



## PREPARASI, KARAKTERISASI, DAN UJI AKTIVITAS KATALIS NI-MO/ZEOLIT ALAM DALAM PROSES CATALYTIC CRACKING JELANTAH MENJADI BIOGASOLINE

**Khaerur Rifqi\*), Sri Kadarwati, dan Sri Wahyuni**

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

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

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Februari 2012  
Disetujui Maret 2012  
Dipublikasikan Mei 2012

Keyword:  
preparation  
Ni-Mo/ZA catalyst  
catalytic cracking  
waste cooking oil  
biogasoline

### Abstract

Research about preparation, characterization, and activity test of Ni-Mo/ZA catalyst on catalytic cracking process of used cooking oil has been done. The variables studied during the activity test were hydrogen flow rate and reaction temperature. The type of condensate products result of cracking process was also studied. Characteristics of the Ni-Mo/ZA catalyst including metal content of Ni and Mo, acidity, and porosity of catalyst were determined by Atomic Adsorption Spectroscopy (AAS), gravimetric method, and BET method respectively. The waste cooking oil was firstly reacted with base KOH and methanol to produce methyl ester waste cooking oil. The process of catalytic cracking waste cooking oil with Ni-Mo/ZA catalysts carried out for 1.5 hours by varying the temperature of 300°C, 350°C, and 400°C, and varying the hydrogen flow rate of 10, 20, 30, 40, and 50 mL/min. The products were analyzed by means Gas Chromatography and Gas Chromatography-Mass Spectroscopy. It is shown that the highest conversion percentage of 53.4% reached at the optimum temperature of 350°C, whereas optimum hydrogen flow rate obtained at 20 mL/min. It is also shown that the composition of product consisted of hexane 89.58%, cyclopentane 3.44%, pentane 3.03%, 2-propanone 0.94% and octane 0.07%.

## Pendahuluan

Minyak bumi merupakan salah satu sumber energi yang pada saat ini kegunaan dan pemanfaatannya sangat luas. Hal ini terbukti bahwa dalam berbagai macam sektor kebutuhan masyarakat, mulai dari kebutuhan rumah tangga, industri, hingga transportasi, masih bergantung pada keberadaan sumber energi yang berasal dari fosil makhluk hidup ini. Di sisi lain, minyak bumi merupakan sumber daya alam yang tak dapat diperbarui dan dari tahun ke tahun keberadaannya semakin berkurang. Keterbatasan cadangan energi fosil dan makin meningkatnya kebutuhan bahan bakar mendorong pemikiran untuk mengembangkan sumber energi alternatif yang terbarukan serta diversifikasi energi dalam upaya pencarian bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar dari minyak bumi yang ramah lingkungan dan bersifat renewable (Posman dan Sibuea, 2003).

Minyak goreng merupakan minyak yang bersumber dari tumbuhan dan berbentuk cair pada suhu kamar (Widayat, 2009). Minyak goreng digunakan untuk kebutuhan pokok manusia sebagai alat pengolah bahan makanan. Minyak goreng biasanya digunakan selama 3-4 kali penggorengan dan setelah itu tidak dimanfaatkan lagi dan sering disebut dengan jelantah.

Jelantah merupakan minyak goreng bekas yang telah rusak akibat proses oksidasi, polimerisasi, dan hidrolisis. Ciri-cirinya dapat dilihat dari kenampakan rupa yang kurang menarik dan cita rasa yang tidak enak (Ketaren, 1986). Akibat proses-proses tersebut beberapa trigliserida akan terurai menjadi senyawa-senyawa lain, salah satunya Free Fatty Acid (FFA) atau asam lemak bebas (Suirta, 2009). Asam-asam lemak bebas dengan rantai hidrokarbon panjang dapat dijadikan hidrokarbon yang lebih pendek melalui reaksi pemutusan rantai karbon asam lemak. Seperti halnya minyak bumi, jelantah yang memiliki struktur trigliserida ini juga mengandung hidrokarbon. Jika dianalogikan dengan proses pengilangan minyak bumi, maka dari jelantah juga dapat dihasilkan produk-produk turunan yang setara dengan hasil pengolahan minyak bumi, seperti minyak solar, minyak tanah, maupun gasoline (Wijanarko, dkk., 2006).

Cracking merupakan suatu cara untuk memecah rantai molekul hidrokarbon yang besar menjadi molekul yang lebih kecil. Pemecahan ini menggunakan suhu dan tekanan

yang tinggi tanpa adanya katalis, atau suhu dan tekanan yang rendah dengan menggunakan katalis (Clark, 2003). Dalam proses catalytic cracking digunakan katalis perengkah yang merupakan katalis heterogen (padatan) yang dapat mempercepat reaksi tersebut. Salah satu jenis katalis tersebut adalah metal supported catalyst yang terdiri atas logam aktif yang diimbangkan pada padatan pengemban seperti silika-alumina, alumina, dan zeolit (Trisunaryanti, dkk., 2005). Logam-logam yang sering digunakan sebagai katalis adalah jenis logam transisi yang memiliki orbital d belum penuh (Augustine, 1996). Seperti logam Ni dan Mo, logam Ni digunakan sebagai katalis karena logam ini mempunyai aktivitas dan selektivitas yang baik dalam suatu reaksi, sedangkan penggunaan logam Mo dalam katalis berperan sebagai promotor yang dapat meningkatkan kinerja katalis.

Namun, fasa aktif katalis Ni dan Mo sendiri tidak memiliki permukaan yang luas sehingga reaksi menjadi tidak efektif dan efisien karena tidak seluruh pusat aktifnya dapat mengadakan kontak dengan reaktan. Oleh karena itu, komponen logam Ni dan Mo perlu didistribusikan pada suatu permukaan padatan penyangga yang memiliki luas permukaan besar seperti zeolit (Bakri, 2008). Sistem katalisnya disebut sebagai katalis bifunctional, yaitu melibatkan fungsi logam dan pengembannya sebagai katalis (Trisunaryanti, dkk., 2005). Zeolit digunakan sebagai pengemban katalis karena zeolit dapat mendorong terjadinya difusi molekul ke dalam ruang bebas diantara kristal-kristalnya. Oleh karena itu, dimensi serta lokasi saluran di dalam struktur zeolit mempunyai peranan yang penting.

Dalam proses catalytic cracking terdapat dua parameter penting yang berpengaruh terhadap hasil produk yaitu temperatur dan laju alir gas hidrogen (Syamsuddin, dkk., 2004). Reaksi catalytic cracking akan berlangsung cepat dan tumbukan molekul satu dengan molekul lainnya semakin besar apabila temperatur dinaikkan. Namun apabila temperatur terlalu tinggi reaksi catalytic cracking tidak dapat berlangsung secara maksimal karena adsorbat mudah lepas dari permukaan adsorben. Sedangkan laju alir gas hidrogen akan berpengaruh terhadap interaksi reaktan dengan permukaan katalis. Laju alir gas hidrogen yang kecil menyebabkan molekul reaktan teradsorpsi kuat terhadap katalis sehingga aktivitas katalis menjadi lebih

maksimal.

Pada penelitian ini akan dilakukan preparasi, karakterisasi, dan uji aktivitas katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dalam proses catalytic cracking jelantah menjadi biogasoline dengan memvariasi laju alir gas hidrogen dan temperatur pada saat uji aktivitas katalis Ni-Mo/Zeolit Alam. Variasi laju alir gas hidrogen dan temperatur akan mempengaruhi hasil produk (biogasoline) baik pada % fraksi kondensat biogasoline dengan uji GC maupun persentase relatif (%) senyawa hidrokarbon dengan uji GC-MS. Dengan katalis logam Ni dan Mo berbasis zeolit alam diharapkan dapat dihasilkan katalis yang memiliki karakter yang baik dan selektif dalam proses catalytic cracking jelantah menjadi fraksi biogasoline.

#### Metode Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: pengayak 100 mesh, lumpang porselin, oven (GCA Corp), furnace (Thermometer-Type-21100 Tube Furnace), reaktor kalsinasi dan oksidasi, desikator, AAS (merk Perkin Elmer), XRD (Shimadzu XRD-6000), Gas Chromatography (GC) HP 5890 Series II, GC-MS (Shimadzu QP-2010s), Gas Sorption Analyzer NOVA 1000 (BATAN Yogyakarta), dan satu set alat hidrerenkang.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: zeolit alam Wonosari (PT. PRIMA ZEOLITA),  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , HF, HCl,  $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ,  $(\text{NH}_4)_6\text{Mo}_7\text{O}_{24} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ , larutan  $\text{NH}_3$  25% kesemuanya buatan Merck, air bebas ion (deionized water), gas nitrogen, oksigen, hidrogen (PT. Samator Gas), aquades, dan jelantah dari minyak goreng SUNCO yang telah digunakan untuk menggoreng pisang sebanyak 5x penggorengan.

Preparasi katalis dilakukan dengan perlakuan awal terhadap zeolit alam dan aktivasi zeolit alam dengan perlakuan HF 1%, HCl 6 N, dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Sampel ini digunakan sebagai katalis dan diberi nama zeolit alam aktif (H-Zeolit). Tahap selanjutnya mensintesis katalis Ni-Mo/zeolit alam dengan cara merendam zeolit alam aktif ke dalam larutan amonium heptamolibdat dan direfluks. Perendaman juga dilakukan ke dalam larutan nikel nitrat heksahidrat sehingga diperoleh sampel Ni-Mo/Z. Katalis Ni-Mo/zeolit alam yang diperoleh dimasukkan kedalam reaktor dan dikalsinasi, Oksidasi, dan reduksi.

Karakterisasi katalis Ni-Mo/zeolit alam menggunakan AAS untuk menentukan

banyaknya jumlah logam Ni dan Mo yang terlemban. Metode gravimetri untuk mengetahui keasaman katalis. X-ray Diffraction (XRD) untuk mengetahui kristalinitas padatan. Metode Brunauer Emmet Teller (BET) untuk mengetahui luas permukaan, rerata jejari dan volume pori katalis Ni/Mo Zeolit Alam.

Jelantah yang digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng bermerk SUNCO yang telah digunakan untuk menggoreng pisang sebanyak lima kali penggorengan. Jelantah sebelum digunakan sebagai umpan (feed stocks) dalam proses katalitik diesterkan terlebih dahulu dengan menggunakan KOH dan metanol. Untuk 400 mL jelantah menggunakan 100 mL metanol dengan massa KOH sama dengan 1% dari berat jelantah.

Mula-mula rangkaian reaktor catalytic cracking disiapkan sebelum proses catalytic cracking dimulai. Masukkan 10 mL jelantah yang telah diesterkan ke dalam labu leher tiga dan diletakkan diatas hot plate. Sampel katalis Ni-Mo/Zeolit Alam seberat 1 gram dimasukkan kedalam kolom reaktor perengkah. Reaktor pemanas tempat katalis dan umpan ester jelantah yang terletak di hot plate dipanaskan hingga masing-masing temperatur yaitu 300°C, 350°C, dan 400°C. Setelah mencapai temperatur yang diharapkan pada masing-masing temperatur kemudian dilanjutkan dengan mengalirkan gas hidrogen pada kecepatan alir 20 mL/menit selama 1,5 jam. Selama proses catalytic cracking jelantah berlangsung diharapkan botol tempat produk biogasoline dan selang dari pipa kaca ulir didinginkan dengan pendingin es dan diberi sedikit garam. Sampel produk biogasoline yang dihasilkan kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan GC.

Mula-mula rangkaian reaktor catalytic cracking disiapkan sebelum proses dimulai. Masukkan 10 mL jelantah yang telah diesterkan ke dalam labu leher tiga dan diletakkan diatas hot plate. Sampel katalis Ni-Mo/Zeolit Alam seberat 1 gram dimasukkan kedalam kolom reaktor perengkah. Reaktor pemanas tempat katalis dan umpan ester jelantah yang terletak diatas hot plate dipanaskan pada temperatur 350°C. Setelah mencapai temperatur yang diharapkan kemudian dilanjutkan dengan mengalirkan gas hidrogen pada variasi kecepatan alir yaitu 10 mL/menit, 20 mL/menit, 30 mL/menit, 40 mL/menit, dan 50 mL/menit selama 1,5 jam. Selama proses catalytic cracking jelantah berlangsung

diharapkan botol tempat produk biogasoline dan selang dari pipa kaca ulir didinginkan dengan pendingin es dan diberi sedikit garam. Sampel produk biogasoline yang dihasilkan kemudian dilakukan analisis dengan menggunakan GC.

Produk yang keluar setelah proses catalytic cracking ada dua bentuk yaitu gas dan cair. Produk cair yang dimungkinkan biogasoline dianalisis dengan menggunakan GC untuk mengetahui persen fraksi kondensat biogasoline tertinggi. Kemudian dari produk biogasoline yang memiliki persen fraksi kondensat tertinggi dianalisis dengan menggunakan GC-MS untuk mengetahui senyawa yang terkandung dalam biogasoline tersebut.

### Hasil dan Pembahasan

Perlakuan awal zeolit alam pada penelitian ini dilakukan dengan mengikuti prosedur yang telah dikembangkan oleh Trisunaryanti, dkk. (2005). Tujuan perlakuan sampel zeolit alam awal dimaksudkan untuk menghilangkan pengotor. Tujuan dari pemanasan dalam oven adalah untuk menguapkan air beserta kotoran-kotoran seperti batu-batu kecil, daun-daun kering, dan debu yang ada pada permukaan zeolit alam dan yang menyumbat pori-pori zeolit alam.

Zeolit alam yang telah melalui perlakuan awal direndam dalam larutan HF 1%, HCl 6%, dan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M secara berurutan. Tujuan perendaman dalam larutan HF 1% selain untuk melarutkan oksida pengotor yang berada bersama dengan Kristal. Perendaman dalam larutan HCl 6% dapat membersihkan permukaan pori, membuang senyawa pengotor dan mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan (Harlinawati, 2004). Perendaman dalam larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  1 M bertujuan untuk mendapatkan kation penyeimbang yaitu  $\text{H}^+$  yang nantinya kation  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$  dapat dipertukarkan dengan ion  $\text{NH}_4^+$  yang terdapat dalam  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . Pada saat pengeringan  $\text{NH}_3$  akan diuapkan dan nantinya yang terdapat dalam zeolit alam berupa ion  $\text{H}^+$ nya atau sering dinamakan katalis zeolit alam aktif (H-Zeolit alam).

Proses impregnasi katalis dilakukan dengan mendistribusikan logam Ni dan Mo ke dalam zeolit alam aktif dengan perbandingan massa logam Ni dan Mo, yaitu 0,5:1 dan total logam Ni dan Mo yang diimbangkan adalah 1% b/b (Trisunaryanti, dkk., 2007). Tahap selanjutnya yaitu proses kalsinasi, oksidasi, dan reduksi sampel katalis Ni-Mo/Zeolit Alam.

Sampel katalis yang diperoleh dimasukkan dalam reaktor dan dikalsinasi pada temperatur  $500^\circ\text{C}$  dengan dialiri gas nitrogen. Tujuan dari kalsinasi pada suhu tinggi adalah menghilangkan pengotor yang ada pada permukaan dan menyumbat pori-pori zeolit alam. Selanjutnya dilakukan oksidasi dan reduksi pada katalis Ni-Mo/zeolit alam secara berurutan dengan aliran gas oksigen dan gas hidrogen. Proses oksidasi bertujuan untuk mengoksidasi ion logam menjadi bentuk oksida logamnya. Sedangkan proses reduksi dilakukan pada  $400^\circ\text{C}$  selama 2 jam yang bertujuan untuk mereduksi logam-logam yang diimbangkan pada zeolit sehingga bermuatan nol (Trisunaryanti, dkk., 2005).

Hasil analisis AAS menunjukkan bahwa jumlah logam Ni dan logam Mo yang terembankan dalam kerangka zeolit sebesar 2190,576 ppm dan 4131,627 ppm. Dari perhitungan didapatkan rasio Mo/Ni sebesar 1,88, padahal secara perhitungan teoritis menghasilkan rasio Mo/Ni sebesar 2 jika dilihat dari kandungan logam dari garamnya dan pengembangan dilakukan dengan sempurna.

**Tabel 1.** Hasil Analisis Katalis Ni-Mo/Zeolit alam menggunakan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)

Parameter Uji	Hasil Pengukuran (ppm)			Rata-rata (ppm)	Rasio Mo/Ni
	I	II	III		
Ni	2092,451	2258,037	2221,240	2190,576	1,88
Mo	4019,049	4187,916	4187,916	4131,627	

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan logam Ni dalam katalis Ni-Mo/Zeolit alam mengalami penurunan sekitar 0,05 gram dari 0,1 gram secara teoritis. Sedangkan logam Mo turun sekitar 0,097 gram dari 0,2 gram secara teoritis. Keadaan ini disebabkan total logam Ni dan Mo yang diimbangkan dari 1% berat zeolit alam kurang terdistribusi dengan baik sehingga memberikan hasil yang tidak optimal dan dimungkinkan juga karena ukuran pori 22 Å yang diberikan oleh zeolit tidak sesuai dengan logam Ni yang memiliki molekul ion yang kecil dan Mo yang memiliki molekul ion yang besar pada saat pengembangan.

**Tabel 2.** Data hasil penentuan jumlah situs asam

Sampel	Keasaman Katalis (Total)
H-ZA	3,18
Ni-Mo/ZA (1:2)	3,66

Keasaman padatan sampel dalam penelitian ini yang ditentukan adalah keasaman total. Tabel 2 menunjukkan bahwa pengembangan logam Ni-Mo pada zeolit alam meningkatkan keasaman. Didapatkan keasaman pada zeolit alam aktif yaitu 3,18 mmol/gram dan terjadi kenaikan keasaman pada katalis Ni-Mo/Zeolit alam yaitu 3,66 mmol/gram. Hal ini dapat dipahami dari sifat logam Ni dan Mo yang terdispersi di permukaan dan di dalam pori-pori zeolit alam aktif yang memiliki orbital d kosong yang efektif menerima pasangan elektron dari amoniak sebagai basa adsorbatnya. Hal ini menunjukkan bahwa logam yang memiliki orbital d kosong mempunyai situs asam yang dapat mengadsorpsi basa amoniak.

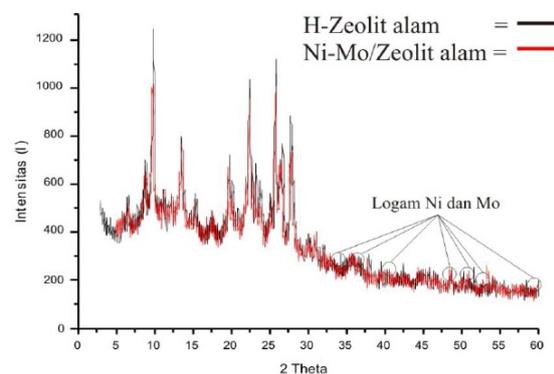
**Tabel 3.** Data  $2\theta$  dan Intensitas Tiga Puncak Tertinggi alam HZA dan Ni-Mo/ZA

Katalis	2 Theta	Intensitas
H-ZA	9,8683	474
	25,8008	431
	22,4028	397
Ni-Mo/ZA	9,8070	341
	25,7799	341
	22,4244	318

Pada Tabel 3 ditunjukkan bahwa katalis Ni-Mo/Zeolit Alam tidak kehilangan kristalinitas dengan pengembangan logam Ni dan Mo. Pada Gambar 1 juga ditunjukkan bahwa peak-peak logam Ni dan Mo muncul pada daerah sudut  $2\theta$  yaitu  $2\theta=33,435$ ,  $2\theta=36,835$ ,  $2\theta=40,831$ ,  $2\theta=47,345$ ,  $2\theta=51,954$ ,  $2\theta=53,909$ ,  $2\theta=59,650$ . Hasil ini diperoleh dengan membandingkan puncak baru pada difraktogram katalis dengan JCPDS logam Ni dan Mo. Kristalinitas katalis Ni-Mo/Zeolit Alam akan berpengaruh terhadap aktivitas katalitik. Apabila kristalinitas tinggi maka dapat diketahui memiliki sifat katalitik tinggi, stabil pada suhu tinggi, dan porositas yang luas. Kristalinitas yang tinggi juga dapat dikatakan bahwa pengembangan tersebut bebas dari pengotor sehingga sifat-sifat fisik katalis Ni-Mo/Zeolit Alam tidak terganggu. Hal ini menunjukkan bahwa proses impregnasi logam ke dalam pengembangan zeolit alam berjalan dengan baik meskipun hanya 50% logam Ni dan Mo yang teremban.

Tabel 4 menunjukkan bahwa luas permukaan spesifik pada H-zeolit alam lebih kecil dari Ni-Mo/Zeolit Alam. Peningkatan luas permukaan ini dikarenakan komponen aktif dari logam Ni dan logam Mo yang diemban ke dalam zeolit alam terdistribusi secara merata pada permukaan zeolit alam sehingga luas

permukaan spesifik Ni-Mo/Zeolit Alam meningkat.



**Gambar 1.** Perbandingan difraktogram H-zeolit alam dan Ni-Mo/zeolit alam (Sumber: Laboratorium Analitik FMIPA UGM)

**Tabel 4.** Hasil pengukuran luas permukaan, volume total pori dan rerata jejari pori dengan menggunakan metode BET

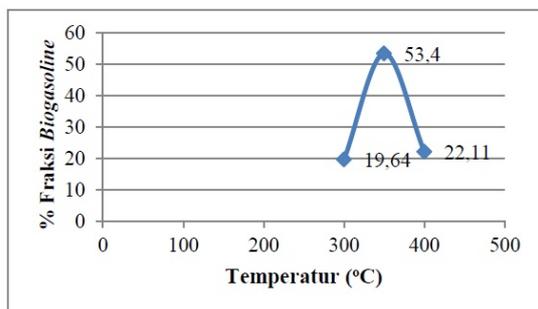
Sampel	Luas Permukaan Spesifik ( $m^2/g$ )	Jari-Jari Pori Rerata ( $\text{\AA}$ )	Volume Pori ( $cc/g$ )
H-Zeolit Alam	21,135	22,829	$21,604 \times 10^{-3}$
Ni-Mo/Zeolit Alam	44,850	14,998	$33,632 \times 10^{-3}$

Sumber : Laboratorium Kimia Analitik BATAN Yogyakarta

Semakin besar luas permukaan katalis, maka semakin banyak pula molekul pereaksi yang dapat teradsorpsi pada permukaan, dan pada akhirnya akan semakin banyak produk yang terjadi (Utomo, 2003). Tabel 4 juga menunjukkan bahwa rerata jejari pori mengalami penurunan pada katalis Ni-Mo/Zeolit Alam. Penurunan rerata jejari pori ini disebabkan oleh logam Ni maupun logam Mo yang berkompetisi berdifusi ke dalam mulut pori sehingga akan terakumulasi pada beberapa tempat dan menutupi mulut pori. Selanjutnya, volume total pori H-zeolit alam lebih besar dari katalis Ni-Mo/Zeolit Alam. Peningkatan volume total pori pada katalis Ni-Mo/Zeolit Alam apabila dibandingkan dengan H-zeolit alam terjadi karena adanya logam Ni maupun logam Mo yang menyebar merata pada permukaan zeolit sehingga luas permukaan spesifik Ni-Mo/Zeolit Alam semakin besar dan volume total pori juga ikut meningkat.

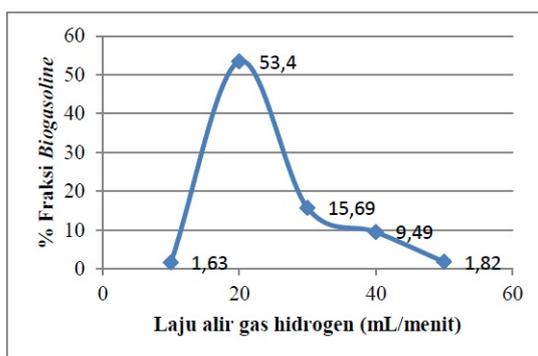
Instrumen GC dilakukan untuk mencari rentang peak produk biogasoline pada kromatogramnya. Telah dilakukan analisis GC pada n-pentane dan isooktan yang menunjukkan waktu retensi 1,725 dan 2,560. Telah dilakukan juga analisis GC pada produk biogasoline hasil catalytic cracking jelantah pada temperatur  $300^\circ\text{C}$ ,  $350^\circ\text{C}$ , dan  $400^\circ\text{C}$ . Dari ketiga produk tersebut dicari % fraksi kondensat

biogasoline yaitu pada waktu retensi antara 1,725-2,560.



**Gambar 2.** Grafik pengaruh temperatur terhadap % fraksi kondensat biogasoline

Kondisi optimum pada proses catalytic cracking jelantah menggunakan katalis Ni-Mo/Zeolit Alam untuk menghasilkan biogasoline adalah pada suhu 350°C dengan volume jelantah 10 mL dan waktu reaksi 1,5 jam. Pada Gambar 2 terlihat bahwa pada temperatur 350°C dihasilkan % fraksi kondensat biogasoline sebesar 53,40%. Pada temperatur 300°C reaksi berlangsung lambat karena tumbukan antar molekul kecil dan reaksi pemutusan ikatan kecil. Sedangkan pada temperatur 400°C persen fraksi kondensat biogasoline cenderung mengecil karena temperatur semakin naik sehingga jumlah tumbukan antarmolekul dan reaksi menjadi lebih besar. Namun dengan temperatur yang terlalu tinggi dapat menurunkan jumlah reaktan yang teradsorpsi pada permukaan katalis.



**Gambar 3.** Grafik pengaruh laju alir gas hidrogen terhadap % fraksi kondensat biogasoline

Pada Gambar 3 terlihat bahwa laju alir optimum yaitu 20 mL/menit dengan persen fraksi kondensat biogasoline sebesar 53,40%. Hal ini dapat dijelaskan bahwa untuk terjadi reaksi diperlukan tumbukan dengan energi tertentu agar reaktan teradsorpsi dengan sempurna. Pada laju alir hidrogen 10 mL/menit interaksi reaktan dengan permukaan katalis relatif lama karena dengan laju alir hidrogen

yang lambat, interaksi reaktan dengan permukaan katalis tidak terganggu oleh kecepatan aliran dari gas tersebut. Interaksi antara reaktan dengan permukaan katalis yang relatif lama menyebabkan molekul reaktan teradsorpsi kuat, sehingga aktivitas katalis menjadi lebih maksimal dalam proses ini.

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya laju alir gas hidrogen, jumlah konversi menurun kecuali laju alir gas hidrogen 20 mL/menit. Terjadinya penurunan konversi disebabkan karena tumbukan molekul-molekul reaktan dengan katalis kurang efektif. Hal ini menyebabkan proses adsorpsi pada permukaan katalis tidak berjalan sempurna karena molekul-molekul reaktan yang melewati permukaan katalis akan lepas kembali sebelum terjadi absorpsi. Disamping itu, pada saat uji aktivitas katalis dengan laju alir 20 mL/menit ketebalan katalis kemungkinan lebih merata dibandingkan dengan katalis yang digunakan pada laju alir sebelumnya. Katalis yang mempunyai ketebalan yang merata dapat mempermudah transfer produk reaksi keluar dari katalis, sehingga konversinya mengalami peningkatan.

Produk catalytic cracking jelantah pada temperatur dan laju alir optimum dianalisis GC-MS yang bertujuan untuk mengetahui jenis dan komposisi senyawa yang terkandung di dalam produk. Perkiraan hasil catalytic cracking jelantah dengan katalis Ni-Mo/ZA disajikan pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Perkiraan senyawa hasil catalytic cracking jelantah

Waktu retensi (menit)	Perkiraan hasil	BM (g/mol)	SI (Same Indeks)	Persentase area
1,736	2-propanon	58	98	0,94
2,090	Metil Pentana	86	97	5,81
2,198	Heksana	86	97	89,58
2,406	Siklo Metil Pentana	84	96	3,44
2,699	Sikloheksana	84	96	0,16
4,361	Oktana	114	90	0,07

Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa dari ketujuh produk yang dihasilkan, yang paling mendekati fraksi biogasoline adalah senyawa dengan waktu retensi 2,012-4,361. Senyawa tersebut memiliki rantai C5-C8 yang merupakan bagian dari fraksi kondensat biogasoline. Pada Tabel 5 diperoleh juga hasil persentase fraksi rantai C5-C10 pada biogasoline sebesar 99,06%.

### Simpulan

Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam menunjukkan peningkatan keasaman total dibandingkan dengan zeolit alam aktif yaitu dari 3,180 mmol/gram menjadi 3,663 mmol/gram dengan jumlah logam Ni dan logam Mo yang

terembankan sebesar 2190,576 ppm dan 4131,627 ppm. Peningkatan luas permukaan katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dibandingkan dengan zeolit alam aktif yaitu dari 21,135 m<sup>2</sup>/g menjadi 44,850 m<sup>2</sup>/g, Katalis juga mengalami peningkatan volume pori katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dibandingkan dengan zeolit alam aktif yaitu dari 21,604 x 10<sup>-3</sup> cc/g menjadi 33,632 x 10<sup>-3</sup> cc/g. Sedangkan jari-jari pori rerata katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dibandingkan dengan zeolit alam aktif yaitu dari 22,829 Å menjadi 14,998 Å, Difraktogram katalis zeolit alam dan Ni-Mo/Zeolit Alam menunjukkan bahwa setelah proses impregnasi tidak menurunkan kristalinitas dari katalis. Aktivitas terbaik ditunjukkan kinerja katalis Ni-Mo/ZA pada variasi temperatur 350°C dan laju alir gas hidrogen 20 mL/menit dengan persen fraksi kondensat biogasoline 53,40%. Biogasoline hasil catalytic cracking jelantah yang dapat teridentifikasi adalah 89,58 % heksana, 3,44% siklopentana, 3,03% pentana, 0,94% 2-propanon, dan 0,07% oktana

#### Daftar Pustaka

- Augustine, R.L. 1996. *Heterogenous Catalysis for The Synthetic Chemist*. New York: Marck Dekker, Inc.
- Bakri, R., Utari, T., dan Sari, I.P. 2008. Kaolin Sebagai Sumber SIO<sub>2</sub> Untuk Pembuatan Katalis Ni/SIO<sub>2</sub>: Karakterisasi dan Uji Katalis pada Hidrogenasi Benzene menjadi Sikloheksana. *Makara, Sains*, Volume 12, no. 1, 37-43
- Clark, Jim. 2003. *Cracking Alkanes*. <http://www.chemguide.co.uk/organicrops/crackingalkanes-thermaland-catalytic.htm> diunduh tanggal 19-20 Oktober 2009
- Harlinawati, D. 2004. Pengaruh Perlakuan Beberapa Jenis Asam terhadap Kemampuan Adsorpsi Cd (II) oleh Zeolit. Skripsi. Semarang: UNNES
- Posman dan Sibuea. 2003. Pengembangan Industri Biodisel Sawit, tersedia dalam [www.kcm.com](http://www.kcm.com), diunduh tanggal 10 Oktober 2007.
- Suirta, I.W. 2009. Preparasi Biodiesel dari Minyak Jelantah Kelapa Sawit. *JURNAL KIMIA* 3 (1), Januari 2009.
- Syamsuddin, Y., Husin, H., dan Aprilia, S., 2004, Proses Hidrocracking Residu Minyak Bumi dengan Menggunakan Katalis Komersial Ni-Mo/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Laporan Penelitian, Aceh, Universitas Syiah Kuala
- Trisunaryanti, W., Triwahyuni, E., dan Sudiono. 2005. Preparasi, Modifikasi, dan Karakteristik Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam Dan Mo-Ni/Zeolit Alam. *TEKNOIN*, vol. 10, no. 4, 269-282
- Trisunaryanti, W., Rodiansono, dan Triyono. 2007. Pembuatan, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Katalis Ni-Mo/z dan Ni-Mo/z-Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> pada Reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastik Menjadi Fraksi Bensin. *Berkala MIPA*. 17 (2)
- Utomo, M. Pranjoto. 2003. Penentuan Umur Katalis Pt/Zeolit pada Konversi Amil Alkohol Menjadi Pentana. Thesis. Yogyakarta: Program Pascasarjana UGM.
- Widayat, Luqman Buchori. 2009. Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas Dengan Proses Catalytic Cracking. Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia-SNTKI 2009, ISBN 978-979-98300-1-2, Bandung.
- Wijanarko, A., Mawardi, A.D., dan Nasikin, M. 2006. Produksi Biogasoline Dari Minyak Sawit Melalui Reaksi Perengkahan Katalitik Dengan Katalis -Alumina. *Makara, Teknologi*, Vol. 10, NO. 2, November 2006: 51-60.