

# Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Kalsium Asetat yang Dikalsinasi

Pepi Helza Yanti, Amir awaluddin, Putri Sartika

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam, Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293  
peppyhelza@yahoo.com  
08117512415

## Abstract

The issue of environmental awareness and the possible depletion of fossil fuels have attracted interest to a renewable biofuel, based on oil. Biodiesel defined as the mono alkyl esters of fatty acids from vegetable oil and animal fats, neat and blended with conventional diesel fuel has significant potential as alternative diesel fuel. Biodiesel is usually produced by the transesterification of vegetable oil or animal fats with methanol. This space reactions is commonly carried out in the presence of basic catalyst, including of hydroxide of sodium or potassium as homogenous catalyst. The catalyst dissolve in polar reactions and facilitate the transesterifications thereby acting as homogenous catalyst. Removal of these catalyst are technically difficult, thus increasing operations cost. Therefore the development of heterogenous catalyst that can eliminate the additional running cost associated with the homogenous catalyst is highly desired. This research focuses on production of biodiesel from coconut oil using catalyst calcium asetat calcinated to be calcium oxides. To optimize the productions yields, the catalyst are first characterized by X-ray Diffraction. It is likely that catalyst is heated to removed gases on the surface or calcined at high temperature to attain a certain catalyst. The variables in this research are temperature of calcination, temperature of reaction, time of reaction, concentration of catalyst, ratio of mol methanol and oil. The yield of biodiesel is 77,186% having optimum temperature of calcination 900 °C, temperature of reaction 70 °C, time of reaction 120 minute, ratio of mol methanol and coconut oil 6:1 catalyst CaO 1%. Analysis quality of biodiesel using a range of methods such viscosity of biodiesel 2,72 cSt, acid value 0,282 mg KOH/gr, density 864,7 kg/m<sup>3</sup>, water content 0,049%, flash point 125 °C. The result showed that quality of biodiesel is matched SNI biodiesel. Base on our research it is proved that calcium oxides can be used as catalyst to produce biodiesel.

*Key words: biodiesel, calcination, calcium acetat, calcium oxides.*

## 1. Pendahuluan

Katalis merupakan suatu zat yang dapat mempercepat laju reaksi kimia, oleh karena itu, katalis memungkinkan reaksi berlangsung lebih cepat atau reaksi berlangsung pada suhu lebih rendah. Katalis yang sering digunakan dalam produksi biodiesel adalah katalis basa dalam fasa homogen seperti KOH dan NaOH. Meskipun katalis jenis ini memiliki keunggulan karena memiliki laju reaksi yang relatif cepat, namun ada beberapa kelemahan yang dimilikinya. Penggunaan katalis ini memerlukan proses pemisahan katalis dari produknya yang relatif lebih sulit

sehingga akan meningkatkan biaya produksi. Katalis jenis ini juga sensitif terhadap kandungan asam lemak dan air, bereaksi dengan asam lemak, dan dengan mudah membentuk sabun (Di Serio dkk, 2005). Sisa katalis basa juga dapat mengganggu pengolahan lanjut biodiesel yang dihasilkan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Azwar (2007) tentang pembuatan biodiesel dari minyak kelapa menggunakan katalis homogen NaOH diperoleh hasil biodiesel yang maksimal yaitu 98,656% pada konsentrasi metanol 28%, NaOH 1%, temperatur 60 °C dan waktu reaksi 60 menit. Kelemahan penggunaan katalis homogen NaOH yaitu mengalami kesulitan pada saat

memisahkan produk biodiesel dengan katalisnya, sehingga pada saat pencucian biodiesel terdapat banyak emulsi yang mengandung sisa katalis. Untuk mengatasi kelemahan katalis homogen, maka digunakan katalis heterogen dalam produksi biodiesel. Katalis heterogen memiliki keunggulan karena proses pemisahan katalis lebih mudah untuk dilakukan (Huaping dkk, 2006). Salah satu katalis basa heterogen yang dapat digunakan adalah CaO yang berasal dari kalsium asetat. Penggunaan katalis basa heterogen kalsium oksida (CaO) ini memiliki beberapa keunggulan diantaranya (1) pemisahan CaO dari dari biodiesel relatif mudah, (2) katalis basa heterogen tidak bereaksi dengan asam lemak bebas membentuk sabun karena basanya tidak memiliki fasa yang sama dengan fasa asam lemak bebasnya, (3) kalsium oksida sebagai katalis basa heterogen tidak higroskopis.

Kalsium oksida komersil yang murni sulit ditemukan. Penyebabnya adalah reaktifitas kalsium oksida terhadap uap air dan karbondioksida, sehingga terbentuk kalsium karbonat yang kurang reaktif sebagai katalis pada pembuatan biodiesel. Salah satu upaya untuk memperoleh kalsium oksida yang relatif murni dapat diperoleh dari kalsinasi kalsium asetat.

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian pembuatan biodiesel berkatalis CaO, dengan beberapa variabel yang meliputi suhu kalsinasi katalis, suhu reaksi, waktu reaksi, konsentrasi katalis dan variasi mol methanol terhadap minyak.

## 2. Metode

### 2.1. Alat yang digunakan

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah hot plate, neraca analitik, biuret dan statip, cawan porselen, oven, desikator, furnace, labu leher tiga, kondensor, viskometer Ostwald, piknometer, pengaduk mekanik, termometer, pipet volume, corong pemisah, stop watch, sumbat gabus, kertas saring, alat penentuan titik nyala (Cleveland Flash Point Tester, BBS product type BAP-243), X-Ray Diffractometer Merk Panalytical X'Pert HighScore Report, furnace Merk Vulcan A-130 dan peralatan gelas yang biasa digunakan di laboratorium.

### 2.2. Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak kelapa, metanol, kalsium asetat, Indikator phenolphthalein, asam klorida, kalium iodida, natrium tiosulfat, Isopropil alkohol, akuades, kalium hidroksida 0,1 N, kalium hidroksida 0,5 N.

### 2.3. Prosedur Kerja

#### *Prosedur persiapan katalis*

Sebanyak 1 gr kalsium asetat ditimbang, setelah itu dimasukkan kedalam furnace (dikalsinasi) pada suhu 900 °C selama 1,5 jam. Katalis yang telah disintesis disimpan dalam desikator.

#### *Penentuan asam lemak bebas minyak kelapa*

Sebanyak 20 gram minyak kelapa ditimbang dan dimasukkan kedalam Erlenmeyer 250 ml. selanjutnya ditambahkan 50 ml Iso Propil Alkohol netral yang panas (suhu 50 °C - 60 °C), kocok dan tambahkan 2-3 tetes indikator phenolphthalein dan kemudian diaduk sampai homogen. Larutan ini kemudian dititrasi dengan larutan KOH 0,1 N (standar sekunder) sampai timbul warna merah muda S(pink). Standar sekunder (KOH) dititrasi dengan standar primer Potasium Hidro Phtalat (PHP).

$$\text{Normalitas KOH} = \frac{\text{berat PHP (gram)} \times 1000}{V \text{ KOH} \times 204,2}$$

$$\text{Asam Lemak bebas (\%)} = \frac{(ml \times N) \text{ KOH} \times 256 \times 100\%}{\text{gram sampel} \times 1000}$$

Catatan : BM PHP = 204,2

#### *Penentuan kandungan air minyak kelapa*

Keringkan cawan porselen dalam oven dengan suhu 105 °C selama 60 menit hingga didapat berat konstan. Dinginkan dalam desikator, lalu timbang. Timbang dengan teliti sampel sebanyak 10 gram sampai 3 desimal. Panaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam. Keluarkan dan dinginkan dalam desikator pada suhu kamar, dan kemudian ditimbang.

$$\text{Kandungan Air (\%)} = \frac{(a - b) \times 100 \%}{\text{Gram sampel}}$$

Keterangan :

a = Berat cawan dan sampel sebelum pemanasan (g)

b = Berat cawan dan sampel setelah pemanasan (g)

#### *Penentuan bilangan penyabunan minyak kelapa*

Timbang minyak kelapa yang telah dibuat sebanyak 4 gram dalam erlenmeyer 300 ml yang sudah diketahui beratnya. Tambahkan 50 ml alkohol netral dan 50 ml larutan kalsium hidroksida 0,5 N kemudian dididihkan selama 1 jam dibawah kondensor refluk sambil dikocok berulang kali. Pada waktu larutan masih panas tambahkan indikator phenolphthalein 0,5 ml dan titrasi kelebihan kalium hidroksida dengan menggunakan larutan standar asam klorida 0,5 N. Titrasi berakhir pada saat hilangnya warna merah muda. Buat penetapan blanko yang terdiri dari 50 ml alkohol netral dan 50 ml larutan kalium hidroksida 0,5 N yang sama dalam waktu dan kondisi yang sama. Perhitungan bilangan penyabunan dengan rumus:

$$\text{Bilangan penyabunan} = \frac{(V_2 - V_1) \times N \times 56,1}{W}$$

Keterangan :

V<sub>1</sub> = volume asam klorida 0,5 N untuk contoh uji (ml)

V<sub>2</sub> = volume asam klorida 0,5 N untuk blanko (ml)

N = normalitas asam klorida yang digunakan

W = berat contoh uji (gr)

56,1 = berat molekul KOH

#### *Pembuatan Biodiesel*

Sebanyak 100 gram sampel minyak kelapa dimasukan kedalam labu yang lengkap dengan kondensor lalu dipanaskan suhu 60 °C. Mol metanol terhadap minyak 1:9, kemudian dicampurkan dengan 1 gram CaO lalu diaduk dengan stirer. Kemudian dicampurkan minyak kelapa dengan campuran CaO dan metanol kedalam labu dilengkapi kondensor dan kemudian diaduk sambil dipanaskan pada suhu 60 - 70 °C selama dua jam. Campuran tersebut dimasukan kedalam corong pisah. Kemudian campuran dipisahkan dengan didiamkan selama semalam melalui penenangan gravitasi sehingga akan terbentuk dua lapisan. Pada hari berikutnya gliserol dikeluarkan dari corong pemisah. Biodiesel mentah dikumpulkan dan dicuci dengan air. Dilakukan pengulangan perlakuan untuk variasi suhu reaksi (60 °C; 70 °C; 80 °C), waktu reaksi (1,5; 2; 2,5 jam), variasi mol metanol terhadap minyak (3:1, 6:1, 9:1), konsentrasi katalis CaO (0,5 ;1,0 dan 1,5 %), variasi suhu kalsinasi (700 °C; 800 °C; 900 °C dan 1000 °C).

#### *Pencucian Biodiesel*

Biodiesel mentah yang dihasilkan dicuci dengan air sebanyak jumlah volume biodiesel. Campuran biodiesel dan air diaduk selama 5 menit, sehingga biodiesel dan air akan membentuk campuran susu berwarna putih. Setelah itu didiamkan sehingga air akan berkumpul dibagian bawah dan berubah menjadi putih sedangkan produk biodiesel akan berwarna terang. Kemudian dipisahkan produk biodiesel dari air.

#### 2.4. Karakteristik Biodiesel

##### *Penentuan Berat Jenis (Ketaren, 1986)*

Piknometer dibersihkan dan dikeringkan. Timbang berat piknometer kosong hingga mencapai berat konstan. Biodiesel dimasukan dalam piknometer hingga tidak terdapat rongga udara. Timbang berat piknometer berisi biodiesel tersebut.

##### *Berat jenis*

$$\frac{(\text{berat piknometer} + \text{sampel})(\text{gr}) - (\text{berat piknometer kosong})(\text{gr})}{\text{volume piknometer (ml)}}$$

##### *Penentuan Titik Nyala*

Tuangkan biodiesel kedalam kap yang sudah kering dan bersih sampai tanda batas. Pasang kap pada tempatnya beserta thermometer. Pemanas dihidupkan, amati kenaikan suhu pada thermometer. Pengujian dilakukan setelah suhu diatas 100 °C dengan mendekati api pencoba keatas permukaan sampel selama 2-3 detik. Pengujian dilakukan berulang-ulang sampai ada semburan atau nyala api dari

biodiesel. Temperatur pada saat api pencoba dapat menyalakan uap sampel dinyatakan sebagai titik nyala.

##### *Penentuan Bilangan Asam*

Ditimbang 20 gram biodiesel dan dimasukan ke dalam erlenmeyer 250 ml. Ditambahkan 25 ml isopropil alkohol panas kedalam erlenmeyer tersebut. Selanjutnya dipanaskan selama 10 menit dalam penangas air sambil diaduk. Dalam keadaan teraduk kuat, tambahkan 3 tetes indikator phenolphthalein dan titrasi larutan tersebut dengan KOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah jambu (pink). Catat volume titran yang dibutuhkan (V ml).

$$\text{Bilangan asam} = \frac{56,1 \times V \times N \text{ mg KOH/g biodiesel}}{\text{Gram}}$$

##### *Penentuan Viskositas (Atkins, 1997)*

Siapkan rangkaian alat viskometer dengan lengkap. Bersihkan alat viskometer dengan menggunakan aseton. Biodiesel murni lalu diisap dengan pompa isap sampai batas garis yang tertera pada tabung. Biarkan biodiesel murni mengalir sampai batas garis lainnya yang tertera pada tabung. Catat waktu alir yang diperlukan untuk mencapai batas garis lainnya. Viskositas ditentukan dengan membandingkan hasil pengukuran waktu alir ( $t_1$ ), rapat massa cairan ( $\rho_1$ , pembanding) yang telah diketahui viskositasnya terhadap waktu alir ( $t_2$ ) dan rapat massa cairan 2 ( $\rho_2$ ) yang akan ditentukan viskositasnya.

$$\frac{\eta_1}{\eta_2} = \frac{t_1 \rho_1}{t_2 \rho_2}$$

##### *Penetapan kandungan air (Ketaren, 1986)*

Penentuan kandungan air biodiesel dilakukan dengan cara mengeringkan cawan porselen dalam oven dengan suhu 105 °C minimal 15 menit kemudian distabilkan didalam desikator, lalu ditimbang. Sebanyak 5 gr sampel biodiesel murni ditambahkan kedalam cawan porselen lalu ditempatkan didalam oven selama 30 menit pada suhu 105 °C. Didinginkan dalam desikator pada suhu kamar, kemudian ditimbang. Diulangi perlakuan hingga bobot yang hilang selama pemanasan 15 menit tidak lebih dari 0,04%.

$$\text{Kandungan air} = \frac{a - b \times 100\%}{\text{berat sampel}}$$

Dimana

- a. berat cawan porselen sampel sebelum pemanasan (gr)
- b. berat cawan porselen dan sampel sesudah pemanasan (gr).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Asam lemak bebas minyak kelapa

Analisa awal yang dilakukan pada sampel minyak kelapa yang digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan

biodiesel adalah menentukan kandungan asam lemak bebas.

**Tabel 1.** Asam lemak bebas

No	Sampel	Asam Lemak Bebas (%)
1.	Minyak kelapa	0,172

Tabel 1 menunjukkan hasil penentuan kandungan asam lemak bebas minyak kelapa yang digunakan sebagai sampel pada produksi biodiesel. Asam lemak bebas minyak kelapa diperoleh sebesar 0,172%. Ini menunjukkan bahwa minyak kelapa baik digunakan untuk bahan baku biodiesel. Minyak yang bagus mempunyai kandungan asam lemak bebas kecil dari 1%. Semakin tinggi kandungan asam lemak bebas maka minyak tersebut tidak bagus digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan biodiesel. Minyak yang memiliki nilai asam lemak bebas kecil dari 1% dapat langsung dilakukan reaksi transesterifikasi tanpa melalui reaksi esterifikasi terlebih dahulu (Prihandana dkk, 2006).

### 3.2. Kandungan air

Hasil penentuan kandungan air minyak kelapa adalah 0,449% sehingga dapat langsung dilakukan proses transesterifikasi. Sedangkan kandungan air dari biodiesel adalah 0,049%.

**Tabel 2.** Kandungan air

No	Sampel	Kandungan air (%)
1.	Minyak kelapa	0,449
2.	Biodiesel	0,049

Dari data yang diperoleh (table 2), Ini menunjukkan hasil yang cukup tinggi tetapi tidak melebihi batasan yang telah ditetapkan SNI yaitu maksimum 0,05%. Bila kadar airnya diatas ketentuan akan menyebabkan reaksi yang terjadi pada konversi minyak nabati tidak sempurna (terjadi reaksi penyabunan) (Prihandana dkk, 2006).

### 3.3. Bilangan penyabunan minyak kelapa

Dari hasil pengukuran bilangan penyabunan minyak kelapa didapatkan bahwa bilangan penyabunan minyak kelapa yang digunakan pada penelitian ini adalah 22,201 gr KOH/100 gr minyak. Penentuan bilangan penyabunan bertujuan untuk menentukan jumlah metanol yang akan direaksikan dengan minyak kelapa pada proses transesterifikasi.

### 3.4. Bilangan asam biodiesel

Hasil penentuan bilangan asam terhadap biodiesel yang diperoleh adalah 0,282 mg KOH/gr.

### 3.5. Titik nyala

Hasil penentuan titik nyala terhadap biodiesel yang diperoleh adalah 125 °C. Titik nyala adalah temperatur terendah yang menyebabkan bahan bakar dapat menyala. Penentuan titik nyala berkaitan dengan penyimpanan dan penanganan bahan bakar. Pengujian titik nyala menggunakan alat *tag closed tester*. Hasil ini tidak melebihi batasan yang telah ditetapkan SNI yaitu minimum 100°C.

### 3.6. Viskositas

Viskositas adalah tahanan yang dimiliki fluida yang dialirkan dalam pipa kapiler terhadap gaya gravitasi. Viskositas sangat penting karena mempengaruhi kinerja injector pada mesin diesel. Dari pengukuran viskositas biodiesel didapatkan nilai viskositas sebesar 2,72 mm<sup>2</sup>/s ( seperti pada tabel 3). Hasil ini tidak melebihi ketentuan yang telah ditetapkan SNI. Jika nilai viskositas besar maka dapat menyebabkan peningkatan deposit dan emisi mesin. Sebaliknya bahan bakar yang memiliki viskositas rendah akan menyebabkan terbentuknya jelaga (Prihandana dkk, 2006).

**Tabel 3.** Hasil penentuan viskositas

No	Sampel	Viskositas (mm <sup>2</sup> /s)
1.	Air	0,653
2.	Biodiesel	2,72

### 3.7. Massa jenis

Massa jenis menunjukkan perbandingan berat persatuan volume. Karakteristik ini berkaitan dengan nilai kalor dan daya saing yang dihasilkan oleh mesin diesel per satuan volume bahan bakar. Penentuan berat jenis biodiesel dilakukan dengan menggunakan piknometer 10 ml. Hasil pengukuran, didapat berat jenis biodiesel sebesar 864,7 kg/m<sup>3</sup>. Hasil yang didapat tidak melebihi ketentuan yang telah ditetapkan SNI yaitu 850-890 kg/m<sup>3</sup>. Bila biodiesel memiliki berat jenis yang besar, maka akan terjadi reaksi yang tidak sempurna pada mesin diesel sehingga akan meningkatkan keausan mesin, emisi dan kerusakan pada mesin (Prihandana dkk, 2006) sedangkan hasil pengukuran densitas terhadap air adalah 979,5 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabel 4.** Densitas

No	Sampel	Massa jenis (Kg/m <sup>3</sup> )
1.	Air	979,5
2.	Minyak kelapa	895
3.	Biodiesel	864,7

### 3.8. Hasil karakteristik sifat biodiesel

Hasil karakteristik sifat-sifat biodiesel meliputi penentuan bilangan asam, kandungan air, massa jenis, viskositas dan titik nyala, seperti terlihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perbandingan karakteristik sifat biodiesel dengan standar biodiesel SNI-04-7182-2006.

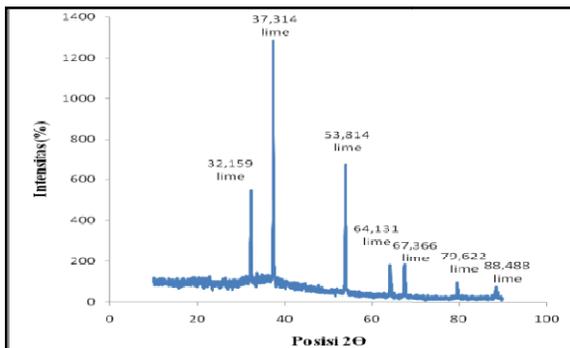
No	Parameter	Biodiesel	Standar biodiesel
1.	Bilangan asam, mg KOH/g	0,282	Maks 0,8
2.	Kandungan air, %-v	0,049	Maks 0,05
3.	Massa jenis, Kg/m <sup>3</sup>	864,7	850-890
4.	Viskositas, mm <sup>2</sup> /s	2,72	2,3-6,0
5.	Titik nyala, °C	125 <sup>0</sup> C	Min 100

### 3.9. Difaktogram CaO dan kalsium asetat

Untuk mempelajari pengaruh suhu terhadap daya serap katalis, maka dilakukan analisa menggunakan difraksi sinar-X. Difraksi sinar-X merupakan metoda yang penting untuk menentukan karakteristik mineral pada padatan Kristal. Metoda ini biasanya digunakan untuk menentukan tingkat kemurnian dan kristalinitas Kristal. Karakterisasi dengan metoda ini dilakukan dengan mengukur pola difraksi pada daerah sudut difraksi (2θ).

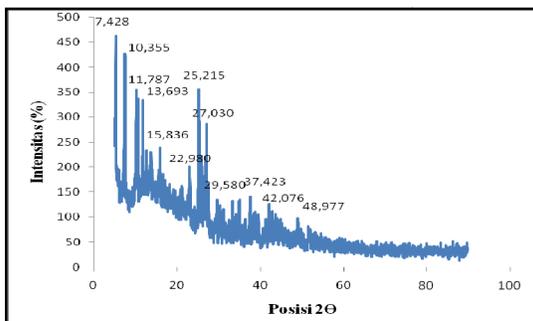
### 3.10. Hasil difaktogram CaO dan kalsium asetat

Difaktogram CaO pada suhu 900 °C.



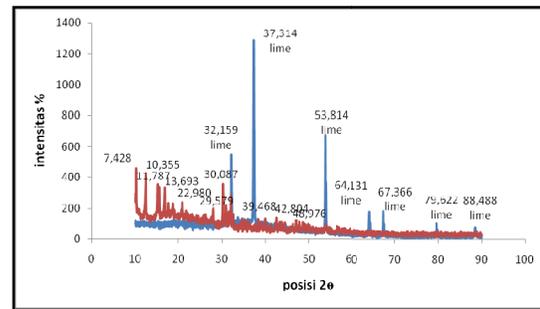
**Gambar 1.** Difaktogram CaO pada suhu 900°C

Difaktogram kalsium asetat

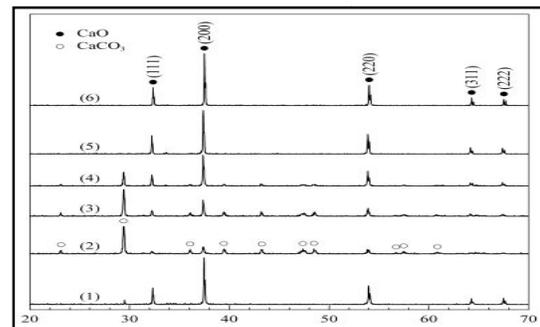


**Gambar 2.** Difaktogram kalsium asetat

Difaktogram CaO dan kalsium asetat



**Gambar 3.** Difaktogram CaO dan kalsium asetat



**Gambar 4.** Difaktogram CaO pada berbagai suhu. (1) CaO komersial, (2) 600 °C, (3) 850 °C, (4) 900 °C, (5) 1000 °C, (6) 1100 °C (Huaping, 2006)

Karakterisasi dengan difraktometer sinar-X dilakukan terhadap katalis kalsium asetat dan kalsium oksida dengan kondisi kalsinasi optimal yang dilihat dari hasil perolehan biodiesel yang maksimal. Pola difraksi sinar-X untuk katalis kalsium asetat yang dihasilkan pada sudut 2θ berturut-turut adalah 7,428; 10,355; 11,787; 13,693; 15,836; 22,980; 25,215; 27,030; 29,580; 37,423; 42,076; 48,977 yang mineral penyusunnya terdiri dari *ammonioleucite* dan *vaterite* sedangkan untuk katalis kalsium oksida yang telah dikalsinasi pada suhu 900 °C adalah 32,159; 37,314; 53,814; 64,131; 67,366; 79,622; 88,488 yang mineral penyusunnya *lime* (CaO). Dari hasil difraktogram katalis kalsium oksida yang dikalsinasi pada suhu 900 °C menunjukkan bahwa katalis tersebut sudah dalam keadaan murni, dapat dilihat pada puncak-puncak difraktogram katalis kalsium oksida yang tidak sama dengan difraktogram katalis kalsium asetat. Hal ini disebabkan karena proses penyimpanan katalis yang telah dikalsinasi dilakukan didalam media yang tertutup sehingga CO<sub>2</sub> dan O<sub>2</sub> yang ada di udara tidak dapat masuk kembali pada sisi katalis.

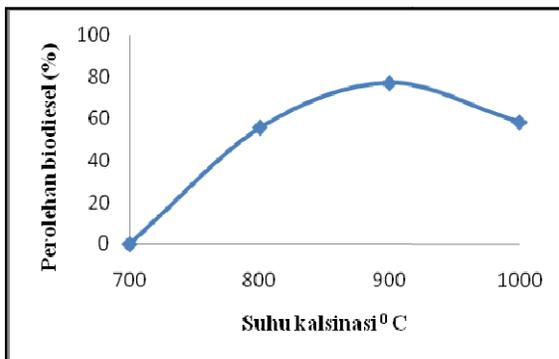
### 3.11. Pengaruh variable penelitian terhadap perolehan biodiesel

Biodiesel terdiri dari metil ester asam lemak nabati, (Buana dkk, 2003). Pada proses produksi biodiesel, faktor penting yang mempengaruhi hasil perolehan biodiesel dari proses transesterifikasi adalah suhu kalsinasi katalis, suhu reaksi, waktu reaksi, konsentrasi katalis, dan konsentrasi metanol

sehingga perlu dioptimalkan untuk memperoleh hasil biodiesel yang maksimal. Pada penelitian ini dilakukan variasi suhu kalsinasi katalis 700 °C; 800 °C; 900 °C; 1000 °C, suhu reaksi 60 °C; 70 °C; 80 °C, waktu reaksi 90 menit; 120 menit; 150 menit, molar metanol 1:3; 1:6; 1:9, konsentrasi katalis CaO 0,5%; 1,0%; 1,5%. Hasil biodiesel yang optimum diperoleh pada suhu kalsinasi katalis 900°C, suhu reaksi 70 °C, waktu reaksi 120 menit, molar metanol 1:6, konsentrasi katalis 1% dengan jumlah 77,186%.

### 3.12. Pengaruh suhu kalsinasi katalis CaO

Pada penelitian ini, katalis yang digunakan adalah CaO yang telah dikalsinasi dari kalsium asetat. Variasi suhu kalsinasi katalis dimulai dari 700 °C sampai 1000 °C. Gambar 5 menunjukkan hasil perolehan biodiesel optimum pada suhu kalsinasi 900 °C. Semakin tinggi temperatur kalsinasi, biodiesel yang dihasilkan akan semakin menurun karena terjadinya kerusakan pada struktur katalis sehingga aktifitas katalitik berkurang secara perlahan. Hal ini dapat dilihat pada menurunnya jumlah biodiesel yang dihasilkan pada suhu 1000 °C, sedangkan dibawah suhu kalsinasi kalsium asetat belum terdekomposisi sempurna. Suhu kalsinasi yang optimal yaitu suhu 900 °C sesuai dengan penelitian yang dilakukan wahyuni (2008).



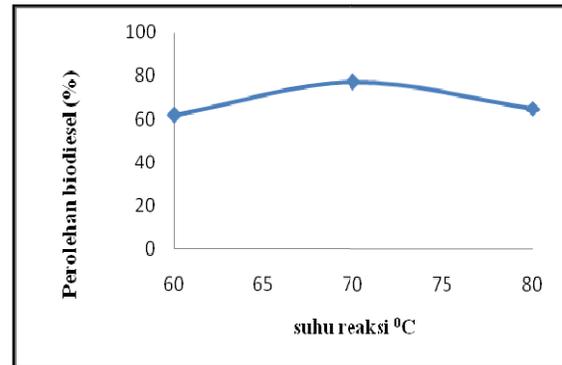
**Gambar 5.** Variasi suhu kalsinasi katalis vs perolehan biodiesel

### 3.13. Pengaruh suhu reaksi

Untuk memperoleh hasil biodiesel yang optimum, suhu reaksi divariasikan mulai dari suhu 60 °C, 70 °C dan 80 °C. Sedangkan untuk parameter lainnya seperti suhu kalsinasi, waktu reaksi, molar metanol, konsentrasi katalis tetap konstan selama proses transesterifikasi berlangsung. Pada penelitian ini, suhu optimum dicapai pada suhu 70 °C. Hal ini sesuai dengan kisaran titik didih metanol pada suhu 65 °C. Jika suhu reaksi yang digunakan kurang atau melebihi dari titik didih metanol, maka biodiesel yang dihasilkan akan sedikit.

Pada gambar 6 dapat dilihat perolehan hasil biodiesel yang optimum pada suhu reaksi 70 °C yaitu sebesar 77,186%. Pada gambar ini juga dapat dilihat kenaikan suhu tidak mengakibatkan jumlah biodiesel meningkat, melainkan semakin menurun. Ini disebabkan karena suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan penguapan atau

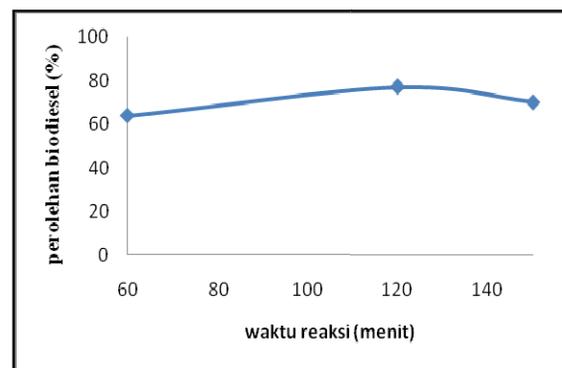
kehilangan metanol. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni (2008) yaitu pada suhu 70 °C.



**Gambar 6.** Variasi suhu reaksi vs perolehan biodiesel

### 3.14. Pengaruh waktu reaksi

Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu reaksi pada 90 menit, 120 menit dan 150 menit dengan variabel lainnya tetap konstan selama proses transesterifikasi berlangsung. Menurut Prihandana (2006), lamanya waktu reaksi tergantung dari mutu minyak dan jenis katalis. Jika minyak memiliki asam lemak bebas besar maka waktu reaksi lebih lama dibandingkan minyak yang memiliki asam lemak bebas kecil. Dalam penelitian ini katalis yang digunakan adalah katalis heterogen, oleh karena itu diperlukan waktu reaksi yang lebih lama untuk memperoleh hasil biodiesel yang optimum. Prinsip kerja dari katalis heterogen adalah adsorpsi, sehingga dengan semakin lamanya waktu reaksi maka konversi biodiesel yang dihasilkan akan semakin meningkat, namun jika telah mencapai kondisi optimum konversi biodiesel yang dihasilkan akan menurun karena akan dihasilkan produk gliserol dan emulsi yang lebih banyak.



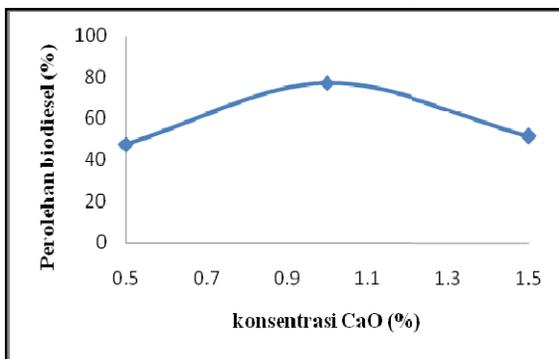
**Gambar 7.** Variasi waktu reaksi vs perolehan biodiesel

Pada Gambar 7 menunjukkan hasil perolehan biodiesel yang optimum pada waktu reaksi 120 menit. Ini sesuai dengan penelitian dengan menggunakan katalis CaO yang telah dikalsinasi dari CaCO<sub>3</sub> dimana waktu reaksi yang optimum untuk menghasilkan biodiesel adalah 120 menit.

### 3.15. Pengaruh konsentrasi katalis CaO

Katalis yang sering digunakan dalam produksi biodiesel adalah katalis basa dalam fasa homogen (KOH dan NaOH). Namun, dalam penelitian ini katalis yang digunakan adalah katalis heterogen. Salah satu katalis basa heterogen yang dapat digunakan adalah CaO yang berasal dari kalsium asetat. Keunggulan katalis heterogen adalah mudahnya pemisahan katalis dari produk biodiesel (Huaping, 2006).

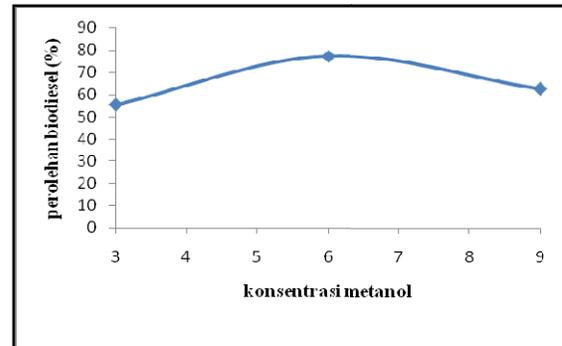
Pengaruh penambahan katalis dapat dilihat pada gambar 8, dimana pada jumlah katalis 1% dihasilkan biodiesel yang optimum. Sedangkan pada penambahan katalis 1,5% biodiesel yang dihasilkan menurun karena terbentuk sabun dari reaksi antara minyak dengan jumlah katalis yang berlebih.



Gambar 8. Variasi konsentrasi CaO vs perolehan biodiesel

### 3.16. Pengaruh konsentrasi metanol

Pada proses transesterifikasi digunakan variasi metanol 1:3, 1:6 dan 1:9. Menurut Syah (2006), bila konsentrasi metanol ditingkatkan diatas atau dikurangi dibawah konsentrasi optimalnya, tidak ada peningkatan yang berarti dalam produksi biodiesel. Kelebihan atau kekurangan konsentrasi metanol hanya akan mengakibatkan peningkatan pembentukan gliserol dan emulsi. Pada gambar 9 dapat dilihat bahwa konsentrasi metanol yang optimum diperoleh 1:6 dengan hasil biodiesel sebesar 77,186%. Dari gambar juga dapat dilihat bahwa dengan penambahan jumlah metanol akan mengurangi jumlah biodiesel yang dihasilkan. Menurut Huaping (2006), perbandingan molar metanol terhadap sampel tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap biodiesel yang dihasilkan.



Gambar 9. Variasi konsentrasi metanol vs perolehan biodiesel

## 4. Kesimpulan

Katalis CaO yang berasal dari kalsium asetat yang telah dikalsinasi dapat digunakan sebagai katalis heterogen pada proses pembuatan biodiesel. Hasil Penelitian menunjukkan jumlah biodiesel yang dihasilkan 77,186% dengan suhu kalsinasi optimum 900 °C, suhu reaksi 70 °C, waktu reaksi 120 menit, rasio mol metanol terhadap minyak kelapa 6:1 dengan jumlah katalis CaO 1 %. Pengujian terhadap karakteristik biodiesel yang dihasilkan cukup baik dengan kandungan air sebesar 0,049%, viskositas kinematik 3,14 cSt, titik nyala 125 °C, berat jenis 864,7 kg/m<sup>3</sup>, bilangan asam 0,282 mg KOH/gr. Hasil ini tidak melebihi ketentuan yang ditetapkan pada SNI-04-7182-2006.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Riau yang telah memberikan bantuan dana pada penelitian ini melalui DIPA Universitas Riau Tahun Anggaran 2010 dengan No. Kontrak 99/H19.2/PL/2010 Tanggal 16 April 2010.

## Daftar Pustaka

- Atkins, P. W. 1997. *Kimia Fisika. Jilid 2*. Penerbit Erlangga, Jakarta
- Azwar, J. 2007. *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa (Cocos Nucifera) Dengan Katalis NaOH*. Skripsi Jurusan Kimia Fmipa Unri, Pekanbaru.
- Buana, L., Siahaan, D. dan Adipura, S. 2003. *Pembangunan Industri Kelapa Sawit yang Berkelanjutan*. Dalam *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Sumatra Utara.
- Di Serio, M., Tesser, R., Dimiccoli, M., Cammarota, F., Nastasi, M., dan Santacesaria, E. 2005. Synthesis of Biodiesel Via Homogenous Lewis Acid Catalyst. *Journal of Molecular Catalysis*. July 2005. pp. 111-115.
- Huaping, Z., Zongbin, W., Yuanxiong, C., Ping, Z., Shijie, D., Xiohua, L., Zongqiang, M. 2006. Preparation of Biodiesel Catalyzed by Solid Super Base of

- Calcium Oxide and its Refining Process. *Chinese Journal of catalysis*, volume 27:391-396
- Ketaren, S. 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia, Jakarta
- Prihandana, R., Hendroko, R. dan Nuramin, M. 2006. *Menghasilkan biodiesel murah, mengatasi polusi dan kelangkaan BBM*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Syah, A. N. A. 2006. *Biodiesel Jarak Pagar Bahan Alternatif yang Ramah Lingkungan*. Penerbit PT. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Wahyuni, 2008. *Pengaruh Kalsinasi Katalis Kalsium Oksida (CaO) pada Produksi Biodiesel dengan Bahan baku Crude Palm Oil (CPO) dan Proses Pemurniannya*. Skripsi Universitas Riau, Pekanbaru