



# JURNAL REKAYASA, TEKNOLOGI PROSES DAN SAINS KIMIA

Received: 20-04-2022

Accepted: 18-05-2022

Published: 20-06-2022

## *Fatty Acids Methyl Esters from Various Types of Vegetable Oils*

Elvri Melliatty Sitinjak\*, Justaman Arifin Karo Karo, Rycce Sylviana Pratikha,  
Fernando Nainggolan, & Fauzatu Arabica Yatasya

Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Indonesia

\*Corresponding Email: elvrimelliatty@ptki.ac.id

### Abstrak

Minyak nabati memiliki banyak manfaat dalam kehidupan manusia, salah satunya sebagai bahan dasar dalam pembuatan metil ester asam lemak (*fatty acid methyl ester*/FAME). Dalam studi ini, dilakukan reaksi transesterifikasi dari berbagai sumber minyak nabati seperti minyak kelapa sawit, minyak jarak, minyak kelapa dan minyak zaitun. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh bahwa minyak kelapa sawit menghasilkan persen rendemen metil ester tertinggi, yaitu sebesar 96%. Nilai ini lebih tinggi dibandingkan minyak jarak (60%), minyak kelapa (93%), dan minyak zaitun (68%). Hasil transesterifikasi pada minyak jarak (0,9802 g/mL) menunjukkan densitas tertinggi dibandingkan dengan densitas metil ester dari minyak kelapa sawit (0,9239 g/mL), minyak kelapa (0,9279 g/mL), dan minyak zaitun (0,8546 g/mL).

**Kata Kunci:** *fatty acid methyl ester, minyak nabati, rendemen, transesterifikasi.*

### Abstract

Vegetable oils have many benefits in human life, one of them is as raw material in the manufacture of fatty acids methyl esters (FAME). In this study, transesterification reactions were carried out from various vegetable oil sources such as palm oil, castor oil, coconut oil and olive oil. Based on the results of the study, it was found that palm oil produced the highest percentage of methyl ester yield, which was 96%. This value is higher than castor oil (60%), coconut oil (93%), and olive oil (68%). The results of transesterification of castor oil (0.9802 g/mL) showed the highest density compared to the density of methyl esters from palm oil (0.9239 g/mL), coconut oil (0.9279 g/mL), and olive oil (0.8546 g/mL).

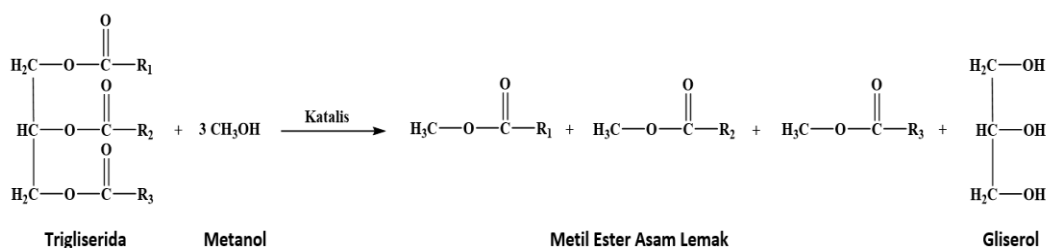
**Keywords:** *fatty acid methyl ester, vegetable oil, yield, transesterification.*

## I. PENDAHULUAN

Bahan bakar fosil adalah salah satu sumber energi tak terbarukan utama yang saat ini banyak digunakan di dunia industri dan transportasi. Kebutuhannya semakin meningkat dengan semakin berkembangnya sektor industri dan transportasi. Sumber energi *non-renewable* ini terbatas jumlahnya di bumi dan prosesnya tidak berkelanjutan sehingga sumber energi ini bisa habis jika digunakan terus menerus. Selain itu, penggunaan bahan bakar fosil ini juga memberikan dampak negatif terhadap lingkungan.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut, saat ini para peneliti berlomba untuk menciptakan sumber energi terbarukan yang ketersediaannya melimpah di bumi, salah satunya dengan menciptakan biodiesel sebagai energi alternatif terbarukan. Biodiesel dapat diperoleh dari metil ester asam lemak (FAME) yang

dihasilkan dari reaksi transesterifikasi minyak nabati (Gambar 1). Pada proses ini minyak nabati sebagai sumber trigliserida direaksikan dengan alkohol, menghasilkan campuran alkil ester dan gliserol dengan adanya katalis basa kuat. Ada beberapa aspek yang mempengaruhi proses transesterifikasi minyak nabati, yaitu: pemilihan katalis, rasio molar alkohol/minyak nabati, kemurnian reaktan, dan suhu (Jagadale & Jugulkar, 2012).



Gambar 1. Skema Reaksi Transesterifikasi Menggunakan Metanol

Keaktifan katalis dalam reaksi transesterifikasi yang menggunakan katalis basa ditentukan oleh alkalinitas dan jumlah gugus basanya. Dengan meningkatkan jumlah katalis, maka jumlah gugus basa juga meningkat (Zhang dkk., 2010). Selain itu, reaksi transesterifikasi merupakan reaksi kesetimbangan, maka metanol yang direaksikan harus dalam jumlah yang besar untuk menggeser reaksi ke arah pembentukan metil ester (Liu dkk., 2008). Variabel penting lainnya yang mempengaruhi *yield* metil ester adalah suhu reaksi. Secara kinetika, kenaikan suhu reaksi akan meningkatkan konversi. Tetapi pada reaksi transesterifikasi ini suhu maksimum dibatasi oleh titik didih alkohol. Suhu reaksi yang melebihi suhu didih alkohol akan menyebabkan alkohol menguap dan mengurangi jumlah alkohol dalam campuran reaksi. Suhu reaksi dapat ditingkatkan tetapi tekanan reaksi juga harus ditingkatkan untuk mempertahankan alkohol berada dalam kondisi cair (Hidayati dkk., 2017).

Selain faktor-faktor yang telah disebutkan sebelumnya, kandungan asam lemak bebas (ALB) juga merupakan faktor yang mempengaruhi keberlangsungan transesterifikasi. Peneliti lain menyatakan bahwa reaksi transesterifikasi langsung dapat dilakukan jika kadar ALB dalam minyak nabati kurang dari 3% (Ribeiro dkk., 2011) atau 5% (Gerpen, 2005). Kandungan ALB yang tinggi akan menyebabkan terjadinya reaksi penyabunan (saponifikasi). Reaksi saponifikasi tidak diinginkan selama proses karena dapat mereduksi *yield* ester dan mengakibatkan pemisahan gliserol menjadi sulit karena pembentukan emulsi.

Pada penelitian ini, akan dilakukan reaksi transesterifikasi dari berbagai macam minyak, seperti minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak zaitun, dan minyak jarak. Hasil dari reaksi ini bertujuan untuk membandingkan kemampuan masing-masing minyak dalam pembuatan metil ester yang dilihat dari persentase rendemen yang diperoleh dan akan dibandingkan juga densitasnya. Hasil dari penelitian ini, diharapkan dapat menjadi rujukan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Laboratorium Oleokimia, Politeknik Teknologi Kimia Industri, Medan. Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan metil ester asam lemak (*fatty acid methyl ester*) adalah minyak jarak, minyak zaitun, minyak kelapa, dan minyak kelapa sawit. Secara garis besar, prosedur percobaan dibagi menjadi tiga: pembuatan metil ester, pencucian metil ester, dan uji densitas metil ester.

### A. Pembuatan Metil Ester

KOH ditimbang sebanyak 1 g pada neraca digital di dalam *beaker glass* 100 mL. Selanjutnya, metanol diukur sebanyak 50 mL di dalam gelas ukur 50 mL. Metanol tersebut dicampurkan ke dalam *beaker glass* yang berisi KOH lalu dimasukkan *bar stirrer* dan dihomogenkan dengan *magnetic stirrer*. Campuran

homogen tersebut kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah. Minyak nabati diukur sebanyak 100 mL, lalu dimasukkan ke dalam *beaker glass* kemudian dipanaskan sambil diaduk dengan *magnetic stirrer* sampai suhu 55–60°C. Larutan campuran metanol dan KOH diteteskan ke dalam minyak nabati. Setelah habis, campuran larutan tersebut dipanaskan pada suhu yang sama selama 30 menit. Larutan kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan satu malam.

### B. Pemurnian Metil Ester

Metil ester yang didiamkan satu malam dipisahkan dengan lapisan lainnya. Kemudian, aquadest dipanaskan dengan *water bath* sampai suhu 70°C. Metil ester dicuci dengan aquadest panas dan ditunggu sampai terbentuk dua lapisan. Lapisan yang terbentuk kemudian dipisahkan antara metil ester dan airnya. Metil ester dicuci kembali sebanyak empat kali dan dipanaskan dengan *oven* pada suhu 105–110°C untuk mengurangi kadar airnya. Metil ester yang diperoleh kemudian diukur volumenya. Rendemen yang diperoleh dihitung seperti sebagai berikut.

$$\% \text{ Rendemen} = \frac{\text{Volume metil ester}}{\text{Volume minyak}} \times 100\% \quad (1)$$

### C. Uji Densitas Metil Ester

Piknometer dibersihkan dengan HCl lalu dibilas tiga kali dengan aquadest kemudian dibilas sekali lagi dengan alkohol kemudian dikeringkan dalam *oven* selama 5 menit. Selanjutnya, piknometer dimasukkan ke dalam desikator selama 10 menit. Piknometer ditimbang hingga diperoleh berat piknometer kosong ( $W_1$ ). Kemudian, piknometer diisi dengan metil ester, bagian luarnya dilap hingga kering, dan ditimbang sehingga diperoleh masa yang tetap ( $W_2$ ). Densitas metil ester dihitung seperti sebagai berikut.

$$\rho = \frac{W_2 - W_1}{V} \quad (2)$$

Keterangan:

$\rho$  = densitas (g/mL)

V = volume piknometer (mL)

$W_2$  = massa piknometer + sampel (g)

$W_1$  = massa piknometer kosong (g)

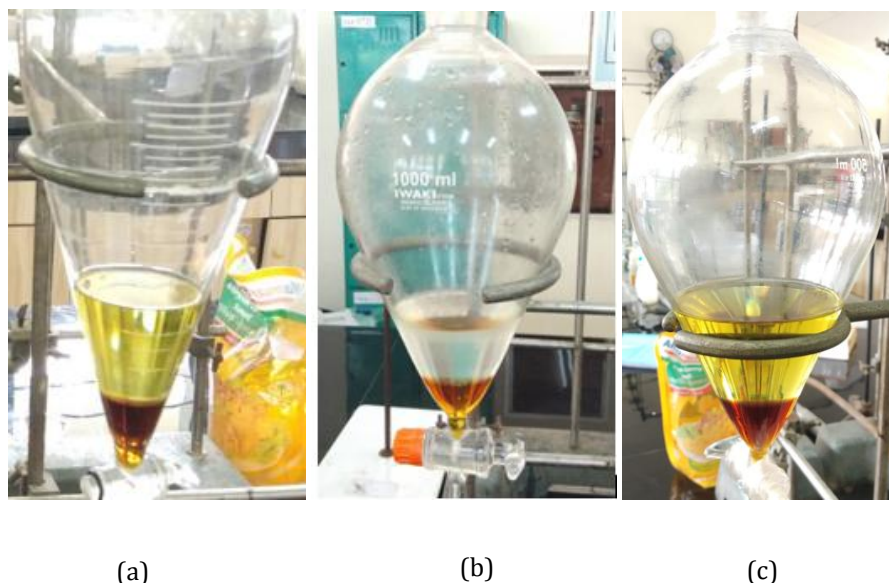
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, reaksi transesterifikasi minyak nabati dilakukan pada temperatur 55–60°C selama 30 menit. Proses transesterifikasi dilakukan dengan menggunakan metanol dan katalis basa (KOH). Menurut Chia-Hung Su (2013), katalis basa seperti KOH merupakan jenis katalis yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap asam lemak bebas sebagai umpan, akan tetapi secara umum katalis homogen seperti KOH merupakan jenis katalis yang sulit untuk memurnikan produk. Selain itu, metanol memiliki tingkat pH yang akurat ketika direaksikan dengan KOH (Anderson dkk., 2008).

Hasil transesterifikasi dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama satu malam yang ditunjukkan pada Gambar 2. Berdasarkan Gambar 2, dapat dilihat bahwa terbentuk dua lapisan dari produk transesterifikasi. Fasa atas adalah metil ester asam lemak, sementara fasa bawah adalah gliserol (Elma dkk., 2016). Metil ester yang diperoleh memiliki warna yang berbeda-beda, tergantung pada jenis minyaknya. Metil ester dari minyak kelapa memiliki warna yang lebih cerah dibandingkan metil ester dari minyak lainnya.

Data hasil pengamatan pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, dapat diketahui bahwa minyak kelapa sawit menghasilkan rendemen tertinggi, yaitu sebesar 96%. Sementara, minyak zaitun menghasilkan rendemen terendah, yaitu sebesar 68%. Rendemen metil ester dari minyak kelapa sawit pada

penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian lain (sebesar 89,98%) yang menggunakan minyak kelapa sawit sebagai bahan baku dan CaO sebagai katalis (Putri dan Supriyo, 2020). Rendemen metil ester dari minyak kelapa (93%) dalam penelitian ini juga lebih tinggi dibandingkan penelitian lain. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pandiangan & Simanjuntak (2013), rendemen metil ester dari reaksi transesterifikasi minyak kelapa dan *dimethyl carbonate* (DMC) dengan menggunakan katalis  $\text{TiO}_2/\text{SiO}_2$  adalah sebesar 88,44%. Sementara, rendemen metil ester dari minyak jarak dan minyak zaitun dalam penelitian ini lebih rendah dibandingkan data literatur, yaitu masing-masing sebesar 86,9% (Cao & Zhao, 2013) dan 82,6% (Anastopoulos dkk., 2009).



Gambar 2. Hasil transesterifikasi (a) minyak jarak (b) minyak kelapa (c) minyak zaitun

Tabel 1. Data pengamatan pada berbagai jenis minyak

| No | Jenis Sampel        | Rendemen (%) | Densitas (g/mL) |
|----|---------------------|--------------|-----------------|
| 1  | Minyak kelapa sawit | 96           | 0,9239          |
| 2  | Minyak jarak        | 60           | 0,9802          |
| 3  | Minyak kelapa       | 93           | 0,9279          |
| 4  | Minyak zaitun       | 68           | 0,8546          |

Selain itu, berdasarkan Tabel 1, densitas metil ester dari minyak kelapa sawit, minyak zaitun, minyak jarak, dan minyak kelapa juga dapat diketahui. Densitas metil ester tertinggi berasal dari minyak jarak, yaitu sebesar 0,9802 g/mL. Sementara, densitas metil ester terendah berasal dari minyak zaitun, yaitu sebesar 0,8546 g/mL. Metil ester dari minyak kelapa sawit, minyak kelapa, dan minyak zaitun masuk dalam standar nilai densitas *crude palm oil* (CPO), yaitu berada pada rentang 0,85–0,94 g/mL (SNI 2006). Sementara, densitas metil ester dari minyak jarak (0,9802 g/mL) belum memenuhi standar SNI.

#### IV. KESIMPULAN

Minyak nabati berhasil ditransesterifikasi menjadi metil ester asam lemak (FAME). Minyak kelapa sawit menghasilkan persen rendemen metil ester tertinggi, yaitu sebesar 96%. Sementara, rendemen metil ester dari minyak jarak, minyak kelapa, dan minyak zaitun masing-masing sebesar 60%, 93%, dan 68%. Hasil transesterifikasi pada minyak jarak (0,9802 g/mL) menunjukkan densitas tertinggi dibandingkan dengan densitas metil ester dari minyak kelapa sawit (0,9239 g/mL), minyak kelapa (0,9279 g/mL), dan minyak zaitun (0,8546 g/mL).

## DAFTAR PUSTAKA

- Anastopoulos, G. Zannikou, Y. Stournas, S. & Kalligeros, S. (2009). Tranesterification of Vegetable Oils with Ethanol and Characterization of the Key Fuel Properties of Ethyl Esters. *Energies*, 2: 362-376.
- Anderson, B. Keehfuss, S. & Pettit, B. (2008). Biodiesel: Corst and Reactant Comparison. *The Evergreen State College*.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2006). Standar Nasional Indonesia – 01-2901-2006 Minyak Kelapa Sawit (Crude Palm Oil) ICS 67.200.10
- Cao, C. Y., Zhao, Y. H. (2013). Transesterification of Castor Oil to Biodiesel using KOH/NaY as Solid Base Catalyst. *International Journal of Green Energy*, 10: 219-229.
- Elma, M. Suhendra, S. A. Wahyuddin. (2016). Proses Pembuatan Biodiesel dari Campuran Minyak Kelapa dan Minyak Jelantah. *Konversi*, 5(1): 8-17.
- Gerpen, V. (2005). Biodiesel Processing and Production. *Fuel Processing Technology*, 86: 1097-1107.
- Hidayati, N. Ariyanto, T. S. Septiawan, H. (2017). Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas Menjadi Biodiesel dengan Katalis Kalsium Oksida, *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1): 1-5.
- Jagadale, S. S. & Jugulkar, L. M. (2012). Review of Various Reaction Parameters and Other Factors Affecting on Production of Chicken Fat Biodiesel. *International Journal of Modern Engineering Research*, 2(2): 407-411.
- Liu, X. He, H. Wang, Y. Zhu, S. & Piao, X. (2008). Transesterification of Soybean Oil to Biodiesel Using CaO as A Solid Base Catalyst. *Fuel*, 87: 216-221.
- Pandiangan, K. D. Simanjuntak, W. (2013). Transesterification of Coconut Oil Using Dimethyl Carbonate and TiO<sub>2</sub>/SiO<sub>2</sub> Heterogeneous Catalyst. *Indo. J. Chem.*, 13(1): 47-52.
- Putri, P. C. E. Supriyo, E. (2020). Transesterifikasi Minyak Kelapa Sawit menggunakan Katalis Kalsium Oksida (CaO) menjadi Biodiesel. *Metana: Media Komunikasi Rekayasa Proses dan Teknologi Tepat Guna*, 16(2): 75-80.
- Ribeiro, A. Castro, F. Carvalho, J. (2011). Influence of Free Fatty Acid Content in Biodiesel Production on Non-edible Oils. *1<sup>st</sup> International Conference on WASTES: Solutions, Treatment and Opportunities*. September 12-14<sup>th</sup> 2011.
- Su, C. H. (2013). Recoverable and Reusable Hydrochloric Acid Used as a Homogenous Catalyst for Biodiesel Production. *Applied Energy*, 104: 503-509.
- Zhang, J. Chen, S. Yang, R. & Yan, Y. (2010). Biodiesel Production from Vegetable Oil Using Heterogeneous Acid and Alkali Catalyst. *Fuel*, 89: 2939-2944.