

## **Pembuatan *Biodiesel* Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses *Catalytic Cracking***

**Israyandi\*, Ida Zahrina, Yelmida**

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis

Program Studi Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik Universitas Riau  
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

\*Email : isradsk@gmail.com

### **ABSTRACT**

*Crude oil is a very important requirement in life. Fuel used now derived from petroleum are not renewable and dwindling availability. Biodiesel is one of the solutions of these problems. Biodiesel is an alternative fuel that can substitute for petroleum diesel is produced from vegetable oils or animal fats. The manufacture of biofuels by using catalytic cracking feedstock used cooking oil. Research variable that used is the variation of temperature process, 380°C, 400°C, 420°C and weight ratio of raw materials to the zeolite that has activated 1:50, 1:75, 1:100. This research aims to produce a maximum yield of biodiesel from waste cooking oil by catalytic cracking catalyst with NZA. The best Yield was obtained which amounted to 82% in comparison with the catalyst 420°C with ratio temperature and raw materials is 1:50.*

Keyword : *Biodiesel, catalytic cracking, NZA, wasted cooking oil*

### **Pendahuluan**

Bahan bakar minyak merupakan kebutuhan yang sangat penting dalam kehidupan. Hampir semua kegiatan yang dilakukan membutuhkan bahan bakar. Bahan bakar yang digunakan sekarang berasal dari minyak mentah yang diambil dari perut bumi. Namun minyak bumi merupakan bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, sehingga untuk beberapa tahun kedepan diperkirakan masyarakat akan mengalami kekurangan bahan bakar.

Berdasarkan data tahun 2011 tercatat kebutuhan pemakaian minyak solar nasional sekitar 14,56 juta KL dan pada tahun 2012 mengalami peningkatan konsumsi menjadi 15.37 juta KL. Walaupun produksi dari segi jumlah minyak mentah, Indonesia sanggup untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, impor minyak solar harus dilakukan karena kapasitas kilang minyak yang tersedia tidak mencukupi untuk memenuhi seluruh permintaan solar dalam negeri. Di masa mendatang, kebutuhan akan minyak solar dipastikan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk dan volume kegiatan ekonomi, sehingga jika tidak ada

peningkatan kapasitas kilang nasional maka impor minyak solar akan terus meningkat, yang notabene tentu saja tidak diinginkan. Upaya peningkatan kapasitas kilang bukanlah suatu hal yang gampang dilakukan dalam waktu yang relatif singkat karena kilang merupakan investasi yang bersifat capital intensive alias padat modal. Di samping itu, bahan bakar minyak itu sendiri banyak menghasilkan gas buang yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan sehingga perlu dicari bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan.

*Biodiesel* merupakan salah satu solusi dari berbagai masalah tersebut. *Biodiesel* merupakan bahan bakar alternatif pengganti minyak diesel yang dapat diproduksi dari minyak nabati atau lemak hewan. Salah satu contoh minyak nabati yang dapat dimanfaatkan ulang adalah minyak goreng bekas. Penggunaan minyak goreng berulang kali sangat membahayakan kesehatan. Hal ini dikarenakan selain semakin banyaknya kotoran yang terkandung dalam minyak goreng akibat penggorengan bahan makanan sebelumnya dan semakin banyaknya senyawa –

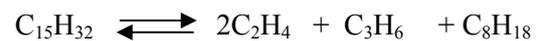
senyawa asam karboksilat bebas di dalam minyak serta warna minyak goreng yang semakin tidak jernih jika dipakai berulang kali. Selama proses penggorengan, terjadi pemanasan dan minyak berubah menjadi berwarna gelap karena terjadinya reaksi kimia yang dapat menghasilkan sekitar 400 senyawa kimia yang umumnya bersifat karsinogenik (Boyd dan Margaret, 1996). Sedangkan pembuangan minyak goreng bekas secara langsung ke lingkungan akan menimbulkan pencemaran.

Zeolit merupakan mineral yang terdiri dari kristal alumina silikat terhidrasi yang mengandung kation alkali atau alkali tanah dalam kerangka tiga dimensinya. Ion-ion logam dapat diganti oleh kation lain tanpa merusak struktur zeolit dan dapat menyerap air secara *reversible*. Pada dasarnya zeolit dikategorikan atas dua golongan, yaitu zeolit alam dan zeolit sintetis. Zeolit alam terdapat dalam lubang-lubang batuan lava, batuan sedimen terutama sedimen piroklastik berbutir halus, dan terdapat  $\pm 40$  jenis. Mineral zeolit di alam ada yang berupa batuan dan ada yang terdapat diantara celah-celah batuan atau diantara lapisan batuan. Zeolit sintesis dibuat untuk keperluan khusus dan dapat dibedakan berdasarkan komponen Al dan Si-nya.

Zeolit mempunyai struktur berongga dan biasanya rongga ini diisi oleh air dan kation yang bisa dipertukarkan dan memiliki pori tertentu. Oleh sebab itu zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penyaring molekuler, penukar ion, penyerap bahan dan katalisator (Sutarti, 1994). Sifat-sifat tersebut didukung oleh struktur, komposisi kimia dan variasi proses perlakuan awal zeolit tersebut.

*Catalytic cracking* atau perengkahan berkatalis adalah suatu cara untuk memecah rantai molekul hidrokarbon yang besar menjadi molekul yang lebih kecil yang dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk dan juga dapat menurunkan jumlah residu yang dihasilkan dengan menggunakan temperatur dan tekanan yang tinggi tanpa adanya katalis

atau temperatur dan tekanan yang rendah dengan menggunakan katalis. Keunikan dari reaksi ini adalah molekul hidrokarbon dihancurkan secara acak untuk menghasilkan campuran hidrokarbon yang lebih kecil (Clarck, 2003). Contohnya hidrokarbon  $C_{15}H_{32}$  dapat dipecah dengan zeolit menjadi :



Buchori dan Widayat (2007) meneliti pembuatan *biodiesel* dari minyak goreng bekas dengan proses *catalytic cracking*. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa minyak goreng bekas dapat menjadi produk *biodiesel* dengan cara perengkahan menggunakan katalis zeolit. Djaeni dkk (2004) meneliti tentang penggunaan minyak goreng bekas menjadi *biodiesel* dengan cara transesterifikasi. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa zeolit yang telah diaktivasi dengan asam sulfat mempunyai kemampuan sebagai katalis dalam proses transesterifikasi minyak nabati bekas menjadi *biodiesel*.

Tujuan penelitian ini untuk menghasilkan *Biodiesel* sebagai salah satu energi alternatif pengganti minyak bumi melalui proses *catalytic cracking*. Serta mempelajari pengaruh temperatur dan rasio berat minyak goreng bekas dengan zeolit terhadap *biodiesel* yang dihasilkan baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Uji kuantitatif meliputi *yield* dan bilangan asam sedangkan uji kualitatif dilakukan untuk mengetahui senyawa komponen penyusunnya dengan menggunakan *Analysis Gas Chromatograph Mass Spectrofotometry*. Perengkahan minyak goreng bekas dilakukan pada temperatur 380°C, 400°C, dan 420°C dengan perbandingan katalis terhadap bahan baku 1:50, 1:75, 1:100.

## Metoda Penelitian

### Persiapan Bahan Baku

Minyak jelantah yang didapat dari industri rumah tangga disaring menggunakan kertas saring untuk

mengurangi kadar pengotor yang terkandung di dalamnya.

### Preparasi Katalis (Zeolit)

Langkah pertama yang dilakukan adalah preparasi katalis zeolit dengan cara menghancurkannya hingga sesuai dengan ukuran yang diinginkan yaitu lewat pada saringan 100 mesh dan tertahan pada 200 mesh, setelah itu dilakukan proses aktivasi zeolit menggunakan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 4N, proses aktivasi menggunakan metode kimia dengan cara direndam didalam larutan asam sulfat selama 8 jam pada temperatur 80°C. Kemudian dicuci dengan aquades lalu dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C selama 2 jam.

### Perengkahan Minyak Jelantah

Minyak goreng yang direngkahkan sebanyak 225 gr. Proses perengkahan berlangsung lebih kurang selama 3 jam

dengan laju gas N<sub>2</sub> 150ml/menit dan proses dihentikan apabila sudah tidak terdapat lagi produk yang dihasilkan. Variasi temperatur serta perbandingan katalis terhadap bahan baku sangat mempengaruhi *yield* (%) yang diperoleh. Reaksi dilakukan pada temperatur 380°C, 400°C, dan 420°C dengan perbandingan katalis terhadap bahan baku 1:50, 1:75, 1:100.

### Hasil dan Pembahasan

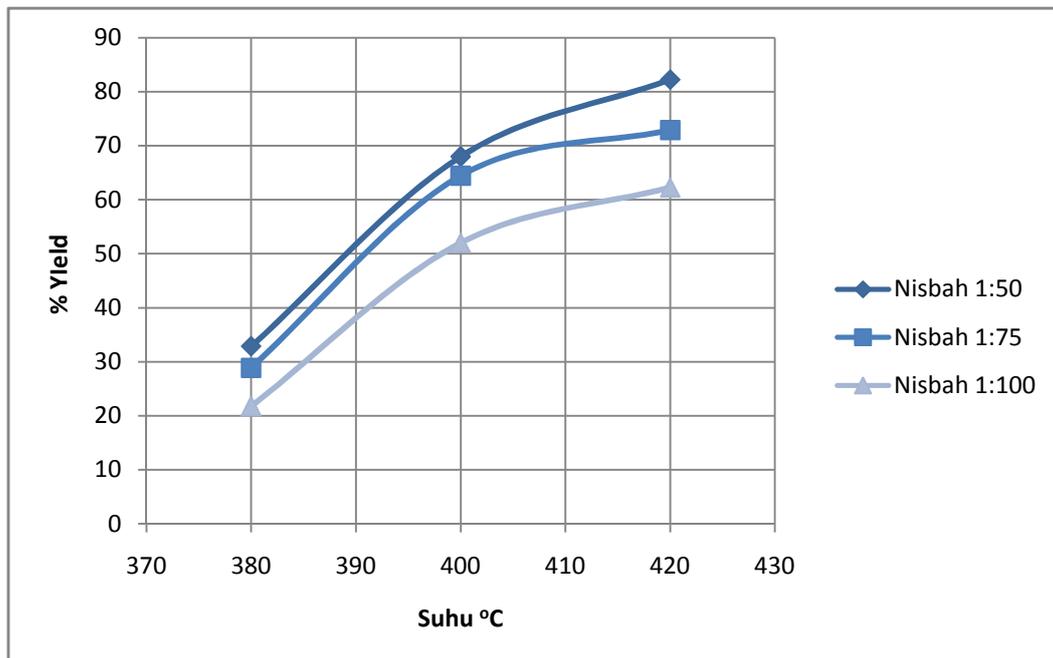
#### Hasil Analisa Produk

#### Pengaruh Temperatur terhadap *yield* (%) Biodiesel

Densitas produk biofuel diukur pada suhu 25°C. Dari hasil perhitungan densitas maka *yield* produk dapat dihitung dengan menggunakan rumus (Indra, 2010):

$$Yield = \frac{Beratproduk}{Beratbahanbaku} \times 100\%$$

$$Yield = \frac{V_{produk} \times \rho_{produk}}{Beratbahanbaku} \times 100\%$$



Gambar 1 Pengaruh Temperatur terhadap *yield* (%) Biodiesel

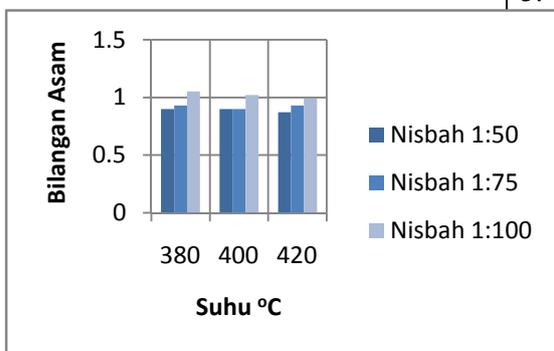
Pada Gambar 1 menunjukkan pengaruh temperatur cukup signifikan terhadap *yield* (%) Biodiesel yang diperoleh. *Yield* tertinggi diperoleh pada temperatur

420°C dengan perbandingan katalis dan bahan baku yaitu 1:50 sebesar 82% dan yang terendah pada temperatur 360°C dengan perbandingan katalis dan bahan baku yaitu

1:100 sebesar 21.7%. Semakin tinggi temperatur serta semakin kecil perbandingan katalis terhadap bahan baku maka semakin besar *yield* yang diperoleh. Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa dengan kenaikan temperatur dapat meningkatkan *yield*, namun dengan kenaikan temperatur yang cukup tinggi *yield biodiesel* yang dihasilkan cenderung menurun. Hal ini disebabkan karena pada temperatur yang tinggi terjadi peningkatan pada produk senyawa alkana rantai pendek C<sub>1</sub>-C<sub>4</sub> yang berwujud gas. Pembentukan senyawa ini sangat dipengaruhi oleh faktor waktu dan temperatur proses, rantai C-C dari fraksi minyak ringan akan terputus pada temperatur tinggi (Hartati,2006)

### Bilangan Asam

Tampak bahwa Bilangan Asam minyak goreng bekas mengalami penurunan setelah dilakukan proses *catalytic cracking* hal ini menunjukkan bahwa NZA mampu merengkah minyak goreng bekas dengan memutus rantai-rantai asam seperti s satunya adalah rantai asam karboksilat menjadi rantai-rantai karbon yang lebih pendek yang menyerupai *biodiesel*.



**Gambar 2** Pengaruh Temperatur terhadap Bilangan Asam *Biodiesel*

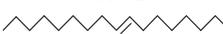
Jika dilihat dari grafik dibawah diketahui jelas pengaruh temperatur terhadap nilai bilangan asam dimana semakin tinggi suhu operasi maka semakin rendah nilai bilangan asam yang didapati, sebagai contoh pada nisbah katalis dan bahan baku 1:100 dimana pada suhu 380°C didapati nilai bilangan asam 1,05 namun pada suhu 420°C nilai nya adalah 0,99, sekali lagi penelitian ini telah membuktikan bahwa suhu operasi sangat mempengaruhi hasil yang didapatkan,

Walaupun Bilangan Asam yang dihasilkan tidak terlalu signifikan, dimana Bilangan Asam minyak goreng bekas pada saat sebelum dilakukan proses *catalytic cracking* adalah 1,037.

### Komponen Kimia pada *Biodiesel*

*Biodiesel* yang diperoleh kemudian dianalisa dengan *gas chromatograph – mass spectrometry* (GC-MS). Analisa GC-MS dilakukan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa-senyawa yang terdapat dalam produk yang dihasilkan dari proses perengkahan. Pada penelitian ini, analisa GC-MS hanya dilakukan pada *biodiesel* dengan *yield* tertinggi yaitu pada temperatur 420°C perbandingan katalis dan bahan baku 1:50. Dari hasil analisa GC-MS yang dilakukan, dapat diketahui senyawa-senyawa yang terkandung didalam produk yang dihasilkan.

**Tabel 1** Hasil Analisa GCMS Berdasarkan Retensi Time

| No. | Peak | Retensi time | Rumus Molekul  | Nama Senyawa            |
|-----|------|--------------|--|-------------------------|
| 1.  | 40.  | 15.746       | C <sub>13</sub> H <sub>28</sub>  | Tridekana               |
| 2.  | 44.  | 17.416       | H <sub>2</sub> C CH (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub>  | 1-Nonena                |
| 3.  | 45.  | 17.626       | Me   | Tetradekana             |
|     | 52.  | 19.408       | C <sub>14</sub> H <sub>30</sub>  | Dodekana                |
|     | 65.  | 19.492       | C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>  | Dodekana                |
|     | 73.  | 22.200       | C <sub>11</sub> H <sub>24</sub>  | 8-                      |
|     | 75.  | 22.482       | <br>C <sub>11</sub> H <sub>24</sub> | Heptadekana<br>Dodekana |

Analisa GC-MS menunjukkan bahwa luas area terbesar terdapat pada waktu retensi 19,408 dimana produk yang dihasilkan adalah C<sub>11</sub>H<sub>24</sub> (Dodekana), yang telah menyerupai gugus *biodiesel* yaitu C<sub>10</sub> – C<sub>20</sub>, namun jika dilihat dari hasil GC-MS secara keseluruhan, waktu retensi yang didapatkan berbeda-beda dalam jumlah yang cukup banyak, hal ini menunjukkan bahwa *biodiesel* atau hasil analisa yang didapat tidak mengarah ke suatu senyawa yang spesifik sehingga kualitas hasil yang didapatkan masih diragukan kualitasnya. Disamping itu, dari data senyawa yang didapatkan pun sangat beragam sekali dari senyawa-senyawa alkana maupun alkena serta senyawa rangkap 2. Hal ini mengindikasikan bahwa katalis yang digunakan dalam penelitian ini kurang efektif untuk dalam

melakukan proses *catalytic cracking*. Hal ini dikarenakan dalam proses aktivasi zeolit alam (katalis) tersebut kurang maksimal. Pada zeolit alam, adanya molekul air dalam pori dan oksida bebas di permukaan seperti  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$  dapat menutupi pori-pori atau situs aktif dari zeolit sehingga dapat menurunkan kapasitas adsorpsi maupun sifat katalisis dari zeolit tersebut. Inilah alasan mengapa zeolit alam perlu diaktivasi terlebih dahulu sebelum digunakan.

Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan secara fisika maupun kimia. Secara fisika, aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan pada suhu 300-400 °C dengan udara panas atau dengan sistem vakum untuk melepaskan molekul air. Sedangkan aktivasi secara kimia dilakukan melalui pencucian zeolit dengan larutan  $\text{Na}_2\text{EDTA}$  atau asam-asam anorganik seperti  $\text{HF}$ ,  $\text{HCl}$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  untuk menghilangkan oksida-oksida pengotor yang menutupi permukaan pori. Namun pada penelitian ini hanya dilakukan proses aktivasi secara kimia yaitu dengan menggunakan larutan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sehingga kurang memaksimalkan fungsi zeolit alam (katalis) itu sendiri.

## Kesimpulan

1. Zeolite yang telah diaktivasi dengan asam sulfat mempunyai kemampuan untuk merengkah minyak goreng bekas menjadi *Biodiesel*. Hal ini tampak setelah bilangan asam minyak goreng bekas mengalami penurunan setelah dilakukan proses *catalytic cracking*
2. Minyak goreng bekas dapat menjadi produk *biodiesel* dengan cara *catalytic cracking* menggunakan katalis zeolit, Namun *Biodiesel* yang dihasilkan masih memiliki kualitas yang rendah.
3. Hasil maksimum yang diperoleh adalah yang dioperasikan pada temperatur 420°C dengan perbandingan antara katalis dan bahan baku 1:50.
4. Dari hasil analisa GC-MS dengan retensi luas area tertinggi didapat senyawa dengan komponen  $\text{C}_{10}\text{-C}_{20}$  yang menyerupai komposisi senyawa penyusun bahan bakar solar ( $\text{C}_{10}\text{-C}_{20}$ ) akan tetapi hasil analisa GC-MS secara keseluruhan, senyawa yang didapat

sangat beragam yang mengindikasikan bahwa katalis NZA yang digunakan dalam penelitian ini belum bekerja secara efektif dalam menghasilkan *biodiesel* sesuai yang diinginkan. Hal ini dikarenakan proses aktivasi zeolit alam (katalis) belum maksimal.

## Ucapan Terima Kasih

Puji syukur selayaknya kepada Allah SWT yang telah memberikan penulis kesempatan dan kekuatan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Terima kasih kepada kedua Orang Tua dan keluarga tercinta atas dukungan, semangat, dan kasih sayang yang tak terhingga selama ini serta doa buat penulis. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Ida Zahrina dan Ibu Yelmida Azis selaku pembimbing yang telah mengarahkan dan membimbing penulis selama pelaksanaan dan penyusunan skripsi ini. Selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Bapak Irdoni dan Ibu Nirwana yang selalu memberikan nasehat dan juga semangat yang sangat berarti bagi penulis. Serta buat rekan-rekan penelitian, terima kasih atas dukungan, semangat dan bantuannya buat penulis.

## Daftar Pustaka

- Bielansky, P dkk. 2011. Gasoline and geseous hydrocarbons from fatty acids via catalytic cracking. *Biomass Conversions* (2012), 3<sup>rd</sup> ed. Springer Verlag 53-61.
- Bismo, S., (2004), "Prospek Ozonisasi Etil Ester dari Beberapa Minyak Nabati untuk Bahan Bakar Mesin Diesel", *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses Teknik Kimia*, ISSN 1411 – 4216, Universitas Diponegoro Semarang.
- Clark, Jim, (2003) /[www.chemguide.com/crackingalkanes/catalytic.htm](http://www.chemguide.com/crackingalkanes/catalytic.htm).
- Djaeni, M., dkk. (2004), "Transesterifikasi Minyak Nabati Bekas Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis Zeolite", *Prosiding Seminar Nasional Kejuangan Teknik Kimia*, ISSN 4393, UPN "Veteran". Yogyakarta.
- Easterly, J.,L. 2002. *Assessment of Bio-Oil as a Replacement for Heating Oil*.

- [http:// www.eren.doe.gov /femp /resources/ renewableguide.html](http://www.eren.doe.gov/femp/resources/renewableguide.html). 15 April 2005.
- Fessenden, Ralph J and Fessenden Joan S., (1997), "*Kimia Organik Jilid 2*", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Freel, B, Graham, R.G. 2002. *Bio-oil Preservatives*. US Patent No. 6485841B1.
- Hampshire, New. 2004. *Bio .Oil Oppurtunity Analysis*. Inovative Natural Resource Solution LLC Handbook.
- Purwanto, Didik ( 2012, 31 des), 2013, Konsumsi BBM Bakal Jebol Lagi. Diperoleh dari <http://bisniskeuangan.kompas.com/read/2012/12/31/13494551/2013.Konsumsi.BBM.Bakal.Jebol.Lagi>.
- Tahar, A dan Soerawidjaja, T.H., (2003), "Evaluasi Teknis Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Jelantah," *Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses Teknik Kimia*, ISSN 1411 – 4216, UNDIP Semarang.