



## PEMBUATAN BIODESEL DARI BERMACAM MINYAK GORENG BEKAS DENGAN PROSES TRANSESTERIFIKASI

Alik Kandhita Febriani, Arie Nurmala Dewi

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

### Abstrak

Dewasa ini biodiesel menarik para ilmuwan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut, dikarenakan biodiesel dapat dijadikan sebagai pengganti bahan bakar fosil. Biodiesel dapat dibuat dari berbagai macam jenis minyak tanaman, pada penelitian ini penulis memilih minyak kelapa sawit yang sudah dipakai untuk menggoreng dengan tujuan memanfaatkan limbah. Minyak kelapa sawit bekas dibagi menjadi dua jenis yaitu minyak goreng satu kali pakai dan beberapa kali pakai. Tahapan untuk pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit bekas adalah penurunan kadar FFA (asam lemak bebas) dengan cara esterifikasi, dan proses kedua adalah transesterifikasi. Setelah melewati dua tahapan proses tersebut, selanjutnya dicari besarnya persen berat FAME dengan uji GC. Hasil yang didapatkan adalah minyak satu kali pakai sebesar 80,58% dengan besarnya persen berat yang diduga sebagai metil ester adalah 47,40%, sedangkan untuk minyak kelapa sawit beberapa kali pakai mempunyai persen berat FAME (Fatty Acid Methyl Ester) sebesar 89,67% dan persen berat komponen yang diduga sebagai metil ester sebesar 53,46%, sehingga minyak kelapa sawit beberapa kali pakai menghasilkan yield metil ester yang lebih besar. Dari hasil analisa pendahuluan tersebut maka dilakukan analisa lanjut yang terdiri dari analisa fisika (densitas, viskositas) dan analisa kimia (bilangan asam, bilangan penyabunan). Analisa ini dilakukan sebanyak 16 kali run dengan variabel rasio metanol : minyak sebagai berikut 0,75:1; 1,56:1; 2,34:1 dan 3,13:1 sedangkan untuk variabel waktu terdiri dari 60, 70, 80, dan 90 menit. Dari hasil analisa fisika dan kimia didapatkan run dengan hasil yang paling bagus yaitu pada run ke 12 (rasio minyak : methanol 1 : 2,34 dan waktu selama 90 menit), pada run ini mempunyai nilai densitas sebesar 0,87 gr/ml, viskositas 2,24 cst, bilangan asam 0,26 mg KOH/gr, dan bilangan penyabunan 336 mg KOH/gr.

**Kata kunci :** biodiesel, minyak kelapa sawit satu kali pakai dan beberapa kali pakai, metil ester, FAME, transesterifikasi.

### Abstract

Today, Biodiesel attracts the Scientists to do further research, because Biodiesel can be used as a substitute for fossil fuel. Biodiesel can be made from various type of plant oils. In this research the authors chooses palm oil that has been used for the purpose of utilizing the waste. Waste palm oil is classified into two types: one-time used of cooking oil and several times used. Stages of the manufacture of Biodiesel from waste palm oil is FFA (Free Fatty Acid) decreasing by esterification and the second process is the transesterification. After passing through two stages of the process, followed by calculating the weight percent of FAME (Fatty Acid Methyl Ester) by GC (Gas Chromatography) analysis. The result is 80,58% for one time use palm oil with component that are suspected as methyl ester is 47,40%, while several times-used palm oil has 89,67% weigh percent of FAME with component that are suspected as methyl ester is 53,46%, so the several times-used palm oil produces methyl ester yield more than one time-used palm oil. From the result of the preliminary analysis, it continues to the next analysis, those are physical analysis (density, viscosity) and chemical analysis (acid number, saponification number). This analysis is done in 16 times runs with the variables, methanol : palm oil weight ratios are 0,75:1; 1,56:1; 2,34:1 dan 3,13:1, and time of transesterification are 60, 70, 80, and 90 minutes. From the analysis results, the best result is 12<sup>th</sup> run with 1 : 2,34 methanol : oil ratio and 90 minutes transesterification. It has 0,87 gr/ml of density, 2,24 cst of viscosity, 0,26 mg KOH/gr of acid number, and 336 mg KOH/gr of saponification number.

**Keyword:** biodiesel; one-time used of cooking oil; several times used of cooking oil; methyl ester; FAME; transesterification.

### 1. Pendahuluan

Biodiesel adalah bahan bakar alternatif untuk mesin diesel yang dihasilkan dari reaksi kimia antara minyak nabati atau lemak hewan dengan alkohol seperti metanol. Reaksi memerlukan katalis, biasanya basa kuat, seperti natrium hidroksida atau kalium, dan menghasilkan senyawa kimia baru yang disebut metil ester (Van Gerpen, 2005).

<sup>\*</sup>Penulis Penanggung Jawab (Email: [email\\_dosen@undip.ac.id](mailto:email_dosen@undip.ac.id))

Salah satu kelebihan dari biodiesel adalah bahan baku yang tersedia di alam, bisa berasal dari tumbuhan maupun lemak hewan. Sehingga hal inilah yang menyebabkan biodiesel bersifat *biodegradable* dan tidak beracun. Selain itu mesin diesel yang menggunakan bahan bakar biodiesel memiliki emisi rendah karbon monoksida. Bila dibanding mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum emisi yang dikeluarkan banyak mengandung karbon monoksida dan bahan beracun lainnya (Van Gerpen, 2005; Marchetti *et al.*, 2007).

Minyak kelapa sawit diperoleh dari pengolahan buah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* JACQ). Secara garis besar buah kelapa sawit terdiri dari serabut buah (*pericarp*) dan inti (*kernel*). Serabut buah kelapa sawit terdiri dari tiga lapis yaitu lapisan luar atau kulit buah yang disebut *pericarp*, lapisan sebelah dalam disebut *mesocarp* atau pulp dan lapisan paling dalam disebut *endocarp*. Inti kelapa sawit terdiri dari lapisan kulit biji (*testa*), *endosperm* dan *embrio*. *Mesocarp* mengandung kadar minyak rata-rata sebanyak 56%, inti (*kernel*) mengandung minyak sebesar 44%, dan *endocarp* tidak mengandung minyak (Pitoyo, 1988). Minyak kelapa sawit seperti umumnya minyak nabati lainnya adalah merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, sedangkan komponen penyusunnya yang utama adalah *trigliserida* dan *nontrigliserida* (Ketaren, 1986).

Asam lemak merupakan rantai hidrokarbon; yang setiap atom karbonnya mengikat satu atau dua atom hidrogen; kecuali atom karbon terminal mengikat tiga atom hidrogen, sedangkan atom karbon terminal lainnya mengikat gugus karboksil. Asam lemak yang pada rantai hidrokarbonnya terdapat ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh, dan apabila tidak terdapat ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya karbonnya disebut dengan asam lemak jenuh. Sedangkan pada minyak kelapa sawit mempunyai beberapa jenis asam lemak yang terkandung, hal tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa Sawit (Soerawijaya, 2006)**

<b>Asam Lemak</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Asam Kaprilat	-
Asam kaproat	-
Asam Miristat	0 – 2
Asam Palmitat	30 – 48
Asam Stearat	3 – 6
Asam Oleat	38 – 44
Asam Laurat	-
Asam Linoleat	9 – 12
Asam Arakidat	0 – 1

Minyak goreng bekas atau minyak jelantah merupakan minyak goreng yang telah digunakan beberapa kali (Budijanto, 1993). Minyak goreng bekas, sama halnya dengan minyak goreng yang belum digunakan, masih memiliki asam lemak dalam bentuk terikat dalam *trigliserida*, tetapi dalam minyak goreng bekas mengandung senyawa-senyawa hasil dekomposisi minyak. Minyak goreng bekas umumnya dihasilkan dari menggoreng bahan pangan dengan teknik *deep frying*, yaitu merendam seluruh bahan pangan di dalam minyak goreng. Sisa minyak goreng tersebut biasanya tidak langsung dibuang, melainkan ditambahkan sedikit minyak goreng yang baru untuk digunakan kembali secara berulang-ulang.

Proses pembuatan biodiesel dibagi menjadi dua, yaitu proses menggunakan katalis dan proses tanpa katalis. Katalis yang digunakan pada proses pembuatan biodiesel bisa berupa katalis kimia (asam dan basa) maupun katalis biologis (enzim). Proses yang pertama kali dikembangkan adalah dengan menggunakan katalis kimia, kemudian katalis biologis, dan yang terbaru adalah tanpa katalis. *Padatransestrifikasi* yang menggunakan katalis kimia, ketika katalisis homogen berupa basa (natrium atau kalium hidroksida) memberikan warna reaksi yang lebih cepat daripada reaksi dengan katalis asam. Proses katalis enzimatis merupakan proses yang sederhana dan bersih. Proses ini merupakan proses yang serbaguna dikarenakan dapat menggunakan berbagai macam lemak hewani maupun lemak nabati, selain itu proses ini dapat berlangsung meskipun minyak nabati yang diumpukan

mengandung asam lemak bebas >8% (Garpen dan Knothe, 2005). Lahirnya metode tanpa katalis adalah pada kelemahan pada pembuatan biodiesel dengan katalis basa, dimana kesulitan merecovery gliserol yang dihasilkan pada saat proses dan dibutuhkan unit untuk memisahkan katalis setelah proses (Kusdiana dan Saka, 2001).

Dari proses transesterifikasi maka didapatkan biodiesel, tetapi biodiesel tersebut tidak dapat langsung digunakan harus dilakukan beberapa analisa untuk meyakinkan bahwa biodiesel yang dihasilkan dapat bekerja sebagai mana mestinya. Analisa yang dilakukan untuk menunjukkan biodiesel tersebut layak digunakan terdiri dari analisa gas kromatografi, analisa fisika, dan analisa kimia. Negara Indonesia sudah mempunyai standart kusus untuk biodiesel, dan standart tersebut dapat dilihat pada tabel 2.

**Tabel 2. Standart mutu biodiesel dari minyak jelantah(SNI)**

Parameter	Satuan	Standar Nasional Indonesia
densitas	(gr/ml)	0.85 - 0.89
viskositas	(cSt)	2.3 - 6.0
bilangan asam	(mG KOH/gr)	mak 0.8
bilangan penyabunan	(mG KOH/gr)	-

## 2. METODE PENELITIAN BAHAN DAN ALAT

Semua bahan kimia yang dipakai dalam penelitian ini diperoleh dari pabrik pembuatannya tanpa pemurnian lebih lanjut, sedangkan untuk bahan bakunya berasal dari restoran fast food dan penjual gorengan dengan pemurnian lebih lanjut. Bahan-bahan yang digunakan tersebut terdaftar pada Tabel 3 berikut:

**Tabel 3. Daftar Bahan Penelitian.**

Kegunaan	Bahan kimia	Kemurnian
Bahan baku	Minyak sawit 1x pakai Minyak sawit 5x pakai	90%
Katalis asam	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	98%
Katalis basa	NaOH	0,5% w/w
pelarut	Methanol	99,9%
pencuci	Aquades	4 ppm

Peralatan yang dipakai untuk proses esterifikasi hamper sama dengan proses transesterifikasi terdiri dari labu leher tiga, pemanas mantel, pendingin balik, motor pengaduk, pengaduk, thermometer, Erlenmeyer, kompor listrik, pengambil cuplikan, penampung cuplikan, dan karet penghisap.

### Prosedur Percobaan untuk Tahap Preparasi Bahan Baku

Minyak goreng bekas I (I kali pakai) sebanyak 250 gr dimasukkan ke dalam tangki pengendapan untuk diendapkan selama 45 menit, hasil dari pengendapan di masukkan ke dalam *vacuum filter*. Minyak goreng bekas I yang lolos dari *vacuum filter* dimasukkan ke dalam labu leher tiga kemudian ditambahkan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sebanyak 0,33 gr (0,25% berat minyak), kemudian dipanaskan sampai suhu 60°C. Metanol sebanyak 280 gr dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang telah dilengkapi pendingin balik, kemudian dipanaskan dengan kompor listrik hingga mencapai titik didih. Selanjutnya metanol dimasukkan ke dalam reaktor berpengaduk melalui saluran pendingin balik. Suhu dalam reaktor diusahakan tetap pada 60°C selama 50 menit. Setelah 50 menit, reaksi dihentikan kemudian hasil reaksi dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan sampai mencapai suhu kamar (dibiarkan selama satu malam). Minyak hasil reaksi dicuci dengan 150 mL *aquadest* dalam *gelas beker* dengan magnetic stirrer selama 15 menit. Setelah itu minyak dan *aquadest* dipisahkan dengan corong pisah, minyak kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 100°C sampai berat konstan. Proses ini diulangi untuk minyak II (lebih dari 1 kali pemakaian). Setelah proses ini selesai, selanjutnya adalah menganalisa kadar FFA (*free fatty acid*) pada kedua minyak tersebut.

### **Prosedur Percobaan Proses Transesterifikasi untuk analisa komparasi dari minyak goreng bekas I dan minyak goreng bekas II**

NaOH sebanyak 1,25 gram (0,5% dari berat minyak) dilarutkan dalam methanol sebanyak 192 gr di dalam gelas beker 600 ml diaduk dengan *magnetic stirrer*. 250 ml minyak hasil preparasi dimasukkan ke dalam gelas beker yang berisi methanol dan NaOH. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 60 menit, kemudian campuran didiamkan selama satu malam di dalam corong pemisah. Lapisan bawah berupa gliserol dan lapisan atas berupa ester dan sisa minyak, kemudian gliserol dipisahkan dengan corong pisah, gliserolnya dianalisis sedangkan ester dan sisa minyak dicuci dengan *aquadest* dan 3 mL asam asetat untuk memisahkan sisa katalis yang dimungkinkan masih ada dalam ester menggunakan *stirrer* selama 60 menit pencucian dilakukan dua kali. Setelah itu ester hasil pencucian dimasukkan ke dalam corong pisah. Biarkan sebentar membentuk 2 lapisan, ester berada pada lapisan atas dan air berada pada lapisan bawah kemudian dibuang. Ester dimasukkan ke dalam beker gelas kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam untuk menguapkan sisa air yang masih ada setelah pencucian. Hasil ester tersebut kemudian dilakukan proses analisis komparasi dengan menentukan bilangan Yieldnya. Yieldnya.

### **Prosedur Percobaan Proses Transesterifikasi Untuk Analisa Sifat Fisika, Kimia, Dari Minyak Goreng Bekas Yang Baik.**

NaOH sebanyak 1.25 gr (0,5% dari berat minyak) dilarutkan dalam metanol sebanyak 280 gr di dalam gelas beker 600 ml diaduk dengan *magnetic stirrer*. 250 gr minyak hasil preparasi dimasukkan ke dalam gelas beker yang berisi methanol dan NaOH. Campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 60 menit, ( proses ini diulangi kembali dengan variasi waktu 70, 80, dan 90 menit), kemudian campuran didiamkan selama satu malam di dalam corng pemisah. Lapisan bawah berupa gliserol dan lapisan atas berupa ester dan sisa minyak, kemudian gliserol dipisahkandengan corong pisah, kemudian ester dan sisa minyak dicuci dengan *aquadest* 150 ml dan 3 ml asam asetat untuk memisahkan sisa katalis yang dimungkinkan masih ada dalam ester menggunakan *stirrer* selama 30 menit, pencucian dilakukan dua kali. Setelah itu ester hasil pencucian dimasukkan ke dalam corong pisah. Biarkan sebentar membentuk 2 lapisan, ester berada pada lapisan atas dan air berada pada lapisan bawah kemudian dibuang. Ester dimasukkan ke dalam beker gelas kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama 1 jam untuk menguapkan sisa air yang masih ada setelah pencucian. Hasil ester tersebut kemudian dilakukan proses analisis sifat fisika, kimia, dan bilangan Yieldnya. Proses di atas diulang untuk rasio jumlah methanol : minyak sebanyak 1,56:1; 2,34:1; 3,125:1.

### **Uji Karakteristik Biodiesel**

Untuk uji karakteristik biodiesel terdiri atas uji fisika dan kimia: Uji fisika meliputi besarnya nilai densitas dan viskositas. Sedangkan untuk uji kimia meliputi besarnya nilai bilangan asam dan bilangan penyabunan.

## **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **3.1 ANALISA PENDAHULUAN**

#### **3.1.1 ANALISA KADAR ASAM LEMAK BEBAS (FFA)**

Hasil penelitian dalam eksperimen pendahuluan adalah hasil analisa kadar asam lemak bebas (FFA) pada minyak kelapa sawit satu kali pakai dan berkali pakai sebelum dan sesudah diesterifikasi. Hasil untuk analisa kadar asam lemak bebas pada minyak kelapa sawit sebelum dan sesudah diesterifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4** Hasil analisa kadar asam lemak bebas sebelum dan sesudah diesterifikasi.

Sampel*	Kadar asam lemak bebeas (FFA) (%)	
	sebelum esterifikasi	sesudah esterifikasi
A	4,5	0,8
B	6,14	1,02

\*) A : minyak kelapa sawit satu kali pakai, B : minyak kelapa sawit beberapa kali pakai.

Pada penelitian ini diketahui minyak kelapa sawit baik satu kali pakai dan beberapa kali pakai mempunyai kadar FFA yang tinggi yaitu 4,5% dan 6,14%, sehingga perlu dilakukan penurunan kadar FFA pada minyak tersebut. Metode yang dipilih adalah esterifikasi dengan kondisi reaksi: jumlah katalis H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,25%- berat

\*)Penulis Penanggung Jawab (Email: email\_dosen@undip.ac.id)

terhadap minyak, waktu reaksi 1jam, 60<sup>0</sup>C dan tekanan atmosferik. Perlu diketahui proses esterifikasi ini terjadi karena putusnya ikatan rangkap pada. Sehingga setelah dilakukan reaksi esterifikasi, kandungan asam lemak dalam minyak kelapa sawit satu kali pakai sebesar 0.8% dan minyak kelapa sawit beberapa kali pakai sebesar 1,02% sehingga telah memenuhi syarat untuk dilakukan reaksi transesterifikasi.

### 3.1.2 ANALISA PERSEN PRODUK YANG TERBENTUK DENGAN KROMATOGRAFI GAS CAIR.

Selain melakukan analisa kadar asam lemak bebas pada sampel, penulis juga melakukan analisa pendahuluan yang kedua yaitu analisa berat biodiesel yang terbentuk dengan uji kromatografi gas cair (KGC). Tujuan menggunakan metode kromatografi adalah untuk mengetahui kadar metil ester yang dihasilkan pada sampel. Untuk mengetahui kadar metil ester maka dilakukan perbandingan dengan benzyl alcohol pada kromatografi ini. Data tabel diatas menunjukkan bahwa kadar fame pada sampel A (minyak kelapa sawit satu kali pakai) sebesar 80,58 % atau 0,16 gr. Pada sampel B (minyak kelapa sawit beberapa kali pakai) kadar fame sebanyak 89,67 % atau 0,19 gr. Sedangkan besarnya persen berat pada komponen yang diduga sebagai metal ester pada fame tersebut untuk sampel A sebesar 47,40 % dan pada sampel B 53,46%. Dari hasil kromatografi diatas dapat menjawab tujuan 1 yaitu mencari kualitas biodiesel yang baik dari kedua sampel, sehingga didapatkan bahan baku yang bagus yaitu pada minyak kelapa sawit beberapa kali pakai (sampel B) dengan kadar persen berat fame yang dihasilkan sebanyak 89,67 % dan besarnya persen berat pada komponen yang diduga sebagai metal ester sebesar 53,46%. Hal yang mempengaruhi mengapa sampel B lebih bagus disbanding pada sampel A yaitu pada penurunan kadar FFA, walaupun pada kadar FFA pada sampel B lebih tinggi dari pada sampel A, tetapi hal ini tidak mempengaruhi dikarenakan kadar FFA pada minyak kelapa sawit beberapa kali pakai sudah memenuhi standart yang diijinkan yaitu (<2%).

## 3.2 ANALISA LANJUT

### 3.2.1 ANALISA SIFAT FISIKA, KIMIA DAN YIELD

Hasil penelitian pada analisa lanjut yaitu berupa analisa uji fisika yang terdiri atas (densitas dan viskositas), dan analisa kimia yang terdiri atas ( bilangan asam dan bilangan penyabunan). Hasil analisa sifat fisika dan kimia dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 5** Hasil analisa sifat fisika, kimia, dan yield

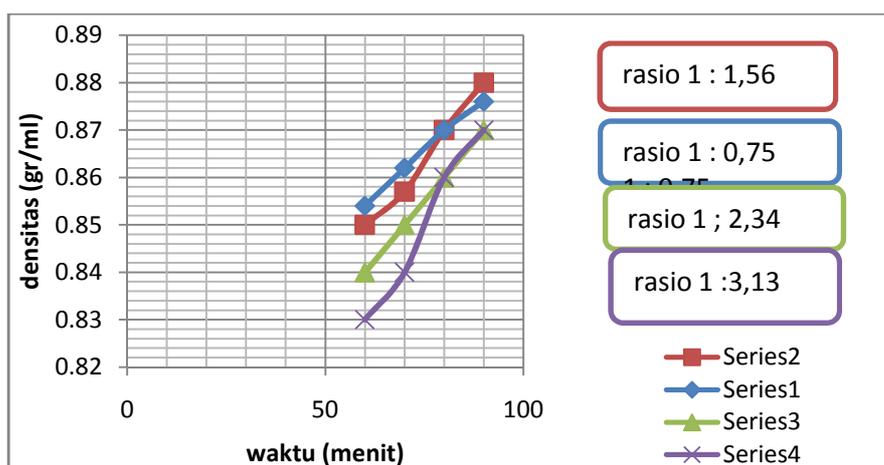
Run	Variabel		Pengamatan			
	Waktu (menit)	Rasio minyak : metanol (w/w)	Sifat Fisika		Sifat Kimia	
			Densitas (gr/ml)	Viscositas (cSt)	Angka Asam (mg KOH/gr)	Angka Penyabunan (mg KOH/gr)
1	60	1 : 0,75	0.85	2.25	1.04	56.00
2	70	1 : 0,75	0.86	2.31	0.91	112.00
3	80	1 : 0,75	0.87	2.31	0.73	168.00
4	90	1 : 0,75	0.88	2.41	0.52	224.00
5	60	1 : 1,56	0.85	2.17	0.78	112.00
6	70	1 : 1,56	0.86	2.25	0.71	168.00
7	80	1 : 1,56	0.87	2.24	0.52	224.00
8	90	1 : 1,56	0.88	2.31	0.45	280.00
9	60	1 : 2,34	0.84	2.18	0.78	168.00
10	70	1 : 2,34	0.85	2.34	0.52	224.00
11	80	1 : 2,34	0.86	2.32	0.39	280.00
12	90	1 : 2,34	0.87	2.40	0.26	336.00

13	60	1 : 3,13	0.83	2.17	0.65	224.00
14	70	1 : 3,13	0.84	2.22	0.52	280.00
15	80	1 : 3,13	0.86	2.23	0.39	336.00
16	90	1 : 3,13	0.87	2.32	0.26	392.00

Dari data di atas maka, penulis akan mencari nilai rata – rata dan dibandingkan dengan nilai biodiesel yang sesuai dengan Setandar Nasional Indonesia (SNI). Data dapat dilihat pada Tabel 8.

### Densitas

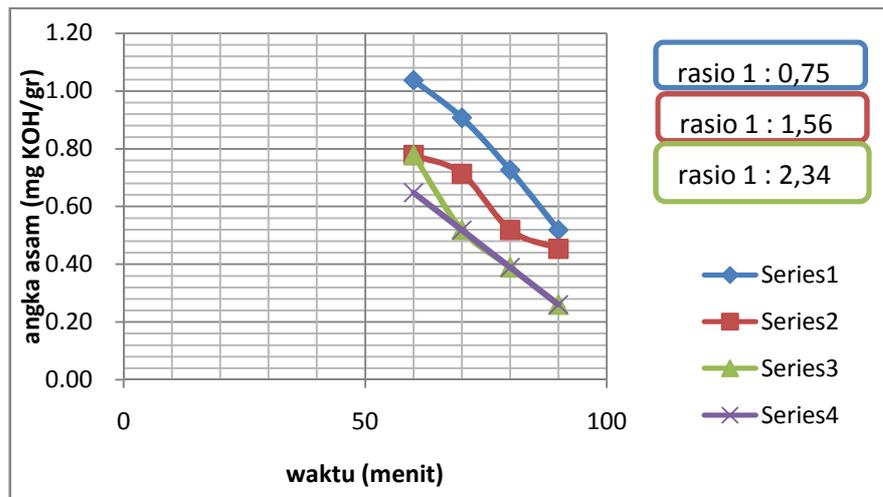
Dari tabel 5 maka akan di dapat kan grafik hubungan antara densitas terhadap waktu transesterifikasi , yang di sajikan pada Gambar 5. Besarnya densitas juga dipengaruhi oleh jumlah trigliserida yang terkandung pada biodiesel itu sendiri. Nilai densitas berdasarkan Standart Nasional Indonesia (SNI) antara 0,85 – 0,89. Dari hasil penelitian ini, ada tiga sampel yang tidak memenuhi standart yaitu pada Run ke 9 (rasio minyak : metanol 1:2,34; waktu teaksi sebanyak 60 menit), Run ke 13 (rasio minyak : metanol 1:3,13; waktu teaksi sebanyak 60 menit), dan Run ke 14 (rasio minyak : metanol 1:3,13; waktu teaksi sebanyak 70 menit), hal ini dipengaruhi oleh keberadaan kontaminan berdensitas rendah seperti metanol, maka dicari berapa perbandingan minyak kelapa sawit dengn metanol yang tepat untuk mendapatkan biodiesel yang berkualitas. Selai itu waktu reaksi juga mempengaruhi besarnya densitas yang dihasilkan, dapat terlihat pada Gambar 5 dimana semakin lama waktu yang digunakan maka semakin besar densitasnya.



**Gambar 6** grafik hubungan viscositas terhadap waktu transesterifikasi

### ANGKA ASAM

Dari Tabel 7 maka akan di dapat kan grafik hubungan antara angka asam terhadap waktu transesterifikasi , yang di sajikan pada Gambar 7. Angka asam merupakan ukuran banyaknya asam lemak bebas yang terdapat dalam sampel biodiesel. Angka asam menyatakan jumlah mg KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gr sampel biodiesel. Besarnya angka asam mempengaruhi kualitas biodiesel, semakin tinggi angka asam maka semakin buruk kualitas biodiesel. Nilai rata – rata angka asam sampel biodiesel berdasarkan Standart Nasional Indonesia (SNI) maksimum 0,8. Dari hasil penelitian ini, didapatkan dua sampel yang tidak memenuhi standart, yaitu pada Run ke 1 dan 2 yaitu sebesar 1,04 dan 0,91 hal ini dikarenakan adanya air di dalam ester sehinggasebagian dari ester akan terhidrolisis kembali menjadi asam lemak, dan waktu yang dibutuhkan untuk reaksi transesterifikasi relative pendek yaitu sebesar 60 dan 70 menit. Bila dilihat pada gambar 4.6 semakin lama waktu reaksi transesterifikasi maka semakin turun kadar angka asamnya, dan penurunan yang sangat tajam adalah pada Run ke 12 dan 16 yaitu sebesar 0,26 mg KOH/gr, hal ini diakibatkan waktu interaksi antara asam lemak dan metanol yang bersifat bolak balik (*reversible*) membutuhkan waktu yang relative lama. Sehingga waktu yang ideal untuk menurunkan kadar angka asam adalah selama 90 menit, waktu ini di dapat dari hasil pada run ke 12 dan 16 karena pada kedua Run tersebut waktu reaksi transesterifikasi yang dibutuhkan selama 90 menit. Sedangkan rasio minyak banding methanol yang bagus adalah antara 1 : 2,34 dan 1 : 3,13.

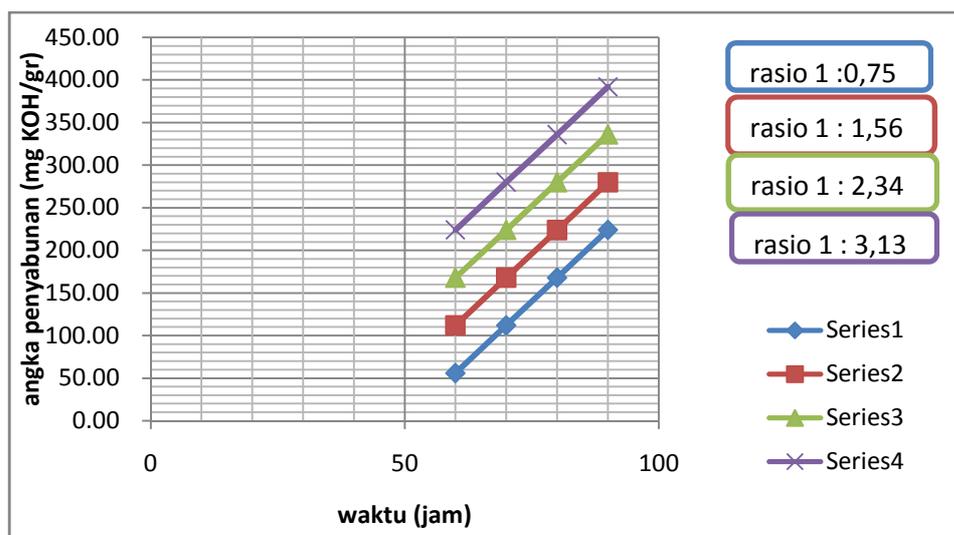


**Gambar 7** grafik hubungan angka asam terhadap waktu transesterifikasi.

#### ANGKA PENYABUNAN

Dari Tabel 7 maka akan di dapat kan grafik hubungan antara angka asam terhadap waktu transesterifikasi , yang di sajikan pada Gambar 8. Angka penyabunan merupakan jumlah milligram KOH yang diperlukan untuk menyabunkan satu gram biodiesel. Dalam hal ini akan terjadi reaksi antara KOH dan metal ester. Parameter ini adalah ukuran dari massa molekul relative rata – rata (panjang rantai) dari semua asamlemak yang terdapat dalam biodiesel. Besarnya bilangan penyabunan tergantung dari massa molekul relatif. Biodiesel yang mempunyai massa molekul relative rendah akan mempunyai bilangan penyabunan yang lebih tinggi dari pada biodiesel yang mempunyai massa molekul relative tinggi. Dari gambar 8 dapat dibaca bahwa semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk melakukan reaksi transesterifikasi maka semakin besar angka penyabunannya, dan pada Run ke 16 angka penyabunannya yang paling tinggi yaitu sebesar 392 mg KOH/gr. Sedangkan angka penyabunannya yang paling rendah adalah pada Run ke 1 yaitu sebesar 56 mg KOH/gr.

Sehingga bila di tinjau dari analisa fisika dan kimia Run yang paling bagus adalah Run yang ke 12 (rasio minyak : methanol; 1 ; 2,34 dengan waktu reaksi sebesar 90 menit). Pada Run ke 12 mempunyai nilai densitas sebesar 0,87 gr/ml, viskositas 2,24 cst, bilangan asam 0,26 mg KOH/gr, dan bilangan penyabunan 336 mg KOH/gr.



**Gambar 8** grafik hubungan angka penyabunan terhadap waktu transesterifikasi.

#### 4 KESIMPULAN

- a. Dari hasil analisa gas kromatografi dapat menjawab tujuan 1 yaitu mencari kualitas biodiesel yang baik dari kedua sampel minyak A dan B, sehingga didapatkan bahan baku yang bagus yaitu pada minyak kelapa sawit beberapa kali pakai (sampel B) dengan kadar persen berat fame yang dihasilkan sebanyak 89,67 % dan besarnya persen berat pada komponen yang diduga sebagai metil ester sebesar 53,46%.
- b. Ditinjau dari analisa fisika dan kimia Run yang paling bagus adalah Run yang ke 12 dengan nilai densitas sebesar 0,87 gr/ml, viskositas 2,24 cst, bilangan asam 0,26 mg KOH/gr, dan bilangan penyabunan 336 mg KOH/gr.
- c. Ditinjau dari optimasi parameter rasio berat minyak : methanol dan waktu reaksi, Run yang paling bagus adalah Run ke-12 dengan rasio berat minyak : methanol sebesar 1: 2,34 dan waktu reaksi selama 90 menit.

### **Ucapan Terima Kasih**

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Laboratorium Pengolahan Limbah atas kontribusinya sebagai tempat penelitian ini.

### **Daftar pustaka**

- [1] Al-Zuhair S, 2008. *Enzymatic Production of Bio-Diesel from Waste Cooking Oil Using Lipase*. The Open Chemical Engineering Journal, 2, 84-88.
- [2] Bayu ,A. (2009). "Optimasi Komposisi Katalis Campuran  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{XH}_2\text{O}$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  Pekat Dalam Sintesis Metil Ester Melalui Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Dengan Metanol Sebagai Bahan Biodiesel". Jakarta: Universitas Negeri Jakarta.
- [3] Charpe WT, Virendra K. Rathod. 2011. *Biodiesel Production Using Waste Frying Oil*. Waste Management, 31, 85-90.
- [4] Fessenden, R.J. & J.S. Fessenden. 1994. *Kimia Organik, edisi ketiga*, jilid 1 dan 2. Terj.dari *Organic Chemistry, third edition*, oleh Pudjaatmaka, A.H. Erlangga, Jakarta.
- [4] Gerpen VJ. 2005. *Biodisel Processing And Production*. Fuel Process Technol 86,1097-1107.
- [5] Joelianingsih, H.T. Armansyah, N. Hiroshi, S. Yasuyuki, & A. Kamaruddin (2006). "Perkembangan Proses Pembuatan Biodiesel Sebagai Bahan Bakar Nabati (BBN)". Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- [6] Kasdadi, I. J. 2003. *Penggunaan Katalis asam Basa Untuk Konversi Trigliserida Dalam Minyak Jelantah Menjadi FAME (Fatty Acid Methyl Ester)*, Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung.
- [7] Ketaren S. (1990). *Minyak atsiri, jilid IV B / Ernest Guenther*. Jakarta: UI-Press.
- [8] Kimberly MC. (2004) *Co-Instructor, Fire Policy and Ecology in the Western US*, Stanford Student Initiated Courses.
- [9] Kulkarni MG, Dalai AK. 2006. *Waste cooking oils-an economical source for biodiesel: a review*. Ind Eng Chem Res 45,2901-13.
- [10] Kusdiana D. & Saka S. (2004). *Two-step preparation for a catalyst-free biodiesel production; hydrolysis and methyl esterification*. *Applied Biochem. Biotechnol.* 113-116,781-791.
- [11] Liu S, McDonald T, Wang Y. 2010. *Producing biodiesel from high free fatty acids waste cooking oil assisted by radio frequency heating*. *Fuel*, 89, 2735-2740.
- [12] Marchetti JM, Miguel VU, Errazu AF. 2007. *Possible Methods For Biodisel Production*. *Renew Sust Energy Rev* 11,1300-11.
- [13] Pasaribu .N.(2004). "Minyak Buah Kelapa Sawit". Medan: Universitas Sumatra Utara.
- [14] Pelly M. (2005). *Biodiesel From Used Kitchen Grease or Waste Vegetable Oil*.

[15] Pitoyo, 1988. “Kemungkinan Ekstraksi Beta-Karotena Dari Tanab Pemucat Limbah Proses Pemurnian Minyak Kelapa Sawit”. Yogyakarta : UGM.

[16] Sidjabat, Oberlin, dan Rahmat Y, (1995), “Studi Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Bahan Bakar Motor Setara Solar”, *Proceedings Diskusi Ilmiah VIII PPPTMGB Lemigas*.

[17] Soerawijaya, T.H. (2006). *Raw Material Aspects of Biodiesel Production in Indonesia*.

[18][http://destonline.com/blog\\_stanley/2008/03/02/biodiesel-di-indonesia/](http://destonline.com/blog_stanley/2008/03/02/biodiesel-di-indonesia/)

[19] <http://www.astm.org/Standards/D613.htm>