

Penggunaan Zeolit Alam sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel

Isalmi Aziz, Siti Nurbayti, Arif Rahman

Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

emi_uin@yahoo.co.id

Abstrak

Biodiesel merupakan energi alternatif yang dapat menggantikan bahan bakar diesel. Biodiesel telah dibuat melalui reaksi transesterifikasi minyak goreng bekas dengan bantuan katalis. Penggunaan zeolit alam sebagai katalis dapat memudahkan separasi biodiesel dari produk samping (gliserol). Pembuatan biodiesel dilakukan pada suhu 60°C, perbandingan minyak dan metanol 4:1 (volum) dengan memvariasikan waktu reaksi dan konsentrasi katalis zeolit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa waktu reaksi 5 jam dan konsentrasi katalis zeolit 1% memberikan *yield* biodiesel terbesar yaitu 12%.

Kata kunci : Biodiesel, zeolit alam, transesterifikasi, minyak goreng bekas

Abstract

Biodiesel is an alternative energy that can be used to replace diesel fuel. Biodiesel has been made by transesterification the reaction of used cooking oil with the help of a catalyst. The use of nature zeolite as a catalyst was aimed to facilitate the separation of glycerol which are a by product of biodiesel. The preparation of biodiesel was done by varying the reaction time and concentration of zeolite catalysts at 60 oC and the volume constant of oil and methanol 4:1. The yield of biodiesel was found to be 12% when catalyst concentration of 1% and the reaction time of 5 hours.

Keyword : Biodiesel, nature zeolit, transesterification, used cooking oil

1. PENDAHULUAN

Minyak solar merupakan salah satu fraksi minyak bumi yang banyak digunakan sebagai bahan bakar di industri maupun di transportasi. Dewasa ini muncul berbagai usaha untuk mencari energi alternatif pengganti minyak solar. Biodiesel merupakan salah satu energi alternatif yang cukup menjanjikan. Bahan bakunya yang berasal dari bahan terbarukan menjadikan ketersediaannya dapat dijamin. Biodiesel juga merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan dan tidak mengandung belerang (Suwarso et al. 2008).

Pembuatan biodiesel memerlukan alkohol untuk memecah rantai trigliserida yang terdapat dalam minyak nabati. Alkohol yang biasa digunakan adalah metanol dan etanol. Metanol merupakan jenis alkohol yang paling

disukai karena lebih reaktif lagi pula untuk mendapatkan hasil biodiesel yang sama, penggunaan etanol 1,4 kali lebih banyak dibandingkan metanol (Aziz, 2007). Kerugian dari metanol adalah sifatnya yang beracun, berbahaya bagi kulit, mata dan paru-paru. Selain itu pemisahan hasil samping gliserin dengan menggunakan etanol jauh lebih sulit dan jika tidak hati-hati akan berakir dengan terbentuknya emulsi (Freedman dan Pryde, 1986).

Salah satu kendala yang dihadapi dalam penggunaan biodiesel sekarang ini adalah harganya yang lebih mahal dari minyak solar. Untuk itu diperlukan cara untuk menekan biaya produksi biodiesel. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah menggunakan bahan baku yang berasal dari minyak goreng bekas. Minyak ini secara ekonomis sudah tidak diperhitungkan lagi dan cenderung dibuang sebagai limbah karena

selain merusak citra makanan yang diolah juga dapat merusak kesehatan manusia. Pemanfaatan minyak goreng bekas untuk pembuatan biodiesel akan memberikan beberapa keuntungan, diantaranya : dapat mereduksi limbah rumah tangga atau industri makanan dan mereduksi biaya produksi biodiesel sehingga harganya lebih murah dibanding dengan menggunakan minyak nabati murni.

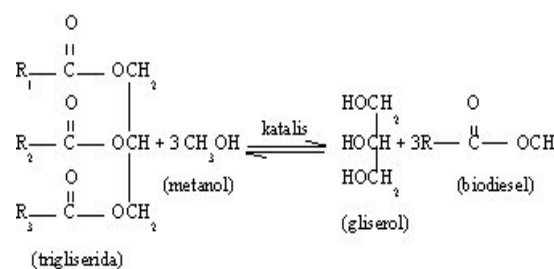
Pembuatan biodiesel selama ini lebih banyak menggunakan katalis homogen, seperti asam dan basa. Penggunaan katalis homogen ini menimbulkan permasalahan pada produk yang dihasilkan, misalnya masih mengandung katalis, yang harus dilakukan separasi lagi (Buchori dan Widayat, 2009). Selain itu penggunaan katalis basa juga dapat menimbulkan reaksi samping yaitu reaksi penyabunan sehingga mempengaruhi proses pembuatan biodiesel (Darnoko dan Cheriyan, 2000). Untuk itulah penelitian ini mencoba menggunakan katalis heterogen yaitu zeolit alam yang diaktivasi sehingga akan memudahkan separasi katalis dari produk.

Seperti diketahui zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki ukuran pori yang tertentu. Oleh karena itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring, penukar ion, adsorben dan katalis (Susilawati, 2006). Sebelum digunakan sebagai katalis, zeolit alam terlebih dahulu diaktifasi. Harjanti (2008) mengaktifkan zeolit alam klinoptilolite yang berasal dari Lampung dengan merebusnya di dalam larutan NaOH 1 N selama 3 jam pada suhu 100°C dan didapatkan Na-zeolit. Trisunaryanti (2005) mengaktifkan zeolit dengan merendamnya ke dalam 125 ml lar.HCl 6N kemudian disaring dan dicuci berulang kali sampai tidak ada ion Cl⁻ yang terdeteksi oleh larutan AgNO₃, dikeringkan pada suhu 130°C selama 3 jam dalam oven. Zeolit yang didapatkan berbentuk H-Zeolit.

Keuntungan penggunaan katalis zeolit alam pada pembuatan biodiesel adalah proses esterifikasi asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak goreng bekas dapat dilakukan sekaligus dengan reaksi transesterifikasi trigliserida. Suirta (2009) dan Yuliani (2008) melakukan dua tahap reaksi untuk mendapatkan

biodiesel dari minyak goreng bekas. Tahap pertama dilakukan reaksi esterifikasi asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak goreng bekas menggunakan katalis asam. Tahap kedua dilakukan reaksi transesterifikasi trigliserida dengan katalis basa. Dengan menggunakan katalis zeolit kedua reaksi tersebut dapat dilakukan sekaligus karena zeolit dapat digunakan sebagai katalis dalam reaksi esterifikasi maupun transesterifikasi (Susanto, 2008).

Reaksi transesterifikasi (Gambar 1) merupakan reaksi bolak balik yang relatif lambat. Untuk mempercepat jalannya reaksi dan meningkatkan hasil, proses dilakukan dengan pengadukan yang baik, penambahan katalis dan pemberian reaktan berlebih agar reaksi bergeser ke kanan.



Gambar 1. Reaksi transesterifikasi

Jadi, secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah pengadukan, suhu, katalis, perbandingan pereaksi dan waktu reaksi (Sibarani, 2007). Dalam penelitian ini hanya dipelajari pengaruh waktu reaksi dan konsentrasi katalis terhadap *yield* biodiesel. Kecepatan pengadukan, suhu dan perbandingan reaksi tidak divariasikan tetapi langsung ditetapkan dengan mengacu pada penelitian lain yang sudah mendapatkan kondisi optimumnya.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung selama 4 bulan dari bulan Juli sampai Oktober 2011. Tempat penelitian dilakukan di Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) UIN Syarif Hidayatullah Jakarta.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah piknometer, labu leher tiga, pengaduk, termometer dan kondensor. Bahan yang digunakan adalah minyak goreng bekas (diambil dari pedagang kaki lima di sekitar kampus UIN Syarif Hidayatullah Jakarta), metanol dan zeolit alam yang berasal dari Lampung.

Penentuan densitas

Piknometer dibilas dengan HCl dan akuadest sebanyak 3 kali, sekali dengan alkohol dan kemudian dikeringkan di dalam oven selama 5 menit. Setelah itu dimasukkan ke dalam desikator selama 10 menit, lalu ditimbang piknometer tersebut hingga diperoleh massa tetap (W_1).

Piknometer diisi dengan larutan sampel, bagian luarnya dilap hingga kering dan ditimbang hingga diperoleh massa yang tetap (W_2). Perhitungan densitas (ρ) sampel dengan persamaan:

$$\rho = \frac{(W_2 - W_1)}{V} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana :

- ρ = densitas, g/ml
- W_2 = massa piknometer + sampel, g
- W_1 = massa piknometer, g

Aktivasi katalis zeolit

Aktivasi katalis zeolit alam mengacu pada prosedur yang telah dilakukan Trisunaryanti (2005). Zeolit alam sebanyak 5 g direndam ke dalam 125 ml larutan HCl 6N kemudian disaring dan dicuci berulang kali sampai tidak ada ion Cl^- yang terdeteksi oleh larutan $AgNO_3$, dikeringkan pada suhu $130^\circ C$ selama 3 jam dalam oven. Setelah itu diayak dengan ayakan 70 mesh. Zeolit yang didapatkan berbentuk H-Zeolit. Ini nantinya digunakan sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel.

Pembuatan Biodiesel

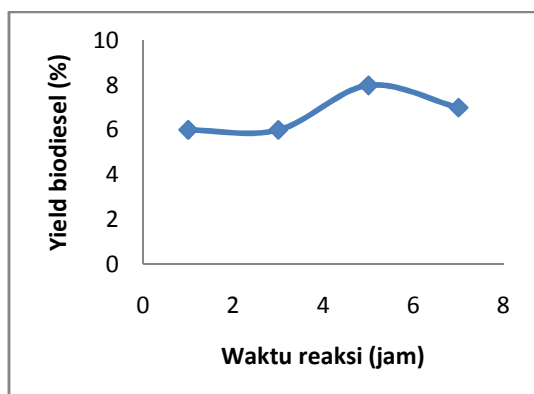
Bahan baku berupa minyak goreng bekas sebelum digunakan terlebih dahulu disaring untuk memisahkan kotoran yang terdapat dalam minyak, selanjutnya dipanaskan sampai suhu $110^\circ C$ untuk menguapkan air yang terdapat dalam minyak. Air ini berasal dari makanan yang digoreng. Katalis zeolit alam yang sudah diaktifasi (H-zeolit) dengan konsentrasi 1, 2, 3, 4 dan 5% bersama dengan minyak goreng bekas dan metanol (1:4 volum) dipanaskan dalam labu leher tiga yang sudah dilengkapi dengan termometer dan pengaduk. Setelah suhu umpan $60^\circ C$ reaksi dijalankan selama waktu tertentu (1, 3, 5, 7 jam). Produk yang dihasilkan dipisahkan dalam corong pisah selama 8 jam sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas biodiesel dan lapisan bawah gliserol. Biodiesel ditimbang dan dihitung *yield*nya dengan rumus :

$$Yield \text{ biodiesel} = \frac{\text{massa biodiesel}}{\text{massa minyak}} \times 100 \% \dots \dots (2)$$

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Reaksi

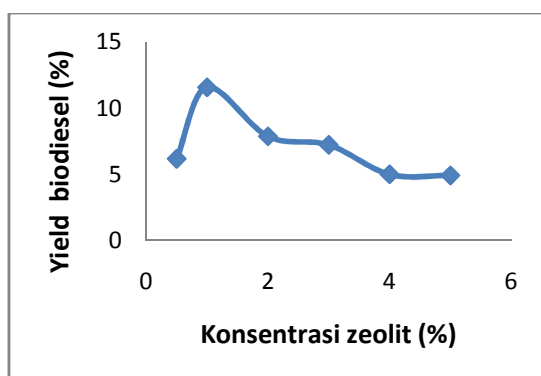
Pengaruh waktu reaksi dipelajari dari 1 sampai 7 jam. Pada 1 jam pertama % hasil biodiesel baru mencapai 6% (Gambar 2). Ini menandakan bahwa reaksi transesterifikasi yang menggunakan katalis zeolit relatif lebih lambat dibanding yang menggunakan katalis KOH (katalis homogen) yang mencapai 83% pada 1 jam pertama reaksi. Hal ini disebabkan karena zeolit yang merupakan katalis heterogen tidak membentuk satu fasa dengan reaktan sehingga banyak waktu yang dibutuhkan untuk bereaksi. Pada jam ke-3 kenaikan *yield* biodiesel tidak terlalu besar sampai 6,1%. Pada jam ke-5, reaksi sudah menunjukkan hasil yang maksimal. Biodiesel yang dihasilkan sudah mencapai 12%. Penambahan waktu reaksi ternyata tidak menaikkan hasil tetapi malah menurunkan hasil biodiesel. Pada jam ke-7 biodiesel yang didapatkan turun menjadi 7%.



Gambar 2. Grafik hubungan waktu reaksi dengan *yield* biodiesel (Suhu 60 °C, perbandingan minyak : metanol (4:1), konsentrasi katalis 1%)

Susilowati (2006) juga menggunakan zeolit alam sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel dari minyak biji kapuk. *Yield* biodiesel maksimum yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan penelitian ini yaitu sebesar 1,7% pada waktu reaksi 50 menit. Harjanti (2008) mendapatkan *yield* biodiesel lebih besar yaitu 73% pada waktu 60 menit. Hal ini disebabkan karena Harjanti menggunakan NaOH pada saat aktivasi zeolit, sehingga terbentuk Na-Zeolit yang nantinya berfungsi sebagai katalis. Dalam penelitian ini digunakan H-Zeolit yang diaktivasi dari zeolit alam.

Pengaruh Konsentrasi Katalis Zeolit



Gambar 3. Grafik hubungan konsentrasi zeolit dengan *yield* biodiesel (Waktu 5 jam, suhu 60 °C, perbandingan minyak : metanol (4:1))

Katalis yang digunakan adalah zeolit alam yang sudah diaktivasi membentuk H-Zeolit. Pengaruh konsentrasi katalis dipelajari dari 0,5% sampai 5% berat. Pengaruh konsentrasi katalis dapat dilihat pada Gambar berikut.

Pada Gambar 3 terlihat bahwa pada konsentrasi katalis 0,5%, biodiesel yang dihasilkan mencapai 6%. Penambahan katalis sampai 1% menyebabkan peningkatan hasil biodiesel. Pada kondisi ini biodiesel yang dihasilkan mencapai 12%. Pada konsentrasi katalis diatas 1% terjadi penurunan *yield* biodiesel. Konsentrasi katalis 2% mendapatkan *yield* biodiesel 8%. *Yield* biodiesel turun sampai 5% pada konsentrasi katalis 4%.

Harjanti mendapatkan konsentrasi zeolit maksimal sebesar 2,56 % yang memberikan *yield* biodiesel terbesar yaitu 73%. Nilai ini lebih besar dibandingkan dengan penelitian ini yang hanya 12% pada konsentrasi zeolit 1%. Susilowati juga mendapatkan *yield* biodiesel jauh lebih kecil sekitar 1,78% dengan konsentrasi katalis zeolit 10% b/v.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan dapat disimpulkan bahwa kondisi terbaik untuk pembuatan biodiesel dengan menggunakan zeolit sebagai katalis didapat pada waktu reaksi 5 jam dan konsentrasi zeolit 1%. *Yield* biodiesel yang dihasilkan pada kondisi terbaik sebesar 12% .

DAFTAR PUSTAKA

1. Aziz,I., 2007, Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas”, Valensi, Vol.1, No.1.
2. Buchori,L dan Widayat, 2009, “ Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Catalytic Cracking”, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Bandung.
3. Darnoko, D and Cheryan, M, 2000, “Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor”, *J. Am.Oil Chem.Soc.*, 77, 1263-1267.

4. Freedman, B., Butterfield, R.O., and Pryde, E.H., 1986, " Transesterifikasi of Kinetic of Soybean Oil ", *J. Am.Oil Chem.Soc.*, 63, 1375-1380.
5. Harjanti, R.S., 2008, " Pemanfaatan zeolit alam klinoptilolite sebagai katlisator dalam alkoholisis minyak jarak ", *Jurnal Rekayasa Proses*, Vol.2, No.1, hal.28-32.
6. Sibarani,J et al, 2007, " Effect of palm empty bunch ash on transesterification of palm oil into biodiesel", *Indo J. Chem Vol 7. No.3. Hal.314-319.*
7. Suirta, I.W., 2009, " Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit", *Jurnal Kimia*, Vol.3. No.1, 1-6.
8. Susanto, BH., Nasikin, M., dan Sukirno, 2008, " Sintesis Pelumas Dasar Bio melalui Esterifikasi Asam Oleat menggunakan Katalis Asam Heteropoli/Zeolit", *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses*, Semarang.
9. Susilowati, 2006, " Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk dengan Katalis Zeolit ", *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.1, No.1, hal 10-14.
10. Suwarsono, WP., Gani, I.Y, dan Kusyanto, 2008, " Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Ketapang yang Berasal dari Pohon Ketapang Yang Tumbuh di Kapus UI Depok ", *Valensi*, vol.1, no.2, 44-52.
11. Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E., dan Sudiono, S., 2005," Preparasi, modifikasi dan karaterisasi katalisi Ni-Mo/Zeolit alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam", *Jurnal Teknoin*, Vol.10,N0.4, hal.269-283.
12. Yuliani et al, 2008, " Pengaruh Katalis Asam Sulfat dan Suhu Reaksi pada Esterifikasi Minyak Biji Karet (Hevea brasiliensi) menjadi biodiesel", *Chemical Enggineering Journal*, Vol.3, No.1.