



# Proses Interesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biodiesel dengan *Co-solvent* Metil Ester

Elvianto Dwi Daryono

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang 65145, Indonesia  
Email: [elviantodaryono@yahoo.com](mailto:elviantodaryono@yahoo.com)

## Abstract

***Interesterification Process of Palm Oil Into Biodiesel with Co-solvent Methyl Esters.*** One alternative energy that is currently being developed is fatty acid methyl ester (FAME), commonly known as biodiesel. The process of making biodiesel which has so far been carried out is a process of transesterification with alcohol where the byproduct produced is glycerol. Glycerol must be completely separated from biodiesel since it will interfere with engine performance. The method used to produce biodiesel in this study was interesterification. In the interesterification reaction, vegetable oil is reacted with methyl acetate instead of methyl alcohol, which results in triacetin byproduct. Separation of the remaining triacetin from biodiesel is not necessary since it is useful as an additive to biodiesel. To increase the solubility of the reactants, a co-solvent methyl ester is a good choice since it is a reaction product itself. Hence, it does not need a separation process. The operating conditions of the study were reaction temperature 60°C, molar ratio of palm oil:methyl acetate = 1:6, reaction time 1 hour, co-solvent mass of 15% oil mass, KOH catalyst mass (0; 0.25; 0.5; 0.75 1% mass of oil) and stirring speed (600,800,1000 rpm). The results demonstrated that the optimum concentration of biodiesel was 4.80%, obtained at a catalyst mass of 0.5% at a stirring speed of 600 rpm. The optimum yield of 5.56% was obtained at a catalyst mass of 0.5% and a stirring speed of 600 rpm. It can be concluded that the optimum condition of the research were: the catalyst mass 0.5%, stirring speed 600 rpm, reaction temperature 60°C, reaction time 1 hour, and molar ratio of oil:methyl acetate were 1:6, respectively.

**Keywords:** *biodiesel; interesterification; triacetin; co-solvent; KOH catalyst*

## Abstrak

Salah satu energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan adalah *fatty acid methyl ester* (FAME) yang biasa dikenal dengan nama biodiesel. Proses pembuatan biodiesel yang selama ini dilakukan adalah proses transesterifikasi dengan alkohol dimana produk samping yang dihasilkan adalah gliserol. Gliserol harus dipisahkan secara tuntas dari biodiesel karena akan mengganggu kinerja mesin. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode interesterifikasi, yaitu dengan mengganti metil alkohol dengan metil asetat dengan produk samping triasetin. Triasetin jika masih tersisa dalam biodiesel tidak menjadi masalah karena sebagai aditif pada biodiesel. Untuk meningkatkan kelarutan reaktan, digunakan *co-solvent* metil ester yang tidak perlu proses pemisahan karena merupakan produk reaksi sendiri. Kondisi operasi penelitian adalah suhu reaksi 60°C, rasio molar minyak kelapa sawit:metil asetat = 1:6, waktu reaksi 1 jam, massa *co-solvent* 15% massa minyak, massa katalis KOH (0;0,25;0,5;0,75;1% massa minyak) dan kecepatan pengaduk (600,800,1000 rpm). Hasil penelitian didapat konsentrasi optimum dengan massa katalis 0,5% pada kecepatan pengaduk 600 rpm yaitu sebesar 4,80%. Yield optimum 5,56% didapatkan pada massa katalis 0,5% dan kecepatan pengadukan 600 rpm. Dapat disimpulkan kondisi optimum penelitian adalah massa katalis 0,5%, kecepatan pengaduk 600 rpm, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 1 jam, dan rasio molar minyak:metil asetat = 1:6.

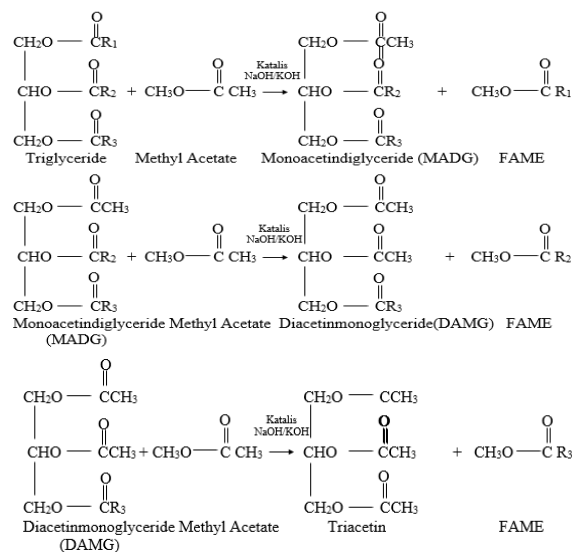
**Kata kunci:** *biodiesel; interesterifikasi; triasetin; co-solvent; katalis KOH*

## PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan akan bahan bakar minyak semakin meningkat seiring dengan meningkatnya populasi dan berkembangnya teknologi, akan tetapi cadangan minyak bumi yang berasal dari fosil semakin menipis karena sifatnya yang tidak dapat diperbaharui. Oleh karena itu, banyak upaya yang dilakukan untuk mencari sumber energi alternatif yang dapat diperbaharui (*renewable*). Salah satu sumber energi alternatif yang saat ini banyak dikembangkan adalah *fatty acid methyl ester (FAME)* yang biasa dikenal dengan nama Biodiesel. Biodiesel adalah bahan bakar alternatif yang menjanjikan yang dapat dibuat dari minyak goreng bekas, lemak hewani atau minyak nabati yang dikonversikan ke dalam metil ester melalui proses transesterifikasi dengan alkohol (Puspitaningati dkk., 2013).

Bila dibandingkan dengan bahan bakar diesel/solar, biodiesel bersifat lebih ramah lingkungan, dapat diperbarui (*renewable*), dapat terurai (*biodegradable*), memiliki sifat pelumasan terhadap mesin piston karena termasuk kelompok minyak yang tidak mengering (*non-drying oil*), mampu mengeliminasi efek rumah kaca, dan ketersediaan bahan bakunya yang terjamin. Biodiesel bersifat ramah lingkungan karena menghasilkan emisi gas buang yang jauh lebih baik dibandingkan diesel/solar, yaitu bebas sulfur, bilangan asap (*smoke number*) rendah, dan angka setana (*cetane number*) yang bekisar antara 57-62 sehingga efisiensi pembakaran lebih baik, terbakar sempurna (*clean burning*) dan tidak menghasilkan racun (*nontoxic*) (Anshary dkk., 2012).

Proses umum untuk pembuatan biodiesel adalah proses transesterifikasi dengan alkohol (metanol) yang berfungsi untuk menyuplai gugus alkil (metil). Pada proses ini dihasilkan produk samping gliserol yang proses pemisahan relatif sulit. Adanya kandungan gliserol pada biodiesel menyebabkan terganggunya kinerja mesin. Metode baru yang akan dikembangkan adalah dengan mengubah rute reaksi dari menggunakan alkohol ke rute reaksi yang tidak menggunakan alkohol. Rute reaksi non-alkohol bisa dilakukan dengan cara mengganti alkohol dengan alkil asetat yang sama-sama berfungsi sebagai penyuplai alkil. Dalam sintesis biodiesel rute non-alkohol, metanol bisa digantikan dengan metil asetat sebagai penyuplai gugus metil (Hermansyah dkk., 2009). Pada proses interesterifikasi produk samping yang dihasilkan adalah triasetin yang bisa digunakan sebagai aditif pada biodiesel untuk mengurangi *knocking* pada mesin mobil dan mengurangi emisi (Juan dkk., 2015). Penambahan 10% triasetin pada biodiesel masih memberikan hasil yang memuaskan (Casas dkk., 2010). Gambar 1. adalah mekanisme reaksi interesterifikasi 3 tahap, dimana produk akhir yang dihasilkan adalah FAME dan triasetin.



**Gambar 1.** Reaksi Interesterifikasi

Yang menjadi masalah pada reaksi interesterifikasi adalah kelarutan reaktan yang terbatas. *Co-solvent* adalah bahan yang berfungsi untuk meningkatkan kelarutan minyak dalam metanol. Dengan meningkatnya kelarutan minyak dalam metanol maka reaksi satu fase dapat dibentuk sehingga metil ester juga akan terbentuk lebih cepat. *Co-solvent* larut dalam alkohol, asam lemak dan trigliserida. Dengan penambahan *co-solvent* maka reaksi menjadi lebih cepat, suhu reaksi bisa rendah dan rasio bahan bisa diperkecil. Pada penelitian yang telah dilakukan selama ini *co-solvent* yang digunakan pada reaksi transesterifikasi adalah THF, DEM, n-heksana dan dietil eter yang harganya relatif mahal dan perlu proses pemisahan pada akhir reaksi dengan pemanasan. Hal ini tentunya akan menambah biaya produksi biodiesel itu sendiri. *Co-solvent* yang efektif digunakan adalah metil ester yang merupakan produk dari reaksi sendiri. Penggunaan metil ester sebagai *co-solvent* akan menghemat biaya produksi karena tidak perlu proses pemisahan di akhir reaksi (Daryono dan Sinaga, 2016). Pada transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan penambahan *co-solvent* metil ester 10% di awal reaksi, mendapatkan yield 82,2558% pada waktu reaksi 5 menit dan massa katalis NaOH 1,2% massa minyak (Daryono dan Mustiadi, 2017). Park dkk., (2009), mendapatkan konsentrasi metil ester 86% pada transesterifikasi dengan penambahan *co-solvent* FAME 10% di awal reaksi, rasio molar minyak:metanol = 1:6, massa KOH 0,8% massa minyak, suhu reaksi 70°C, waktu reaksi 2 jam dan kecepatan pengaduk 100 rpm. Transesterifikasi minyak jarak pagar mendapatkan yield 88% pada suhu reaksi 240°C, waktu reaksi 30 menit, rasio molar minyak:metanol = 1:6, dan massa *co-solvent* FAME 15% massa minyak (Sakhtivel dkk., 2013).

Katalis yang sering digunakan dalam pembuatan biodiesel adalah katalis homogen

contohnya seperti KOH dan NaOH (Arita dkk., 2013). Sebagai katalis, KOH dan NaOH memiliki beberapa kelebihan yaitu, nilai konversi yang tinggi, tidak bersifat korosif seperti katalis asam, lebih aman dan relatif lebih murah dibandingkan katalis basa lain, misalnya alkoksida (Abdullah, dkk., 2010).

Fahma dkk., (2012) dalam penelitiannya menyatakan bahwa katalis KOH mempunyai kelebihan dibandingkan dengan katalis NaOH karena KOH memiliki energi ionisasi yang lebih kecil dari NaOH sehingga lebih cepat untuk membentuk suatu produk apabila digunakan sebagai katalis. Data kelarutan dalam air untuk NaOH = 111 g/100 ml pada 20°C (Anonim a, 2018), KOH = 121 g/100 ml pada 25°C (Anonim b, 2018) dan metil asetat = ~ 25% pada 20°C (Anonim c, 2018). Dari data KOH lebih larut dalam air dibandingkan dengan NaOH, sehingga bisa dikatakan KOH juga lebih larut terhadap metil asetat.

Keberhasilan proses pembuatan biodiesel dipengaruhi oleh putaran pengadukan. Pengadukan bisa dilakukan menggunakan tangan serta alat seperti mixer. Peningkatan kecepatan pengadukan reaksi berpengaruh sangat signifikan terhadap rendemen biodiesel yang dihasilkan, sedangkan kualitas biodiesel dipengaruhi secara signifikan oleh jenis pereaksi yang digunakan dan suhu reaksi (Wahyuni dkk., 2015). Pada interesterifikasi minyak bunga matahari mendapatkan fraksi massa FAME 5% pada suhu reaksi 50°C, rasio molar minyak:metil asetat = 1:12, rasio molar katalis CH<sub>3</sub>OK:minyak = 0,2:1, waktu reaksi 5 menit dan kecepatan pengaduk 600 rpm (Casas dkk., 2011).

Beberapa penelitian proses interesterifikasi telah dilakukan. Penelitian Hartono dkk., (2013), yaitu pencucian biodiesel hasil interesterifikasi dengan metode *dry washing* mendapatkan hasil optimal pada rasio perbandingan minyak dan metil asetat 1:6, suhu 60°C, waktu reaksi 60 menit dan *crude yield* 87,63%. Kusumaningtyas dkk., (2016), melakukan penelitian interesterifikasi minyak jarak pagar dengan etil asetat mendapatkan hasil optimal pada konsentrasi katalis KOH 0,5 w/w minyak, suhu reaksi 70°C, rasio perbandingan minyak dan metil asetat 1:6, waktu reaksi 6 jam dan *crude yield* 87,63%. Sustere dkk., (2016), melakukan interesterifikasi *Rapessed Oil with Methyl, Ethyl, Propyl and Isopropyl Acetat* mendapatkan hasil optimal pada rasio perbandingan minyak dengan alkyl asetat: 1:36, waktu reaksi 1 jam dan yield dengan metil 93%, etil 89%, propil 87%, serta isopropil 88%. Daryono dan Sinaga (2016), melakukan "Transesterifikasi *Palm Oil* Dengan Variasi Massa *Co-Solvent* Dan Waktu Reaksi", mendapatkan hasil yang optimal pada konsentrasi *co-solvent* metil ester 15%, waktu reaksi 20 menit, massa FAME 28,06 gram, densitas 0,89 gr/mL, dan angka asam 0,28 mg KOH/gr. Dari penelitian yang

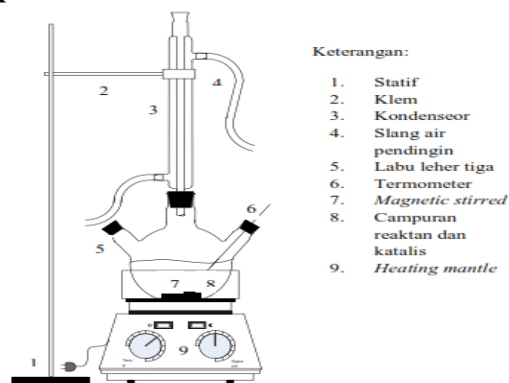
telah dilakukan belum mendapatkan yield yang memuaskan ditinjau dari massa katalis, dan kecepatan pengaduk serta tidak mencantumkan konsentrasi metil ester yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan kondisi proses optimum yang telah didapatkan dari penelitian terdahulu serta menambahkan *co-solvent* metil ester untuk mendapatkan hasil yang memuaskan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan baku utama yang digunakan adalah minyak kelapa sawit (merk Sunco). Bahan-bahan kimia yang digunakan adalah *aquadest*, asam klorida cair p.a (Sigma Aldrich, 37%), asam fosfat cair p.a (Sigma Aldrich, 85%), etanol cair p.a (Sigma Aldrich, 96%), indikator pp, kalium hidroksida pellet p.a (Riedel-de Haen, 99%), metanol cair p.a (Merck, 99,9%), metil asetat cair p.a (Sigma Aldrich, 98%) dan natrium hidroksida pellet p.a (Riedel-de Haen, 99%), yang didapatkan di toko bahan kimia Panadia Malang.

### Deskripsi Alat



**Gambar 2.** Reaktor Interesterifikasi

Alat yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2.

## Prosedur Penelitian

### 1. Perlakuan Awal

#### Uji Kadar Air

Menimbang minyak 10 gram kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 104-106°C selama 30 menit, setelah itu didinginkan pada desikator hingga mencapai suhu kamar untuk mengetahui kadar air pada minyak menggunakan persamaan (1):

$$\text{kadar air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat awal}} \times 100\% \quad (1)$$

#### Uji FFA (Damanik, 2008)

Menimbang 20 gram minyak dan memanaskan minyak sampai suhu 65°C. Menambahkan etanol 96% sebanyak 50 mL dan 3

tetes indikator PP ke dalam *erlenmeyer*, mendinginkan larutan sampai suhu ruangan kemudian menitrasi larutan dengan larutan KOH 0,1 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah jambu. Mencatat volume titrasi yang dibutuhkan dan untuk mengetahui %FFA dihitung menggunakan persamaan (2):

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times \text{EM asam lemak}}{\text{massa sampel} \times 1000} \times 100\% \quad (2)$$

Jika FFA > 2% maka dilakukan proses esterifikasi sampai bahan baku mempunyai FFA < 2%. Jika FFA < 2% maka dapat melakukan proses interesterifikasi.

## 2. Pembuatan Co-solvent Metil Ester

Melakukan proses transesterifikasi dengan kondisi operasi yaitu massa minyak kelapa sawit 250 gram, katalis NaOH 1% berat minyak, kecepatan pengadukan 100 rpm, waktu reaksi 1 jam, suhu reaksi 60°C, dan rasio molar minyak:metanol = 1:6. Menambahkan hasil reaksi dengan HCl 1 N untuk menetralkan katalis dan memasukkan ke dalam corong pemisah selama ±12 jam sehingga terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas merupakan FAME yang digunakan sebagai *co-solvent*.

## 3. Reaksi Interesterifikasi

### Tahap Reaksi

Proses interesterifikasi dilakukan dengan menimbang minyak kelapa sawit sebanyak 250 gram kemudian memanaskan minyak kelapa sawit dan *co-solvent* sampai suhu 60°C, mencampurkan katalis KOH dengan variabel 0 ; 0, 25; 0,5; 0,75; 1 % berat minyak dan metil asetat kedalam labu leher tiga (rasio mol minyak:metil asetat = 1:6), setelah itu campuran dipanaskan sampai suhu 60°C. Memasukkan minyak dan *co-solvent* ke dalam labu leher tiga saat suhu minyak telah tercapai, memanaskan dan mengaduk campuran tersebut pada temperatur 60°C dengan waktu 1 jam dengan variabel kecepatan pengadukan 600, 800, 1000 rpm serta massa *co-solvent* 15% dari berat minyak. Katalis KOH langsung dicampurkan pada campuran reaksi tanpa melarutkan terlebih dahulu pada metil asetat untuk menghindari hidrolisis metil asetat dengan basa (OH) menjadi metanol (Saragih, 2015).

### Tahap Pemisahan

Menghentikan reaksi dengan menetralkan katalis KOH yaitu menambahkan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> sampai pH netral. Hasil reaksi netralisasi adalah endapan garam kalium fosfat. Setelah pH netral kemudian memisahkan metil ester, sisa reaktan dan endapan kalium fosfat menggunakan *sentrifuge* dengan kecepatan 1500 rpm selama 1 menit. Metil ester dengan sisa reaktan yang tidak ikut bereaksi dipisahkan lagi dengan proses destilasi pada suhu 110°C. Setelah proses pemisahan kemudian menyaring metil ester yang masih terlihat keruh

kemudian sampel disimpan di kulkas dengan suhu 17°C untuk mencegah kerusakan.

## 4. Tahap Analisa

### Uji Densitas

Uji densitas dilakukan dengan menimbang berat piknometer kosong kemudian memasukkan metil ester kedalam piknometer dan menimbang piknometer yang telah diisi metil ester, untuk mengetahui densitas metil ester menghitung menggunakan persamaan (3):

$$\text{Densitas} = \frac{\text{massa pikno isi} - \text{massa pikno kosong}}{\text{volume piknometer}} \quad (3)$$

### Uji Angka Asam

Uji angka asam dilakukan dengan membuat larutan KOH 0,1 N 100 mL, kemudian menimbang 19-21 ± 0,05 gram sampel biodiesel ke dalam *erlenmeyer*, menambahkan 100 mL pelarut aseton ke dalam *erlenmeyer* 250 mL, memipet indikator PP sebanyak 3 tetes. Setelah itu menitrasi larutan sampai menjadi merah jambu, warna merah jambu ini harus bertahan paling sedikit 15 detik dan menghitung angka asam metil ester menggunakan persamaan (4):

$$\text{Angka asam} = \frac{56.1 \times \text{volume KOH} \times \text{N KOH}}{\text{massa sampel}} \quad (4)$$

### Analisa Metil Ester

Analisa komposisi dan konsentrasi metil ester menggunakan *Gas Chromatography* (GC) merk Shimadzu dengan data:

- Column : BPX5 0,25µm, 12 m x 0,53 mm ID
- Initial temp : 100°C, 0,5 min
- Rate 1 : 50°C/min
- Temp : 280°C
- Rate 2 : 10°C/min
- Final temp : 360°C, 5 min
- Carrier gas : He, 5 min
- Detektor : FID
- Injection mode : on column (OCI-5)
- Injection volume: 1 µl

Menentukan yield kasar dengan persamaan (5):

$$\text{Yield kasar} = \frac{\text{massa hasil reaksi}}{\text{massa minyak awal}} \times 100\% \quad (5)$$

Menentukan yield dengan persamaan (6):

$$\text{Yield} = \frac{\% \text{ konsentrasi metil ester} \times \text{massa hasil reaksi}}{\text{massa minyak awal}} \times 100\% \quad (6)$$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisa awal didapatkan kadar air minyak 0,015%, FFA 0,1569% dan densitas 0,93 gr/ml.

**Tabel 1.** Data densitas metil ester dan yield kasar pada pembuatan biodiesel menggunakan metode interesterifikasi

| Kecepatan Pengaduk (rpm) | Massa KOH (%) | Densitas            |                 |
|--------------------------|---------------|---------------------|-----------------|
|                          |               | Metil Ester (gr/mL) | Yield Kasar (%) |
| 600                      | 0             | 0,91                | 88,96           |
|                          | 0,25          | 0,91                | 89,65           |
|                          | 0,5           | 0,91                | 90,34           |
|                          | 0,75          | 0,91                | 81,37           |
|                          | 1             | 0,91                | 83,03           |
| 800                      | 0             | 0,91                | 88,27           |
|                          | 0,25          | 0,91                | 89,65           |
|                          | 0,5           | 0,91                | 91,72           |
|                          | 0,75          | 0,91                | 93,10           |
|                          | 1             | 0,91                | 87,58           |
| 1000                     | 0             | 0,91                | 84,96           |
|                          | 0,25          | 0,91                | 86,68           |
|                          | 0,5           | 0,91                | 83,44           |
|                          | 0,75          | 0,91                | 87,10           |
|                          | 1             | 0,91                | 83,17           |

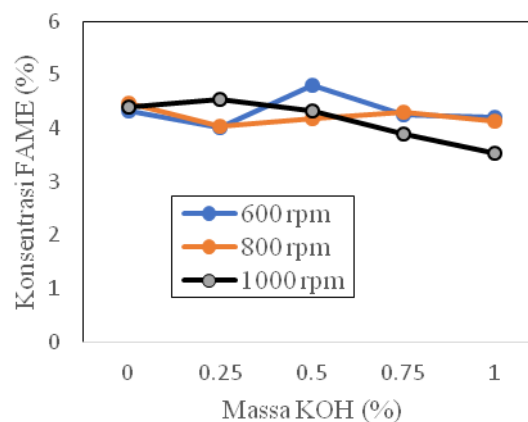
Pada Tabel 1. didapatkan nilai densitas yang tidak sesuai dengan standar SNI 7182:2015 (0,85 - 0,89 gr/mL) pada semua variasi massa katalis KOH terhadap minyak. Hal ini disebabkan karena masih banyak minyak yang tidak bereaksi, sehingga nilai densitas produk hasil reaksi masih mendekati densitas minyak awal yaitu 0,93 gr/ml. Pada penelitian Hartono dkk., (2013), didapatkan yield kasar biodiesel terbesar adalah 87,63 %. Pada penelitian ini didapatkan yield kasar biodiesel terbesar adalah 90,34 %.

**Tabel 2.** Data nilai angka asam biodiesel pada pembuatan biodiesel menggunakan metode interesterifikasi

| Kecepatan Pengaduk (rpm) | Massa KOH (% berat minyak) | Angka Asam (mg KOH/gr sample) |
|--------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| 600                      | 0                          | 0,42075                       |
|                          | 0,25                       | 0,5049                        |
|                          | 0,5                        | 0,561                         |
|                          | 0,75                       | 0,8415                        |
|                          | 1                          | 0,36465                       |
| 800                      | 0                          | 0,2805                        |
|                          | 0,25                       | 0,3366                        |
|                          | 0,5                        | 0,42075                       |
|                          | 0,75                       | 0,70125                       |
|                          | 1                          | 0,42075                       |
| 1000                     | 0                          | 0,3366                        |
|                          | 0,25                       | 0,42075                       |
|                          | 0,5                        | 0,42075                       |
|                          | 0,75                       | 0,70125                       |
|                          | 1                          | 0,2805                        |

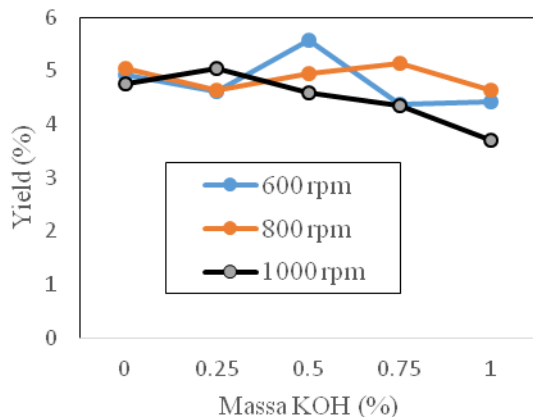
Pada Tabel 2. didapatkan angka asam yang tidak sesuai dengan SNI 7182:2015 (maks. 0,5 mg-KOH/g) yaitu pada kecepatan 600 rpm dengan massa katalis KOH 0,5 dan 0,75% berat minyak, pada kecepatan 800 rpm dengan massa katalis KOH 0,75% berat minyak serta pada kecepatan 1000 rpm dengan massa katalis KOH 0,75% berat minyak, hal ini disebabkan karena terjadinya reaksi hidrolisis antara minyak dengan air yang terkandung pada bahan baku minyak awal sebesar 0,015% menghasilkan produk samping yaitu asam lemak bebas sehingga berpengaruh terhadap tingginya nilai angka asam pada biodiesel yang terbentuk. Faktor lain yang menyebabkan tingginya nilai angka asam yaitu masih banyaknya kandungan minyak yang belum terpecah sempurna menjadi biodiesel, karena katalis KOH tidak larut sempurna di dalam metil asetat.

Pada penelitian pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit proses yang dilakukan adalah interesterifikasi dengan menggunakan variabel massa katalis dan kecepatan pengadukan. Rasio molar minyak dan metil asetat yang digunakan adalah 1:6. Jenis katalisnya adalah KOH dengan variabel massa katalis 0; 0,25; 0,5; 0,75 dan 1% dari berat minyak dengan kecepatan pengadukan 600; 800; 1000 rpm.

**Gambar 3.** Hubungan antara kecepatan pengaduk (rpm) dan massa katalis (% berat minyak) terhadap konsentrasi FAME (%)

Pada Gambar 3. terlihat bahwa pada kecepatan pengaduk 600 rpm, konsentrasi FAME optimum didapatkan pada massa katalis KOH 0,5% massa minyak. Pada kecepatan pengaduk 800 rpm, konsentrasi FAME optimum didapatkan pada massa katalis KOH 0% massa minyak. Sedangkan pada kecepatan pengaduk 1000 rpm, konsentrasi FAME optimum didapatkan pada massa katalis KOH 0,25% massa minyak. Konsentrasi FAME tertinggi yaitu 4,8% didapatkan pada massa katalis 0,5% massa minyak dengan kecepatan pengaduk 600 rpm, sehingga ini merupakan kondisi optimum penelitian.

Pada kecepatan pengaduk 600 rpm, penambahan massa katalis 0,75 dan 1% massa minyak justru menurunkan konsentrasi FAME, hal ini karena sisa katalis KOH yang tidak ternetralisasi ikut bersama produk semakin besar sehingga akan memperkecil konsentrasi FAME pada sampel.



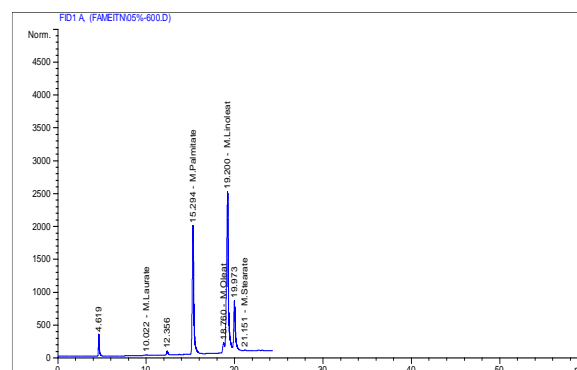
**Gambar 4.** Hubungan antara kecepatan pengaduk (rpm) dan massa katalis (% massa minyak) terhadap yield (%)

Pada Gambar 4. terlihat bahwa pada kecepatan pengaduk 600 rpm, yield optimum didapatkan pada massa katalis KOH 0,5% massa minyak. Pada kecepatan pengaduk 800 rpm, yield optimum didapatkan pada massa katalis KOH 0,75% massa minyak. Sedangkan pada kecepatan pengaduk 1000 rpm, yield optimum didapatkan pada massa katalis KOH 0,25% massa minyak. Yield tertinggi yaitu 5,56% didapatkan pada massa katalis 0,5% massa minyak dengan kecepatan pengaduk 600 rpm, sehingga ini merupakan kondisi optimum penelitian. Pada kecepatan pengaduk 600 rpm, penambahan massa katalis 0,75 dan 1% massa minyak justru menurunkan yield, hal ini karena sisa katalis KOH yang tidak ternetralisasi ikut bersama produk semakin besar sehingga akan memperkecil konsentrasi FAME pada sampel yang mempengaruhi perhitungan yield.

Kecepatan pengaduk yang tinggi akan mempercepat dan memperbanyak katalis KOH yang larut dalam campuran reaksi, tetapi di sisi lain sisa katalis yang tidak bereaksi akan ikut bersama produk jika proses pemisahan tidak sempurna. Pada massa katalis 0,25%, yield pada kecepatan pengaduk 1000 rpm lebih tinggi dibandingkan yield pada kecepatan pengaduk 600 dan 800 rpm. Semakin besar kecepatan pengadukan maka faktor frekuensi tumbukan juga akan semakin besar, sehingga konstanta kecepatan reaksi juga akan semakin besar. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius (Fogler, 1999) yaitu:

$$kA(T) = A e^{-E/RT} \quad (7)$$

## Hasil Analisa GC



**Gambar 5.** Kromatogram GC pada massa katalis 0,5% dan kecepatan pengadukan 600 rpm

**Tabel 3.** Hasil Analisa GC pada massa katalis 0,5 % dan kecepatan pengadukan 600 rpm

| Retention Time (menit) | Konsentrasi (mg/L)      | Nama Metil Ester |
|------------------------|-------------------------|------------------|
| 10,022                 | 334,94706               | Metil Laurat     |
| 15,294                 | 2,93646.10 <sup>4</sup> | Metil Palmitat   |
| 18,760                 | 2511,6755               | Metil Oleat      |
| 19,2                   | 1,14167.10 <sup>4</sup> | Metil Linoleat   |
| 21,151                 | 26,12914                | Metil Stearat    |
| Total                  | 4,3654.10 <sup>4</sup>  |                  |

Hasil analisis komposisi FAME yang didapatkan pada penelitian ini ditunjukkan oleh Gambar 5 dan secara detail komponen – komponen metil ester yang terkandung disajikan pada Tabel 3.

## Saran

Berdasarkan hasil analisis didapatkan yield dan konsentrasi FAME yang relatif kecil serta densitas dan beberapa angka asam yang tidak sesuai SNI 7182:2015. Hal ini disebabkan karena katalis KOH yang tidak larut sempurna pada campuran sehingga reaksi tidak bisa berjalan sempurna. Katalis KOH yang tidak larut sempurna terlihat dari sisa katalis yang masih berbentuk padat pada waktu pemisahan campuran hasil reaksi setelah akhir reaksi. Saran untuk penelitian selanjutnya adalah pemilihan jenis katalis yang sesuai sehingga reaksi bisa berjalan sempurna. Pilih jenis katalis yang bisa larut sempurna dan tidak bereaksi ketika dilarutkan dengan metil asetat.

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian interesterifikasi dengan *co-solvent* metil ester pada pembuatan biodiesel dari minyak kelapa sawit dengan variasi massa katalis dan kecepatan pengadukan, didapatkan kesimpulan bahwa konsentrasi optimum metil ester didapatkan dengan massa katalis 0,5% berat minyak dan kecepatan pengadukan 600 rpm yaitu sebesar 4,80%. Sedangkan yield tertinggi juga didapatkan dengan massa katalis 0,5% berat minyak dan kecepatan pengadukan 600 rpm yaitu sebesar 5,56%

dengan nilai angka asam 0,561 (mg KOH/gr sample) dan densitas 0,91 (gr/mL).

#### DAFTAR NOTASI

A = faktor frekuensi tumbukan

E = energy aktivasi (J/mol)

$k_A$  = konstanta kecepatan reaksi

R = konstanta gas ideal = 8,314 J/mol.K

T = suhu absolut (K)

#### DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, Jaka, D.J., dan Rodiansono. (2010). Optimasi Jumlah Katalis KOH dan NaOH pada Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Menggunakan Kopelarut. *Sains dan Terapan Kimia*, 4 (1), 79 – 89.

Anonim A. (2018). [https://id.wikipedia.org/wiki/Natrium\\_hidroksida](https://id.wikipedia.org/wiki/Natrium_hidroksida)  
Diakses pada tanggal 03 April 2020.

Anonim B. (2018). [https://id.wikipedia.org/wiki/Kalium\\_hidroksida](https://id.wikipedia.org/wiki/Kalium_hidroksida)  
Diakses pada tanggal 03 April 2020.

Anonim C. (2018). [https://en.wikipedia.org/wiki/Methyl\\_acetate](https://en.wikipedia.org/wiki/Methyl_acetate)  
Diakses pada tanggal 03 April 2020.

Anshary, M.I., Damayanti, O., dan Roesyadi, A. (2012). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Padat Berpromotor Ganda dalam Reaktor Fixed Bed. *Jurnal Teknik POMITS*, 1 (1), 1-4.

Arita R,S., Attaso, K., dan Septian, R. (2013). Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Dengan Katalis CaO Disinari Dengan Gelombang Mikro. *Jurnal Teknik Kimia*, 4 (19).

Casas, A., Ruiz, J.R., Ramos, M.J., dan Perez, A. (2010). Effects of Triacetin on Biodiesel Quality. *Energy & Fuels*, 24, 4481-4489.

Casas, A., Ramos, M.J., dan Perez, A. (2011). New trends in biodiesel production : Chemical interesterification of sunflower oil with methyl acetate. *Biomass & Bioenergy*, 35, 1702-1709.

Damanik, A. (2008). Analisa Kadar Asam Lemak Bebas Dari Crude Palm Oil (CPO) Pada Tangki Timbun. Skripsi, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/1394/3/1/09E00382.pdf>. Diakses pada tanggal 03 September 2017.

Daryono, E.D., dan Sinaga, E.J. (2016). Transesterifikasi *Palm oil* Dengan Variasi Massa *Co-Solvent* Dan Waktu Reaksi. *Prosiding SENTIA*, 8 (2), G-13 – G-16.

Daryono, E.D., dan Mustiadi, L. (2017). Penggunaan Metil Ester sebagai *Co-solvent* pada Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biodiesel. *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Proses Industri Kimia*, 1, 27-33.

Fahma, R., Poedji L.H., dan Catur D.L. (2010). Pengaruh Variasi Konsentrasi Katalis KOH Pada Pembuatan Metil Ester Dari Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa Linn*). *Jurnal Penelitian Sains*, 15 (2).

Fogler, H.S. (1999). Elements of Chemical Reaction Engineering, third edition. *Prentice Hall PTR, New Jersey*.

Hartono, R., Listiadi, A.P., dan Bayupramana, P.I.M. (2013). Intensifikasi Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Metode Interesterifikasi Dan Pemurnian Dry Washing. *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah (Journal of Waste Management Technology)*, 16.

Hermansyah, H., Morno, S., Arbianti, R., Utami, T.S., dan Wijanarko, A. (2009). Interesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Dengan Metil Asetat Untuk Sintesis Biodiesel Menggunakan *Candida Rugosa* Lipas Terimobilisasi. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 8 (1), 24-32.

Juan, C., Diego, L., Enrique, D.S., Carlos, L., Felipa, M.B., Antonio, A.R., Alejandro, P., Julio, B. dan Cristóbal, V.E. (2015). An overview on glycerol-free processes for the production of renewable liquid biofuels, applicable in diesel engines. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 42, 1437-1452.

Kusumaningtyas, D.R., Pristiyani, R., dan Dewajani, H. (2016). A New Route of Biodiesel Production through Chemical Interesterification of Jatropha Oil using Ethyl Acetate. *International Journal of ChemTech Research*, 9 (6).

Park, J.Y., Kim, D.K., Wang, Z.M., dan Lee, J.S. (2009). Fast Biodiesel Production with One-Phase Reaction. *Appl Biochem Biotechnol.*, 154, 246-252.

Puspitaningati, S.R., Permatasari, R., dan Gunardi, I. (2013). Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Dengan Menggunakan Katalis Berpromotor Ganda Berpenyangga  $\gamma$ -Alumina (CaO/KI/ $\gamma$ -Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) Dalam Reaktor Fluidized Bed. *Jurnal Teknik POMITS*, 1 (2).

Sakhtivel, S., Halder, S., dan Gupta, P.D. (2013). Influence of Co-solvent on the Production of

Biodiesel in Batch and Continuous Process. *International Journal of Green Energy*, 10, 876-884.

Saragih, S.W. (2015). Pengaruh Konsentrasi Basa terhadap Produk Hidrolisis Ester. *BioLink*, 1 (2), 81-88.

Standar Nasional Indonesia 7182:2015

Sustere, Z., Murnieks, R., dan Kampars, V. (2016). Chemical interesterification of rapeseed oil with methyl, ethyl, propyl and isopropyl acetates and fuel properties of obtained mixtures. *Fuel Processing Technology*, 149, 320-325.

Wahyuni, S., Ramli dan Mahrizal. (2015). Pengaruh Suhu Proses dan Lama Pengendapan Terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah. *Pillar Of Physics*, 6, 33-40.