract

*Biodiesel was the process of esterification and transesterification of jatropha oil has a yield of 50% of dry jatropha seeds. Physicochemical characteristics of biodiesel from jatropha curcas L., among others, specific gravity (0.89 g/L), acid number (0.549 mg KOH/g), iod number (65.79 gI<sub>2</sub>/100g), and hydroxy numbers entered into the Indonesian Biodiesel Quality Standards, except for viscosity (9,7 cSt). Characteristics of Fourier Transformation Infrared spectra showed that the absence of the intensity of the -OH group show has been a process of methylation of castor oil fatty acids. The composition of fatty acid methyl esters of biodiesel was dominated by the acid that has a double chain of oleic and linoleic acid. These compounds were dominated by oleic acid (39.33%), linoleic (27%), palmitic acid (11.14%) and stearic acid (5.11%).*

Keyword: *biodiesel, esterification, transesterification, jatropha curcas L*

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Krisis ekonomi, peningkatan harga minyak, dan berkurangnya sumber minyak fosil, serta isu kerusakan lingkungan akibat penggunaan bahan bakar fosil mendorong ketersediaan sumber energi alternatif menjadi hal yang sangat penting saat ini. Beberapa pertimbangan biodiesel dari tanaman jarak adalah ramah lingkungan, jumlah sangat berlimpah di Indonesia, proses produksi tidak rumit, akan banyak menyerap tenaga kerja, limbahnya bermanfaat dan non pangan.

Tanaman jarak termasuk keluarga *euphorbiaceae*, di Indonesia dikenal 4 jenis tanaman jarak; *Ricinus Communis* (jarak kaliki), *Jatropha curcas* (jarak pagar), *Jatropha multifida* (jarak gurita) dan *Jatropha gossypifolia* (jarak landi) (Jefferson *et al.* 2009). Beberapa sifat tumbuhan ini meliputi kayu yang lunak, pertumbuhan yang cepat, mudah propagasi, sebarannya yang luas dan kegunaannya cukup banyak. Sehingga layak dipikirkan sebagai spesies yang berpotensi besar dalam menghasilkan minyak sebagai bahan baku biodiesel dan produk-produk industri lainnya. (Qazuini, 2008).

Minyak jarak yang dikenal sebagai *ricinus oil*, *oil of palma Christi* dan *neoloid* merupakan trigliserida dari berbagai asam-asam lemak; risinoleat (87%), oleat (7%), linoleat (3%), palmitat (2%), stearat (1%) dan dihidroksi stearat. Asam resinoleat atau asam resiniloin atau asam cis-12-dihidroksioktadeka-9-enoat merupakan asam lemak utama dalam minyak jarak. (Marlina *et al.* 2003). Minyak jarak dan turunannya seperti metil atau etil ester risinoleat sangat larut dalam alkohol dan memiliki viskositas dan densitas lebih besar dibanding minyak nabati lainnya, yang terbatas penggunaannya

sebagai pencampur biodiesel dengan kandungan tinggi karena tidak masuk pada spesifikasi USA atau Eropa (Jefferson *et al.* 2009). Disamping itu adanya gugus hidroksi menimbulkan berbagai masalah teknologi selama transesterifikasi yaitu; (1) pada penggunaan katalis basa, gugus hidroksi pada C<sub>12</sub> asam risinoleat dapat dirubah menjadi suatu turunan alkoksida yang inaktif sebagai katalis, dilain pihak bekerjasama membentuk species oksida dan etoksida aktif dan juga bekerjasama mengubah reaksi. (2) kesesuaian turunan asam risinoleat dengan alkohol pada akhir reaksi menstabilkan emulsi atau larutan, sehingga biodiesel sukar dipisahkan dari campuran reaksi (Jefferson *et al.* 2009).

### **Tujuan**

Sintesis, karakterisasi dan komposisi biodiesel minyak jarak pagar melalui metode estrans (esterifikasi-transesterifikasi)

### **Hipotesis**

Pada proses esterifikasi, asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak jarak akan diubah menjadi ester sehingga akan mengefektifkan dan mengoptimalkan proses transesterifikasi metilester

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **Minyak jarak**

Minyak jarak yang dikenal dengan *ricinus oil* merupakan trigliserida dari berbagai asam lemak yang terdiri dari risinoleat (87%), oleat (7%), linoleat (3%), palmitat (2%), stearat (1%) dan dihidroksi stearat. Asam resinoleat atau asam resiniloin atau asam cis-12-dihidroksioktadeka-9-enoat ( $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_5\text{CH}(\text{OH})\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ ) merupakan asam lemak utama dalam minyak jarak (Jefferson *et al.* 2009).



Gambar 1 Tanaman jarak pagar

Sifat fisika dan komposisi kimia minyak jarak diperlihatkan pada Tabel 1 dan 2 berikut:

Tabel 1 Sifat-sifat fisika minyak jarak pagar dan landi (Jefferson *et al.* 2009)

Parameter	<i>Jatropha gossypifolia</i>	<i>Jatropha curcas</i> L.
Kandungan minyak (% b/b)	23,9	31,6
Bilangan Kalori (Mj/Kg)	39,88	40,31
Bilangan Asam (mg KOH/g)	17,32	8,45
Kandungan Air (% b/b)	0,089	0,052
Kadar Abu (% b/b)	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
Berat Jenis (g/cm <sup>3</sup> )	0,9236	0,9215
Viskositas kinematik 40°C (cSt)	24,529	30,686

Tabel 2 Komposisi asam lemak jarak pagar dan landi (Jefferson *et al.* 2009)

Asam Lemak	<i>Jatropha gossypifolia</i>	<i>Jatropha curcas</i> L.
Laurat (C12:0)	9,8	5,9
Miristat (C14:0)	4,3	2,7
Palmitat (C16:0)	26,8	13,5
Stearat (C18:0)	10,4	6,1
Oleat (C18:1)	22,4	21,8
Linoleat (C18:2)	19,2	47,4
Lainnya	7,1	2,7

### Ekstraksi minyak jarak

Proses ekstraksi utama minyak jarak yaitu ekstraksi mekanik dan ekstraksi kimia (Achten *et al.* 2008). Ekstraksi minyak dari biji secara mekanik adalah menggunakan alat pengepres (*ram press*) manual atau pengepres ulir (*screwpress*) yang digerakan oleh mesin. Pada Tabel 3 diperlihatkan rendemen ekstrak minyak jarak secara mekanik.

Tabel 3 Rendemen minyak jarak yang diperoleh dari metoda ekstraksi mekanik

Pengepres	Rendemen minyak (%)
Mesin ulir	68,0
	80,0
	79,0
manual	62,5
	62,5

Pada metoda ekstraksi kimia diperoleh rendemen minyak jarak yang bervariasi, tergantung pada jenis pelarut pengeksrak dan pH yang digunakan.

## Esterifikasi-Transesterifikasi minyak jarak

Minyak jarak hasil ekstraksi memiliki kandungan asam lemak bebas cukup tinggi, untuk kepentingan produksi biodiesel akan lebih efektif dan efisien bila menggunakan metoda esterifikasi-transesterifikasi. Reaksi esterifikasi bertujuan menurunkan asam lemak bebas dan mengubahnya menjadi ester, sehingga proses transesterifikasi menjadi lebih optimal. (Purwatiningsih, 2005 ).

Tabel 4. Rendemen minyak jarak yang diperoleh menurut metoda, pereaksi, pH dan waktu ekstraksi yang berbeda

Metoda ekstraksi	Suhu reaksi (°C)	pH reaksi	Waktu ekstraksi (jam)	Rendemen (%)
Ekstraksi minyak menggunakan n-heksana	–	–	24	95–99
Aseton primer	–	–	48	
Ekstraksi minyak berair (AOE)	–	–	2	38
	50	9	6	38
AOE dengan 10 menit ultrasonikasi sebelumnya	50	9	6	67
Ekstraksi minyak enzimatik berair (AEOE)	60	4.5	2	73
AEOE (protease alkalis)	60	7	2	86
AEOE (alkaline protease) dengan 10 menit ultrasonikasi sebelumnya	50	9	6	74
Partisi tiga fase	25	9	2	97

Reaksi transesterifikasi terjadi secara langsung. Produksi minyak memerlukan perbandingan jumlah pelarut alkohol dan katalis untuk menghasilkan sejumlah besar biodiesel. Perbandingan optimal reaksi transesterifikasi minyak jarak dengan kandungan 3.1% asam lemak bebas dan bilangan asam 6,2 mg KOH/g, teridentifikasi membutuhkan 20% metanol (rasio molar metanol:minyak=6,5:1), 1% NaOH akan maksimum menghasilkan ester setelah reaksi berjalan 90 menit pada suhu 60°C. Konversi minyak jarak yang mengandung 14% asam lemak bebas dan bilangan asam tinggi (28 mg KOH/g) membutuhkan rasio molar methanol : minyak = 6,5:1 dengan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sebagai katalis (1,43%) selama 88 menit pada suhu 60°C (Achten *et al.* 2008). Karakteristik metilester sesuai standar Amerika dan Eropa diperlihatkan pada Tabel 5, sedangkan Standar Mutu Biodiesel Indonesia membuat kriteria biodiesel adalah seperti dalam Tabel 6.

Tabel 5 Komposisi dan karakteristik metil ester menurut standar Jepang (JEE), Eropa (EN 14214:2003), Jerman (DIN V) dan Amerika (ASTM D 6751)

Parameter Sifat fisika	JEE		EN 14214:2003		DIN V 51606	ASTM D6751
	rentang	<i>n</i>	<i>n=1</i>			
Densitas (g cm <sup>-3</sup> )	0,864–0,880	6	0,89	0,86–0,90	0,87–0,90	
kalori (MJ kg <sup>-1</sup> )	38,45–41,00	3				
Titik nyala (°C)	170–192	4	190	> 120	> 110	> 130
Bilangan setana	50,0–56,1	5	59	> 51	> 49	> 47
Bilangan penyabunan (mg g <sup>-1</sup> )	202,6	1				
Viskositas pada 30 °C (cSt)	4,84–5,65	3	5,54	3,5–5,0	3,5–5,0	1,9–6,0
Bilangan iodin (mg iodine g <sup>-1</sup> )	93–106	2		< 120	< 115	< 115
Bilangan asam (mg KOH g <sup>-1</sup> )	0,06–0,5	3	0,08	< 0,5	< 0,5	< 0,5
Monogliserida% (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,24	1	0,55	< 0,8	< 0,8	
digliserida % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,07	1	0,19	< 0,2	< 0,4	
trigliserida % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	nd	0	nd	< 0,2	< 0,4	
Residu karbon % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,02–0,50	3		< 0,3	< 0,3	< 0,05
sulfur % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,0036	1		< 0,01	< 0,01	< 0,015
Abu sulfat % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,005–0,010	4		< 0,02	< 0,03	< 0,02
Metil ester content % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	99,6	1	99,3	> 96,5		
metanol % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,06–0,09	2	0,05	< 0,2	< 0,3	
air % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,07–0,10	1	0,16	< 0,5	< 0,3	< 0,5
Gliserol bebas % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,015–0,030	2	nd	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Total gliserol % (kg kg <sup>-1</sup> *100)	0,088–0,100	2	0,17	< 0,25	< 0,25	< 0,24

\*jurnal Biomass and Bioenergy Volume 32, Issue 12, desember 2008, hal 1068

Tabel 6 Standar Mutu Biodiesel Indonesia (RSNI EB 020551) ( Erliza Hambali, 2007)

No	Parameter dan satuan	Batas Nilai
1	Massa Jenis, Kg/m <sup>3</sup>	850-890
2	Kekentalan, cSt	2,3-6,0
3	Angka setana	>. 51
4	Titik nyala	> 100
5	Titik kabut	< 18
6	Korosi bilah tembaga	< 3
7	Air dan sedimen, %-vol	<0,05
8	Abu tersulfatkan	< 0,02
9	Belerang, ppm	< 100
10	Fosofr, ppm	< 10
11	Angka asam, mgKOH/g	< 0,8
12	Gliserol bebas, %,-b	< 0,02
13	Kadar ester alkil, %,-b	> 96,5
14	Angka Iodium, gI <sub>2</sub> /100g	< 115

### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium kimia analitik, Laboratorium Kimia Fisik, dan Laboratorium Pusat Studi Biofarmaka FMIPA IPB dari bulan April 2009 sampai Juli 2009.

Percobaan ini menggunakan peralatan antara lain: *Hydraulic press*, *rotary evaporator*, Kromatografi Gas, spektrofotometer Infra Merah Transformasi Fourier, piknometer, reaktor *batch/soxklet*, prisma refraktometer Abbe, kolom kromatografi.

Bahan yang digunakan antara lain: n-Hexana, HCl, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, KOH, MgSO<sub>4</sub>, NaCl, NaHCO<sub>3</sub>, kloroform, KI, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, pati, fenolftalein, aquades dan methanol.

#### Ekstraksi minyak

Minyak jarak diekstraksi menggunakan metode pengepresan manual. Pengepresan dilakukan di Puslit Kehutanan, Gunung Batu. Metoda pengepresan manual diawali dengan pengeringan biji jarak dalam oven pada suhu 70°C selama 12 jam kemudian dihancurkan dan dipisahkan dari tempurungnya, selanjutnya dikeringkan kembali pada suhu 70 °C selama 12 jam dalam oven kemudian ditimbang dan dimasukkan kedalam mesin pengepres. Minyak jarak yang dihasilkan selanjutnya dianalisis sifat fisika dan kimianya yaitu bilangan iodin, bilangan penyabunan, bilangan asam, indeks refraktif, berat jenis, dan bilangan hidroksi, dan viskositas) selanjutnya digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel (metil ester).

#### Pembuatan Biodiesel

##### Esterifikasi

Methanol 10% (v/v) dan HCl 1% (v/v) ditambahkan kedalam minyak jarak dalam labu soxlet dibawah pengadukan selama 2 jam dan pemanasan pada suhu 60°C. Selanjutnya dianalisis bilangan asamnya menurut metoda AOAC.

### **Transesterifikasi**

Metil ester disintesis dalam labu soxlet. Potasium hidroksida (1%) dilarutkan kedalam metanol (15%) dibawah pengadukan, ditambahkan kedalam minyak jarak hasil esterifikasi dalam labu soxlet pada kondisi pengadukan 5000 rpm, suhu 60°C, selama 2 jam. Reaksi lengkap sampai terbentuk 2 fase, kemudian dipisahkan. Kelebihan metanol dihilangkan oleh *rotary evaporator*. Metil ester dicuci dengan asam fosfat (5%) dan 3 kali dengan garam. Reaksi di ulangi 2 kali sampai mendapatkan kemurnian lebih dari 99%. Selanjutnya dianalisis sifat fisika dan kimianya (bilangan iodin, bilangan penyabunan, bilangan asam, index refraktif, spesifik graviti, bilangan hidroksi, dan viskositas) dengan metode AOAC. Karakterisasi dan analisis komposisi menggunakan Infra Merah Transformasi Fourier dan Kromatografi Gas.

### **Uji Fisikokimia biodiesel**

#### **Bilangan Iod**

Sampel minyak ditimbang 0,5 g di dalam erlenmeyer bertutup, kemudian dipanaskan. Ditambahkan 15 ml kloroform untuk melarutkan sampel minyak. Ditambahkan 25 ml pereaksi Wijs, ditempatkan di ruang gelap selama 30 menit sambil sekali-sekali dikocok. Ditambahkan 20 ml larutan KI 15%, dikocok merata. Erlenmeyer dan tutupnya dicuci dengan 100 ml aquades yang baru dan dingin, dan cucian dimasukkan ke dalam larutan. Dititrasi dengan Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 0,1 N dengan pengocokan yang konstan. Pati 1% sebagai indicator, blanko dibuat seperti pada penetapan sampel, dimana minyak diganti dengan kloroform. Bilangan iod dihitung:

$$\text{Bilangan iod} = \frac{(\text{titer blanko} - \text{titer sample}) \times N \text{ Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \times 12.69}{\text{Berat sample (gram)}}$$

#### **Bilangan Asam**

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah milligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak. Cara penentuan bilangan asam adalah sebagai berikut : 20 g minyak ditimbang dalam erlenmeyer 250 ml ditambahkan 50 ml alkohol 95% netral, dipanaskan hingga mendidih ( $\pm$  10 menit) dalam penangas air sambil diaduk. Larutan ini kemudian dititrasi dengan KOH 0,1 N, menggunakan indikator fenoltalein sampai terbentuk warna merah jambu yang persisten selama 10 detik. Bilangan asam dihitung dengan perhitungan berikut :

$$\text{Bilangan asam} = \frac{\text{ml KOH} \times N \text{ KOH} \times 56.1}{\text{Berat sampel}}$$

## Berat Jenis

Penentuan berat jenis adalah sebagai berikut : Piknometer dibersihkan dan ditimbang, kemudian diisi dengan akuades bersuhu 20-30°C. Pengisian dilakukan sampai air dalam botol meluap dan tidak ada gelembung udara di dalamnya. Setelah ditutup, botol direndam dalam bak air yang bersuhu 25°C dengan toleransi 0,2°C selama 30 menit. Botol diangkat dari bak dan dikeringkan dengan kertas pengisap, lalu ditimbang berat botol dengan isinya. Berat jenis minyak dihitung sebagai berikut :

$$BJ \text{ pada suhu } 25/25^{\circ} \text{ C} = \frac{\text{Berat botol dan minyak} - \text{berat botol}}{\text{Berat air pada suhu } 25^{\circ} \text{ C}}$$

## Indeks refraksi

Indeks bias didefinisikan sebagai perbandingan dari kecepatan cahaya di udara dengan kecepatan cahaya dalam medium tertentu. Pengujian indeks bias dapat digunakan untuk menentukan kemurnian minyak dan dapat menentukan dengan cepat terjadinya hidrogenasi katalitis. Cara penentuannya adalah sebagai berikut : beberapa tetes minyak diteteskan pada prisma refraktometer Abbe, yang sudah distabilkan pada suhu tertentu, kemudian diibiarkan selama 1-2 menit untuk mencapai suhu refraktometer, lalu dilakukan pembacaan indeks bias. Indeks bias dikoreksi untuk suhu standar dengan menggunakan rumus berikut :

$$R = R' - K (T' - T)$$

R = Indeks bias pada suhu standar

T = suhu standar

K = 0.000385

R' = Indeks bias pada suhu pembacaan

T' = suhu pembacaan

## Penentuan bilangan hidroksi

Sebanyak 4 mL reagen asetilasi ditambahkan ke dalam 0,5 gram sampel, dipanaskan sampai suhu 98°C selama 2 jam, kemudian didinginkan pada temperatur kamar. Sebanyak 6 mL aquadest ditambahkan ke dalam larutan, kemudian tutup dan dinding botol dibilas, dan didiamkan selama 24 jam. Indikator pp 1% sebanyak 3-4 tetes ditambahkan ke dalam larutan dan larutan dititrasi dengan menggunakan larutan KOH 0,1 N. Bilangan hidroksi (-OH) ditentukan dengan persamaan:

$$\text{BilanganOH} = \frac{(b - a).N.56,1}{m}$$

b = mL KOH yang digunakan

N = konsentrasi KOH

a = mL KOH untuk menitrasi sampel

m = berat sampel



## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rendemen Minyak Jarak Pagar dari Biji Jarak Kering

Dari proses pengepresan sebanyak 3,8 Kg serbuk biji jarak kering diperoleh minyak jarak sejumlah 1,9 L (50%). Hasil ini mendekati hasil perolehan Achten *et al.* (2008) yaitu diperoleh 62,5% minyak jarak pagar.

### Karakterisasi minyak jarak pagar

Hasil karakteristik fisikokimia minyak jarak pagar dan biodiesel dari hasil penelitian dapat dilihat di Tabel 7. Minyak jarak pagar memiliki berat jenis sebesar 0,91 g/L dan viskositas kinematik sebesar 42,7 cSt (31°C). Hasil berat jenis ini lebih rendah dari pada berat jenis minyak jarak pagar yang dihasilkan oleh Jefferson *et.al*, 2007 dan viskositasnya lebih tinggi dibanding hasil Jefferson *et al.* (2007) yakni 24,529 cSt (40°C).

Tabel 7 Hasil analisis fisikokimia terhadap minyak jarak dan biodiesel

Parameter	Minyak jarak	Biodiesel	
		Esterifikasi	Transesterifikasi
Berat Jenis (Kg/m <sup>3</sup> )	0,91	-	0,89
Indeks Refraksi	1,467	-	14,497
Viskositas (mPas)	42,7	10,6	9,7
Bilangan asam (mg KOH/g)	5,493	1,686	0,549
Bilangan hidroksi (mg KOH/g)	85,629	-	64,571
Bilangan iod (g I <sub>2</sub> /100 g)	79,34	-	65,76

Perbedaan viskositas terjadi dikarenakan pengukurannya pada suhu yang berbeda, dengan menaikkan suhu pengukuran sampai 40°C kemungkinan viskositasnya akan mendekati hasil Jefferson *et al.* 2007.

Indeks refraksi, bilangan asam minyak dan berat jenis jarak pagar berturut-turut adalah 1,4673; 5,4928 mgKOH/g dan 0,91 g/L. Hasil berat jenis dan bilangan asam ini lebih rendah dari hasil Jefferson *et al.* (2009) yaitu 8,45 mg KOH/g dan 0,9215 g/L. Hasil ini diatas persyaratan agar minyak dapat ditransesterifikasi menjadi metil ester. Minyak jarak harus mempunyai bilangan asam sekitar 1 mg KOH/g. Bila ini langsung ditransesterifikasi maka akan menghasilkan sabun dan bukan metil ester. Jumlah bilangan asam yang tinggi ini akan dikurangi dengan dilakukan proses reaksi esterifikasi terlebih dahulu.

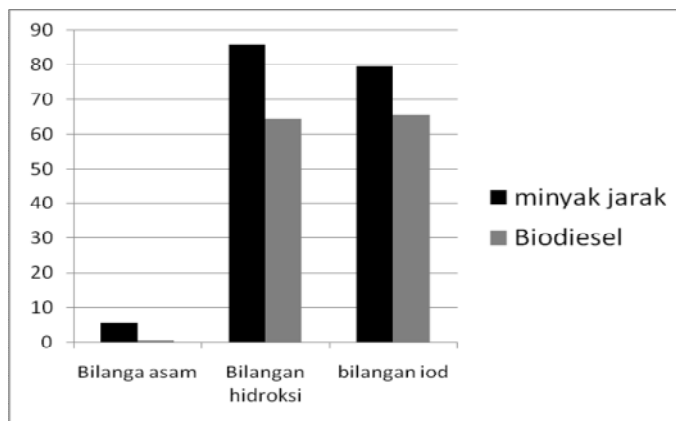
### Esterifikasi

Esterifikasi bertujuan untuk menurunkan asam lemak bebas dalam minyak jarak pagar. Bilangan asam minyak jarak awalnya adalah 5,4928 mgKOH/g setelah diesterifikasi menjadi 1,686 mgKOH/g (Tabel 7). Hasil ini menurun akan tetapi masih belum cukup memenuhi persyaratan minyak untuk ditranesterifikasi yaitu sekitar 1 mg KOH/g. Esterifikasi sangat dipengaruhi oleh interaksi perlakuan komposisi katalis asam,

waktu dan penambahan metanol sehingga berpengaruh nyata terhadap bilangan asam, terbukti dalam percobaan diperoleh dua lapisan yaitu lapisan ester (bawah) dan lapisan asam lemak bebas yang tidak teresterkan (atas) dalam jumlah kecil. Menurut Freedman *et al.*(1984) kandungan asam lemak bebas yang lebih besar dari 0,5 mgKOH/g dapat menurunkan rendemen transesterifikasi.

### Transesterifikasi

Transesterifikasi dilakukan untuk mengkonversi trigliserida dan *fatty acid methyl ester (FAME)* dalam minyak jarak pagar menjadi metil ester. Hasil analisis viskositas, berat jenis, indek refraksi, bilangan asam, bilangan iod dan penyabunan berturut-turut adalah 8,48 cSt; 0,89 g/L; 1,4497; 0,5495 mgKOH/g, 65,76 mgI<sub>2</sub>/g; 64,571 mg KOH/g.



Gambar 2 Perbandingan Bilangan asam, Bilangan Hidroksi, dan Bilangan Iod antara minyak jarak dan biodiesel

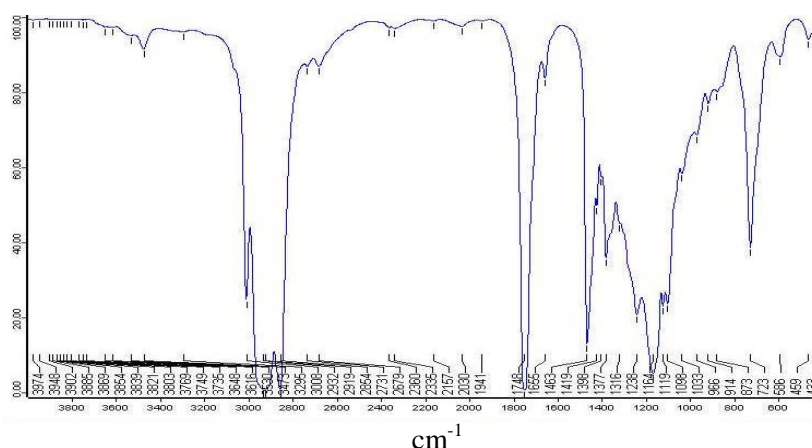
Secara umum telah terjadi proses esterifikasi dan transesterifikasi dari minyak jarak, hal ini terlihat dengan lebih rendahnya baik viskositas maupun berat jenis dari biodiesel daripada minyak jarak. Pembentukan biodiesel dari minyak jarak ditunjukkan pula dengan bilangan asam, bilangan hidrosida dan bilangan iod yang berbeda antara minyak jarak dan biodiesel minyak jarak (Gambar 2). Pada umumnya bilangan asam, bilangan hidroksi dan bilangan iod biodiesel lebih rendah bila dibandingkan dengan minyak jarak. Rendahnya bilangan asam pada biodiesel menunjukkan telah terjadi proses metilasi pada asam lemak bebas yang berada pada minyak jarak. Proses ini menghasilkan metilester yang merupakan komponen dari biodiesel. Demikian pula dengan bilangan hidroksi yang menunjukkan banyaknya mg KOH yang dapat menyabunkan asam karboksilat.

Secara umum sifat fisika biodiesel ini yakni kekentalan, berat jenis, bilangan iod, bilangan asam, dan bilangan hidrosida menunjukkan telah terjadi proses pembentukan

biodiesel dari minyak jarak. Sifat fisika dari biodiesel tersebut masuk kedalam Standar mutu Biodiesel Indonesia (RSNI EB 020551). Berat jenis biodiesel adalah 0,890 g/L, sedangkan batas nilai pada RSNI EB 020551 adalah 0,850-0,890 g/L. Bilangan asam dan Iod adalah 0,549 mg KOH/g dan 65,79 gI<sub>2</sub>/100g juga masuk kedalam Standar Mutu Biodiesel Indonesia yaitu maksimal 0,8 mg KOH/g, dan maksimal 115 gI<sub>2</sub>/100g. Parameter yang tidak masuk adalah kekentalan, dimana kekentalan biodiesel yang didapat adalah 9,7 cSt, sedangkan nilai viskositas pada RSNI EB 020551 adalah 2,3 – 6,0 cSt.

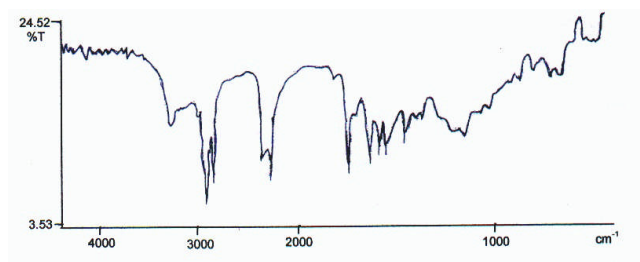
### Analisis Spektrofotometri FTIR

Analisis FTIR (Fourier Transform Infrared) dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi senyawa biodiesel yang terbentuk (Gambar 3). Spektrum diatas terlihat bahwa tidak ada serapan yang melebar dari gugus OH pada panjang gelombang antara 3330-3500 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan sudah tidak adanya gugus karboksilat pada Biodiesel yang terbentuk. Tidak seperti spektrum infra merah yang telah dilakukan oleh Marlina, *et. al.* (2004) terhadap minyak jarak pagar, pada serapan tersebut terlihat adanya intensitas serapan yang melebar yang menunjukkan adanya gugus OH (Gambar 4). Hal ini menjelaskan adanya proses esterifikasi membuat semua gugus OH yang ada di minyak jarak pagar sudah termetilasi oleh metanol menjadi metil ester (biodiesel).



Gambar 3 Spektrum Infra merah dari Biodiesel minyak jarak pagar

Adanya beberapa puncak di daerah 1300-1000 cm<sup>-1</sup> pada spectrum biodiesel menunjukkan adanya ester dengan ikatan terkonjugasi dan tidak terkonjugasi. Keberadaan ester ini dicirikan adanya gugus keton yang ditunjukkan adanya intensitas yang tinggi pada panjang gelombang 1728 cm<sup>-1</sup>. Adanya senyawa asam lemak metil ester yang mempunyai ikatan rangkap dapat ditunjukkan dengan adanya spektrum sedang di 3007 cm<sup>-1</sup>, lemah di 1654 cm<sup>-1</sup> dan sedang di 1463 cm<sup>-1</sup>.



Gambar 4 Spektrum Infra Merah dari minyak jarak pagar (Marlina *et. al.*, 2004)

### Komposisi biodiesel/metil ester

Salah satu senyawa kimia hasil proses transesterifikasi adalah Asam Lemak Metil Ester (ALME=FAME). Senyawaan ini terdiri dari senyawaan dengan rantai rangkap dan tidak rangkap. Hasil senyawaan dari biodiesel yang didapat ini dapat dilihat pada Tabel 8 berikut:

Tabel 8. Komposisi Asam Lemak Metil Ester dari Biodiesel jarak pagar

No	FAME	%-b/b
1.	Asam Miristat (C14:0)	0,04
2.	Asam Palmitat (C16:0)	11,14
3.	Asam Palmitoleat (C16:1)	0,54
4.	Asam Heptadekanoat (C17:0)	0,08
5.	Asam cis-10, Heptadekanoat (C17:1)	0,04
6.	Asam Stearat (C18:0)	5,11
7.	Asam Oleat (C18: 9)	39,33
8.	Asam Linoleat (C18: 3n3)	27,00
9.	Asam Arakidat (C20:0)	0,02
10.	Asam Heneikosaoat (C21:0)	0,08
11.	Asam Behenat (C22:0)	0,02
12.	Asam Lignoserat (C24:0)	0,03
Total Asam Lemak Metil Ester		<b>83,64</b>

Hasil dari analisis menggunakan Kromatografi Gas ini menunjukkan ALME terkuantifikasi sebanyak 12 senyawaan. Total konsentrasi asam Lemak Metil Ester adalah 83,64 %. Senyawaan ini didominasi oleh asam oleat (39,33%), linoleat (27%), asam palmitat (11,14%) dan asam stearat (5,11%). Asam oleat dan linoleat adalah asam yang mengandung rantai karbon ikatan rangkap, hal ini didukung adanya bilangan iod dan spektrum infra merah yang mencirikan adanya ikatan rangkap ini.

### KESIMPULAN

Biodiesel hasil proses esterifikasi dan transesterifikasi dari minyak jarak pagar memiliki rendemen sebesar 50% dari biji jarak pagar kering. Karakteristik fisikokimia biodiesel dari jarak pagar antara lain berat jenis (0,89 g/L), bilangan asam (0,549 mg KOH/g), bilangan iod (65,79 g I<sub>2</sub>/100g), bilangan hidroksi masuk kedalam Standar Mutu Biodiesel Indonesia, kecuali viskositas (9,7 cSt). Karakteristik spektrum infra merah

Tranformasi Fourier menunjukkan bahwa tidak adanya intensitas gugus OH menunjukkan telah ada proses metilasi dari asam lemak minyak jarak pagar. Komposisi dari asam lemak metil ester dari biodiesel adalah didominasi oleh asam yang mempunyai rantai ganda yaitu asam oleat dan linoleat. Senyawa ini didominasi oleh asam oleat (39,33%), linoleat (27%), asam palmitat (11,14%) dan asam stearat (5,11%).

## DAFTAR PUSTAKA

- Achten, W.M.J, L. Verchot, Y.J. Franken, E. Manhijs, V.P singh, R. Aert, & B. Muys. 2008. *Jatropha* bio-diesel production and use. *J. Biomass and Energy*, Science Direct.
- Da Silva, N.D.L., Maria Regina Wolf Maciel, Cesar Benedito Batistella, And Rubens Maciel Filho. 2006. *Optimization of Biodiesel Production From Castor Oil*. Laboratory of Separation Process Development (LDPS). School of Chemical Engineering. State University of Campinas. S~o Paulo, Brazil.
- Gao, Yin-yu., Wen-wei Chen, Hanwu Lei, Yuhuan Liu, Xiangyang Lin, Roger Ruan. 2007. Optimization of transesterification conditions for the production of fatty acid methyl ester (FAME) from Chinese tallow kernel oil with surfactant-coated lipase. *J. Biomass and Energy*. Science Direct.
- Hambali, Erliza. 2007. *Jarak Pagar, Penghasil Biodiesel*. Cetakan 4. Penebar Swadaya. Jakarta
- Jefferson S. de Oliveiraa, Polyana M. L., Lincoln B. de Souza, Vinicius M. Mello, Eid C. Silva, Joel C. Rubim, simony M.P. Meneghetti, & Paulo A.Z. Suarez.. 2009. Characteristics and composition of *Jatropha gossypifolia* and *Jatropha curcas* L. oils and application for biodiesel production. *J. Biomass and Energy*. Science Direct.
- Kansedo, J., Keat Teong Lee, Subhash Bhatia. 2007. Biodiesel production from palm oil via heterogeneous, transesterification. *J. Biomass and Energy*. Science Direct.
- Marlina, N.M. Surdia, C.L.Radiman, S. Achmad 2004. Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Sulfat pada Proses Hidroksilasi Minyak Jarak (Castor Oil). *Jurnal matematika dan sains*. Vol. 9 No. 2: 249-253 V.
- Nallathambi Gunaseelan. 2008. Biomass estimates, characteristics, biochemical methane potential, kinetics and energy flow from *Jatropha curcas* on dry lands. *J. Biomass and Energy*. Science Direct.
- Sharma, D.K., A.K.Pandey, Lata.. 2006. Use of *Jatrophacurcas* hull biomass for bioactive compost production. *J. Biomass and Energy*. Science Direct.
- Sugita, Purwatiningsih, Sudrajat, Indra Jaya. 2005. Optimalisasi sintesis Metil Ester Minyak Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L) sebagai Biodiesel Ramah Lingkungan. Departemn Kimia, FMIPA, IPB. Puslitbang Kehutanan. Bogor.
- Qazuini, M., dan Satrijo Saloko. 2008. *Pembuatan biodiesel dari minyak jarak pagar (Jatropha Curcas L.)*. Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mataram.