



## Uji Kemampuan Adsorpsi Zeolit Alam Teraktivasi Asam Sulfat pada Penurunan Bilangan Asam Biodiesel

**Kartika Udyani, Dwi Sari, Matrika**

Jurusan Teknik Kimia Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya  
Jl. Arief Rahman Hakim 100 Surabaya

\*E-mail : [raiya1904@gmail.com](mailto:raiya1904@gmail.com)

### Abstract

*Biodiesel production from transesterification leaves to high content of acid fat, therefore in order it is usable, it is to be first purified. This research was to identify the effects of zeolite mass ratio to biodiesel mass generating the lowest value of acid, effects of zeolite mass ratio to biodiesel mass generating the lowest density, the increase of ester methyl. The method adopted for purifying the biodiesel in this research was absorption process with activated natural zeolite as absorbent. In order to attain the maximum condition in the absorption process, it is necessary to identify the effect of biodiesel weight ratio to the zeolite mass generating to lowest value of acid and density. Accordingly, both were treated as independent variables. The variations ratio of zeolite mass of biodiesel mass were 0,075; 0,151; 0,227; 0,303; 0,378. The results of the research showed that increasing ratio of zeolite mass to biodiesel mass will lower acid numbers and density of biodiesel, The content of methyl ester biodiesel before purification using adsorption with activated zeolite adsorbent was 44.66% while after purification 55.78%*

**Keywords :** *biodiesel, adsorption, zeolite, acid number*

### Pendahuluan

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang dibuat dari bahan yang dapat diperbaharui. Biodiesel merupakan bahan bakar nabati sebagai pengganti solar. Beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pada pembuatan biodiesel antara lain minyak kelapa, minyak sawit, minyak biji kapas, minyak nyamplung, minyak biji bunga matahari, minyak dedak, minyak kedelai, minyak jagug dan masih banyak lagi. Proses pembuatan biodiesel dilakukan melalui tahap transesterifikasi dan tahap pemurnian. Pada tahap transesterifikasi bahan baku berupa minyak nabati atau minyak hewani direaksikan dengan methanol menggunakan katalis basa. Hasil yang diperoleh berupa metil ester atau yang disebut biodiesel dan hasil samping berupa gliserol. Hasil yang diperoleh pada tahap transesterifikasi selanjutnya dipisahkan lalu masuk pada tahap pemurnian.

Tahap pemurnian bertujuan untuk membebaskan biodiesel dari pengotor yang terdapat pada biodiesel hasil proses transesterifikasi. Beberapa pengotor yang terdapat dalam biodiesel antara lain sisa katalis, metanol yang tidak bereaksi, dan sisa gliserol dan sabun. Keberadaan pengotor dalam biodiesel akan mempengaruhi kualitas dari biodiesel untuk itu harus dihilangkan. Proses pemurnian biodiesel yang dapat dilakukan adalah *water washing* dan *dry washing*. Metode *water washing*, yaitu suatu proses pemurnian biodiesel dimana air hangat ditambahkan ke dalam biodiesel dengan persentase tertentu, lalu didiamkan sampai air pencuci terpisah dari biodiesel, kemudian air tersebut dibuang. Metode ini memiliki kelemahan, yaitu memerlukan banyak energi, waktu dan menghasilkan limbah cair berupa emulsi sabun, gliserol, methanol, dan katalis dalam jumlah yang cukup besar yang dapat mencemari lingkungan. Selain itu, pada akhir metode ini juga harus dilakukan proses *drying* pada biodiesel untuk menguapkan air sisa pencucian yang terkandung dalam biodiesel. Metode lain untuk pemurnian biodiesel adalah *dry washing*. Metode ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan dengan metode *water washing*, diantaranya tidak memerlukan air, tidak terjadi proses emulsifikasi, meminimalkan loss, mengurangi biaya investasi, mempercepat proses pemurnian biodiesel, dan mengurangi kadar air lebih baik. Dengan demikian, seluruh keuntungan tersebut pada akhirnya akan mengurangi biaya produksi. Salah satu metode yang digunakan yang digunakan pada pemurnian menggunakan *dry washing* adalah proses adsorpsi.

Adsorpsi adalah proses penyerapan bahan terlarut dari fluida ke permukaan aktif padatan. Fenomena ini terjadi karena terdapat gaya-gaya yang tidak seimbang pada batas antar permukaan. Adanya gaya ini menyebabkan padatan cenderung menarik molekul-molekul yang lain yang bersentuhan dengan permukaan padatan. Adsorpsi berkaitan dengan proses akumulasi atau pemusatan substansi adsorbat pada permukaan adsorben. Pada proses adsorpsi diperlukan bahan penyerap atau biasa disebut adsorben. Adsorben yang digunakan pada metode ini adalah zeolit, ampas kelapa, fly ash, dan karbon aktif.

Pada penelitian ini digunakan adsorben zeolite alam teraktivasi. Aktivasi zeolit menyebabkan zeolit mampu menyerap molekul dan dapat memisahkan molekul berdasarkan ukuran dan kepolarannya. Zeolit



terdehidrasi memiliki struktur pori yang terbuka sehingga memiliki luas permukaan aktif yang besar sehingga memiliki kemampuan menyerap molekul yang tinggi. Ukuran diameter pori menentukan ukuran molekul yang dapat terserap. Sifat ini yang menyebabkan zeolit memiliki kemampuan penyerapan yang dapat dimanfaatkan dalam pemurnian biodiesel untuk menyerap pengotor dalam biodiesel seperti sisa katalis, sisa methanol, dan sisa gliserol.

Beberapa penelitian telah dilakukan untuk memurnikan biodiesel menggunakan cara adsorpsi antara lain: Ayuthia dan Herdiani (2009) meneliti pemurnian biodiesel dengan metode dry washing menggunakan adsorben aluminium silikat dan pasir dalam kolom fixed bed menghasilkan biodiesel dengan bilangan asam 0,5479 gr KOH/gr biodiesel. Kusumaningsih (2006) telah dilakukan pemurnian biodiesel menggunakan dry washing menghasilkan biodiesel dengan metil ester 43,978%. Februa, Andy (2009) telah meneliti sintesa dan Karakterisasi Zeolit Alam Termodifikasi MCM-41 sebagai adsorben untuk proses pemurnian biodiesel.

Pada penelitian ini dilakukan pemurnian biodiesel menggunakan metode adsorpsi dengan adsorben zeolite alam teraktivasi asam sulfat dengan variasi rasio massa zeolite dan massa biodiesel. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh rasio massa zeolite dan massa biodiesel terhadap bilangan asam dan densitas biodiesel serta mengetahui perbedaan kadar metil ester biodiesel sebelum pemurnian dan setelah pemurnian.

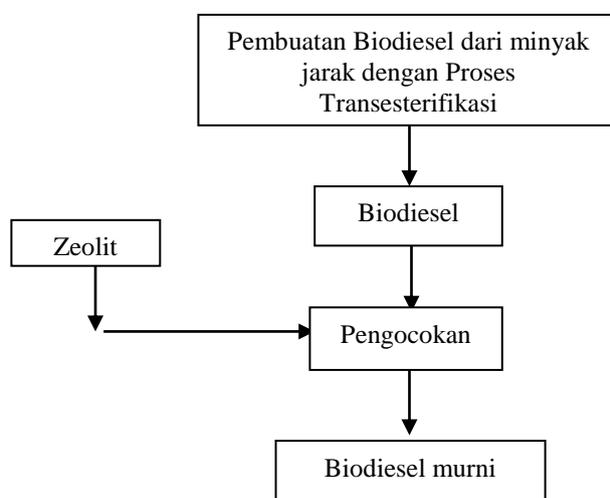
### Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolite alam teraktivasi, minyak jarak pagar, methanol dan NaOH.

Alat Penelitian adalah seperangkat alat pembuatan biodiesel dan peralatan adsorpsi.

Cara melakukan penelitian:

#### Skema pemurnian biodiesel



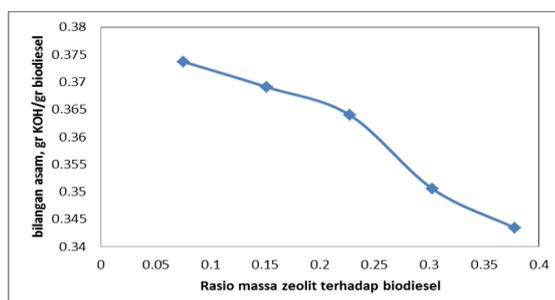
### Pemurnian biodiesel menggunakan metode adsorpsi dengan adsorber zeolit alam

Tahap pertama sebelum melakukan pemurnian biodiesel adalah pembuatan biodiesel dari minyak jarak dengan proses transesterifikasi. Proses pembuatan biodiesel dilakukan pada volume minyak jarak 500 ml, volume methanol 40% dari minyak jarak, berat NaOH 0,4% dan suhu operasi 60°C. Biodiesel tersebut sebelum di murnikan di uji kadar metil ester dan dianalisa bilangan asam serta densitas. Selanjutnya biodiesel dari hasil transesterifikasi dimurnikan dengan adsorpsi menggunakan zeolit sebagai adsorben. Pemurnian biodiesel diawali dengan menyiapkan zeolit dengan jumlah berat sesuai dengan variabel, kemudian memasukan zeolit tersebut ke dalam tabung erlenmeyer. Setelah itu biodiesel dari hasil proses transesterifikasi juga dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang sudah berisi dengan zeolit, untuk volume biodiesel sesuai dengan variabel yang sudah ditentukan. Selanjutnya erlenmeyer dikocok dan di diamkan untuk mengendapkan adsorben. Hasil dan proses adsorpsi kemudian disaring lalu dianalisa bilangan asam densitas dan kadar metil ester.

## Hasil Penelitian

### Pengaruh rasio berat zeolit dan berat biodiesel terhadap bilangan asam

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bilangan asam pada masing-masing massa zeolit yang digunakan pada proses adsorpsi. Bilangan asam biodiesel sebelum proses pemurnian adalah 0,397 gr KOH/gr biodiesel. Pengaruh rasio massa zeolit dan massa biodiesel terhadap bilangan asam disajikan dalam Gambar 1.

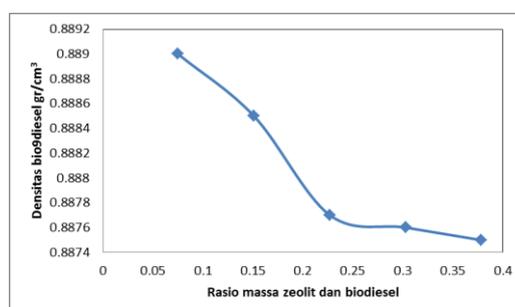


**Gambar 1.** Pengaruh rasio massa zeolit dan biodiesel terhadap bilangan asam

Gambar 1. menunjukkan bahwa semakin besar rasio massa zeolit dan biodiesel maka bilangan asam biodiesel hasil pemurnian semakin kecil. Semakin besar rasio menunjukkan semakin besar massa zeolit yang digunakan pada proses pemurnian. Proses adsorpsi pada proses pemurnian biodiesel tergantung pada banyaknya tumbukan antara adsorbat dan permukaan aktif adsorben. Luas permukaan zeolite yang digunakan pada penelitian ini adalah 96,343 m<sup>2</sup>/gr. Peristiwa tumbukan antara partikel dengan permukaan aktif adsorben akan meningkat dengan meningkatnya luas permukaan aktif adsorben. Semakin besar rasio massa zeolit dan biodiesel menunjukkan semakin besarnya luas kontak antara zeolit dengan *crude* biodiesel sehingga semakin banyaknya pengotor dalam biodiesel yang dapat diserap oleh zeolite. Semakin sedikitnya pengotor dalam biodiesel seperti sisa methanol, gliserol dan katalis akan mengakibatkan semakin kecilnya bilangan asam dari biodiesel. Pada penelitian yang dilakukan oleh Ayuthia dan Herdiani, 2009 pemurnian biodiesel dilakukan dengan adsorpsi menggunakan adsorben campuran aluminium silikat dan pasir dalam kolom menghasilkan biodiesel dengan bilangan asam 0,5479 gr KOH/gr biodiesel sedangkan pada penelitian ini bilangan asam terendah yang diperoleh adalah 0,3434 gr KOH/gr biodiesel.

### Pengaruh rasio massa zeolit dan massa biodiesel terhadap densitas biodiesel

Sifat fisik lain yang dianalisa adalah densitas biodiesel. Pengukuran densitas biodiesel dapat digunakan untuk menggambarkan jumlah pengotor yang ada dalam biodiesel. Densitas biodiesel sebelum pemurnian adalah 0,8907 gr/cm<sup>3</sup>. Pengaruh rasio massa zeolite dan biodiesel dalam pemurnian biodiesel terhadap densitas biodiesel disajikan dalam Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh rasio massa zeolite dan biodiesel terhadap densitas biodiesel.

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa semakin besar rasio massa zeolite dan massa biodiesel maka densitas biodiesel hasil pemurnian semakin kecil. Hal ini menggambarkan bahwa semakin besar rasio maka massa zeolit yang digunakan untuk menyerap semakin banyak dengan demikian luas kontak antara permukaan aktif zeolit sebagai adsorben semakin besar sehingga zat pengotor seperti katalis, sisa methanol, sisa gliserol yang dapat terserap adsorben semakin banyak. Jumlah zat pengotor mempengaruhi densitas biodiesel karena adanya zat pengotor menyebabkan densitas biodiesel menjadi tinggi. Densitas terendah yang diperoleh pada penelitian ini adalah 0,8875 gr/cm<sup>3</sup>.



### Perbandingan kadar metil ester biodiesel sebelum dan sesudah pemurnian

Pemurnian biodiesel mempengaruhi kadar metil ester dalam biodiesel. Sebelum dilakukan pemurnian kadar metil ester dalam biodiesel sebesar 44,66% sedangkan setelah pemurnian sebesar 55,78%. Hal ini menunjukkan bahwa pemurnian biodiesel menggunakan metode adsorpsi dengan adsorben zeolit teraktivasi mampu mengurangi pengotor dalam biodiesel seperti sisa katalis, sisa methanol dan sisa gliserol yang ditunjukkan dengan peningkatan kadar metil ester. Dalam penelitian yang dilakukan oleh Kusumaningsih (2006) telah dilakukan pemurnian biodiesel menggunakan dry washing menghasilkan biodiesel dengan metil ester 43,978%. Sehingga penelitian menggunakan adsorpsi dengan adsorben zeolite teraktivasi menghasilkan biodiesel dengan hasil yang lebih baik.

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan:

1. Semakin besar rasio massa zeolit dan massa biodiesel maka bilangan asam biodiesel hasil pemurnian semakin kecil.
2. Semakin besar rasio massa zeolite dan massa biodiesel maka semakin kecil densitas biodiesel hasil pemurnian.
3. Kadar metil ester biodiesel sebelum pemurnian menggunakan adsorpsi dengan adsorben zeolite teraktivasi sebesar 44,66% sedangkan setelah pemurnian 55,78%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Amri, A., Supranto, dan M. Fahrurrozi.2004. *Keseimbangan Adsorpsi Optical Campuran Biner Cd(II) Dan Cr(III) Dengan Zeolit Alam Terimpregnasi 2-Merkaptobenzotriazol*. Jurnal Natur Indonesia, VI(2):111-117.
- Atkins, P.W.1999. *Kimia Fisika*. Jakarta :PenerbitErlangga, Jilid 2 Edisi 4, Erlangga.
- Ayuthia Ira, Herdiani.2009.*Aplikasi Adsorben Dalam Proses Pemurnian Biodiesel Jarak Pagar Menggunakan Metode Kolom*. Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Febuana, Andy.2009.*Sintesis dan Karakterisasi Zeolit Alam Termodifikasi MCM-41 Sebagai Adsorben untuk Proses Pemurnian Biodiesel*. Bandung.
- Juwari dan Siti Solicha.2003.*Laporan Penelitian Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak dengan Katalis Basa*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri ITATS, Surabaya.
- Komarudin, K.S.N., Wah, L.M., Yuan, C.Y., Hamdan, H., Mat, H.2004.*Rice Husk Based Zeolite as Methane Adsorbent*. Universitas TeknologiMalaysia, Skuday, Johor.
- Kusumastuti.2004. *Kinerja Zeolit Dalam Memperbaiki Mutu Minyak Goreng Bekas*. Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. XV(2):141-144.
- Kusumaningsih Triana.2006. *Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel dari Minyak Jarak; Pengaruh Suhu dan Konsentrasi KOH pada Reaksi Transesterifikasi*. Jurusan Teknik Kimia FMIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Suryani, Irma.2009. *Penurunan Asam Lemak Bebas Dan Transesterifikasi Minyak Jelantah Menggunakan Kopolimer Metil Tersier Butil Eter (Mtbe)*.Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Sudrajat, R. dan D. Setiawan.2003. *Teknologi pembuatan biodiesel dari minyak biji jarak pagar*. JurnalPenelitian. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Wulandari, Yustia.2013. *Pemurnian gliserol dari proses transesterifikasi minyak jarak dengan katalis sodium hidroksida*. Seminar Nasional & Teknologi Terapan. Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya. ISBN : 978-602-98569-1-0. Hal. A.267-273.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Firman Kurniawansyah (ITS Surabaya)**  
**Notulen : Belinda Purboningrum (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Ardila Larasati (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Apa pengaruh penurunan bilangan asam pada biodiesel?  
Jawaban : Bilangan asam menunjukkan kandungan FFA pada biodieselsehingga semakin kecil bilangan asam menunjukkan kemurnian biodiesel
2. Penanya : Lukman Buchori (Teknik Kimia UNDIP Semarang)  
Pertanyaan :
  - Apa fungsi zeolit?
  - Mengapa kadar metil ester lebih besar setelah pemurnian?Jawaban :
  - Zeolit berfungsi sebagai adsorben/ penyerap pengotor biodiesel.
  - Kadar yang dimaksud adalah massa metil ester terhadap massa total biodiesel sehingga setelah pemurnian kadar menjadi lebih besar karena tidak ada pengotor?
3. Penanya : Hargono (Teknik Kimia UNDIP Semarang)  
Pertanyaan : Apa pengaruh asam sulfat pada aktivasi zeolit?  
Jawaban : Untuk memperbesar luas permukaan aktif karena pengotor pada zeolit hilang.
4. Penanya : Ade Kurniawan (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Mengapa dipakai zeolit alam?  
Jawaban : Karena harganya murah dan memanfaatkan sumber daya alam Jawa Timur.

