

# TRANSESTERIFIKASI PALM OIL DENGAN VARIASI MASSA CO-SOLVENT DAN WAKTU REAKSI

ElviantoDwiDaryono<sup>1</sup>, ErniJunitaSinaga<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Industri D-3, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang

<sup>1</sup> [elviantodaryono@yahoo.com](mailto:elviantodaryono@yahoo.com), <sup>2</sup> [erni\\_junita@yahoo.com](mailto:erni_junita@yahoo.com)

---

## Abstrak

Palm oil is very potentially for turned in to biodiesel. In the process of making biodiesel with transesterification conventional required a long time because the reaction takes places in two phase. Adding the co-solvent can be a solution to makes the reaction time shorter. Methyl ester can be used as a co-solvent to makes the reaction in single phase between the oil and methanol so decrease the reaction time in biodiesel process. Methyl ester as a co-solvent is not need to separate after the last process because methyl ester is the main product of the reaction. The purpose of this research is to find out the effect of addition of co-solvent methyl ester and catalyst NaOH to produced the biodiesel from palm oil which has the good standard. According to the result was obtained that the best results of this process achieved at mass of co-solvent of 15% and reaction time of 20 minutes with mass of FAME 28.06 gr. Methyl ester density and acid value regards with SNI 04-7182-2006.

**Key words** : palm oil, transesterification, co-solvent, methyl ester, biodiesel

---

## 1. Pendahuluan

Energi terbarukan sangat dibutuhkan dewasa ini, terutama dalam hal kebutuhan energi bahan bakar. Bahan baku bahan bakar selama ini yang digunakan adalah bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Pasokan bahan baku yang semakin menipis inilah yang melatarbelakangi diadakan penelitian dan pengembangan untuk sumber-sumber energi terbarukan (*renewable*). Sumber energi terbarukan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan kebutuhan yang semakin meningkat.

Salah satu kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat adalah bahan bakar solar. Kebutuhan solar Indonesia dari tahun ke tahun terus naik, pada tahun 1996-1997 sebesar 19,3 miliar liter, tahun 1997-1998 sebesar 22,2 miliar liter, tahun 1999-2000 impor BBM sebesar 31,707 miliar liter dan pada tahun 2007-2015 kebutuhan solar 19,3 miliar liter (Kompas 18 Maret 2002 dalam Susilo, 2006). Peningkatan ini akan terus terjadi setiap tahunnya seiring dengan pengembangan teknologi yang semakin maju dan jumlah penduduk yang semakin bertambah.

Pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, menetapkan pada tahun 2025 peran minyak bumi sebagai energi akan dikurangi dari 52% saat ini menjadi kurang dari 20%. Pada tahun tersebut diharapkan energi alternatif bisa menyuplai 17% kebutuhan energi nasional, termasuk di dalamnya *biofuel* atau Bahan

Bakar Nabati (BBN) ikut memasok sekitar 5% (Hambali, dkk 2007).

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang telah dikembangkan secara luas untuk mengurangi ketergantungan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Biodiesel adalah metil ester asam lemak yang dihasilkan dari proses kimia antara minyak nabati dan alkohol. Proses yang paling banyak dilakukan untuk pembuatan biodiesel adalah reaksi transesterifikasi, karena mudah dan bisa menghasilkan metil ester cukup tinggi.

Yang menjadi permasalahan utama dalam reaksi transesterifikasi adalah kelarutan minyak dalam metanol sangat rendah, dimana reaksi terjadi pada fase metanol. Untuk mencapai sistem reaksi satu fase dibutuhkan waktu yang lama. Salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan perpindahan massa tersebut adalah reaksi satu fase dengan menambahkan *co-solvent* (Mahajan, *et al* 2006). Dengan penambahan *co-solvent* maka reaksi menjadi lebih cepat, suhu reaksi bisa rendah dan rasio bahan:metanol bisa diperkecil. Pada penelitian yang telah dilakukan selama ini *co-solvent* yang digunakan pada reaksi transesterifikasi seperti THF, DEM, n-heksana dan dietil eter harganya relatif mahal dan perlu proses pemisahan pada akhir reaksi dengan pemanasan. Hal ini tentunya akan menambah biaya produksi biodiesel itu sendiri. Selain itu dengan menggunakan metil ester sebagai *co-solvent* akan menghemat biaya produksi karena tidak perlu proses pemisahan *co-solvent* di akhir reaksi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji penggunaan metil ester sebagai *co-solvent* pada

reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit, sehingga akan didapatkan proses pembuatan biodiesel yang lebih efektif, efisien dan ekonomis. Dari tujuan tersebut secara khusus akan didapatkan kondisi optimum proses pembentukan metil ester, terutama berhubungan dengan waktu reaksi, suhu reaksi, rasio molar minyak:metanol, massa *co-solvent* metil ester yang ditambahkan, dan massa katalis NaOH yang digunakan.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Transesterifikasi

Proses yang paling banyak dilakukan untuk pembuatan biodiesel selama ini adalah proses transesterifikasi, karena kemudahan prosesnya, murah dan menghasilkan metil ester cukup tinggi. Banyak penelitian pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi telah dilakukan. Chitra, *et al* (2005); melakukan transesterifikasi minyak jarak pagar dan mendapatkan yield metil ester 94,5% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 60 menit, massa metanol 20% berat minyak, massa NaOH 1% dan biodiesel yang dihasilkan memenuhi standard BIS (Bureau of Indian Standards).

Sanli & Canakci, (2008); mendapatkan konversi reaksi 97,85% pada transesterifikasi minyak biji bunga matahari dengan kondisi optimum yaitu waktu reaksi 1 jam, suhu reaksi 60°C, rasio mol minyak: metanol = 1:6, dan massa KOH = 1% berat minyak.

### 2.2 Transesterifikasi dengan *Co-solvent*

*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 (Boocock, *et al* 1996).

Rachmaniah, dkk (2009); dalam penelitiannya mendapatkan konsentrasi metil ester lebih tinggi dibandingkan transesterifikasi konvensional yaitu 98,42% pada rasio THF:metanol yaitu 2:1, molar ratio CPO:metanol = 1:6, katalis NaOH 0,5%-berat dan suhu reaksi 30°C. Pada transesterifikasi minyak jarak pagar didapatkan konsentrasi metil ester 94,79% pada ratio THF:metanol yaitu 2:1, molar ratio minyak jarak pagar:metanol = 1:6, waktu reaksi 10 menit, katalis NaOH 1,3% berat dan suhu reaksi pada suhu kamar (Muyassaroh, Daryono dan Hudha, 2012).

Penelitian Park, *et al* (2009); mendapatkan konsentrasi FAME 86% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, KOH 0,8% wt., suhu reaksi 70°C, waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 100 rpm dan *co-solvent* FAME 10% wt. minyak. Lam dan Lee, (2010); mendapatkan yield 88,2%

pada transesterifikasi minyak goreng bekas dengan *co-solvent* FAME pada waktu reaksi 1,5 jam, suhu reaksi 150°C, rasio mol minyak:metanol = 1:15, dan katalis  $\text{SO}_4^{2-}/\text{SnO}_2-\text{SiO}_2$  6% wt.

Pada transesterifikasi minyak jarak kaliki mendapatkan konsentrasi metil ester 95,5% pada suhu reaksi 60°C, katalis  $\text{CH}_3\text{ONa}$  1% wt., *co-solvent* heksana 15% wt., waktu reaksi 2 jam, rasio mol minyak:metanol = 1:6, dan kecepatan pengadukan 600 rpm (Pena, *et al* 2009).

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Pembuatan *Co-solvent* FAME

- Minyak kelapa sawit kemasan dilakukan analisa FFA. Jika FFA > 2% maka dilakukan reaksi esterifikasi dulu tetapi jika FFA < 2% bisa langsung dilakukan reaksi transesterifikasi.
- Reaksi transesterifikasi dilakukan dengan menimbang minyak 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.
- Hasil reaksi kemudian ditambahkan HCl 1 N untuk menetralisasi katalis dan dimasukkan corong pemisah selama ±12 jam sehingga terpisah menjadi 2 lapisan. Lapisan atas merupakan FAME yang digunakan sebagai *co-solvent*.

### 3.2 Transesterifikasi *Palm Oil* dengan *Co-solvent* FAME

- Minyak kelapa sawit sebanyak 250 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik. Selanjutnya dilakukan reaksi transesterifikasi minyak dengan penambahan *co-solvent* FAME dan dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 100 rpm.
- Variabel tetap penelitian meliputi katalis NaOH, kecepatan pengadukan 100 rpm, suhu reaksi 70°C, massa katalis NaOH 1%, pereaksi metanol p.a 99,9%, konsentrasi *co-solvent* FAME 98,02% dan rasio molar minyak:metanol = 1:6.
- Variabel bebas penelitian adalah waktu reaksi (5, 10, 15, 20, 25, 30 menit), dan massa *co-solvent* FAME (0, 5, 10, 15% berat minyak).
- Setelah reaksi selesai sesuai variabel waktu penelitian, diambil sampel sebanyak 30 gram dan ditambahkan HCl 1 N sampai pH 7 untuk menghentikan reaksi. Hasil reaksi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama ±12 jam agar terbentuk 2 lapisan.
- Lapisan atas merupakan metil ester, minyak yang tidak bereaksi dan impuritis lain yang

terikut, kemudian didestilasi pada suhu  $\pm 100^{\circ}\text{C}$  untuk memisahkan impuritis yang masih terikut.

- Lapisan bawah merupakan campuran gliserol, sisa metanol, sisa katalis dan hasil reaksi netralisasi.
- Residu hasil destilasi lapisan atas kemudian disaring sehingga didapatkan metil ester kasar yang berwarna jernih.
- Metil ester kasar kemudian ditimbang dan dihitung densitas serta nilai angka asamnya.

#### 4. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil analisis dan perhitungan didapatkan data massa, densitas dan angka asam dari metil ester yang dihasilkan.

Tabel 1. Hasil analisis % FFA dan kadar air minyak kelapa sawit awal.

| Paramater | Nilai (%) |
|-----------|-----------|
| % FFA     | 0,124     |
| Kadar air | 0,0496    |

Dari tabel 1 didapatkan data hasil analisis bahan baku yaitu minyak kelapa sawit dengan % FFA  $< 2\%$  dan kadar air  $< 1\%$ , sehingga bisa langsung dilakukan proses transesterifikasi (Van Gerpen, *et al* 2004).

Dari tabel 2 didapatkan hasil yang berbeda-beda pada tiap variabel penelitian. Hasil perhitungan densitas didapatkan nilai yang sudah memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 gr/ml. Hasil perhitungan angka asam juga didapatkan nilai yang memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu maks. 0,8 mg KOH/gr.

Massa *crude* metil ester yang didapatkan berbeda-beda pada tiap variabel penelitian, tetapi secara umum dengan semakin lama waktu reaksi dan semakin banyak *co-solvent* yang ditambahkan maka massa metil ester juga akan semakin naik. Pada massa *co-solvent* 0% didapatkan massa FAME 19,62 gr pada waktu reaksi 30 menit. Pada massa *co-solvent* 5% didapatkan massa FAME 26,74 gr pada waktu reaksi 25 menit. Pada massa *co-solvent* 10% didapatkan massa FAME 26,8 gr pada waktu reaksi 20 menit. Pada massa *co-solvent* 15% didapatkan massa FAME 28,06 gr pada waktu reaksi 20 menit.

#### 5. Kesimpulan dan Saran

##### 5.1 Kesimpulan

- Semakin lama waktu reaksi dan semakin banyak *co-solvent* yang ditambahkan maka massa metil ester juga akan semakin naik. Kondisi optimum didapatkan pada massa *co-solvent* 15% dan waktu reaksi 20 menit yaitu dengan massa

FAME 28,06 gram, densitas 0,89 gr/ml dan angka asam 0,28 mg KOH/gr.

- Didapatkan hasil densitas metil ester yang bervariasi pada tiap variabel penelitian, tetapi hasilnya sudah memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 gr/ml.
- Didapatkan hasil angka asam yang bervariasi pada tiap variabel penelitian, tetapi hasilnya sudah memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu maks. 0,8 mg KOH/gr.

##### 5.2 Saran

Sebaiknya dilakukan analisa semua standard biodiesel untuk mengetahui apakah biodiesel yang dihasilkan sudah layak untuk digunakan sebagai bahan bakar atau tidak.

##### Daftar Pustaka:

- Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., Sidi, H. (1996): *Fast One-Phase Oil-Rich Process for The Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters*, Biomass Bioenergy, 11 : 43-50.
- Chitra, P., Venkatachalam, P., Sampathrajan, A. (2005): *Optimisation of experimental conditions for biodiesel production from alkali-catalysed transesterification of jatropha curcas oil*, Energy for Sustainable Development, 9, pp. 13-18.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., Hendroko, R. (2007): *Teknologi Bioenergi*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Lam, M.L., Lee, K.T. (2010): *Accelerating transesterification reaction with biodiesel as co-solvent : A case study for solid sulfated tin oxide catalyst*, Fuel, 89, pp. 3866-3870.
- Mahajan, Sonam, Konar, S.K., Boocock., D.G.B. (2006): *Standard Biodiesel from Soybean Oil by a Single Chemical Reaction*, JAOCS, 83 : 641-645.
- Muyassaroh, Daryono, E.D., Hudha, M.I. (2012): *Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar dengan Variasi Penambahan Co-solvent dan Waktu Reaksi*, Jurnal Teknik Kimia, UPN Veteran Surabaya, Volume 7, No. 1, pp. 8-11.
- Park, J., Kim, D., Wang Z. (2009): *Fast Biodiesel Production with One-Phase Reaction*, Appl. Biochem. Biotechnol., 154, pp. 246-22.
- Pena, R., Romero, R., Martinez, S.L., Ramos, M.J., Martinez, A., Natividad, R. (2009): *Transesterification of Castor Oil : Effect of Catalyst and Co-solvent*, Ind. Eng. Chem. Res., 48, pp. 1186-1189.
- Rachmaniah, O., Baidawi, A., Latif, I. (2009): *Produksi Biodiesel Berkemurnian Tinggi dari Crude Palm Oil (CPO) dengan Tetrahidrofuran-Fast Single-Phase Process*, Reaktor, 12, pp. 166-174.

Sanli, H., Canakci, M. (2008): *Effects of Different Alcohol and Catalyst Usage on Biodiesel Production from Different Vegetable Oils*, Energy & Fuels, 22, pp. 2713-2719.

Van Gerpen, J., Shanks, B., Pruszko, R., Clements, D., Knothe, G. (2004): *Biodiesel Production Technology*, National Renewable Energy Laboratory.

Susilo, B. (2006): *Biodiesel : Pemanfaatan Biji Jarak Pagar sebagai Alternatif Bahan Bakar Minyak, Inovasi dan Teknologi*, Trubus Agrisarana, Surabaya.

Tabel 2. Data densitas, massa dan angka asam metil ester pada transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan katalis NaOH 1% berat dan *co-solvent* FAME.

| Massa <i>Co-solvent</i> (%) | Waktu Reaksi (menit) | Massa Bahan (gram) | Densitas ( $\rho$ ) (g/ml) | Massa FAME (gram) | Angka asam (mg KOH / g sampel) |
|-----------------------------|----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------|--------------------------------|
| 0                           | 5                    | 250                | 0,88                       | 16,68             | 0,28                           |
|                             | 10                   |                    | 0,89                       | 17,23             | 0,28                           |
|                             | 15                   |                    | 0,89                       | 17,49             | 0,28                           |
|                             | 20                   |                    | 0,88                       | 17,84             | 0,28                           |
|                             | 25                   |                    | 0,88                       | 18,56             | 0,28                           |
|                             | 30                   |                    | 0,88                       | 19,62             | 0,28                           |
| 5                           | 5                    | 250                | 0,89                       | 11,98             | 0,28                           |
|                             | 10                   |                    | 0,89                       | 15,21             | 0,42                           |
|                             | 15                   |                    | 0,88                       | 16,02             | 0,42                           |
|                             | 20                   |                    | 0,88                       | 18,98             | 0,42                           |
|                             | 25                   |                    | 0,88                       | 26,74             | 0,42                           |
|                             | 30                   |                    | 0,88                       | 27,08             | 0,42                           |
| 10                          | 5                    | 250                | 0,89                       | 19,32             | 0,56                           |
|                             | 10                   |                    | 0,88                       | 20,08             | 0,56                           |
|                             | 15                   |                    | 0,89                       | 21,15             | 0,7                            |
|                             | 20                   |                    | 0,88                       | 26,80             | 0,7                            |
|                             | 25                   |                    | 0,89                       | 26,87             | 0,7                            |
|                             | 30                   |                    | 0,88                       | 27,10             | 0,42                           |
| 15                          | 5                    | 250                | 0,88                       | 15,88             | 0,7                            |
|                             | 10                   |                    | 0,89                       | 17,47             | 0,28                           |
|                             | 15                   |                    | 0,88                       | 21,58             | 0,56                           |
|                             | 20                   |                    | 0,89                       | 28,06             | 0,28                           |
|                             | 25                   |                    | 0,89                       | 28,37             | 0,56                           |
|                             | 30                   |                    | 0,89                       | 28,66             | 0,28                           |