

PEMANFAATAN MINYAK GORENG BEKAS UNTUK PEMBUATAN BIODIESEL MENGGUNAKAN KATALIS ZEOLIT ALAT TERAKTIVASI

UTILIZATION OF USED OIL FOR BIODIESEL MANUFACTURING USING ZEOLITE ACTIVATED CATALYST

Andi Tri Saputra, M. Arief Wicaksono, Irsan

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik

Universitas Mulawarman Samarinda

Email : @anditrisia.com

Abstrak

Biodiesel merupakan bahan bakar nabati alternatif sebagai pengganti bahan bakar fosil yang jumlahnya semakin hari semakin menipis. Telah dilakukan penelitian untuk membuat biodiesel dengan bahan baku minyak goreng bekas dan metanol menggunakan zeolit alam teraktivasi sebagai katalis. Dengan memvariasikan waktu pengadukan dan perbandingan berat campuran pada proses pembuatan biodiesel didapatkan hasil *yield* yang tidak begitu berbeda jauh untuk setiap variasi waktu pengadukan, sedangkan *yield* nampak berubah untuk variasi perbandingan berat campuran yaitu 6,6493 % untuk perbandingan 4:1 metanol dan 76,4152 % untuk perbandingan 1:4 metanol. Namun biodiesel yang didapatkan tidak memenuhi standar SNI tentang biodiesel.

Kata Kunci : Biodiesel, waktu pengadukan, zeolit, *yield*, minyak goreng bekas

Abstract

Biodiesel is an alternative biofuel as a substitute for fossil. The research has been conducted to make biodiesel with raw materials of used cooking oil and methanol using activated natural zeolite as a catalyst. By varying the stirring time and the ratio of mixed weights in the biodiesel manufacturing process, the yields did not differ greatly for each variation of stirring time, while the yield appears to vary for the ratio of weight 6.6493% for a ratio of 4: 1 methanol and 76.4152 % for a ratio of 1: 4 methanol. However, the biodiesel obtained did not meet the SNI standard on biodiesel.

Keywords: Biodiesel, stirring time, zeolite, yield, used cooking oil

1. PENDAHULUAN

Biodiesel adalah bahan bakar yang dapat diperbarui dan diproduksi secara domestik dari minyak goreng baru maupun bekas, lemak hewan dan lemak sisa restoran. Secara fisik biodiesel mirip dengan diesel hasil minyak bumi, tapi lebih bersih untuk pembakaran. Menggunakan biodiesel dibanding diesel hasil minyak bumi secara signifikan menurunkan emisi polusi gas beracun di udara (U.S. Departement of Energy, 2011).

Biodiesel merupakan bahan bakar yang terdiri dari campuran mono-alkil ester dari rantai panjang asam lemak, yang dipakai sebagai alternatif bagi bahan bakar dari mesin diesel dan terbuat dari sumber terbarukan seperti minyak sayur atau lemak hewan. Biodiesel merupakan bahan bakar yang ramah lingkungan dan tidak mengandung belerang (Suwarso *et al.*, 2008).

Biodiesel dibuat melalui suatu proses kimia yang disebut transesterifikasi dimana gliserin dipisahkan dari minyak nabati. Proses ini menghasilkan dua produk yaitu metil ester (biodiesel)/*mono-alkyl esters* dan gliserin yang merupakan produk samping (Akbar, 2016).

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).

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). Aziz *et al.* (2012) menggunakan zeolit alam sebagai katalis untuk mengatasi beberapa kekurangan katalis homogen seperti yang disebutkan di atas.

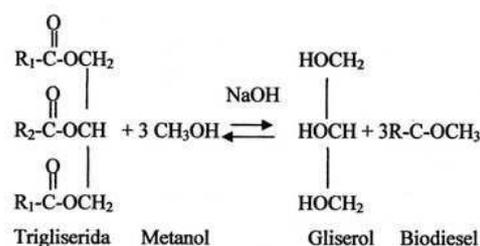
Zeolit adalah mineral yang terdiri atas kristal alumino silikat terhidrasi dan kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensi. Sebagai penyerap, zeolit mempunyai kapasitas yang tinggi karena zeolit dapat memisahkan molekul-molekul berdasarkan ukuran dan konfigurasi dari molekul (Affandi, 2011).

Menurut Trisunaryanti (2005), zeolit alam perlu diaktivasi dan dimodifikasi guna meningkatkan karakternya terutama aktivitas katalitiknya. Keasaman zeolit dapat ditingkatkan dengan cara pengembanan logam-logam transisi yang memiliki orbital d belum terisi penuh. Logam-logam ini secara langsung dapat berfungsi sebagai katalis tanpa diembankan terlebih dahulu pada pengemban, tetapi memiliki kelemahan, diantaranya luas permukaan yang relatif kecil, dan selama proses katalitik dapat terjadi penggumpalan.

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).

Transesterifikasi adalah reaksi antara lemak atau minyak nabati dengan alkohol untuk membentuk ester dan gliserol. Biasanya dalam reaksi ini digunakan katalis untuk meningkatkan laju reaksi dan jumlah *yield* produk (Akbar, 2016). Reaksinya adalah sebagai berikut:



Gambar 1.1 Reaksi transesterifikasi

Secara umum faktor-faktor yang mempengaruhi reaksi transesterifikasi adalah pengadukan, suhu, katalis, perbandingan pereaksi dan waktu reaksi (Aziz, 2012).

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah minyak goreng bekas yang selama ini hanya dibuang untuk dijadikan bahan bakar biodiesel dengan menggunakan zeolit alam sebagai katalisnya.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2015 hingga bulan Maret 2016. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknologi Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman.

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah minyak goreng bekas dari warung ayam goreng tepung, metanol digunakan untuk memecah rantai trigliserida dan batu zeolit alam yang akan dijadikan sebagai katalis.

Alat yang digunakan antara lain : oven, ayakan 50 mesh, penumbuk, gelas kimia, gelas ukur, viskometer, piknometer, viskometer ostwald, *bulp*, *hotplate*, *magnetic stirrer*, labu erlenmeyer dan termometer.

Aktivasi Katalis Zeolit Alam

Prosedur aktivasi zeolit mengacu seperti yang dilakukan oleh Aziz *et al.* (2012) dengan merubah variasi jumlah zeolit alam yang akan direndam ke dalam larutan HCl serta ukuran zeolit. Zeolit alam sebanyak 12 g dihaluskan kemudian diayak menggunakan ayakan 50 *mesh* dan direndam ke dalam 600 ml larutan HCl 6 N, setelah itu disaring dan dicuci menggunakan *aquadest* hingga tidak ada Cl⁻ yang terdeteksi oleh larutan AgNO₃. Zeolit alam dikeringkan di dalam oven dengan suhu 130 °C selama 3 jam.

Menghitung Densitas

Ditimbang piknometer kosong, kemudian dimasukkan sampel dan ditimbang kembali untuk mengetahui densitasnya dengan menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{(w_2 - w_1)}{V_p}$$

Dengan ρ adalah densitas (g/mL), w_1 adalah berat piknometer kosong (g), w_2 adalah berat piknometer dengan sampel (g) dan V_p adalah volume piknometer (mL).

Menghitung Viskositas

Cairan yang akan diuji viskositasnya dimasukkan ke dalam viskosimeter ostwald. Cairan kemudian disedot naik menggunakan bulp hingga mencapai garis, kemudian dihitung waktu cairan untuk turun. Kemudian dihitung menggunakan rumus :

$$\mu_k = C \times t$$

Dimana μ_k adalah viskositas kinematik (cSt), C adalah konstanta Ostwald (0,4994 cSt/s) dan t adalah waktu (t).

Pembuatan Biodiesel

Minyak goreng bekas disaring untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang tersisa dari penggorengan. Setelah bersih minyak goreng kemudian dihitung densitasnya menggunakan piknometer. Dihitung juga densitas metanol menggunakan piknometer. Setelah itu minyak goreng bekas dan metanol dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer dengan perbandingan berat campuran 4:1 (minyak goreng : metanol) dan 1:4 (minyak goreng : metanol). Zeolit alam ditambahkan dengan konsentrasi 1 %-w larutan, karena berdasarkan penelitian yang dilakukan Aziz

et al. (2012), konsentrasi katalis zeolit yang ditambahkan dan menghasilkan *yield* terbesar adalah sebanyak 1 %-w. Larutan kemudian diaduk dan dipanaskan pada suhu 60 °C untuk terjadinya reaksi dengan memvariasikan waktu pengadukannya; 15 menit diaduk dan 45 menit didiamkan, 30 menit diaduk dan 30 menit didiamkan, dan 45 menit diaduk dan 15 menit didiamkan, selama didiamkan campuran hanya dipanaskan tanpa pengadukan. Kemudian larutan dimasukkan ke dalam corong pisah dengan waktu *steady* atau waktu didiamkan yang tetap yaitu 6 jam untuk memisahkan lapisan yang terbentuk setelah reaksi. Percobaan dilakukan dengan 3 kali pengulangan. Menurut Akbar (2006), hasil reaksi yang terbentuk berupa dua fasa yaitu lapisan atas metil ester berwarna kuning bening, sedangkan lapisan bawah berwarna kuning dengan sedikit lebih pekat. Kedua lapisan itu kemudian dipisahkan untuk dihitung *yield*-nya menggunakan rumus :

$$yield (\%) = \frac{w_1}{w_1 + w_2} \times 100\%$$

Dimana w_1 adalah berat lapisan atas yang berupa biodiesel (g) dan w_2 adalah berat lapisan bawah yang berupa gliserin (g).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi Waktu Pengadukan Terhadap Yield Biodiesel

Dari hasil percobaan dengan perbandingan berat campuran 4:1 (minyak goreng : metanol), didapatkan *yield* lapisan atas (biodiesel) yang relatif rendah dibandingkan dengan perbandingan berat campuran 1:4 (minyak goreng : metanol), hal ini disebabkan karena metanol bertindak sebagai penyuplai gugus metil dalam pembuatan biodiesel, jadi semakin sedikit jumlahnya maka *yield* biodiesel pun akan menurun. Pada perbandingan berat campuran 4:1 (minyak goreng : metanol), didapatkan *yield* yang paling besar pada waktu pengadukan 30 menit dan didiamkan 30 menit yaitu 7,089 %. Angka itu menurun turun kembali pada waktu pengadukan 45 menit dan didiamkan 15 menit yaitu sebesar 6,988 %. Pada perbandingan berat campuran 1:4 (minyak goreng : metanol), didapatkan *yield* terbesar saat waktu pengadukan 15 menit dan didiamkan selama 45 menit yaitu sebesar 76,844 %. Pada waktu pengadukan 30 menit dan didiamkan 30 menit, *yield*-nya turun menjadi 76,117 %.

Tabel 1.1 Perbandingan *yield* lapisan atas (biodiesel)

Perbandingan (minyak goreng : metanol)	Waktu Pengadukan	Yield (%)
4 : 1	15 menit	5,8704
	30 menit	7,0892
	45 menit	6,9884
1 : 4	15 menit	76,8436
	30 menit	76,1173
	45 menit	76,2847

Setiawati (2012) juga melakukan penelitian tentang pembuatan biodiesel dengan 3 variasi waktu pengadukan yaitu 30 menit, 60 menit dan 90 menit, sambil dipanaskan dengan suhu 65 °C, waktu *settling* 1 jam dan katalis berupa NaOH. Kadar ester yang didapatkan besar berkisar antara 95 sampai 97%, paling tertinggu pada rentan waktu reaksi 60 menit. Pada penelitian Aziz et al. (2012), menggunakan katalis zeolit alam teraktivasi sebagai katalis pada pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas, dengan memvariasi waktu reaksi yang meliputi pengadukan dan pemanasan pada suhu 60 °C serta waktu *settling* tetap selama 8 jam, didapatkan hasil *yield* pada 1 jam pertama reaksi sebesar 6%. Kemudian saat 3 jam reaksi kenaikan *yield* tidak begitu besar. Pada 5 jam reaksi tingkat *yield* naik hingga 12% kemudian menurun pada jam berikutnya. Dari kedua penelitian itu dapat dilihat kalau penggunaan zeolit alam teraktivasi yang merupakan katalis homogen tidak menghasilkan *yield* yang besar, tidak seperti penggunaan katalis heterogen seperti NaOH. Seperti pada penelitian ini, dengan perbandingan yang sama yaitu 1:4 (minyak goreng : metanol), didapatkan *yield* yang tidak begitu besar hanya berkisar 76%, dan hasil *yield* lebih rendah dibandingkan perbandingan 4:1 (minyak goreng : metanol). Pada penelitian ini dapat dilihat kalau memvariasikan waktu pengadukan tidak begitu berpengaruh besar terhadap *yield* yang dihasilkan.

Pengaruh Variasi Waktu Pengadukan Terhadap Densitas

Massa jenis (densitas) adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Massa jenis rata-rata setiap benda merupakan total massa dibagi dengan total volumenya (Julianto, 2012). Data densitas yang

didapatkan dari penelitian ini disajikan pada tabel 1.2 di bawah.

Tabel 1.2 Densitas lapisan atas (biodiesel)

Perbandingan (minyak goreng : metanol)	Variasi Pengadukan	Densitas (g/L)
4 : 1	15 menit	0,7873
	30 menit	0,7893
	45 menit	0,7850
1 : 4	15 menit	0,7767
	30 menit	0,7767
	45 menit	0,7770

Dari hasil didapatkan, rata-rata densitas lapisan atas yang berupa biodiesel lebih rendah dibandingkan dengan standar SNI untuk biodiesel, yaitu untuk densitas biodiesel seharusnya berkisar antara 0,85 – 0,89 g/L, sedangkan rata-rata densitas yang didapatkan dari penelitian ini hanya 0,78 g/L.

Tabel 1.3 Densitas lapisan bawah (gliserin)

Perbandingan (minyak goreng : metanol)	Variasi Pengadukan	Densitas (g/L)
4 : 1	15 menit	0,8883
	30 menit	0,8893
	45 menit	0,8855
1 : 4	15 menit	0,8860
	30 menit	0,8904
	45 menit	0,8896

Untuk lapisan bawah didapatkan rata-rata densitas yang sama yaitu 0,8882 g/L, lebih rendah dibandingkan dengan densitas gliserin yaitu 1,23 g/L.

Pengaruh Variasi Pengadukan Terhadap Viskositas Kinematis

Viskositas merupakan pengukuran dari ketahanan fluida yang diubah baik dengan tekanan maupun tegangan. Pada masalah sehari-hari (dan hanya untuk fluida), viskositas adalah Ketebalan atau pergesekan internal. Oleh karena itu, air yang tipis, memiliki viskositas lebih rendah, sedangkan madu yang tebal, memiliki viskositas yang lebih tinggi. Sederhananya, semakin rendah viskositas suatu fluida, semakin besar juga pergerakan dari fluida tersebut (Massey 1983). Viskositas yang

didapatkan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

Tabel 1.4 Viskositas kinematis lapisan atas (biodiesel)

Perbandingan (minyak goreng : metanol)	Variasi Pengadukan	Viskositas Kinematis (cSt)
4 : 1	15 menit	0,5329
	30 menit	0,5329
	45 menit	0,4994
1 : 4	15 menit	0,4162
	30 menit	0,4495
	45 menit	0,3662

Dari hasil percobaan didapatkan rata-rata viskositas kinematis lapisan atas yang berupa biodiesel sebesar 0,4662 cSt, ini lebih rendah dibandingkan standar yang ditentukan SNI yaitu memiliki viskositas kinematis antara 2,3 – 6,0 cSt).

Sedangkan untuk lapisan bawah yang berupa gliserin memiliki rata-rata viskositas kinematis sebesar 14,3328 cSt.

4. KESIMPULAN

Dari penelitian yang sudah dilakukan, dengan memvariasikan waktu pengadukan dalam proses pembuatan biodiesel dari minyak goreng bekas dan metanol selama 1 jam dengan menggunakan katalis zeolit alam teraktivasi menghasilkan *yield* lapisan atas yang berupa biodiesel relatif kecil untuk perbandingan 4:1 (minyak goreng : metanol) yaitu hanya sekitar 6,6493 %, sedangkan untuk perbandingan 1:4 (minyak goreng : metanol) didapatkan rata-rata *yield* yang relatif lebih besar yaitu 76,4152 %. Memvariasikan waktu pengadukan tidak memberikan hasil yang signifikan dalam perubahan persen *yield*. Biodiesel yang didapatkan dari percobaan ini memiliki densitas dan viskositas yang rendah sehingga tidak memenuhi standar SNI tentang biodiesel., yaitu 0,78 g/L dan 0,4662 cSt tidak sesuai dengan biodiesel yang memenuhi standar yaitu memiliki densitas berkisar antara 0,85 – 0,89 g/L dan viskositas antara 2,3 – 6,0 cSt.

DAFTAR PUSTAKA

- Affandi, F., Hadisi, H., 2011, *Pengaruh Metode Aktivasi Zeolit Alam Sebagai Bahan Penurun Temperatur Campuran Beraspal Hangat*, Pusat Litbang Jalan dan Jembatan, Bandung.
- Akbar, Riswan, *Karakteristik Biodiesel Dari Minyak Jelantah Dengan Menggunakan Metil Asetat Sebagai Pensuplai Gugus Metil*, diakses 31 Maret 2016, <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-Undergraduate-15905-4207100091-Paper.pdf>.
- Aziz, I., 2007, *Kinetika Reaksi Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas*, Valensi, Vol.1, No.1.
- Aziz, I., Nurbayti, S., Rahman, A., 2012, *Penggunaan Zeolit Alam sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel*, Valensi Vol. 2 No. 4, 511-515.
- Buchori, L. dan Widayat, 2009, *Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas dengan Proses Catalytic Cracking*, Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia, Bandung.
- Darnoko, D. and Cheryan, M., 2000, *Kinetics of Palm Oil Transesterification in a Batch Reactor*, J. Am.Oil Chem.Soc., 77, 1263-1267.
- Freedman, B., Butterfield, R.O., and Pryde, E.H., 1986, *Transesterifikasi of Kinetic of Soybean Oil*, J. Am.Oil Chem.Soc., 63, 1375-1380.
- Julianto, Arie, 2012, *Densitas*, diakses pada 6 April 2016, blogs.unpad.ac.id/ariejulianto/2012/10/03/hello-world.
- Massey, B S, 1983, *Mechanics of Fluids*, Fifth Edition, ISBN 0-442-30552-4.
- Setiawati, E., Edwar, F., 2012, *Teknologi Pengolahan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Teknik Mikrofiltrasi dan Transesterifikasi Sebagai Alternatif Bahan Bakar Mesin Diesel*, Jurnal Riset Industri Vol. VI No. 2, 2012, Hal. 117-127.
- 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.
- Susanto, B.H., Nasikin, M., dan Sukirno, 2008, *Sintesis Pelumas Dasar Bio melalui Esterifikasi Asam Oleat menggunakan Katalis Asam Heteropoli/Zeorlit*, Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses, Semarang.
- Susilowati, 2006, *Biodiesel dari Minyak Biji Kapuk dengan Katalis Zeolit*, Jurnal Teknik Kimia, Vol.1, No.1, hal 10-14.
- 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.

Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E., Sudiono, S., 2005, *Preparasi, Modifikasi Dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Dan Mo-Ni/Zeolit Alam*, TEKNOIN, Vol. 10, No. 4, 269-282.

U.S. Departement of Energy, 2011, *Energy Efficiency & Renewable Energi : Vehicle Technologies Program*, diakses 29 Maret 2016, www.afdc.energy.gov/pdfs/47504.pdf.