



## KONVERSI MINYAK SAWIT MENJADI *BIOGASOLINE* MENGGUNAKAN KATALIS Ni/ZEOLIT ALAM

Puji Eka Rahayu\*), Sigit Priatmoko dan Sri Kadarwati

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Mei 2013  
Disetujui Mei 2013  
Dipublikasikan Agustus 2013

Kata kunci:  
*biogasoline*  
perengkahan  
minyak sawit  
Ni/ZA

### Abstrak

Penelitian tentang konversi minyak sawit menjadi fraksi *biogasoline* menggunakan katalis Ni/ZA telah dipelajari. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar Ni total pada zeolit alam yang dapat memberikan aktivitas dan karakter terbaik pada reaksi perengkahan MEPO menjadi *biogasoline*, mengetahui laju alir gas hidrogen optimum, dan untuk mengetahui senyawa yang diduga terdapat dalam *biogasoline* dengan katalis dengan karakteristik terbaik dan laju alir optimum. Katalis dipreparasi dengan metode impregnasi dengan kadar logam Ni 1; 2 dan 3% dari berat zeolit. Karakterisasi katalis meliputi penentuan kadar logam Ni dengan SSA, jumlah situs asam dengan metode gravimetri, kristalinitas katalis dengan XRD dan luas permukaan katalis dengan metode BET. Minyak sawit dalam bentuk MEPO direngkah dalam reaktor *flow-fixed bed*. Produk cair yang dihasilkan dianalisis dengan GC. Hasil analisis menunjukkan fraksi *biogasoline* 100% dengan Ni-1%/ZA dan laju alir hidrogen 20 mL/menit. Fraksi *biogasoline* yang dihasilkan mengandung senyawa 2-metil pentana, 3-metilpentana, n-heksana, 2-metil-1-pentena, 2,2-dimetil heksana, 2,2,4-trimetil pentana, 4-metil-1-heksana, 2,2,3,3-tetrametil butana, dan 2,2,4-trimetil pentana.

### Abstract

A study about conversion of palm oil into biogasoline using Ni/ZA catalyst has been studied. The purpose of this study was to determine the percentage of Ni impregnated on natural zeolite which revealed the best activity and characteristics in hydrocracking MEPO into biogasoline, the optimum rate of hydrogen, and the composition of biogasoline produced compound what is there are in biogasoline with catalysts and rate optimum. The catalysts have been prepared with impreg by the catalyst whose best characteristics and in the optimum hydrogen flow rate. The catalyst have been prepared through impregnation method with Ni contents of 1, 2 and 3% of zeolite weight. Characterization of catalysts included the determination of metal content with Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS), the number of acid sites by the gravimetric method, the particle size pore of the catalysts by XRD, and the porosity of the catalyst by BET method. The palm oil in the form of methyl ester has been cracked with flow-fixed bed reactor. The products were analyzed using GC. The results showed that the biogasoline fraction reached 100% with Ni-1%/ZA and hydrogen flow rate of 20 mL/minute. Biogasoline produced contained 2-methyl pentane, 3-methyl pentane, n-hexane, 2-methyl-1-pentene, 2,2-dimethyl hexane, 2,2,4-trimethyl pentane, 4-methyl-1-

## Pendahuluan

Penggunaan bahan bakar yang semakin meningkat menyebabkan persediaan minyak bumi di Indonesia, bahkan di dunia, mengalami penurunan sehingga harga produk olahan dari minyak bumi terutama bensin juga meningkat. Peningkatan harga bahan bakar bensin mencapai puncaknya pada tahun 2008 yaitu mencapai sebesar Rp 10.000,00 per liter. Selain itu, konsumsi bahan bakar dalam negeri menurut statistik juga meningkat sebesar 9,9% per tahun. Peningkatan ini sangat tinggi bila dibandingkan dengan peningkatan rata-rata yang terjadi di negara-negara Asia Tenggara yang hanya sebesar 4,2% per tahun (Purwono *et al.*; 2006). Dengan demikian, perlu adanya eksplorasi energi terbarukan.

Disisi lain, Indonesia merupakan salah satu negara penghasil minyak sawit terbesar di dunia disamping Malaysia dan Nigeria. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemanfaatan minyak sawit sebagai bahan baku untuk pembuatan *biogasoline* yang salah satu caranya adalah dengan perengkahan katalitik. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nurjannah *et al.* (2010), perengkahan katalitik asam oleat dapat menghasilkan *gasoline*, *kerosine* dan *diesel oil*. Perengkahan katalitik adalah suatu cara untuk memecah hidrokarbon kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana dan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produk, serta menurunkan jumlah residu yang dihasilkan (Widayat; 2009). Katalis yang sering digunakan dalam perengkahan merupakan katalis heterogen karena dalam prosesnya katalis ini lebih menguntungkan. Pada umumnya, katalis heterogen terdiri atas material aktif dan bahan penyangga (*metal-supported catalyst*), misalnya logam aktif yang diimbangkan pada zeolit. Menurut Liu *et al.* (2006), selain sebagai pengemban, zeolit di dalam sistem *metal-supported catalyst* juga mempunyai aktivitas katalitik yang tinggi, menyebabkan katalis tidak mudah menggumpal, mempunyai porositas yang luas, serta stabil terhadap suhu tinggi.

Jenis gas yang digunakan dalam uji aktivitas katalis juga sangat berpengaruh terhadap produk *biogasoline* yang dihasilkan karena setiap gas mempunyai fungsi yang berbeda-beda tergantung dari reaksi yang diharapkan. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan gas hidrogen karena selain sebagai gas pembawa, gas hidrogen sekaligus berfungsi sebagai reaktan. Didukung oleh hasil penelitian yang dilakukan oleh Liu *et al.* (2006)

bahwa dengan melibatkan gas hidrogen pada pembuatan *Fluid Catalytic Cracking* (FCC) *gasoline* menggunakan katalis Ni-Mo/USY mampu meningkatkan konversi dari 22,3% olefin menjadi 62,1% olefin.

Penelitian ini mempelajari kadar Ni total yang dapat diimbangkan pada zeolit alam yang menghasilkan aktivitas katalitik terbaik untuk perengkahan minyak sawit menjadi *biogasoline*, karakteristik katalis Ni/zeolit alam yang telah dipreparasi dan persentase fraksi *biogasoline* yang dihasilkan dari perengkahan katalitik minyak sawit dengan laju alir gas hidrogen 10-30 mL/menit dengan katalis Ni-1%/ZA, Ni-2%/ZA, dan Ni-3%/ZA, serta senyawa yang diduga terdapat dalam *biogasoline* yang diperoleh dari hasil penelitian pada kondisi optimum.

## Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: termometer, pengayak 100 mesh, lumpang porselin, oven GCA Corp, *furnace*, reaktor kalsinasi dan oksidasi, neraca analitik Metter Toledo, desikator, spektrofotometer serapan atom (SSA) Perkin Elmer Analyst100, *Gas Sorption Analyzer NOVA 1200e*, *Gas Chromatography (GC) Agilent 6820*, *Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS) Shimadzu QP-2010s*, dan *X-Ray Diffraction (XRD) Shimadzu XRD-6000*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , HF, HCl, nikel nitrat heksahidrat,  $\text{NH}_3$ ,  $\text{AgNO}_3$  (semuanya kualitas *pro analysis* buatan Merck), gas hidrogen, oksigen, dan nitrogen (buatan PT. Samator Gas), air bebas ion, minyak sawit yang sudah diesterkan (MEPO).

Zeolit alam dari PT Prima Zeolita direndam dan diaduk dalam air bebas ion sambil diaduk selama 24 jam pada suhu 25°C, kemudian disaring dan endapan yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada temperatur 120°C selama 12 jam.

Setelah itu zeolit alam tersebut direndam dalam larutan HF 1 % selama 30 menit, kemudian dicuci dengan akuades, dikeringkan dalam oven pada suhu 120°C selama 24 jam. Selanjutnya sampel lalu direndam dalam larutan HCl 6 M selama 30 menit pada suhu 50°C sambil diaduk dengan pengaduk magnet, kemudian disaring dan dicuci berulang kali sampai tidak ada ion  $\text{Cl}^-$ . Sampel dikeringkan pada suhu 130°C selama 3 jam dalam oven. Sampel ini direndam dalam larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 N pada suhu 90°C selama 3 jam per hari dalam 1

minggu sambil diaduk, kemudian disaring, dicuci, dikeringkan dan dihaluskan dan diayak dengan pengayak 100 mesh. Sampel ini digunakan sebagai katalis dan diberi nama zeolit alam aktif (sampel ZA).

Sampel ZA direndam dalam larutan nikel nitrat heksahidrat dengan massa masing-masing 1,98; 3,96 dan 5,89 gram dengan air 100 mL per katalis, kemudian direfluks pada suhu 60°C selama 6 jam, kemudian diuapkan dan dicuci berulang kali, dikeringkan dalam oven 120°C (diperoleh sampel Ni/ZA).

Sampel katalis yang diperoleh dikalsinasi pada suhu 500°C selama 5 jam, dioksidasi dan direduksi pada suhu 400°C selama 2 jam, kemudian dikarakterisasi yang meliputi kristalinitas dan ukuran kristal katalis dengan menggunakan XRD, keasaman dengan metode gravimetri, kadar logam Ni dengan SSA, dan luas permukaan katalis dengan *Gas Sorption Analyzer* NOVA1200.

#### Hasil dan Pembahasan

Hasil yang diperoleh dari perlakuan zeolit awal ini menunjukkan bahwa setelah pencucian warna aquades menjadi keruh dan setelah pengeringan zeolit yang awalnya berwarna agak gelap menjadi bersih yaitu berwarna putih kehijauan.

Aktivasi dengan perendaman HF 1% bertujuan untuk menghilangkan pengotor-pengotor dalam zeolit yang belum hilang saat pencucian dengan aquades serta menghilangkan Si di luar *framework*, sedangkan perendaman larutan HCl 6 M digunakan untuk dealuminasi dari *framework* dan melarutkan logam-logam Fe yang terdapat dalam zeolit. Zeolit alam yang telah direndam dengan menggunakan HF 1% dan HCl 6 M, menjadi berwarna lebih putih setelah proses pengeringan. Hal ini mengindikasikan bahwa Fe<sup>3+</sup> di dalam *framework* zeolit telah dapat dihilangkan. Aluminium dari dalam *framework* juga akan keluar dari *framework* membentuk AlCl<sub>3</sub>. Hal ini dapat menaikkan rasio Si/Al dalam *framework* sehingga meningkatkan keasaman, stabilitas termal dan selektivitas dari zeolit (Handoko; 2002).

Zeolit alam sebelum diaktivasi mempunyai kandungan Fe<sup>3+</sup> yang tinggi. Dengan perendaman menggunakan HCl 6 M, Fe<sup>3+</sup> dalam *framework* zeolit bereaksi dengan HCl membentuk FeCl<sub>3</sub> yang berwarna kuning. Pelarutan ion Fe<sup>3+</sup> dari *framework* zeolit bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang

berupa ion logam Fe karena dalam zeolit alam mengandung banyak logam Fe yang dapat dilihat dari warna hijau-coklat muda zeolit alam. Dengan adanya ion tersebut akan mengganggu proses impregnasi logam Ni. Apabila dalam zeolit masih mengandung banyak kation penyeimbang dan ion-ion logam (misalnya Fe<sup>3+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>), maka energi yang diperlukan untuk mengganti ion tersebut dengan logam Ni tidak seragam sehingga logam Ni tidak terdistribusi secara merata di permukaan zeolit.

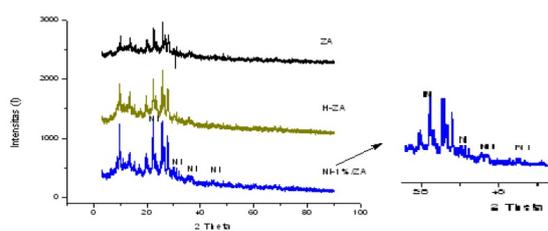
Selama perendaman dengan menggunakan HCl, zeolit menjadi bersifat asam. Sisa-sisa ion Cl<sup>-</sup> dalam zeolit kemudian dinetralkan dengan pencucian aquades. Pencucian ini dilakukan sedemikian rupa hingga tidak terdapat ion Cl<sup>-</sup> dalam larutan. Cara untuk mendeteksi ada atau tidaknya ion Cl<sup>-</sup> menggunakan larutan AgNO<sub>3</sub>. Apabila ke dalam larutan ditambahkan AgNO<sub>3</sub>, ion Cl<sup>-</sup> yang larut dalam aquades akan membentuk endapan AgCl yang berwarna putih. Dengan cara ini dapat diketahui dengan jelas apakah zeolit tersebut sudah netral. Langkah selanjutnya adalah perendaman dengan NH<sub>4</sub>Cl yang dimaksudkan untuk menggantikan kation-kation penyeimbang dalam zeolit seperti Na<sup>+</sup> dan Ca<sup>2+</sup> dengan NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Tahap ini melibatkan proses pertukaran kation penyeimbang dengan NH<sub>4</sub><sup>+</sup> untuk membentuk NH<sub>4</sub>-Zeolit. Ketika NH<sub>4</sub>-Zeolit Alam dipanaskan, maka NH<sub>3</sub> yang memiliki titik didih rendah (-33°C) akan menguap dan hanya meninggalkan H<sup>+</sup> pada zeolit alam (H-Zeolit Alam). Dengan demikian ion logam seperti Fe<sup>3+</sup>, Na<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup> dan ion logam lainnya tergantikan oleh H<sup>+</sup>. Aktivasi tahap ini dimaksudkan untuk membentuk situs asam Bronsted dengan adanya proton H<sup>+</sup>. Dengan adanya H<sup>+</sup> sebagai situs asam Bronsted, situs asam zeolit menjadi naik dan lebih mudah untuk memodifikasinya.

Dalam penelitian ini zeolit alam yang sudah diaktivasi dengan beberapa perlakuan diimpregnasi dengan logam nikel yang berfungsi untuk meningkatkan jumlah situs asam/situs aktif. Hal ini dikarenakan adanya orbital d yang belum terisi penuh oleh elektron. Jumlah logam yang diimbangkan berbeda-beda, yaitu 1, 2 dan 3% karena ion-ion logam dengan konsentrasi rendah lebih leluasa untuk bergerak masuk ke dalam pori dibandingkan dengan konsentrasi ion logam yang besar, sehingga penataan logam Ni pada permukaan zeolit lebih teratur (terdistribusi merata), sedangkan jika

logam Ni yang diimbangkan besar, maka dapat terbentuk agregat (ada penumpukan dibagian zeolit yang satu dan terjadi kekosongan logam Ni pada bagian zeolit yang lainnya). Semakin besar konsentrasi ion logam dalam larutan akan cenderung menutupi bagian mulut pori. Hal ini mengakibatkan ion-ion logam tidak dapat masuk sampai ke dalam pori secara merata.

Setelah dilakukan aktivasi serta impregnasi logam Ni yang berwarna hijau dalam zeolit alam, dilakukan proses kalsinasi, oksidasi dan reduksi. Kalsinasi katalis bertujuan untuk merenggangkan ruang antarpori sehingga gas  $N_2$  dapat menembus pori-pori kecil yang ditempati oleh kotoran-kotoran organik dan dapat mendesaknya keluar dari zeolit. Selain itu, proses kalsinasi juga berfungsi untuk memperbaiki dispersi logam pada permukaan zeolit. Oksidasi katalis dilakukan untuk mengubah kompleks logam menjadi oksida logam sedangkan reduksi bertujuan untuk mengubah ion logam menjadi atom logam (Trisunaryanti *et al.*; 2005). Setelah proses kalsinasi, oksidasi dan reduksi ketiga katalis ini mempunyai warna yang berbeda-beda. Untuk katalis Ni-1%/ZA berwarna abu-abu, katalis Ni-2%/ZA warna katalis lebih hitam dan terlihat kasar sedangkan katalis Ni-3%/ZA warna katalis tidak merata dengan tekstur halus seperti katalis Ni-1%/ZA.

Adanya logam Ni pada katalis yang telah dipreparasi ditunjukkan pada Gambar 1 berikut ini:

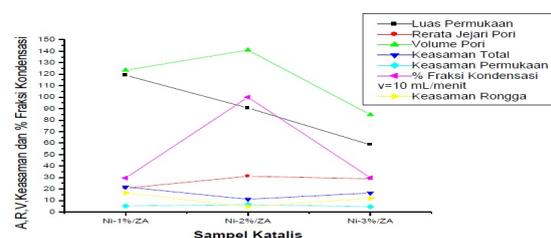


**Gambar 1.** Perbandingan difraktogram ZA, H-ZA dan Ni-1%/ZA

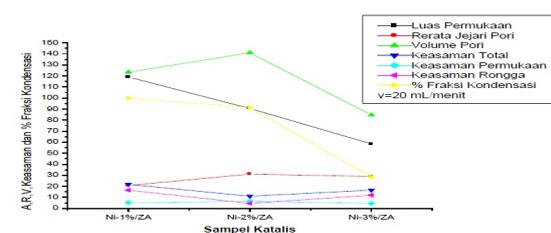
Berdasarkan PCPDF logam Ni ditunjukkan pada sudut  $2\theta = 38,4240$  ( $d = 2,34088$ ),  $2\theta = 40,4075$  ( $d = 2,23043$ ),  $2\theta = 41,6900$  ( $d = 2,16473$ ),  $2\theta = 53,4468$  ( $d = 1,71301$ ),  $2\theta = 53,7788$  ( $d = 1,70319$ ),  $2\theta = 70,0880$  ( $d = 1,34151$ ),  $2\theta = 84,1550$  ( $d = 1,34151$ ),  $2\theta = 84,7960$  ( $d = 1,14947$ ),  $2\theta = 86,6860$  ( $d = 1,12770$ ).

Karakteristik katalis Ni/ZA ternyata berpengaruh besar terhadap % fraksi kondensat *biogasoline*. Adapun hubungan antara karakteristik katalis dengan % fraksi kondensat

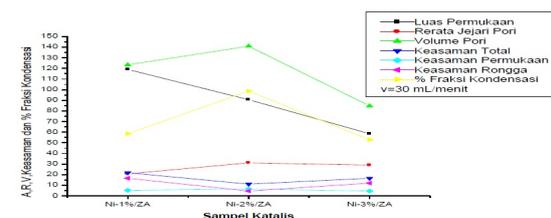
*biogasoline* tersebut dapat dilihat pada Gambar 2, 3, dan 4 dibawah.



**Gambar 2.** Hubungan karakteristik katalis dengan % fraksi kondensat *biogasoline* pada laju alir gas hidrogen 10 mL/ment



**Gambar 3.** Hubungan karakteristik katalis dengan % fraksi kondensat *biogasoline* pada laju alir gas hidrogen 20 mL/ment



**Gambar 4.** Hubungan karakteristik katalis dengan % fraksi kondensat *biogasoline* pada laju alir gas hidrogen 30 mL/ment

Pada Gambar 2, 3 dan 4 ditunjukkan bahwa dengan adanya luas permukaan katalis yang besar ternyata tidak berarti akan menghasilkan % fraksi kondensasi *biogasoline* terbaik, tetapi justru relatif tidak stabil dengan adanya perubahan laju alir gas hidrogen. Hal ini dikarenakan pada katalis dengan luas permukaan terbesar (Ni-1%/ZA) mempunyai rerata jejari yang kecil dan volume pori medium, sehingga dapat digambarkan bahwa bentuk pori dari katalis ini kecil dan dalam. Dengan demikian keasaman permukaan katalis Ni-1%/ZA lebih kecil dibandingkan katalis Ni-2%/ZA, meskipun katalis Ni-2%/ZA mempunyai luas permukaan yang tidak terlalu besar, tetapi dengan adanya rerata jejari yang agak besar dengan volume pori yang besar, maka dimungkinkan bentuk pori dari katalis ini melebar dan tidak terlalu dalam, sehingga menyebabkan keasamannya pun lebih besar dibandingkan katalis Ni-1%/ZA begitu pula situs aktifnya.

Adanya keasaman yang besar dipermukaan menyebabkan molekul umpan yang berupa metil ester lebih mudah teradsorpsi pada permukaan katalis. Itulah sebabnya katalis Ni-2%/ZA relatif stabil dalam menghasilkan % fraksi kondensasi *biogasoline* meskipun laju alir gas hidrogennya berubah. Pada katalis Ni-3%/ZA menghasilkan % fraksi kondensasi *biogasoline* yang lebih kecil dibandingkan katalis Ni-1%/ZA dan katalis Ni-2%/ZA karena pada katalis Ni-3%/ZA mempunyai luas permukaan yang kecil dengan rerata jejari dan volume pori kecil, serta keasaman terbesar berada di dalam rongga, sehingga situs yang berada dipermukaan hanya sedikit. Oleh karena itu diperoleh % fraksi yang sedikit pula. Dengan adanya rerata pori yang lebih besar, maka situs aktif di permukaan katalis juga akan semakin banyak. Dari beberapa karakteristik katalis tersebut yang paling berpengaruh terhadap % fraksi *biogasoline* adalah keasaman permukaan, karena semakin besar nilai keasaman permukaan katalis tersebut, maka akan semakin banyak jumlah situs aktifnya sedangkan keasaman di dalam rongga katalis tidak begitu berpengaruh karena molekul reaktan yang besar dan meruah tidak dapat memasuki rongga katalis.

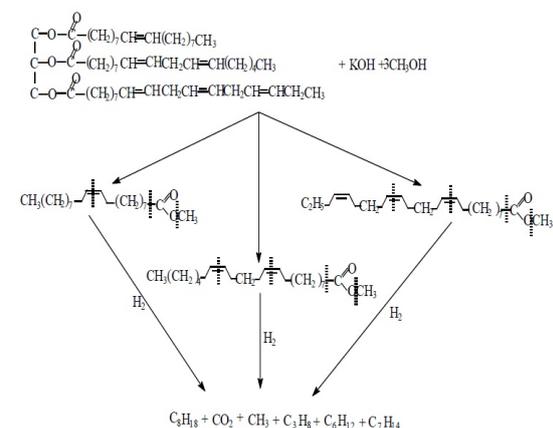
Pada hasil GC diperoleh 9 produk dengan *peak* yang berbeda-beda. Dari hasil GC ini % fraksi terbesar diperoleh oleh katalis Ni-1%/ZA dengan laju alir 20 mL/menit. Berdasarkan hasil GC maka dilakukan analisis selanjutnya dengan GCMS pada produk dengan kondisi optimum. Berdasarkan Tabel 1. berikut ditampilkan hasil analisis GCMS produk *biogasoline* pada kondisi optimum.

**Tabel 1.** Hasil analisis GCMS *biogasoline* terkondensasi pada kondisi optimum

Waktu Retensi	MR	Senyawa
2,583	86	2-metilpentana
2,642	86	3-metilpentana
2,717	86	n-heksana
2,908	86	3-metil pentana
3,192	84	2-metil-1-pentena
3,267	114	2,2-dimetil heksana
3,483	114	2,2-dimetil heksana (isooktana), 2,2,4-trimetil pentana
3,533	98	4-metil-1-heksena
3,883	114	2,2,3,3-tetrametil butana
	114	2,2,4-trimetil pentana (isobutil trimetil metana)

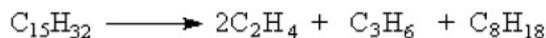
Hasil analisis ini sesuai dengan reaksi yang dijelaskan oleh Handoko *et al.* (2009) pada yang menjelaskan bahwa pada reaksi perengkahan akan terbentuk alkana dan senyawa ester. Akan tetapi pada reaksi ini tidak dihasilkan senyawa ester dikarenakan senyawa tersebut bereaksi atau berinteraksi lagi dengan gugus aktif dari katalis Ni/Zeolit, sehingga menghasilkan alkana lagi dan beberapa gas lain seperti CO<sub>2</sub>,

CO dan gas H<sub>2</sub>O yang kemudian menguap baik selama reaksi perengkahan terjadi maupun setelah reaksi perengkahan terjadi. Hal ini juga sesuai dengan reaksi yang ditunjukkan oleh Hubber *et al.* (2007). Sedangkan reaksi yang mungkin terjadi dalam perengkahan minyak sawit menjadi *biogasoline* menurut Snare *et al.* (2007) ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 5.** Reaksi perengkahan triglicerida menjadi karbondioksida, alkana dan alkena

Menurut Clark (2003) senyawa hidrokarbon C<sub>15</sub>H<sub>32</sub> dapat dipecah dengan menggunakan zeolit melalui *catalytic cracking*. Proses pemutusan rantai panjang hidrokarbon pada minyak kelapa sawit menjadi hidrokarbon rantai pendek diduga melalui reaksi perengkahan sebagai berikut:



**Gambar 6.** Reaksi perengkahan C<sub>15</sub>H<sub>32</sub> menjadi etena, propena dan oktana

### Simpulan

Hasil penelitian membawa kepada kesimpulan bahwa kadar total Ni yang dapat diimbangkan pada zeolit alam yang menghasilkan aktivitas katalitik terbaik untuk perengkahan minyak sawit menjadi *biogasoline* adalah 2%. Katalis Ni/Zeolit Alam yang telah dipreparasi mempunyai struktur kristal yang sama bagusnya dengan zeolit awal dengan luas permukaan Ni-1%/ZA 119,07 m<sup>2</sup>/g, Ni-2%/ZA 90,56 m<sup>2</sup>/g, dan Ni-3%/ZA 58,52 m<sup>2</sup>/g, keasaman total masing-masing katalis 21,780 x 10<sup>-4</sup> mol/g, 11,090 x 10<sup>-4</sup> mol/g, 16,560 x 10<sup>-4</sup> mol/g, dan keasaman permukaan katalis 5, 210 x 10<sup>-4</sup> mol/g, 6,501 x 10<sup>-4</sup> mol/g, dan 4,550 x 10<sup>-4</sup> mol/g. Sedangkan efisiensi kandungan logam Ni dalam ketiga katalis sebesar 94,40 %, 99,40 % dan 98,13 %. Persentase produk kondensasi fraksi *biogasoline* dengan katalis Ni-1%/ZA pada laju gas hidrogen 10-30 mL/menit

antara lain 29,57%, 100% dan 58,51%, dengan katalis Ni-2%/ZA, 99,94%, 99,94% dan 98,65%, serta dengan Ni-3%/ZA yaitu 29,86%, 28,43% dan 52,86%. Senyawa-senyawa kimia penyusun produk *biogasoline* dengan rantai hidrokarbon C<sub>5</sub>-C<sub>11</sub> yang dihasilkan adalah 2-metil pentana, 3-metil pentana, n-heksana, 2-metil-1-pentena, 2,2-dimetil heksana, 2,2,4-trimetil pentana, 4-metil-1-heksena, 2,2,3,3-tetrametil butana, dan 2,2-di metil heksana.

#### Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Sri Kadarwati, S.Si., M.Si yang telah membantu membiayai penelitian ini.

#### Daftar Pustaka

- Clark, J. 2003. Cracking Alkanes. [http:// www.chemguide. co. uk/ cracking alkanes. htm](http://www.chemguide.co.uk/cracking/alkanes.htm) diunduh tanggal 19-20 Oktober 2011
- Handoko, D.S.P. 2002. Pengaruh Perlakuan Asam, Hidotermal, dan Impregnasi Logam Kromium pada Zeolit Alam dalam Preparasi Katalis. *Jurnal ILMU DASAR*. 3 (2): 103-109
- Handoko, D.S.P. 2009. Aktivitas Katalis Ni/Zeolit Pada Konversi Katalitik Metil Ester Minyak Goreng Jelantah (MEWCO) Pada Temperatur 450°C menjadi Senyawa Fraksi Bahan Bakar. *Jurnal ILMU DASAR*. 8 (1): 1-13
- Hubber, G.W., Paul O. dan Avelino C. 2007. Processing Biomass in Conventional oil refineries: Production of High Quality Diesel by Hydrocracking Vegetable Oil in Heavy Vacuum Oil Mixtures. Elsevier B. V. *Applied Catalysis A*. 329: 120-129
- Liu, J., Cao, Z., Xu, X. 2006. Hydro-upgrading of FCC Gasoline on Ni-Mo-P/USY Catalyst. *Buletin of the Catalysis Society of India*: 87-93
- Nurjannah, I., Danawati, A.R. 2010. Perengkahan Katalitik Asam Oleat Untuk Menghasilkan Biofuel Menggunakan HZSM-5 Sintesis. Laporan Penelitian Program Kreativitas Mahasiswa DP2M Dikti. Surabaya: Jurusan Teknik Kimia FTI ITS: 1-8
- Purwono, S., Trisunaryanti. W, Salamah. S, Hasim. W, Arenal. 2006. Hydrocracking aspal buton dengan katalisator nikel-paladium, Ni-Pd dalam pengembangan zeolit. FORUM TEKNIK. ISSN: 0216-7565, 30 (2): 106-119
- Snare, M., I. Kubickova., P. Maki-Arvela., D. Chichova., K. Era nen., D.Yu. Murzin. 2007. Catalytic deoxygenation of unsaturated renewable feedstocks for production of diesel fuel hydrocarbons. Elsevier: 933-945
- Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E., dan Sudiono, S. 2005. Preparasi, Modifikasi dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam. *TEKNOIN*. 10 (4): 269-282
- Widayat, Buchori. L. 2009. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Catalytic Cracking. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia-SNTKI 2009. ISBN 978-979-98300-1-2: 1-8