



# Penggunaan Metil Ester sebagai *Co-solvent* pada Proses Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit Menjadi Biodiesel

Elvianto Dwi Daryono<sup>1,\*</sup>, Lalu Mustiadi<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin D-3, Fakultas Teknologi Industri, ITN Malang

\*E-mail: elviantodaryono@yahoo.com

## ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas penggunaan metil ester sebagai *co-solvent* pada reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit. Pada proses transesterifikasi yang menjadi masalah adalah kelarutan minyak pada metanol yang rendah, sehingga reaksi akan berjalan lambat. Salah satu solusi dari permasalahan ini adalah dengan menambahkan *co-solvent* untuk meningkatkan kelarutan minyak pada metanol sehingga akan terbentuk reaksi 1 fase. Variabel tetap penelitian adalah jenis minyak yaitu minyak kelapa sawit, katalis NaOH, kecepatan pengadukan 100 rpm, suhu reaksi 70°C, dan rasio molar minyak:metanol = 1:6. Variabel bebas penelitian adalah massa katalis (1; 1,2% berat minyak), waktu reaksi (5, 10, 15, 20, 25, 30 menit), dan massa *co-solvent* (0, 5, 10, 15 % berat minyak). Tahap pertama penelitian adalah membuat metil ester sebagai *co-solvent* yaitu dengan reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit sebanyak 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. Setelah didapatkan metil ester sebagai *co-solvent*, tahap kedua penelitian adalah reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit sebanyak 250 gram dengan menambahkan *co-solvent* metil ester dan melakukan reaksi sesuai kondisi operasi penelitian. Setelah reaksi selesai ditambahkan HCl 1 N untuk menghentikan reaksi, kemudian hasil reaksi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama 1 jam agar terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas merupakan metil ester dan minyak yang tidak bereaksi. Lapisan bawah merupakan campuran gliserol, sisa metanol dan katalis. Hasil perhitungan densitas didapatkan nilai yang sudah memenuhi standard biodiesel 7182:2015 yaitu 0,85 – 0,89 gr/ml. Hasil perhitungan angka asam juga didapatkan nilai yang memenuhi standard biodiesel yaitu maks. 0,8 mg KOH/gr. Pada perhitungan crude yield biodiesel didapatkan hasil optimum pada penambahan *co-solvent* metil ester 10%, waktu reaksi 5 menit dan massa katalis NaOH 1,2% berat minyak yaitu 82,2558%.

**Kata kunci:** *co-solvent*, transesterifikasi, minyak kelapa sawit, biodiesel

## ABSTRACT

This study aims to examine the effectiveness of the use of methyl ester as *co-solvent* in the transesterification reaction of palm oil. In the process of transesterification the problem was the solubility of oil in methanol low, so the reaction will run slowly. One solution to this problem was added *co-solvent* to increase the solubility of the oil in methanol so that one phase reaction will be formed. The fixed variables were palm oil, NaOH catalyst, stirring speed 100 rpm, reaction temperature 70°C, and molar ratio of oil:methanol = 1:6. The research independent variables were catalyst mass (1, 1.2% wt. of oil), reaction time (5, 10, 15, 20, 25, 30 min), and mass of *co-solvent* (0, 5, 10, 15%). The first step of the study was to make methyl ester as *co-solvent* with transesterification reaction of 250 grams of palm oil, NaOH catalyst 1% wt., stirring speed 100 rpm, reaction time 1 h, reaction temperature 60°C and molar ratio of oil:methanol = 1:6. After obtaining the methyl ester as *co-solvent*, the second stage of the research was transesterification reaction 250 gram palm oil by adding the *co-solvent* methyl ester and performing the reaction according to the condition of the research operation. After the reaction was completed, HCl 1 N was added to stop the reaction, then the reaction product was inserted in separating funnel for 1 hour to form 2 layers. The top layer was methyl ester and unreacted oil. The lower layer was mixture of glycerol, residual methanol and catalyst. Density calculation obtained values that have

met the biodiesel standard 7182:2015 was 0.85 - 0.89 gr/ml. The result of calculation of acid value also got value which fulfill biodiesel standard that was max. 0.8 mg KOH/g. In the calculation of crude yield of biodiesel obtained optimum result on addition of co-solvent methyl ester 10%, reaction time 5 min and mass of catalyst NaOH 1.2% weight of oil that was 82.2558%.

**Keywords:** co-solvent, transesterification, palm oil, biodiesel

## 1. PENDAHULUAN

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.

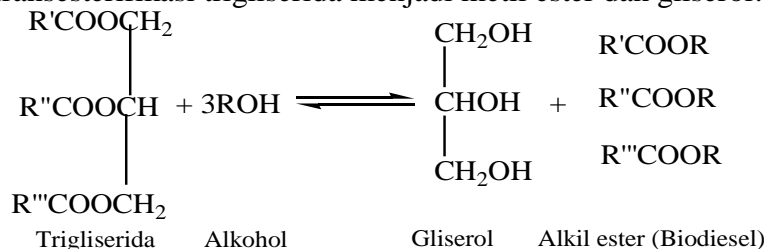
Yang menjadi permasalahan utama dalam reaksi transesterifikasi adalah kelarutan minyak dalam metanol sangat rendah, dimana reaksi terjadi pada fase metanol. Untuk mencapai sistem reaksi 1 fase dibutuhkan waktu yang lama. Salah satu cara untuk mengatasi keterbatasan perpindahan massa tersebut adalah reaksi satu fase dengan menambahkan *co-solvent* [1].

### 1.1. Transesterifikasi

Banyak penelitian pembuatan biodiesel dengan proses transesterifikasi telah dilakukan. Pada transesterifikasi minyak bunga matahari, mendapatkan konsentrasi etil ester 100% pada suhu reaksi 55°C, waktu reaksi 120 menit, katalis sodium etoksida 1,6% wt. dan etanol 25% volume [2]. Almeida *et al.* [3] mendapatkan yield 87,1% dan konsentrasi FAME 94,8% pada transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan rasio mol metanol:minyak = 9:1, NaOH 0,5% wt., suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 1 jam dan kecepatan pengadukan 300 rpm.

Beberapa penelitian reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit menggunakan katalis heterogen. Ngamcharussrivichai *et al.* [4] mendapatkan konsentrasi metil ester 94,8% pada transesterifikasi *palm kernel oil* dengan suhu reaksi 60°C, massa katalis CaO.ZnO = 10% wt., rasio Ca/Zn = 0,25, rasio molar metanol/minyak = 30 dan waktu reaksi 1 jam. Benjapornkulaphong *et al.* [5] mendapatkan konsentrasi metil ester 94,3% pada transesterifikasi *palm kernel oil* dengan suhu reaksi 60°C, massa katalis Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> = 10% wt., rasio molar metanol/minyak = 65 dan waktu reaksi 3 jam.

Reaksi transesterifikasi trigliserida menjadi metil ester dan gliserol:



### 1.2. Transesterifikasi dengan *Co-solvent*

Mohammad-Dabo *et al.* [6] mendapatkan yield 98% pada transesterifikasi minyak jarak pagar pada suhu 40°C, kecepatan pengaduk 200 rpm, rasio molar metanol:minyak = 4:1, rasio volume *co-solvent* THF:metanol = 1:1, katalis NaOH 0,5% wt. minyak, waktu reaksi 10 menit dan biodiesel yang dihasilkan memenuhi ASTM D 6751-02 standard B100. Pada transesterifikasi *rapeseed oil*



mendapatkan yield 97,6% pada massa katalis KOH 0,7% wt., rasio molar metanol:minyak = 9:1, rasio molar metanol:*co-solvent* DEE = 1:1, kecepatan pengaduk 700 rpm, suhu reaksi 30°C dan waktu reaksi 2 jam [7].

Park *et al.* [8] mendapatkan konsentrasi FAME 86% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, KOH 0,8% wt., suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 100 rpm dan *co-solvent* FAME 10% wt. minyak. Lam dan Lee [9] 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.

Sakthivel *et al.* [10] mendapatkan yield 88% pada transesterifikasi minyak jarak pagar dengan waktu reaksi 30 menit, suhu reaksi 240°C, rasio mol minyak:metanol = 1:6, dan *co-solvent* FAME 15% wt. Pada transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan metanol superkritis didapatkan yield 66% pada suhu 280°C, tekanan 15 MPa, rasio *co-solvent* heptana/metanol = 0,2 [11].

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan proses pembuatan biodiesel yang efisien, efektif dan ekonomis. Hal ini diharapkan bisa dicapai karena pada proses ini tidak ada pemisahan *by product* dan bisa menghasilkan yield produk yang tinggi dengan waktu reaksi yang singkat karena adanya penambahan *co-solvent*.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan adalah metode eksperimen. Penelitian ini menggunakan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku dan *co-solvent* FAME.

### 2.1. Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit dengan Penambahan *Co-solvent*

- ❖ Minyak kelapa sawit sebanyak 250 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik. Selanjutnya dilakukan reaksi transesterifikasi minyak kelapa sawit 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, dan rasio molar minyak:metanol = 1:6
- ❖ Variabel bebas penelitian adalah massa katalis NaOH (1 ; 1,2% berat minyak), waktu reaksi (5, 10, 15, 20, 25, 30 menit), dan massa *co-solvent* FAME (0, 5, 10, 15% berat minyak).
- ❖ Setelah reaksi selesai menambahkan HCl 1 N untuk menghentikan reaksi. Memasukkan hasil reaksi ke dalam corong pemisah dan mendinginkan selama  $\pm 12$  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 dipisahkan dengan impuritis yang masih terikut. Residu hasil destilasi kemudian disaring sehingga didapatkan metil ester kasar yang berwarna jernih.
- ❖ Metil ester kasar kemudian dihitung massa, densitas dan angka asamnya
- ❖ Lapisan bawah merupakan campuran gliserol, sisa metanol dan katalis.



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1. Hasil Penelitian

**Tabel 1.** Data densitas, massa, angka asam, dan crude yield metil ester pada transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan katalis NaOH 1% berat.

<i>Co-solvent</i> (%)	Waktu Reaksi (menit)	Densitas ( $\rho$ ) (g/cm <sup>3</sup> )	Massa FAME (gr)	Angka asam (mg KOH/g)	Crude Yield (%)
0	5	0,88	100,4136	0,28	40,1654
	10	0,88	103,7246	0,28	41,4898
	15	0,88	105,2898	0,28	42,1159
	20	0,89	107,3968	0,28	42,9587
	25	0,89	118,1124	0,28	47,2450
	30	0,88	185,6140	0,28	74,2456
5	5	0,89	62,6146	0,28	25,0458
	10	0,89	82,8667	0,42	33,1467
	15	0,88	87,9454	0,42	35,1782
	20	0,88	106,5046	0,42	42,6018
	25	0,88	147,0126	0,42	58,8050
	30	0,88	155,1598	0,42	62,0639
10	5	0,89	100,9664	0,7	40,3866
	10	0,88	105,9216	0,56	42,3686
	15	0,89	112,8980	0,7	45,1592
	20	0,88	149,7360	0,56	59,8944
	25	0,88	150,1924	0,7	60,0770
	30	0,88	216,2696	0,42	86,5078
15	5	0,88	151,1122	0,7	60,4450
	10	0,89	111,1015	0,28	44,4406
	15	0,89	108,5966	0,28	43,4386
	20	0,89	81,7986	0,28	32,7194
	25	0,88	80,7719	0,56	32,3088
	30	0,89	70,0076	0,56	28,0030

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

<i>Co-solvent</i> (%)	Waktu Reaksi (menit)	Densitas ( $\rho$ ) ( $\text{g/cm}^3$ )	Massa FAME (gram)	Angka Asam (mg KOH/g)	Crude Yield (%)
0	5	0,88	104,4396	0,56	41,7758
	10	0,86	119,2131	0,56	47,6852
	15	0,87	125,0019	0,7	50,0008
	20	0,88	131,1525	0,42	52,4610
	25	0,88	132,5997	0,7	53,0399
	30	0,87	161,9525	0,7	64,7810
5	5	0,89	91,1200	0,56	36,4480
	10	0,88	182,4940	0,42	72,9976
	15	0,87	187,8948	0,42	75,1579
	20	0,87	192,4164	0,56	76,9666
	25	0,87	196,8752	0,28	78,7501
	30	0,88	142,8414	0,56	57,1365
10	5	0,88	205,6396	0,56	82,2558
	10	0,88	197,3465	0,7	78,9386
	15	0,88	165,5454	0,7	66,2182
	20	0,87	160,9091	0,7	64,3636
	25	0,88	135,1156	0,7	54,0462
	30	0,87	35,9328	0,7	14,3731
15	5	0,89	149,8992	0,56	59,9597
	10	0,88	163,5424	0,42	65,4167
	15	0,88	162,3256	0,7	64,9302
	20	0,88	158,0668	0,56	63,2267
	25	0,87	143,2492	0,28	57,2997
	30	0,88	128,9858	0,56	51,5943

Dari tabel diatas didapatkan hasil yang berbeda-beda pada tiap variabel penelitian. Hasil perhitungan densitas didapatkan nilai yang sudah memenuhi standard biodiesel 7182:2015 yaitu 0,85 – 0,89 gr/ml. Hasil perhitungan angka asam juga didapatkan nilai yang memenuhi standard biodiesel 7182:2015 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 penambahan massa katalis NaOH 1% berat minyak, crude yield biodiesel terbaik didapatkan pada massa *co-solvent* 10% dan waktu reaksi 30 menit yaitu 86,5078%. Crude yield biodiesel didapatkan hasil optimum pada penambahan *co-solvent* metil ester 10%, waktu reaksi 5 menit dan massa katalis NaOH 1,2% berat minyak yaitu 82,2558%. Setelah waktu reaksi 5 menit, crude yield semakin menurun. Hal ini karena reaksi bersifat *reversible*, sehingga setelah 5 menit reaksi bergeser ke kiri.



#### 4. KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian didapatkan kesimpulan yaitu ;

1. Didapatkan hasil densitas metil ester yang bervariasi pada tiap variabel penelitian, tetapi hasilnya sudah memenuhi standard biodiesel 7182:2015 yaitu 0,85 – 0,89 gr/ml.
2. Didapatkan hasil angka asam yang bervariasi pada tiap variabel penelitian, tetapi hasilnya sudah memenuhi standard biodiesel 7182:2015 yaitu maks. 0,8 mg KOH/gr.
3. Pada perhitungan crude yield biodiesel didapatkan hasil optimum pada penambahan *co-solvent* metil ester 10%, waktu reaksi 5 menit dan massa katalis NaOH 1,2% berat minyak yaitu 82,2558%.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemenristekdikti yang telah membiayai Penelitian Produk Terapan tahun ke 2 ini sehingga bisa terlaksana dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mahajan, Sonam, S. K. Konar, and D. G. B. Boocock, Standard Biodiesel from Soybean Oil by a Single Chemical Reaction, *JAOCS*, vol. 83, hal. 641-645, 2006.
- [2] B. S. Sanchez, B. Benitez, B. A. Querini, and G. Mendow, Transesterification of sunflower oil with ethanol using sodium ethoxide as catalyst. Effect of the reaction conditions, *Fuel Processing Technology*, vol. 131, hal. 29-35, 2015.
- [3] V. F. Almeida, P. J. Garcia-Moreno, A. Guadix, and E. M. Guadix, Biodiesel production from mixtures of waste fish oil, palm oil and waste frying oil : Optimization of fuel properties, *Fuel Processing Technology*, vol. 133, hal. 152-160, 2015.
- [4] C. Ngamcharussrivichai, P. Totarat, and K. Bunyakiat, Ca and Zn mixed oxide as a heterogeneous base catalyst for transesterification of palm kernel oil, *Applied Catalysis A : General*, vol. 341, hal. 77-85, 2008.
- [5] S. Benjapornkulaphong, C. Ngamcharussrivichai, and K. Bunyakiat, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-supported alkali and alkali earth metal oxides for transesterification of palm kernel oil and coconut oil, *Chemical Engineering Journal*, vol. 145, hal. 468-474, 2009.
- [6] I. A. Mohammad-Dabo, M. S. Ahmad, A. Hamza, K. Muazu, and A. Aliyu, Cosolvent transesterification of Jatropha curcas seed oil, *Journal of Petroleum Technology and Alternative Fuels*, vol. 3, hal. 42-51, 2012.
- [7] J. M. Encinar, J. F. Gonzalez, A. Pardial, and G. Martinez, Transesterification of rapeseed oil with methanol in the presence of various co-solvents, *Proceeding Third International Symposium on Energy from Biomass and Waste*, Venice, Italy, 2010.



- [8] J. Park, D. Kim, and Z. Wang, Fast Biodiesel Production with One-Phase Reaction, *Appl. Biochem. Biotechnol.*, vol. 154, hal. 246-22, 2009.
- [9] M. L. Lam, and K. T. Lee, Accelerating transesterification reaction with biodiesel as co-solvent : A case study for solid sulfated tin oxide catalyst, *Fuel*, vol. 89, hal. 3866-3870, 2010.
- [10] S. Sakhtivel, S., Halder, and P. D. Gupta, Influence of Co-solvent on the Production of Biodiesel in Batch and Continuous Process, *International Journal Of Green Energy*, vol. 10, hal. 876-884, 2013.
- [11] K. T. Tan, K.T., Lee, and A. R. Mohamed, Effects of free fatty acids, water content and co-solvent on biodiesel production by supercritical methanol reaction, *The Journal of Supercritical Fluids*, vol. 53, hal. 88-91, 2010.