

# Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Menggunakan *Microwave* : Penggunaan Katalis KOH dengan Konsentrasi Rendah

Gus Ali Nur Rohman, Fariyah Fatmawati, dan Mahfud Mahfud  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
e-mail: mahfud@chem-eng.its.ac.id

**Abstrak**—Penelitian pembuatan methyl ester (biodiesel) dari minyak kelapa dengan katalis KOH dengan bantuan gelombang mikro (microwave) di latar belakang oleh adanya krisis energi sehingga memerlukan metode baru untuk membuat renewable energy dalam hal ini adalah biodiesel. Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari proses pembuatan biodiesel dengan metode radiasi *microwave*, pengaruh konsentrasi katalis KOH, pengaruh daya, waktu pemanasan yang digunakan terhadap *yield* dan viskositas biodiesel yang dihasilkan. Pembuatan *methyl ester* (biodiesel) dari minyak kelapa dilakukan dengan perbandingan mol minyak : metanol = 1 : 9. Biodiesel yang dihasilkan kemudian dianalisa dengan uji viskositas, uji *flash point*, dan uji *gas chromatography* (GC). *Yield optimum* pada pembuatan *methyl ester* dari minyak kelapa dengan metode *microwave-assisted transesterification* untuk katalis KOH adalah konsentrasi 0,5% dengan daya 400 watt dan waktu reaksi 4 menit.

**Kata Kunci:** *methyl ester, minyak kelapa, microwave, sodium hydroxide, calcium hydroxide*

## I. PENDAHULUAN

ENERGI merupakan kebutuhan utama manusia. Hal ini merupakan kunci penting dalam sektor ekonomi seperti makanan, industri, transportasi, pertanian, dan pembangkit listrik [9; 3]. Oleh karena itu, bahan bakar alternatif sangat populer. Salah satunya yaitu *fatty acid methyl ester* (biodiesel). Biodiesel merupakan bahan bakar bersih, karena dihasilkan dari sumber daya terbarukan [4].

Beberapa tahun terakhir, sumber daya alam banyak diteliti sebagai pengganti bahan bakar fosil atau sebagai pelarut untuk energi terbarukan [12]. Banyak perhatian mengenai minyak nabati sebagai sumber energi terbarukan yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca. Meskipun minyak nabati dapat diubah menjadi bahan bakar dengan pirolisis, pengenceran dengan hidrokarbon, emulsifikasi, transesterifikasi dengan metanol merupakan teknik yang paling praktis [7].

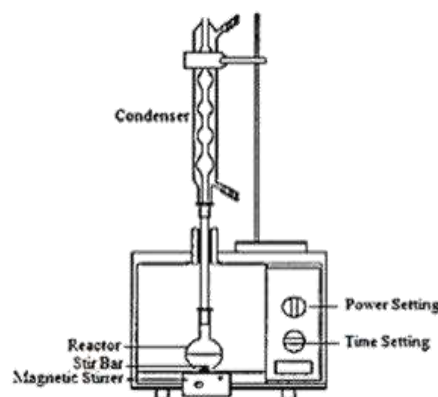
Iradiasi *microwave* dan sumber energi konvensional, telah digunakan untuk berbagai aplikasi termasuk sintesis organik [11]. Iradiasi *microwave* sangat menguntungkan dibandingkan dengan metode konvensional, di mana pemanasan dapat relatif lambat dan tidak efisien karena mentransfer energi ke sampel tergantung pada arus konveksi dan konduktivitas termal dari campuran reaksi [5].

## II. URAIAN PENELITIAN

### A. Bahan yang Digunakan

Minyak nabati yang digunakan yaitu minyak kelapa (coconut oil) dengan merek “Barco”. Methanol yang digunakan adalah methanol analisis (99,9%) dengan merek “EMSURE”. Katalis yang digunakan adalah KOH analisis (99,0%) dengan merek “EMSURE”. Bahan untuk menghentikan reaksi digunakan asam asetat analisis (100%) dengan merek “EMSURE”.

### B. Prosedur Penelitian



Gambar. 1. Reaktor dengan bantuan gelombang mikro

#### 1. Analisa Bahan

Mengukur kadar free fatty acid (FFA) dalam minyak kelapa, menitrasi dengan larutan KOH 1 M sebagai titran dan *Fenolftalein* (PP) sebagai indikator. Menganalisa komponen dalam minyak nabati dengan *Gas Chromatography* (GC), serta menganalisa densitas minyak dan methanol dengan piknometer. Kemudian, dilakukan perhitungan volume minyak, volume methanol, dan massa katalis yang digunakan.

#### 2. Persiapan Katalis

Katalis KOH ditimbang sesuai variabel kadar katalis (1%, 0,5%, 0,25%, massa dari massa minyak). Katalis yang sudah ditimbang, dilarutkan dalam 30 ml methanol dengan diaduk menggunakan magnetic stirrer. Perbandingan mol minyak dan methanol yaitu 1:9.

#### 3. Transesterifikasi

Minyak kelapa 50ml dan katalis yang sudah dilarutkan dalam methanol, dimasukkan ke dalam reaktor berupa labu

alas bulat. Reaksi transesterifikasi dilakukan dalam peralatan seperti pada Gambar. 1. dengan pengadukan 1180 rpm. Kondisi operasi sesuai variabel daya (100, 264, 400, 600, 800 watt) dan variabel waktu (1, 2, 3, 4, 5, menit).

#### 4. Pemisahan dan Pengovenan

Hasil transesterifikasi ditunggu dalam corong pemisah selama 30 menit. Kemudian, lapisan bawah (gliserol) dibuang. Lapisan atas (biodiesel) dioven selama semalam untuk menghilangkan methanol yang masih tersisa.

#### C. Variabel Penelitian

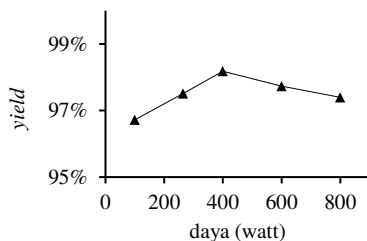
Variabel pada penelitian ini adalah jumlah katalis KOH 1%, 0,5%, 0,25% dari massa minyak, daya 100, 264, 400 watt, dan waktu pemanasan 1, 2, 3, 4, 5 menit.

#### D. Analisa Sampel

Hasil percobaan dianalisa viskositasnya dengan *viscometer ostwald*, dan analisa *Gas Chromatography*.

### III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Minyak yang memiliki kadar asam lemak bebas FFA lebih dari 2% harus dilakukan esterifikasi dengan katalis asam terlebih dahulu sebelum dilakukan transesterifikasi dengan katalis basa. Karena, reaksi saponifikasi dapat terjadi pada minyak dengan FFA lebih dari 2% [6; 12]. Hasil uji FFA minyak kelapa merek "Barco" sebesar 0,1498% sehingga tidak perlu dilakukan esterifikasi dengan katalis asam. Sedangkan hasil uji viskositas kinematik yaitu sebesar 42,3048 cSt.

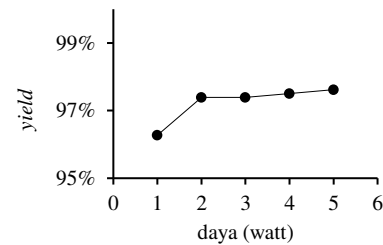


Gambar. 2. Grafik yield terhadap daya pada waktu 4 menit dengan katalis 1% KOH

Dari Gambar. 2. dapat dilihat bahwa *range yield* pada variasi daya yakni berkisar antara 97-98%. *Yield* yang paling baik dalam penelitian ini pada saat daya 400 watt yaitu mencapai *yield* 98%.

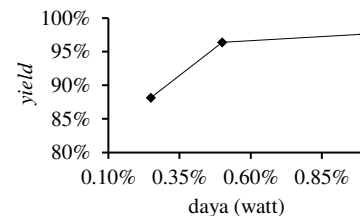
Dalam hal ini dapat dikatakan dengan adanya peningkatan daya optimum memberikan efek thermal yang besar ditandai dengan adanya kenaikan suhu dan kenaikan *yield* produk *Methyl Ester* yang dihasilkan. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Satyanarayanareddy.Y dan Iyyaswami Regupathi yang meneliti pengaruh daya pada pembuatan produk *methyl ester*.

Dari hasil yang mereka dapatkan mereka menemukan bahwa semakin tinggi daya akan meningkatkan *yield*. Namun peningkatan *yield* ini tidak terlalu signifikan apabila dibandingkan dengan energi yang disuplai ke sistem. Semakin tinggi daya maka semakin tinggi pula temperatur reaksi yang memungkinkan terjadinya akselerasi reaksi saponifikasi dari trigliserida. [8].



Gambar. 3. Grafik yield terhadap waktu pada daya 400 watt dengan katalis 1% KOH

Dari gambar IV.5 dapat dilihat bahwa *range yield* tinggi pada variasi waktu yakni berkisar antara 96-98%, Dalam hal ini dapat dikatakan dengan adanya peningkatan waktu pemanasan, waktu yang dibutuhkan methanol untuk mengkonversi trigliserida menjadi *methyl ester* dengan reaksi transesterifikasi semakin banyak sehingga menyebabkan kenaikan *yield* produk *Methyl Ester* yang dihasilkan. Hasil penelitian ini didukung dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa waktu pemanasan berpengaruh terhadap *yield* yang dihasilkan. [2]



Gambar. 4. Grafik *yield* terhadap %katalis yang digunakan pada daya 400 watt dengan waktu pemanasan 4 menit

#### Dari gambar IV.7

*Yield optimum* dalam penelitian variasi katalis ini pada konsentrasi katalis 0,5% yaitu sebesar 96%. Dalam hal ini dapat dikatakan adanya penurunan konsentrasi katalis dapat menurunkan efek katalis sebagai penurun energi aktivasi pada reaksi transesterifikasi yang menyebabkan *yield* dari produk menurun walaupun tidak begitu signifikan. Hasil ini membuktikan bahwa penggunaan gelombang mikro dapat menekan kebutuhan katalis. Hal ini didukung penelitian yang dilakukan oleh A. Suryanto dimana penggunaan *microwave* dapat menekan kebutuhan katalis. [1]

*Methyl ester* yang dihasilkan, dianalisa viskositas dan *flash point*. Untuk sampel optimum (katalis 0,5%), didapatkan viskositas 4,5 cSt. Hasil tersebut masih dalam *range viskositas* SNI yakni 2 – 6 cSt. *Flash point* pada *methyl ester* yang dihasilkan, yaitu 93°C. Hasil tersebut masih di bawah SNI untuk FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*), namun masih melebihi SNI untuk bahan bakar diesel yakni 52°C.

### IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian di atas, dapat disimpulkan:

- 1) Semakin tinggi daya yang digunakan, semakin tinggi pula *yield methyl ester* yang didapatkan. Daya optimum pada 400 watt.
- 2) Semakin lama waktu reaksi, semakin tinggi pula *yield methyl ester* yang dihasilkan. Waktu pemanasan optimum

pada 4 menit.

- 3) Semakin tinggi jumlah katalis yang digunakan, semakin tinggi *yield* yang dihasilkan. *Yield* optimum didapatkan pada katalis 0,5%.
- 4) Penggunaan gelombang mikro (*microwave*) dapat menekan kebutuhan katalis dalam produksi *methyl ester*.

## V. KESIMPULAN/RINGKASAN

Tuliskan kesimpulan dari penelitian yang artikelnya Anda tulis ini tanpa mengulang hal-hal yang telah disampaikan di Abstrak. Kesimpulan dapat diisi pula tentang pentingnya hasil yang dicapai dan saran untuk aplikasi dan pengembangannya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Suryanto, S. Suprpto, M. Mahfud. Production Biodiesel from Coconut Oil Using Microwave: Effect of Some Parameters on Transesterification Reaction by NaOH Catalyst. Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis 10 (2): hal 162-168,
- [2] A. Talebian-Kiakalaieh, N. A. S. Amin, A. Zarei, H. Jalilinosrati. 2013. Biodiesel Production from High Free Fatty Acid Waste Cooking Oil by Solid Acid Catalyst. Proceedings of the 6th International Conference on Process Systems Engineering (PSE ASIA): hal 572-276,
- [3] Enweremadu CC, Mbarawa MM. Technical aspects of production and analysis of biodiesel from used cooking oil—A review. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2009;13:2205–24,
- [4] Falahati H, Tremblay AY. The effect of  $\eta$ ux and residence time in the production of biodiesel from various feedstocks using a membrane reactor. Fuel 2012;91:126–33,
- [5] Koopmans C, Iannelli M, Kerep P, Klink M, Schmitz S, Sinnwell S, et al.. Microwave-assisted polymer chemistry: heckreaction, transesteri?cation, Baeyer-Villiger oxidation, oxazoline polymerization, acrylamides and porous materials. Tetrahedron 2006;62(19):4709–14,
- [6] L.C. Meher, S.S.D. Vidya, S.N. Naik, Optimization of alkali-catalyzed transesteri?cation of Pongamia pinnata oil for production of biodiesel, Bioresour. Technol. 97 (2006) 1392–1397,
- [7] Ma F, Hanna MA. Biodiesel production: a review. Bioresour Technol 1999;70:1–15,
- [8] Satyanarayanareddy. Y, dan Iyyaswami Regupathi. 2011. Microwave Assisted Batch And Continuous Transesterification of Karanja Oil: Optimization of Process Parameters. Chemical Engineering, National Institute of Technology Karnataka, Surathkal, Srinivasanagar,
- [9] Silitonga AS, Atabani AE, Mahlia TMI, Masjuki HH, Badruddin IA, Mekhilef S. A review on prospect of Jatropha curcas for biodiesel in Indonesia. Renewable and Sustainable Energy Reviews 2011;15:3733–56,
- [10] S. Zhang, Y.G. Zu, Y.J. Fu, M. Luo, D.Y. Zhang, T. Efferth, Rapid microwaveassisted transesteri?cation of yellow horn oil to biodiesel using a heteropolyacid solid catalyst, Bioresour. Technol. 101 (2010) 931–936,
- [11] Varma RS. Solvent-free accelerated organic syntheses using microwaves. Pure Appl Chem 2001;73(1):193–8,
- [12] Zhang, Y., Dube, M.A., McLean, D.D., Kates, M., 2003. Biodiesel production from waste cooking oil: 2. Economic assessment and sensitivity analysis. Bioresour. Technol. 90, 229–240.