

Konversi Waste Cooking Oil (WCO) Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Heterogen $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$

Hery Fiza Simarmata¹, Edy Saputra², Irdoni²

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia

¹Jurusan Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

²Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

heryfizasimarmata@gmail.com

ABSTRACT

Heterogeneous catalysts in transesterification has been used to biodiesel production because have many advantages. This research aims to synthesize heterogeneous base catalyst $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ which will be used in transesterification reaction for production of biodiesel. Catalyst $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ was synthesized from sodium hydroxide (NaOH) and iron powder using wet impregnation method. The independent variables of this research are molar ratio of WCO/methanol 1:6, 1:8, 1:10, and loading catalyst $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ 3%, 4%, 5%-w WCO. These variables are to determine the yield crude biodiesel. Reaction temperature is 60°C (± 2) for 2 hours, under stirring 300 rpm. The highest yield of biodiesel is 95.45% under the transesterification methanol/WCO molar ratio 1:10, loading catalyst 3%-w.

Keywords: Biodiesel, esterification, catalyst, heterogeneous, transesterification, WCO

1. Pendahuluan

Selama ini produksi biodiesel digunakan katalis basa homogen (NaOH atau KOH) pada reaksi transesterifikasi, karena katalis basa homogen memiliki kemampuan katalisator yang tinggi. Persoalan utama yang dihadapi saat produksi biodiesel menggunakan katalis homogen adalah proses pemurnian biodiesel dari campuran gliserol, katalis dan umpan yang tersisa sulit dilakukan karena katalis asam dan basa cair larut sempurna di dalam gliserol dan larut sebagian di dalam biodiesel [Subagio dkk, 2012]. Hal ini berarti menambah satu unit pemisahan yang membutuhkan biaya besar. Di samping itu, katalis homogen untuk proses produksi biodiesel tidak dapat digunakan kembali, dan memerlukan

perlakuan yang khusus agar tidak mencemari lingkungan [Singh dkk, 2007].

Katalis merupakan suatu bahan yang mempengaruhi laju reaksi kimia tetapi pada akhirnya keluar tanpa mengalami perubahan [Levenspiel, 1999]. Katalis ditambahkan pada suatu sistem reaksi untuk menurunkan energi aktivasi (E_a), sehingga pereaksi mudah mencapai kompleks teraktifkan untuk menghasilkan intermediet reaktif yang akan saling berinteraksi membentuk produk. Energi aktivasi adalah energi minimum yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk. Suatu katalis efektif dalam meningkatkan kecepatan suatu reaksi, karena katalis mampu membuat mekanisme alternatif, dimana tiap tahapan memiliki energi aktivasi lebih rendah daripada reaksi tanpa ada katalis.

Secara umum, katalis pada proses transesterifikasi minyak nabati dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu katalis homogen, katalis heterogen, dan katalis enzimatis (biokatalis) [Helwani dkk, 2009]. Katalis heterogen dan homogen dibagi kembali menjadi dua jenis yaitu basa dan asam. Katalis basa heterogen biasanya digunakan di industri karena memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan katalis heterogen asam yaitu: (1) mampu mengkatalisis reaksi dengan kondisi operasi pada temperatur yang rendah dan tekanan atmosfer; (2) konversi tinggi dapat dicapai dalam waktu minimal; (3) tersedia secara luas dan ekonomis; (4) laju reaksi menggunakan katalis basa akan 4.000 kali lebih cepat dibandingkan dengan katalis asam; (5) dapat digunakan kembali serta mudah dipisahkan dari produk. Namun, penggunaan katalis ini hanya untuk minyak nabati dengan kadar ALB lebih kurang 0,5 %-b atau nilai angka asam lebih kurang 1 mg KOH/g [Lam dkk, 2010]. Beberapa jenis katalis basa padat yang biasanya digunakan pada reaksi transesterifikasi yaitu basa zeolit, Hydrotalcites (HT), alkali tanah oksida (CaO, MgO, SrO), garam logam alkali [Helwani dkk, 2009].

Pada tahun 2011, Chen dkk, menggunakan katalis $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ pada reaksi transesterifikasi minyak kedelai, menghasilkan konversi biodiesel sebesar 85,4% pada kondisi optimum (rasio molar metanol dengan minyak 6:1, suhu reaksi 65°C , waktu reaksi 3 jam, dan jumlah katalis 2% berat minyak). Katalis $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ diperoleh melalui proses impregnasi basah, dimana natrium asetat (CH_3COONa) merupakan sumber Na_2O . Martinez dkk [2014], menggunakan katalis $\text{Na}_2\text{O}/\text{NaX}$ pada reaksi transesterifikasi minyak biji matahari, menghasilkan biodiesel dengan

yield 99,3% pada kondisi optimum (rasio molar metanol dengan minyak 6:1, suhu reaksi 60°C , dan jumlah katalis 10 %-b minyak).

Berdasarkan penelitian Chen dan Martinez, pemisahan katalis masih kurang optimal karena memungkinkan terbentuknya suspensi pada gliserin dan katalis. Sehingga diperlukan katalis untuk memudahkan pemisahan, dengan cara membuat katalis yang dapat dipisahkan dengan menggunakan magnet. Katalis magnetik diperoleh dengan cara memuat Na_2O ke Fe_3O_4 (serbuk besi). Guo dkk. [2012], menggunakan Fe_3O_4 sintesis sebagai support pada katalis Na_2SiO_3 yang akan digunakan pada reaksi transesterifikasi. Dengan adanya Fe_3O_4 sebagai support dapat meningkatkan kinerja katalis dan memudahkan proses pemisahan katalis menggunakan magnet setelah reaksi transesterifikasi dengan laju pemisahan 1,7 kali lebih cepat dibandingkan dengan katalis tanpa serbuk besi. Sehingga mengurangi biaya produksi dan menghasilkan proses yang lebih sederhana [Guo dkk, 2012].

Pada penelitian ini telah dilakukan sintesis katalis basa heterogen $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ yang diperoleh melalui proses impregnasi basah NaOH dengan Fe_3O_4 . Katalis yang diperoleh kemudian digunakan pada reaksi transesterifikasi menggunakan *waste cooking oil* (WCO) sebagai bahan baku yang merupakan limbah dan memiliki harga yang relatif murah. Dengan adanya serbuk besi tersebut, dapat memberikan sifat dapat ditarik magnet pada katalis sehingga memudahkan pemisahan katalis dari biodiesel.

2. Metode Penelitian

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini yaitu *waste cooking oil* (WCO) dari sisa penggorengan sebagai bahan baku,

metanol sebagai pereaksi, asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalis pada reaksi esterifikasi, natrium hidroksida (NaOH) sebagai sumber Na_2O , serbuk besi (Fe_3O_4).

Pada penelitian variasi rasio mol WCO : metanol yang digunakan adalah 1:6; 1:8 dan 1:10. Variasi jumlah katalis Na_2O/Fe_3O_4 pada transesterifikasi adalah 3%; 4% dan 5%-b WCO.

Sintesis katalis Na_2O/Fe_3O_4 dilakukan dengan cara metode impregnasi basah. Tahap awal yaitu padatan NaOH sebanyak 28 g dilarutkan dengan 50 mL aquadest, kemudian ditambahkan serbuk besi 56 g, serta dilakukan pengadukan. Selanjutnya dilakukan pemanasan pada oven. Padatan yang diperoleh kemudian dikalsinasi di dalam *muffle furnace*. Hasil yang diperoleh kemudian diayak untuk menyeragamkan ukuran dari katalis.

Pembuatan biodiesel terdiri dari dua tahap reaksi, yaitu esterifikasi dan transesterifikasi. Proses esterifikasi dilakukan karena bahan baku WCO mempunyai kadar ALB lebih besar dari 2% [Lam dkk, 2010]. Proses esterifikasi dilakukan dengan cara mereaksikan WCO dengan metanol serta penambahan katalis H_2SO_4 98% sebanyak 1%-b/b WCO pada suhu $60^\circ C$ selama 120 menit. Hasil yang diperoleh kemudian dimasukkan ke dalam corong pisah untuk mendapatkan WCO dengan $ALB \leq 2\%$, kemudian WCO tersebut dilanjutkan ke tahap proses transesterifikasi.

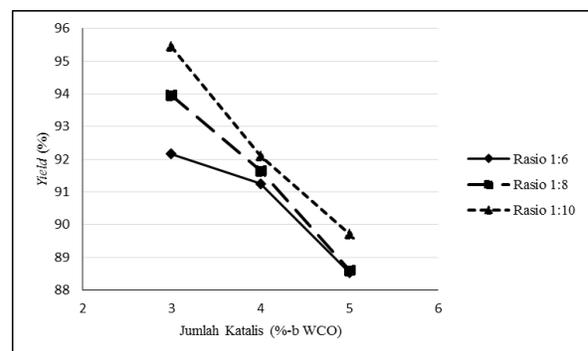
Proses transesterifikasi dilakukan dengan cara mereaksikan 100 g WCO dengan metanol sesuai variasi rasio molar dan dengan penambahan katalis Na_2O/Fe_3O_4 dengan variasi jumlah katalis, pada suhu $60^\circ C$ selama 100 menit. Setelah waktu reaksi tercapai, katalis dipisahkan terlebih dahulu dengan cara menempelkan magnet field pada dinding reaktor. Kemudian campuran

didinginkan dan dimasukkan pada corong pisah untuk memisahkan crude biodiesel dari larutan lain. Crude biodiesel yang diperoleh kemudian dilakukan pencucian biodiesel kemudian dilakukan analisa.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Jumlah Katalis terhadap Perolehan Yield Crude Biodiesel

Pada penelitian ini dilakukan variasi jumlah katalis ZnO sebanyak 0,3%, 0,4%, dan 0,5% b/b minyak untuk menentukan pengaruh jumlah katalis terhadap yield crude biodiesel. Pengaruh variasi jumlah katalis terhadap yield crude biodiesel ditampilkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Pengaruh jumlah katalis terhadap *yield crude biodiesel*

Pada Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa variasi jumlah katalis berpengaruh terhadap yield crude biodiesel. Jumlah katalis berbanding terbalik terhadap yield crude biodiesel yang dihasilkan yaitu semakin besar jumlah katalis yang digunakan maka yield crude biodiesel semakin menurun dan sebaliknya. Pada penggunaan jumlah katalis 3%-b. Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa loading katalis Na_2O/Fe_3O_4 dapat digunakan pada reaksi transesterifikasi dan mempengaruhi yield crude biodiesel yang dihasilkan. Namun penggunaan katalis Na_2O/Fe_3O_4 berlebih tidak menyebabkan bertambahnya yield

crude biodiesel, tetapi akan meningkatkan viskositas campuran sehingga distribusi katalis semakin lambat dan memperlambat terjadinya kontak antar reaktan pada permukaan katalis. Selain itu penggunaan katalis berlebih hanya akan meningkatkan biaya produksi biodiesel itu sendiri [Highina dkk, 2011].

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa katalis basa heterogen $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ dapat disintesis dari NaOH dan Fe_3O_4 menggunakan metode impregnasi basah. Biodiesel dapat diproduksi dari *waste cooking oil* (WCO) melalui reaksi transesterifikasi menggunakan katalis basa heterogen $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$. Perlakuan variasi jumlah katalis dan rasio mol minyak : metanol berpengaruh terhadap *yield crude biodiesel*. Yield biodiesel tertinggi diperoleh adalah 95,45% dengan rasio molar WCO dan metanol 1:10 dan loading katalis $\text{Na}_2\text{O}/\text{Fe}_3\text{O}_4$ sebesar 3%-b WCO.

Daftar Pustaka

Chen, Y., X. Chen, dan J. Peng, 2011, Soybean Oil-based Biodiesel Production Catalyzed with $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$, *Intelligent Computation Technology and Automation*, China.

Guo, F., F. Huang, dan M. Zheng, 2012, Magnetic Solid Base Catalysts for the Production of Biodiesel, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 89, 925 – 933.

Helwani, Z., M. R. Othmman, N. Aziz, J. Kim dan W. J. N. Fernando, 2009, Solid Heterogeneous Catalyst for Transesterification of Triglycerides with Methanol, *Application Catalysis A : General*, 369, 1 – 10.

Helwani, Z., M. R. Othmman, N. Aziz, W. J. N. Fernando, dan J. Kim, 2009, Technologies for Production of Biodiesel Focusing on Green Catalytic Techniques: A Review, *Fuel Processing Technology*, 90, 1502 – 1514.

Highina, B.K., I.M. Bugaje, dan B. Umar. 2011. Biodiesel Production From Jatropha Caucus Oil in a Batch Reactor Using Zinc Oxide as Catalyst. *Journal of Petroleum Technology and Alternative Fuels*. 2 : 146–149.

Lam, M.K., K.T. Lee dan A.R. Mohamed, 2010, Homogenous, Heterogenous and Enzymatic Catalysis for Transesterifikasi of High Free Fatty Acid Oil (Waste Cooking Oil) to Biodiesel: A Review, *Biotechnology Advances*, 28, 500 – 518.

Levenspiel, O., 1999, *Chemical Reaction Engineering*, John Wiley and Sons, New York.

Martinez, S. L., R. Romero, R. Natividad, dan J. Gonzalez, 2014, Optimization of Biodiesel Production from Sunflower Oil by Transesterification Using $\text{Na}_2\text{O}/\text{NaX}$ and Methanol, *Catalysis Today*, 220 – 222, 12 – 20.

Singh, A.K, dan S.D. Fernando, 2007, Reaction Kinetics of Soybean Oil Transesterification Using Heterogenous Metal Oxide Catalysts, *Chemical Engineering Technologies*, 12 (30), 1717 – 1720.

Subagjo, W.A. Fanny, dan T. Prakoso, 2012, Pengembangan Katalis kalsium Oksida untuk Sintesis Biodiesel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 2 (11), 66 – 73.