

PROSES PEMBUATAN METHYL ESTER (BIODISEL) DARI MINYAK KELAPA MENGGUNAKAN KATALIS NaOH KONSENTRASI RENDAH DENGAN BANTUAN GELOMBANG MIKRO (*MIKROWAVE*)

Farihah Fatmawati, Gus Ali Nur Rohman, Mahfud

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus Keputih, Sukolilo
Surabaya, Kode Pos 60111
e-mail: farihah.fatmawati@gmail.com
gusalik52@gmail.com
mahfud@chem-eng.its.ac.id

ABSTRACT

Research production process of methyl ester (biodiesel) from coconut oil using NaOH Catalyst with Microwave-assisted Transesterification in the background backs by the energy crisis that requires a new method to create renewable energy in this case is biodiesel. The purpose of this research is to study the process of making biodiesel with microwave radiation method, the effect of the catalyst concentration of NaOH, the influence of power, heating time used to the yield and viscosity of biodiesel produced. Production of methyl esters (biodiesel) from coconut oil carried by oil mole ratio: methanol = 1: 9. Biodiesel is then analyzed to the viscosity test, flash point test, and gas chromatography (GC). The optimum yield in the manufacture of methyl esters (biodiesel) from coconut oil with microwave-assisted method for the transesterification catalyst is NaOH concentration of 0.25% with a power of 400 watts and a reaction time of 4 minutes.

Keywords: methyl ester, coconut oil, microwave, sodium hydroxide

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan utama manusia. Hal ini merupakan kunci penting dalam sektor ekonomi seperti makanan, industri, transportasi, pertanian, dan pembangkit listrik (Silitonga AS, et. al. 2011; Enweremadu CC, Mbarawa MM., 2010). 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 (Falahati H, Tremblay AY., 2012).

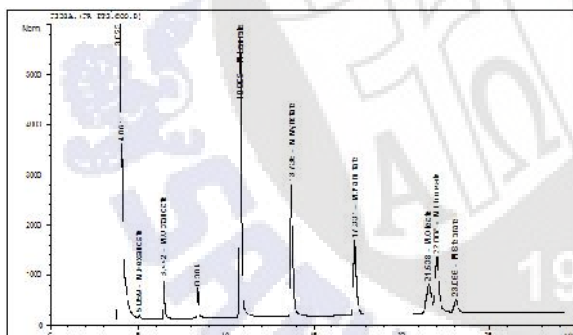
Beberapa tahun terakhir, sumber daya alam banyak diteliti sebagai pengganti bahan bakar fosil atau sebagai pelarut untuk energi terbarukan (Zhang, Y., et. al. 2003). Banyak perhatian mengenai minyak nabati sebagai sumber energi terbarukan yang dapat mengurangi emisi gas rumah kaca. Meskipun minyak nabati dapat diubah menjadi bahan bakar dengan pirolisis, pengenceran dengan hidrokarbon, emulsifikasi, transesterifikasi dengan metanol merupakan teknik yang paling praktis (Ma F, Hanna MA, 1999).

Iradiasi *microwave* dan sumber energi konvensional, telah digunakan untuk berbagai aplikasi termasuk sintesis organik (Varma RS, 2001). 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 (Koopmans C, et al. 2006).

METODE PENELITIAN

Material :

Minyak nabati yang digunakan yaitu minyak kelapa (*coconut oil*) dengan merek “Barco”. Untuk mengetahui komponen minyak Barco, dapat dilakukan analisa GC. Hasil analisa GC minyak Barco dapat dilihat pada Gambar 1. Komposisi masing masing komponen hasil perhitungan dari analisa GC dapat dilihat pada Tabel 1.



Gambar 1 Analisa GC Minyak Kelapa “Barco”

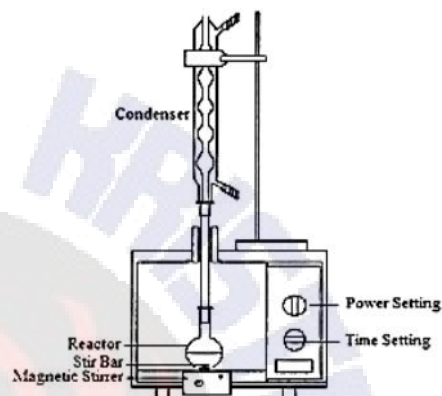
Tabel 1 Komposisi Asam Lemak Minyak Kelapa “Barco”

No	Nama Senyawa	% w	Keterangan
1	Asam Kaprilic	0.27	Analisa Gas
2	Asam kaprat	3.91	Cromatografi
3	Asam Laurat	41.21	
4	Asam Miristat	23.90	
5	Asam Palmitat	16.50	
6	Asam Stearat	3.14	
7	Asam Oleat	9.47	
8	Asam Linoleat	1.61	

Methanol yang digunakan adalah methanol analis (99,9%) dengan merek “EMSURE”. NaOH analis (99,0%) dengan merek “EMSURE”.

Metodologi Percobaan

Peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Reaktor dengan bantuan gelombang mikro

Analisa Bahan:

Mengukur kadar *free fatty acid* (FFA) dalam minyak kelapa, menitrasi dengan larutan NaOH 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.

Persiapan Katalis:

Katalis NaOH ditimbang sesuai variabel kadar katalis (1%, 0,75%, 0,5%, 0,25%, 0,1%, 0,05%, 0,01% 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.

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 2 dengan pengadukan 1180 rpm. Kondisi operasi sesuai variabel daya (100, 264, 400, 600, 800 watt) dan variabel waktu (1, 2, 3, 4, 5, menit).

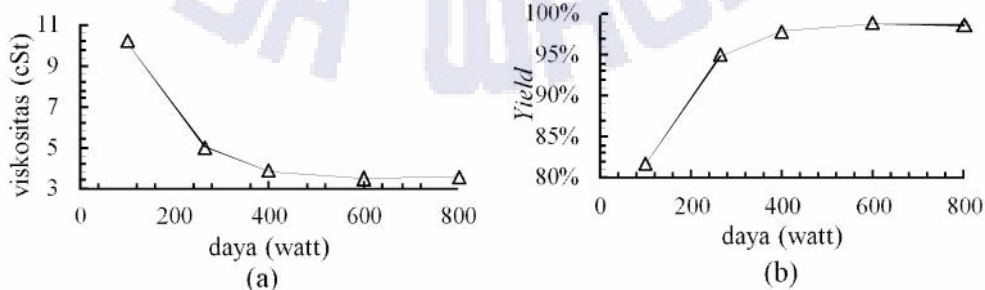
HASIL DAN PEMBAHASAN

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% (L.C. Meher, et. al. 2006; S. Zhang, et. al. 2010). 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.

Dari gambar 3, dapat dilihat Viskositas produk yang paling rendah saat daya 800 watt. Perurunan viskositas ini disebabkan karena semakin besar daya akan memberikan efek thermal yang besar pula yang ditandai dengan peningkatan suhu yang sangat cepat. Semakin kecil viskositas produk, kemurnian produk

methyl ester yang didapatkan semakin tinggi atau dapat disimpulkan bahwa trigliserida yang terkonversi menjadi *methyl ester* semakin banyak ditunjukkan dengan penurunan viskositas yang cukup drastis. (Wan Norita Wan Ab Rashid, et. al., 2014). *Yield* yang paling baik dalam penelitian ini pada daya 800 watt, mencapai *yield* 99%. Adanya peningkatan daya memberikan efek *thermal* yang besar ditandai dengan adanya kenaikan suhu dan kenaikan *yield* produk *methyl ester*. Hal ini didukung oleh penelitian Satyanarayanareddy.Y dan Iyyaswami Regupathi yang meneliti pengaruh daya pada pembuatan produk biodiesel (*methyl ester*). Mereka menemukan bahwa semakin tinggi daya akan meningkatkan *yield*. (Satyanarayanareddy.Y dan Iyyaswami Regupathi, 2011).

Gambar 4 menunjukkan pengaruh waktu saat proses transesterifikasi terhadap viskositas *methyl ester* yang dihasilkan. Viskositas terendah pada menit ke 5 yaitu 3,8 cSt. Penurunan viskositas ini menunjukkan bahwa karena semakin lama pemanasan akan memberikan waktu untuk reaksi transesterifikasi lebih lama sehingga produk yang dihasilkan mempunyai viskositas yang kecil. *Range yield* pada variasi waktu berkisar antara 96%-98%. Adanya peningkatan waktu pemanasan, waktu methanol untuk mengkonversi trigliserida

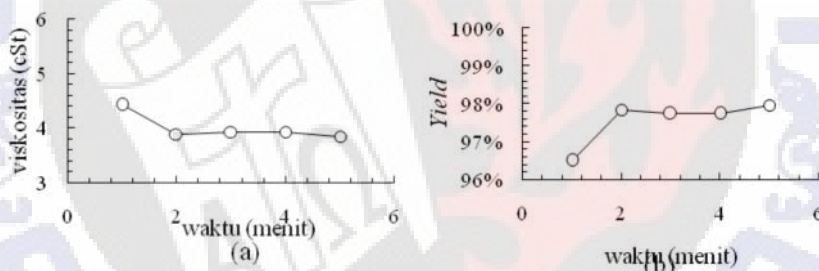


Gambar 3 Pengaruh daya (a) terhadap viskositas, (b) terhadap *yield*

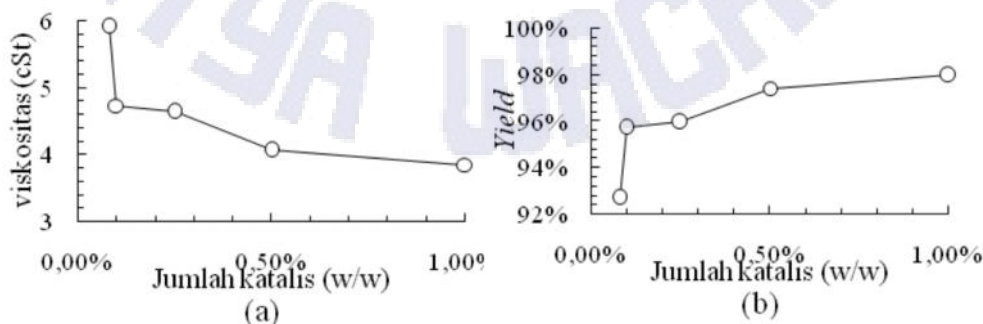
menjadi *methyl ester* dengan reaksi transesterifikasi semakin banyak sehingga menyebabkan kenaikan *yield* produk *methyl ester* yang dihasilkan. Hasil penelitian ini didukung dengan penelitian sebelumnya yang mengatakan bahwa waktu pemanasan berpengaruh terhadap *yield* yang dihasilkan. (A. Talebian-Kiakalaieh, 2013)

Gambar 5 menunjukkan pengaruh konsentrasi katalis terhadap viskositas *methyl ester* yang dihasilkan. Viskositas produk cenderung menurun dari 5,9 cSt pada konsentrasi katalis 0,08% hingga 3,8 cSt pada konsentrasi katalis 1%. Penurunan viskositas ini disebabkan karena dengan konsentrasi katalis yang rendah menyebabkan penurunan energi aktivasi pada reaksi transesterifikasi juga rendah. Dari keseluruhan produk *methyl ester* yang dihasilkan dari variasi konsentrasi katalis masih

memenuhi *range* viskositas biodiesel SNI. *range yield* tinggi pada variasi konsentrasi katalis yakni berkisar antara 93-98%. *Yield* produk cenderung stabil hingga konsentrasi katalis rendah yaitu 0,08% yaitu sebesar 93%. *Yield* yang paling baik pada konsentrasi katalis 1% yaitu sebesar 98%. Konsentrasi katalis paling rendah untuk membuat produk *methyl ester* adalah 0,08% dengan *yield* sebesar 93%, hasil ini merupakan bukti bahwa penggunaan gelombang mikro dapat menekan kebutuhan katalis. Hal ini didukung dengan penelitian dilakukan oleh A. Suryanto dimana penggunaan *microwave* dapat menekan kebutuhan katalis, dan konsentrasi terkecil untuk membentuk biodiesel adalah 0,1%. (A. Suryanto dkk, 2015).



Gambar 4 Pengaruh waktu (a) terhadap viskositas, (b) terhadap *yield*



Gambar 5 Pengaruh jumlah katalis (a) terhadap viskositas, (b) terhadap *yield*

Kondisi optimum transesterifikasi minyak kelapa dengan katalis NaOH dan bantuan gelombang mikro yaitu dengan daya 400 watt, waktu reaksi 4 menit dan dengan katalis NaOH 0,25% dari massa minyak. Kondisi ini lebih rendah dibandingkan dengan kondisi optimum biodiesel dari palm oil, yaitu dengan daya 750 watt, waktu reaksi 3 menit, dan menggunakan katalis CH₃ONa 0,75% dari massa minyak. (Yuan-Chung Lin, et. al. 2014)

KESIMPULAN

Peningkatan daya *microwave* dapat meningkatkan *yield methyl ester* yang dihasilkan ditandai dengan penurunan viskositas produk. Semakin lama waktu pemanasan, *yield methyl ester* yang dihasilkan juga meningkat. Semakin tinggi jumlah katalis yang digunakan, semakin tinggi *yield methyl ester* yang dihasilkan. Kondisi optimum pembuatan *methyl ester* dari minyak kelapa dengan katalis NaOH yaitu pada 0,25% katalis dengan daya 400 watt dan lama pemanasan 4 menit. Konsentrasi terendah untuk menghasilkan *methyl ester* yaitu pada 0,08% dengan *yield* 93% dan viskositas 5,9 cSt masih memenuhi *range* viskositas SNI.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- A. Talebian-Kiakalaieh, N. A. S. Amin, A. Zarei, H. Jaliliannosrati. 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 (PSEASIA): hal 572-276.
- 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.
- Falahati H, Tremblay AY. The effect of flux and residence time in the production of biodiesel from various feedstocks using a membrane reactor. Fuel 2012;91:126–33.
- Koopmans C, Iannelli M, Kerep P, Klink M, Schmitz S, Sinnwell S, et al.. Microwave-assisted polymer chemistry: heckreaction, transesterification, Baeyer-Villiger oxidation, oxazoline polymerization, acrylamides and porous materials. Tetrahedron 2006;62(19):4709–14.
- L.C. Meher, S.S.D. Vidya, S.N. Naik, Optimization of alkali-catalyzed transesterification of Pongamia pinnata oil for production of biodiesel, Bioresour. Technol. 97 (2006) 1392–1397.
- Ma F, Hanna MA. Biodiesel production: a review. Bioresour Technol 1999;70:1–15.
- 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,
- 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.
- S. Zhang, Y.G. Zu, Y.J. Fu, M. Luo, D.Y. Zhang, T. Efferth, Rapid microwave-assisted transesterification of yellow horn oil to biodiesel using a heteropolyacid solid catalyst, *Bioresour. Technol.* 101 (2010) 931–936.
- Varma RS. Solvent-free accelerated organic syntheses using microwaves. *Pure Appl Chem* 2001;73(1):193–8.
- Wan Norita Wan Ab Rashid, Yoshimitsu Uemura, Katsuki Kusakabe, Noridah B Osman, Bawadi Abdullah. 2014. Synthesis of Biodiesel from Palm Oil in Capillary Microchannel Reactor: Effect of Temperature, Methanol to Oil Molar Ratio and KOH Concentration on FAME Yield. *Procedia Chemistry* 9: hal 165 – 171.
- Yuan-Chung Lin, Kuo-Hsiang Hsu, Jia-Fang Lin, Rapid palm-biodiesel production assisted by a microwave system and sodium methoxide catalyst, *Fuel. Sciencedirect.* 115 (2014) 306–311.
- Yie Hua Tan, Mohammad Omar Abdullah, Cirilo Nolasco-Hipolito, Yun Hin Taufiq-Yap, Waste ostrich- and chicken-eggshells as heterogeneous base catalyst for biodiesel production from used cooking oil: Catalyst characterization and biodiesel yield performance, *Science Direct, Applied Energy* 160 (2015) 58–70.
- 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.