

PEMANFAATAN ZEOLIT DIAKTIFKAN DENGAN LARUTAN ASAM UNTUK PEMURNIAN BIODIESEL

Muhammad Hidayat Furqon¹, Agus Prasetya², Wahyu Wilopo³

¹Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

²Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

³Jurusan Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada

Correspondence: brave.achilles86@yahoo.com

Abstract

Utilization of zeolite activated by acid solution for biodiesel purification has been done. This research is conducted to find the mechanism of biodiesel purification from catalyst with activated zeolite, the effectiveness of the activated zeolite of various particle size, soaking time and purification temperature, the economic feasibility of biodiesel production by using this method and the more economical method by comparing the cost and performance of biodiesel purification using activated zeolite and using water and acid solution.

This research has used cooking oil, methanol and sodium hydroxide to make biodiesel, sulfuric acid as activator and zeolite from Gunung Kidul which is filled into wash column with support from vacuum pump to purify biodiesel. The variable of the research is particle size of zeolite among others: 12 mesh <De< 20 mesh, 20 mesh <De< 40 mesh and 40 mesh <De< 80 mesh, soaking time 0, 15 minutes, 30 minutes, 1 hour and 2 hours, and purification temperature 27°C, 40°C and 60°C.

Mechanism of activated zeolite for purifying biodiesel from catalyst has been investigated that activated zeolite is using the absorption rate where catalyst will fill the empty pores of zeolite and its cation exchange capacity where it will exchange cation in zeolite surface with cation of catalyst so that zeolite can purify the unwashed biodiesel from catalyst. Optimization of biodiesel purification using zeolite activated by acid solution method can be achieved with particle size of the zeolite 20 mesh <De< 40 mesh, 30-minute soaking time and purification temperature at 27°C. Economic analysis of the use of zeolites in the optimum condition within one year resulted Payback Period 8.68 months, Benefit Cost Ratio 1.86, Net Present Value Rp 431,173,257.44 and Return of Investment -138 % and the use of zeolite activated by acid solution more economical than the use of water and acid solution as purifying biodiesel because of cost savings can be made up to 86% of method of using water and acid solution.

Sejarah:

Diterima: 20 Juni 2012

Diterima revisi: 30 November 2012

Disetujui: 2 Januari 2013

Tersedia online: 31 Juli 2013

Kata Kunci:

Biodiesel
Pemurnian
Zeolit
Aktivasi

1. Pendahuluan

Katalis basa banyak digunakan dalam industri biodiesel karena dapat mempercepat reaksi transesterifikasi sehingga mempercepat proses produksi. Namun, katalis basa tersisa dalam biodiesel dapat menyumbat filter bahan bakar pada mesin sehingga dibutuhkan proses pemurnian pada akhir proses produksi biodiesel. Pemurnian metode yang paling banyak digunakan saat ini dengan larutan asam dan air tetapi metode ini menghasilkan banyak air garam dan menambah biaya pengolahan air limbah sehingga diperlukan metode lain untuk memurnikan biodiesel. Zeolit aktif dapat digunakan sebagai pemurni karena kapasitas tukar kation dan tingkat penyerapan yang tinggi. Oleh karena itu, penelitian ini akan menggunakan zeolit diaktifkan dengan larutan asam sebagai pemurni biodiesel yang diharapkan dapat menggantikan air dan larutan asam.

Ruang lingkup penelitian ini adalah jenis alkohol yang digunakan dalam penelitian ini adalah metanol, jenis katalis yang digunakan dalam penelitian ini adalah natrium hidroksida, jenis minyak nabati yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng Sun Co, jenis asam yang digunakan dalam penelitian ini adalah sulfat asam dan zeolit yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari Gunung Kidul.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyelidiki mekanisme pemurnian biodiesel dari katalis dengan zeolit teraktivasi, untuk menemukan efektivitas diaktifkan zeolit ukuran partikel, waktu perendaman dan suhu pemurnian dan kelayakan ekonomi dari produksi biodiesel dengan

menggunakan metode dan metode yang lebih ekonomis dengan membandingkan biaya dan kinerja dari pemurnian biodiesel menggunakan zeolit aktif dan menggunakan air dan larutan asam.

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengurangi penggunaan air sebagai biodiesel pemurnian, sehingga mengurangi air limbah dan biaya pengolahan air limbah.

Berdasarkan studi literatur, zeolit telah digunakan dalam pemurnian biodiesel tapi hanya sebagai penyerap metanol. Jadi penelitian ini belum pernah dipelajari sebelumnya dan dapat dipastikan keasliannya.

2. Metodologi Penelitian

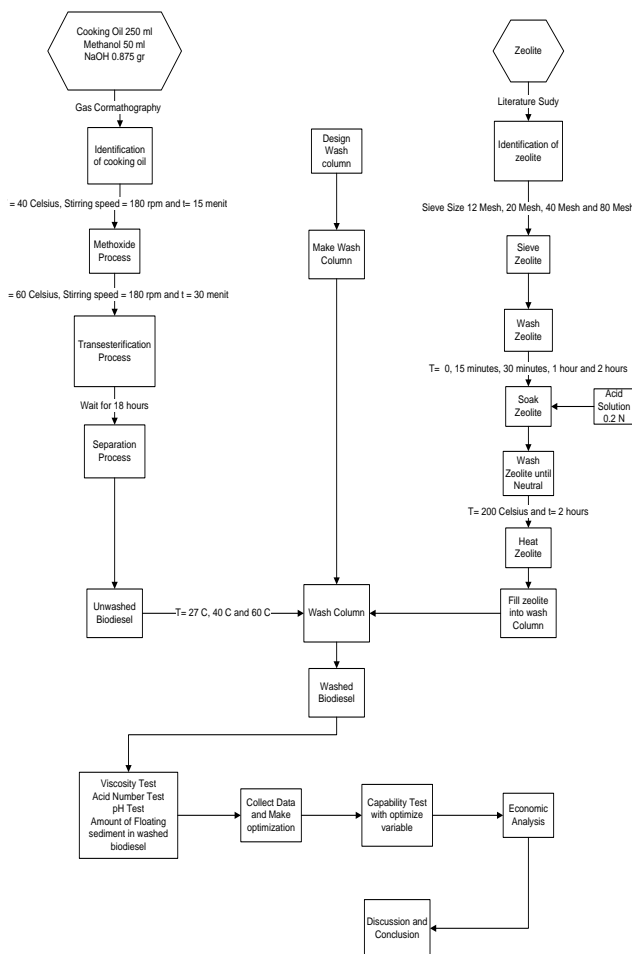
Dalam penelitian ini beberapa variabel yang akan diperiksa adalah sebagai berikut:

1. Variabel kontrol

- Komposisi bahan untuk membuat biodiesel
- Suhu metoksida
- Waktu metoksida
- Suhu transesterifikasi
- Kecepatan pengadukan
- Waktu transesterifikasi
- Waktu pemisahan antara biodiesel dan gliserin
- Volume biodiesel yang diisi ke dalam kolom pencucian
- Normalitas larutan asam
- Volume larutan asam

- k. Volume zeolit yang diisi ke dalam larutan asam dan kolom pencucian
- l. Suhu Perendaman
- m. Suhu pemanasan zeolit
- n. Laju aliran biodiesel
- 2. Variabel bebas
 - a. Waktu aktivasi
 - b. Ukuran partikel zeolit
 - c. Suhu biodiesel
- 3. Variabel terikat
 - a. Viskositas
 - b. Ph
 - c. Angka asam
 - d. Jumlah sedimen yang mengambang
 - e. Pengamatan visual hanya untuk data pendukung

Data yang akan digambarkan dan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk biodiesel ditampilkan. Hanya ada 2 parameter dari SNI yang akan dibandingkan, yaitu bilangan asam dan viskositas. Jumlah sedimen mengambang tidak dimasukkan karena parameter ini dapat diabaikan karena penyaringan yang baik dan SNI tidak memiliki parameter pH standar untuk biodiesel sehingga, untuk optimasi, maka akan dipilih pH biodiesel netral (pH = 7) sebagai biodiesel pH terbaik.



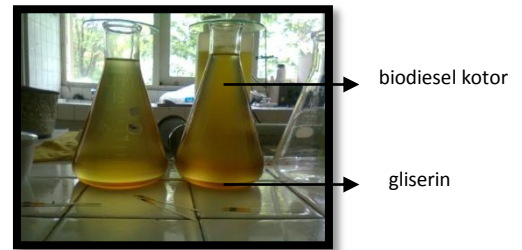
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum biodiesel dimurnikan, biodiesel kotor, yang ditunjukkan dalam Gambar 2, harus diuji terlebih dahulu. Hasilnya ditunjukkan sebagai berikut:

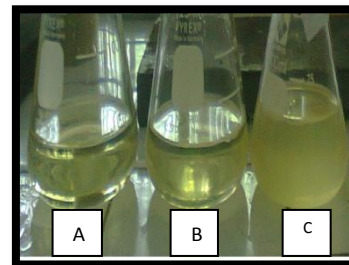
Tabel 1. Tes Parameter dari Biodiesel Kotor

Parameter	Nilai
Pengamatan Kekeruhan	keruh
pH	10
Viskositas kinematik 40 Celsius (mm ² /st)	3.857
Densitas (gram/cm ³)	0.850
Jumlah sedimen mengambang (gram)	0.713

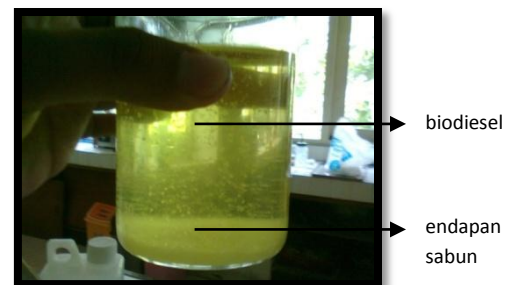


Gambar 2. Biodiesel Kotor dan Gliserin

Beberapa biodiesel yang sudah dicuci dalam kondisi keruh dan kondisi jernih, yang ditunjukkan pada Gambar 3, dan beberapa biodiesel yang sudah dicuci memiliki endapan sabun, yang ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 3. Biodiesel Jernih (A dan B) dan Biodiesel Keruh (C)



Gambar 4. Sampel Biodiesel dengan Endapan Sabun

Hasil uji pH, uji massa sedimen mengambang, uji viskositas dan angka asam menunjukkan sebagai berikut:

1. Ukuran partikel yang lebih kecil membuat penurunan pH biodiesel, penurunan jumlah sedimen mengambang, peningkatan viskositas biodiesel dan peningkatan angka asam.
2. Semakin lama waktu perendaman membuat penurunan pH biodiesel, penurunan jumlah sedimen mengambang,

peningkatan viskositas biodiesel dan peningkatan angka asam.

3. Suhu yang lebih tinggi dari pemurnian membuat peningkatan pH biodiesel, peningkatan jumlah sedimen mengambang, peningkatan viskositas biodiesel dan peningkatan angka asam.

Variabel yang optimal dapat diperoleh dari yang menghasilkan kualitas terbaik dari biodiesel. Variabel optimal yang menghasilkan kualitas terbaik biodiesel dijelaskan sebagai berikut:

1. PH netral (pH = 7) dengan asumsi transesterifikasi sempurna
2. Jumlah terkecil dari sedimen mengambang
3. Viskositas terkecil
4. Angka asam terkecil

Dari penjelasan di atas, biodiesel dengan data pH netral dapat dikumpulkan terlebih dahulu agar dapat dipilih variabel yang paling optimal untuk menghasilkan kualitas terbaik biodiesel. Data tersebut ditunjukkan pada Tabel 2. Kualitas terbaik biodiesel yang sudah dicuci dihasilkan oleh ukuran partikel zeolit 20mesh <De <40mesh, suhu 27°C dan waktu perendaman pada 0,5 jam karena jumlah sedimen mengambang adalah yang terkecil, viskositas tidak tinggi dan angka asam juga terkecil. Namun, ini hanya analisis kualitas dan penelitian ini analisis kebutuhan ekonomis karena penelitian ini lebih bisa diterapkan di industri biodiesel jika penelitian ini juga disediakan analisis ekonomi.

Tabel 2. Daftar Biodiesel Netral dan Variabelnya

Ukuran Partikel (Mesh)	Temperatur (Celsius)	Waktu Perendaman (Jam)	Jumlah Endapan Mengambang (gram)	Viskositas (mm ² /st)	Angka Asam (mg KOH/g)
12<De<20	40	0.5	0.1665	3.772	0.03
12<De<20	40	1	0.1342	3.750	0.06
12<De<20	40	2	0.1017	3.703	0.07
20<De<40	27	0.25	0.0732	3.795	0.03
20<De<40	27	0.5	0.0552	3.766	0.03
20<De<40	40	0.25	0.1445	3.776	0.03
20<De<40	40	0.5	0.1141	3.764	0.04
20<De<40	60	0.5	0.1342	3.799	0.05
20<De<40	60	1	0.1293	3.737	0.07

Sebelum analisis ekonomis dibuat, zeolit harus diuji untuk batas kemampuannya untuk membuat diagram alur sirkulasi pemanfaatan zeolit untuk pemurnian biodiesel. Volume yang dapat dinetralkan oleh 40 ml zeolit adalah dengan zeolit adalah 25:1. Berdasarkan ini, dapat dilakukan tes untuk mendapatkan batas zeolit untuk menggunakan kembali.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit dapat digunakan kembali untuk menetralkan biodiesel lebih dari 6 kali. Namun, zeolit hanya dapat digunakan kembali hingga 4 kali karena viskositas biodiesel yang sudah dicuci adalah sama dengan biodiesel yang belum dicuci. Angka asam yang terkandung dalam biodiesel cenderung konstan bahkan meskipun telah digunakan sampai 6 kali. Jumlah sedimen mengambang dalam biodiesel yang sudah dicuci cenderung naik karena penyerapan metanol mulai berkurang. Berdasarkan empat hal di atas, dapat disimpulkan bahwa KTK masih besar bahkan jika digunakan 6 kali tetapi tingkat penyerapan menurun sampai 4 kali.

Oleh karena itu, zeolit dapat digunakan lagi sampai 4 kali untuk pemurnian biodiesel.

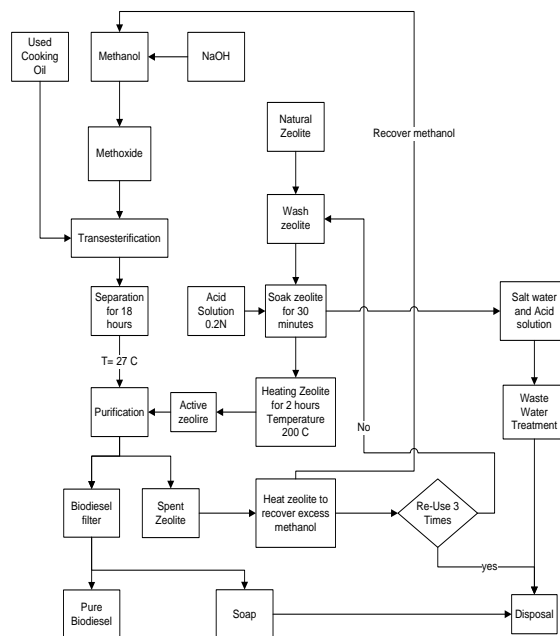
Dapat dibuat biodiesel sistem produksi yang mengacu pada penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 5. Sistem ini diadopsi dari langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini dengan penambahan didasarkan pada optimisasi dan keterbatasan kemampuan zeolit dan beberapa tambahan untuk efisiensi dan pengolahan air limbah:

1. Metanol pemulihan sistem dengan pemanasan zeolit.
2. Pengolahan air limbah yang berasal dari sistem produksi.

Sistem ini menggunakan minyak goreng digunakan untuk membuat biodiesel, sementara penelitian ini digunakan minyak goreng. Ini tidak membuat perbedaan besar karena komposisi yang digunakan untuk membuat biodiesel dalam penelitian ini adalah untuk minyak nabati dengan FFA 0,5% sehingga minyak jelantah yang memiliki 0,5% FFA yang dapat digunakan dengan metode ini.

Setelah diperoleh jumlah modal yang diperlukan kemudian membuat daftar biaya produksi dengan beberapa asumsi, antara lain:

1. Total produksi harian 500 Liter
2. Menggunakan LPG dengan efisiensi 30%
3. Efisiensi pengembalian metanol 30%
4. Suhu penguapan metanol 120 Celcius
5. Waktu penguapan metanol 30 menit
6. Waktu kerja 6 hari per minggu



Gambar 5. Proposal Produksi Biodiesel Mengacu pada studi ini

Berdasarkan penjelasan di atas, dapat dibuat tentang analisis *Benefit Cost Ratio (BCR)*, *Payback Periode (PP)*, *Net Present Value (NPV)* selama satu tahun dan *Return of Investment (ROI)* dalam satu tahun dan perbandingan biaya antara penggunaan zeolit yang diaktifkan dengan yang menggunakan air dan larutan asam

$$BCR = \frac{\text{Total pemasukan untuk satu tahun}}{\text{Total biaya untuk satu tahun}} = 1,86 \text{ (layak } > 1)$$

$$PP = \frac{\text{Modal dan Biaya}}{\text{Pemasukan}} = 8,68 \text{ bulan}$$

$$NPV = \text{Pemasukan} - \text{Modal} + \text{Biaya} = \text{Rp } 432.173.257,44$$

$$ROI = - \frac{\text{Pemasukan}}{\text{Modal} + \text{Biaya}} \times 100\% = -138\%$$

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian bisa disimpulkan:

- Mekanisme zeolit diaktifkan untuk memurnikan biodiesel dari katalis telah diselidiki bahwa zeolit teraktivasi menggunakan daya penyerapan, di mana katalis akan mengisi pori-pori kosong zeolit, dan kapasitas tukar kation, yang mana akan bertukar kation di permukaan zeolit dengan kation dari zeolit katalis, sehingga dapat memurnikan biodiesel kotor dari katalis.
- Efektivitas zeolit teraktivasi dapat dicapai dari ukuran partikel 20 mesh zeolit <De <40 mesh, 30-menit waktu perendaman dan pemurnian suhu pada suhu 27°C yang menghasilkan kualitas terbaik dari biodiesel.
- Produksi biodiesel menggunakan metode ini adalah layak, terbukti dengan *Benefit Cost Ratio* 1,86 (Layak > 1), *Payback Period* 8,68 bulan, *Net Present Value* Rp 431.173.257,44 dan *Return of Investment* -138% dan penggunaan zeolit diaktifkan dengan larutan asam lebih ekonomis daripada penggunaan air dan larutan asam sebagai pemurni biodiesel karena penghematan biaya dapat dibuat hingga 86% dari metode yang menggunakan air dan larutan asam.

Dari hasil penelitian bisa diberikan saran:

- Penelitian variabel yang belum diteliti dalam penelitian ini diperlukan untuk penelitian di masa depan.
- Studi katalis yang berbeda dan absorben lain diperlukan untuk perbandingan.
- Studi dari minyak goreng bekas sebagai bahan baku dengan metode ini diperlukan agar penelitian ini dapat dengan mudah diterapkan dalam aplikasi nyata.
- Metode ini membutuhkan waktu lebih lama, sekitar satu hari untuk mendapatkan produk sehingga perlu perbaikan yang diperlukan dalam metode ini untuk membuat waktu produksi yang lebih pendek terutama untuk pemisahan biodiesel dan gliserin.

Daftar Pustaka

- Anonim, diakses tanggal 10 Februari 2012, *History of Biodiesel Fuel*, http://www.biodiesel.com/index.php/biodiesel/history_of_biodiesel_fuel
- Anonim, diakses tanggal 19 Maret 2012, *Methanol - Thermophysical Properties*, http://www.engineeringtoolbox.com/methanol-properties-d_1209.html
- Anonim, diakses tanggal 10 Februari 2012, *Rising Worldwide Demand for Energy*, http://www.wikinest.com/concept/Rising_Worldwide_Demand_for_Energy
- Badan Standardisasi Nasional (BSN), 2006, *SNI 04-7182-2006 : Biodiesel*, Jakarta, Indonesia