



KONVERSI KATALITIK POLIPROPILEN MENJADI FRAKSI BAHAN BAKAR CAIR MENGUNAKAN KATALIS Ni-Mo/ZA

Fika Hesti Wulandari*) dan Sri Wahyuni

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang

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

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Maret 2015
Disetujui April 2015
Dipublikasikan Mei 2015

Kata kunci:
Ni-Mo/ZA
perengkahan katalitik
polipropilen

Abstrak

Studi tentang aktivitas katalis Ni-Mo/ZA dan pengujian aktivitas katalitiknya telah dilakukan. Katalis Ni-Mo/ZA mempunyai luas permukaan 44,850 (m^2/g), rerata jejari pori (14,998 Å), volume pori ($33,632 \times 10^{-3} \text{ cc/g}$), ukuran kristal 4,68830 nm, rasio Si/Al 4,01, dan keasaman permukaan (0,73 mmol/g). Polipropilen direngkahkan menjadi fraksi bahan bakar cair. Polipropilen hasil pirolisis diumpangkan kedalam reaktor perengkahan. Proses perengkahan dijalankan selama 60 menit, variasi temperatur reaksi 350, 400 dan 450°C dan variasi laju alir 10, 20 dan 30 mL/menit. Perengkahan polipropilen persentase fraksi kondensat paling besar yaitu pada temperatur 400°C dan laju alir gas hidrogen 20 mL/menit sebesar 81,78%. Senyawa yang terdapat dalam produk perengkahan ada 10 senyawa yaitu alkana dan alkena sehingga dapat diketahui adanya proses pemutusan rantai C panjang pada polipropilen menghasilkan rantai C yang lebih pendek.

Abstract

The study of the catalytic activity of catalytic activity Ni-Mo/ZA and testing has been done. The catalyst has a surface area of 44.850 Ni-Mo/ZA (m^2/g), mean pore spokes (14.998 Å), pore volume ($33.632 \times 10^{-3} \text{ cc/g}$), the crystal size of 4.68830 nm, the ratio of Si/Al to 4.01, and surface acidity (0.73 mmol/g). Polypropylene be converted into liquid fuel fraction. Polypropylene pyrolysis results fed into the cracking reactor. Cracking process is run for 60 minutes, the reaction temperature variation 350, 400 and 450°C and the variation of flow rate 10, 20 and 30 m /min. Polypropylene cracking greatest percentage of condensate fraction at a temperature of 400°C and hydrogen gas flow rate 20 mL/min at 81.78%. Compounds contained in the product, there are 10 compounds are cracking alkanes and alkenes that can be known of the termination process on polypropylene long chain C- C produces shorter chains.

Pendahuluan

Plastik merupakan salah satu jenis polimer yang bahan dasarnya secara umum adalah polipropilen (PP), polietilena (PE), polistirena (PS), poli (metil metakrilat) (PMMA), *high density polyethylene* (HDPE) dan polivinilklorida (PVC). Salah satu bahan plastik yang sering digunakan adalah polipropilen hal ini dikarenakan polipropilen memiliki sifat yang kuat dan tahan (Julianti dan Nurminah; 2006). Saat ini penggunaan plastik sebagai bahan pengemas menimbulkan berbagai persoalan lingkungan, yaitu tidak dapat didaur ulang dan sukar diuraikan secara alami oleh mikroba di dalam tanah. Proses kimiawi yang telah dilakukan misalnya memecah rantai polimer plastik (*depolymerization*). Metode pemecahan rantai polimer yang sudah dikenal adalah pirolisis, gasifikasi, degradasi termal maupun katalitik, dan pencairan termal maupun katalitik (Rodiansono, *et al.*; 2007).

Konversi fraksi hidrokarbon rantai panjang membutuhkan katalis perengkahan yang merupakan katalis heterogen (padatan). Logam-logam yang sering digunakan sebagai katalis adalah logam-logam yang memiliki orbital d yang belum penuh (Augustine; 1996). Logam Ni digunakan sebagai katalis karena logam ini memiliki aktivitas dan selektivitas yang baik dalam suatu reaksi, sedangkan 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. Oleh karena itu diperlukan pengembangan yang mendistribusikan komponen logam Ni dan Mo (Bakri, *et al.*; 2008). Salah satu jenis katalis untuk proses perengkahan yaitu *metal supported catalyst* yang terdiri dari logam yang diimbakan pada pengembangan padat seperti silika-alumina, alumina dan zeolit. Menurut Liu, *et al.* (2006) selain sebagai pengembangan, 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 temperatur tinggi (Syamsuddin, *et al.* 2004). Reaksi perengkahan katalitik akan berlangsung cepat dan tumbukan molekul satu dengan molekul lainnya apabila temperatur dinaikkan. Akan tetapi apabila temperatur terlalu tinggi, reaksi perengkahan tidak dapat berlangsung secara maksimal dikarenakan adsorbat mudah lepas dari permukaan adsorben. Pengaruh laju

alir hidrogen terhadap interaksi reaktan dengan permukaan katalis adalah apabila laju alir gas hidrogen terlalu kecil akan menyebabkan reaktan teradsorpsi terlalu kuat sehingga susah lepas dari katalis.

Berdasarkan latar belakang, maka dilakukan penelitian proses perengkahan polipropilen menjadi bahan bakar cair dengan variasi temperatur perengkahan 450, 550 dan 650°C, dan laju alir H₂ 10, 15 dan 20 mL/menit. Pada penelitian ini dilakukan proses perengkahan katalitik dimana umpan yang digunakan yaitu plastik polipropilen. Produk kemudian dianalisis dengan GC (*Gas-Chromatography*) dan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectroscopy*).

Metode Penelitian

Alat-alat yang digunakan adalah XRD *Shimadzu XRD-6000*, GC *HP 5890 Series II*, GC-MS *Shimadzu QP-2010s*, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) *Perkin Elmer Aanalyst100*, *Surface Area Analyzer NOVA 1200e*, Sonoreaktor 40 KHz. Bahan-bahan yang digunakan adalah polipropilen, zeolit alam aktif (*PT. Prima Zeolita*), ammonium heptamolibdat, nikel nitrat heksahidrat, NH₄Cl, NH₃, HCl dengan *grade pro analyst* buatan *Merck*, gas nitrogen dan oksigen (*PT. Samator Gas*) dan air bebas ion (*deionized water*).

Zeolit alam direndam dalam air bebas ion sambil diaduk dengan pengaduk selama 9 jam pada temperatur *ambient*. Kemudian menyaring campuran dan mengeringkan dalam *oven* pada temperatur 120°C selama 24 jam (Rodiansono, *et al.*; 2007). Sebanyak 100 g zeolit alam direndam dengan 250 mL larutan HF 1% selama 30 menit, dan mencucinya dengan aquadest. Pengeringan di dalam *oven* pada temperatur 120°C selama 24 jam. Setelah kering lalu merefluks sampel ke dalam 250 mL larutan HCl 6 N selama 30 menit pada temperatur 50°C sambil mengaduknya, kemudian menyaring sampel dan mencucinya berulang kali sampai tidak ada ion Cl⁻. Mengeringkan sampel pada temperatur 130°C selama 3 jam dalam *oven*. Merefluks sampel dalam larutan NH₄Cl 1 N pada temperatur 90°C selama 3 jam per hari dalam 1 minggu sambil mengaduknya, kemudian menyaring dan mengeringkannya seperti prosedur di atas. Menghaluskan sampel hingga ukuran 100 *mesh* (Rodiansono, *et al.*; 2007).

Menimbang 30 g zeolit alam aktif, 35,2381 g ammonium heptamolibdat lalu melarutkannya dalam aquademin 20 mL. Merendam zeolit dalam larutan ammonium heptamolibdat lalu

memasukkan sampel ke sonoreaktor selama 1 jam dengan kekuatan 40 KHz, kemudian menguapkan pelarut dan diperoleh sampel ZA/Mo. Sampel ZA/Mo direndam dalam larutan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$. Disonikasi selama 1 jam dengan kekuatan 40 KHz, kemudian pelarut diuapkan dan diperoleh sampel Ni-Mo/ZA (Rodiansono, *et al.*; 2007 dan Abdul, *et al.*; 2001).

Sampel katalis Ni-Mo/ZA dikalsinasi dengan dialiri gas nitrogen pada suhu 500°C selama 3 jam, kemudian dioksidasi dengan aliran O_2 dan reduksi dengan H_2 pada temperatur 400°C selama 3 jam. Diperoleh katalis Ni-Mo/ZA (Rodiansono, *et al.*; 2007). Sampel katalis yang diperoleh kemudian dilakukan karakterisasi yang meliputi kristalinitas dan ukuran kristal katalis dengan menggunakan XRD, gugus fungsi dengan FT-IR, keasaman dengan metode gravimetri, kadar logam Ni dan Mo dengan XRF, dan luas permukaan katalis dengan *surface area analyzer*.

Proses pirolisis dilakukan dengan memasukkan plastik polipropilen murni sebanyak 500 g ke dalam reaktor pirolisis. Menjalankan proses pirolisis pada temperatur 475°C selama 90 menit. Proses perengkahan katalitik plastik dilakukan dengan reaktor perengkahan, reaksi berlangsung pada selama 60 menit, rasio katalis/umpan 0,5, variasi temperatur reaksi 350 , 400 dan 450°C dan variasi laju alir 10 , 20 dan 30 mL/menit. Kemudian mengkarakterisasi produk dengan GC dan GC-MS untuk mengidentifikasi fraksi dan senyawa yang terkandung dalam produk dianalisis (Rodiansono, *et al.*; 2007).

Hasil dan Pembahasan

Perlakuan awal zeolit alam pada penelitian ini dilakukan dengan mengikuti prosedur yang telah dikembangkan oleh Rodiansono, *et al.* (2007). Tujuan perlakuan sampel zeolit alam dimaksudkan untuk menghilangkan pengotor-pengotor organik. Tujuan pemanasan untuk menguapkan air beserta kotoran-kotoran yang ada pada permukaan zeolit agar tidak menyumbat pori-pori zeolit alam.

Zeolit alam direndam dalam larutan HF 1%, HCl 6 N dan NH_4Cl secara berturut-turut. Tujuan perendaman HF 1% untuk menghilangkan pengotor-pengotor dalam zeolit yang belum hilang pada saat pencucian dengan aquademin serta menghilangkan Si yang berada di luar *framework*. Perendaman HCl 6 N adalah mengoptimalkan kandungan aluminium dalam zeolit, sehingga zeolit menjadi lebih stabil pada temperatur tinggi. Disamping itu juga untuk

mengontrol keasaman dan selektivitas zeolit (Yuanita; 2010). Perendaman larutan NH_4Cl bertujuan untuk mendapatkan kation penyeimbang yaitu H^+ yang nantinya akan dipertukarkan dengan ion NH_4^+ yang terdapat dalam NH_4Cl . Pada saat pengeringan NH_3 akan diuapkan dan nantinya yang terdapat didalam zeolit alam berupa ion H^+ nya (H-ZA).

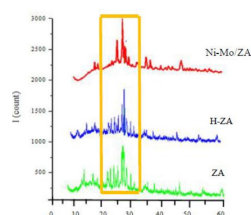
Proses pengembangan katalis dilakukan dengan mendistribusikan logam Ni dan Mo ke dalam H-ZA dengan perbandingan massa logam Ni dan Mo yaitu 1:1. Tahap selanjutnya yaitu proses kalsinasi, oksidasi dan reduksi sampel katalis Ni-Mo/ZA. Hasil pengembangan logam Ni dan Mo pada zeolit meningkatkan keasaman katalis.

Tabel 1. Penentuan jumlah situs asam dalam katalis Ni-Mo/ZA

Sampel	Jumlah situs asam (mmol/gram)		
	Amonia (total)	Piridin (permukaan)	Rongga zeolit
H-ZA	3,18	0,72	2,46
Ni-Mo/ZA (1:2)	3,66	0,73	2,93

Banyaknya NH_3 yang teradsorpsi oleh Ni-Mo/ZA lebih tinggi dibanding H-ZA. Kenaikan keasaman totalnya yaitu sebesar 0,48. Hal ini disebabkan karena terembannya logam Ni dan Mo pada zeolit. Logam-logam transisi seperti Ni dan Mo yang terdispersi pada zeolit tersebut memiliki elektron yang tidak berpasangan pada orbital d-nya sehingga dapat menjadi akseptor pasangan elektron dari NH_3 yang memiliki dua pasang elektron bebas. Logam yang teremban pada zeolit membentuk asam *Lewis*, sehingga akan berkontribusi pada kenaikan keasaman total katalis (Setyawan; 2002). Penentuan keasaman menggunakan basa piridin menunjukkan bahwa keasaman Ni-Mo/ZA lebih tinggi dibanding H-ZA, yaitu sebesar 0,01. Jumlah situs asam dengan basa adsorbat piridin merupakan jumlah situs asam di permukaan dengan asumsi bahwa dengan ukuran molekul yang besar piridin hanya dapat sampai ke permukaan katalis (Rodiansono, *et al.*; 2007).

Pengembangan logam bimetal Ni-Mo tidak menurunkan kristalinitas zeolit alam yang diketahui dari hasil analisis dengan XRD seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan difraktogram kristalinitas ZA, H-ZA dan Ni-Mo/ZA

Meskipun terjadi penurunan intensitas pada katalis yang telah diembankan, namun puncak-puncak tersebut masih runcing dan tinggi sehingga kristalinitas zeolit tidak rusak akibat pengembanan logam bimetal tersebut (Saputri, *et al.*; 2012). Kristalinitas katalis Ni-Mo/ZA akan berpengaruh terhadap aktivitas katalitik. Kristalinitas tinggi juga dapat dikatakan bahwa pengembanan bebas dari pengotor sehingga sifat-sifat katalis Ni-Mo/ZA tidak terganggu (Trisunaryati, *et al.*; 2012).

Ukuran kristal setelah pengembanan logam Ni dan Mo pada zeolit menurunkan ukuran kristal zeolit. Ukuran kristal dari katalis diamati melalui tiga puncak tertinggi dari masing-masing padatan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data 2 theta, intensitas tiga puncak tertinggi, dan ukuran kristal dalam ZA, H-ZA, dan Ni-Mo/ZA

Katalis	Puncak ke-	2 Theta (deg)	FWHM (deg)	Intensitas	Ukuran kristal (nm)
ZA	1	12,96990	0,25700	325	29,77000
	2	11,29080	0,34000	225	7,11000
	3	14,00000	0,40440	189	2,81000
H-ZA	1	13,02095	0,26020	474	28,73000
	2	14,11000	0,41700	431	0,54000
	3	13,46000	0,25720	397	20,27000
Ni-Mo/ZA	1	26,03790	0,27250	445	6,30900
	2	37,02000	0,30740	337	6,30840
	3	23,42280	0,35980	267	4,68830

Tabel 2. memperlihatkan bahwa ukuran kristal ZA memiliki ukuran yang menurun dari *peak* pertama hingga *peak* ketiga dengan rata-rata ukuran kristal sebesar 13,23 nm. Data ini menunjukkan bahwa zeolit alam yang belum diaktivasi mempunyai ukuran kristal yang lebih besar dibandingkan zeolit yang sudah diaktivasi dan yang telah diembankan logam Ni dan Mo (Kurniasari; 2011).

Peningkatan rasio Si/Al dalam zeolit terjadi setelah pengembanan logam Ni dan Mo. Pada Tabel 3. memperlihatkan hasil analisis XRF sampel Ni-Mo/Zeolit dibandingkan dengan komposisi unsur dari zeolit alam aktif yang belum dimodifikasi.

Tabel 3. Persentase logam teremban

Material	Si (%)	Al (%)	Rasio Si/Al
ZA	49,90	13,00	3,83
Ni-Mo/ZA	23,21	5,78	4,01

Terjadi perubahan kandungan Si dan Al, serta rasio Si/Al dalam katalis. Setelah zeolit alam direfluks dengan HCl, rasio Si/Al meningkat sebesar 0,18, yaitu rasio Si/Al katalis ZA sebesar 3,83 dan rasio katalis Ni-Mo/ZA sebesar 4,01. Hal ini dimungkinkan karena HCl bereaksi dengan alumina dalam zeolit sehingga menyebabkan terekstraknya Al dari zeolit. Hal ini mengakibatkan turunnya kandungan Al dalam zeolit sehingga rasio Si/Al naik (Lestari dan Triyono; 2008). Tahapan-tahapan dari preparasi zeolit dengan demineralisasi, hingga

aktivasi ternyata dapat meningkatkan rasio Si/Al (Tadeus, *et al.*; 2013). Pengembanan Ni-Mo pada zeolit menghasilkan karakteristik luas permukaan dan volume pori Ni-Mo/ZA lebih besar sedangkan rerata jejariannya lebih kecil dibandingkan H-ZA.

Tabel 4. Hasil penentuan luas permukaan spesifik, rerata jejari pori dan volume total pori katalis menggunakan metode BET

Sampel	Luas permukaan spesifik (m ² /g)	Rerata jejari pori (Å)	Volume pori (cc/g)
H-ZA	21,1352	21,6037	22,8299 x 10 ⁻³
Ni-Mo/ZA	44,8500	14,9980	33,6320 x 10 ⁻³

Tabel 4. memperlihatkan bahwa luas permukaan H-ZA seluas 21,1352 m²/g dan luas permukaan Ni-Mo/ZA seluas 44,850 m²/g, sehingga mengalami penambahan luas permukaan pada katalis setelah dilakukan pengembanan logam Ni dan Mo. Luas permukaan katalis yang lebih besar, kontak yang terjadi antara reaktan dan permukaan katalis juga besar sehingga produk reaksi yang diharapkan dapat berlangsung lebih banyak.

Volume pori dari H-ZA sebesar 22,8299 x 10⁻³ cc/g dan pada katalis Ni-Mo/ZA sebesar 33,632 x 10⁻³ cc/g. Volume pori meningkat setelah dilakukan pengembanan logam Ni dan Mo (Daryoso; 2012). Rerata jejari pori H-ZA sebesar 21,6037Å sedangkan Ni-Mo/ZA sebesar 14,998Å. Data ini menunjukkan adanya penurunan rerata jejari pori setelah dilakukan pengembanan logam Ni dan Mo. Hal ini kemungkinan karena logam-logam yang teremban menempati ukuran makropori ($\Phi > 50$ nm) zeolit sehingga pori yang terukur adalah rerata jejari mikropori ($\Phi < 2$ nm) zeolit (Rahayu, *et al.*; 2013). Selain itu, dapat dimungkinkan bahwa terjadi kompetisi logam Ni dan Mo yang berdifusi ke dalam mulut pori sehingga akan terakumulasi pada beberapa tempat dan menutupi mulut pori (Badriyah, *et al.*; 2012).

Proses pirolisis pada polipropilen berlangsung dengan terjadinya pemutusan ikatan kimia pada polimer polipropilen menjadi monomer hidrokarbon (Naimah, *et al.*; 2012). Polipropilen yang semula berbentuk padatan setelah dilakukan pirolisis ini menjadi cairan plastik, pemanasan pada suhu tinggi menyebabkan rantai atom C terputus dengan atom C yang lain yang menyebabkan plastik tidak akan memadat lagi (Daryoso; 2013). Temperatur pirolisis polipropilen adalah 500°C. Fraksi-fraksi hasil dari pirolisis polipropilen disajikan dalam Tabel 5. Tabel 5. memperlihatkan bahwa persentase fraksi C₁-C₄ sebanyak 9,591720% dan C₅-C₁₂ sebesar 19,74459%. Fraksi di atas C₁₂ masih cukup

tinggi yaitu 70,65665%. Oleh karena itu perlu dilakukan perengkahan lagi agar didapatkan fraksi C_5-C_{12} yang lebih banyak dan optimum. Pirolisis plastik jenis polipropilen mengakibatkan pemutusan rantai secara acak pada sisi lemah sepanjang rantai polimer, menghasilkan radikal membentuk oligomer (Wigiyatmo; 1995).

Tabel 5. Fraksi-fraksi hasil pirolisis polipropilen

Rantai karbon	Fraksi (%)
C_1-C_4	9,59172
C_5-C_{12}	19,74459
$C_{12}-C_{\infty}$	70,65665

Konversi reaksi perengkahan polipropilen mencapai konversi optimum pada temperatur 400°C yaitu sebesar 41,9766%. Fraksi C_5-C_{12} yang dihasilkan dari reaksi perengkahan katalitik plastik disajikan dalam Tabel 6.

Tabel 6. Fraksi C_5-C_{12} reaksi perengkahan katalitik variasi temperatur

Temperatur (°C)	% Fraksi C_5-C_{12}
350	19,75163
400	41,97660
450	17,34122

Tabel 6. memperlihatkan bahwa pada temperatur 350°C menghasilkan fraksi C_5-C_{12} sebanyak 19,75163%, kemudian 400°C meningkat menjadi 41,9766%, dan mengalami penurunan kembali pada temperatur 450°C menjadi 17,34122%. Temperatur mempunyai pengaruh yang penting terhadap laju reaksi pada proses perengkahan. Secara termodinamika, kesetimbangan kimia akan lebih cepat tercapai pada temperatur tinggi, sedangkan secara kinetika, laju reaksi akan meningkat dengan naiknya temperatur (Setiadi dan Fitria; 2006). Namun, ketika temperatur reaksi dinaikkan melampaui temperatur optimumnya terjadi penurunan persentase konversi produk yang diharapkan (C_5-C_{12}) dan semakin banyak produk fraksi gas yang dihasilkan.

Pada temperatur yang tinggi padatan katalis juga akan mengalami deaktivasi yaitu terjadinya proses sintering pada pengemban zeolit maupun logam bimetal Ni-Mo (Utomo; 2003). Proses perengkahan polipropilen terakhir menggunakan temperatur dan optimum yang telah diperoleh dari proses sebelumnya yaitu temperatur 400°C dan laju alir 20 mL/menit. Hasil yang didapat % fraksi kondensatnya adalah sebesar 67,47193%.

Tabel 7. Fraksi C_5-C_{12} reaksi perengkahan katalitik variasi laju alir H_2

Laju alir H_2 (mL/menit)	% Fraksi C_5-C_{12}
10	35,070440
20	51,576970
30	29,248400

Berdasarkan Tabel 7. terlihat bahwa pada laju alir H_2 10 mL/menit persentase fraksi C_5-C_{12} sebesar 35,070440%, kemudian 20 mL/menit meningkat menjadi 51,576970%, dan mengalami penurunan kembali pada temperatur 30 mL/menit menjadi 29,248400%. Hal ini disebabkan karena dengan meningkatnya laju alir H_2 maka waktu kontak antara reaktan dengan katalis semakin berkurang sehingga menyebabkan proses perengkahan oleh katalis tidak berlangsung optimal (Tillotama, *et al.*; 2012).

Gas hidrogen selain sebagai reaktan juga berfungsi sebagai gas pembawa (Rahayu, *et al.*; 2013). Laju alir yang terlalu cepat akan mengakibatkan interaksi antara umpan dengan katalis relatif sedikit dan singkat, sehingga umpan belum sampai terengkah sudah terbawa oleh gas, dan mengalir menuju tempat produk. Laju alir gas hidrogen terlalu pelan maka kemungkinan terjadinya interaksi antara umpan dengan katalis besar, tetapi karena lajunya terlalu lambat maka produk belum sampai tempat produk, reaksi sudah dihentikan, sehingga hasil reaksinya juga tidak akan baik (Kadarwati; 2007).

Analisis kuantitatif menggunakan GC-MS berhasil mengidentifikasi persentase area produk sebesar 81,78% yang berisi 10 senyawa. Senyawa yang dihasilkan berupa alkana dan alkena, sehingga dapat diketahui adanya proses pemutusan rantai C panjang pada polipropilen menghasilkan rantai C yang lebih pendek. Hasil analisis secara kuantitatif tersaji dalam Tabel 8.

Tabel 8. Hasil analisis kuantitatif produk perengkahan katalitik

Hidrokarbon	% Area produk
C_1-C_4	12,69360
C_5-C_{12}	81,78430
$C_{13}-C_{\infty}$	0,15078

Tabel 8. memperlihatkan bahwa analisis kuantitatif dengan GC-MS berhasil mengidentifikasi persentase area produk sebesar 100% untuk rantai C_5 sampai C_{12} yang berisi 10 senyawa yang telah disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil analisis GCMS produk perengkahan katalitik secara kualitatif

Waktu retensi	Mr	Senyawa
3,233	100	n-heptana
3,283	98	3-metil-2-heksana
3,442	96	1-metilen-2,2,3-trimetil
3,658	114	2,5-dimetil-heksana
3,700	114	2,4-dimetil-heksana
3,750	98	Siklopentana
4,000	114	2,3,4-trimetil-pentana
4,300	114	2-metil-heptana
4,617	112	1,2-dimetil-sikloheksana
16,500	186	1,2,3,4-tetrametilsiklobutena

Pada Tabel 9. terlihat bahwa analisis kualitatif berhasil mengidentifikasi 10 senyawa yaitu alkana dan alkena sehingga dapat diketahui adanya proses pemutusan rantai C panjang pada polipropilen menghasilkan rantai C yang lebih pendek.

Simpulan

Katalis Ni-Mo/ZA yang telah dipreparasi mempunyai keasaman total 3,66 dan keasaman permukaan sebesar 0,73. Struktur kristal katalis Ni-Mo/ZA memiliki luas permukaan 44,850 m²/g, rerata jejari pori 14,998 Å, dan volume pori sebesar 33,632 x 10⁻³ cc/g. Kandungan Ni dan Mo dalam Ni-Mo/ZA berturut-turut 4,84 dan 4,51%, serta pengembangan Ni dan Mo tidak merusak kristalinitas zeolit. Temperatur optimum 400°C dan laju alir gas hidrogen 20 mL/menit. Dari hasil perengkahan didapat persentase konversi produk sebesar 81,78% dengan jumlah 10 senyawa yaitu alkana dan alkena sehingga dapat diketahui adanya proses pemutusan rantai C panjang pada polipropilen menghasilkan rantai C yang lebih pendek.

Daftar Pustaka

- Abdullah, M. & Khairurrijal. 2010. *Karakterisasi Nanomaterial Teori, Penerapan, dan Pengolahan Data*. Bandung: CV. Rezeki Putera
- Augustine, R.L. 1996. *Heterogeneous Catalysis for the Synthetic Chemist*. Marcel Dekker. Inc. New York
- Badriyah, L., Kadarwati, S. & Harjito. 2012. Pengaruh Temperatur pada Reaksi Hidrodenitrogenasi Piridin dengan Katalis Ni-Mo/ZA. *Indonesian Journal of Shemical Science*. UNNES: Semarang
- Bakrie, R., Utari, T. & Sari, I.P. 2008. Kaolin sebagai Sumber SiO₂ untuk Pembuatan Katalis Ni/SiO: Karakterisasi dan Uji Katalis pada Hidrogenasi Benzena menjadi Sikloheksena. *Makara Sains*. Volume 12. No.1: 37-43
- Daryoso, K., Wahyuni, S. & Saputro, S.H. 2012. Uji Aktivitas Katalis Ni-Mo/ZA pada reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastik (Polietilen). *Indonesian Journal of Chemical Science*. UNNES: Semarang
- Julianti, E. & Nurminah, M. 2006. *Teknologi Pengemasan*. Buku Ajar. Fakultas Pertanian Universitas Sumatra Utara
- Kadarwati, S. 2007. *Hidrogenitrogenasi Piridin Menggunakan Katalis Pt-Pd/Zeolit Alam*. Thesis. Yogyakarta. Program Studi S2 Kimia FMIPA UGM
- Kurniasari. 2001. Penyulingan, Pemrosesan dan Penggunaan Minyak Bumi. *Jurnal Kimia*. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sumatera Utara
- Liu, J., Cao, Z., dan Xu, X. 2006. Hydro-upgrading of FCC Gasoline on Ni-Mo-P/USY Catalyst. *Buletin of the Catalysis Society of India*
- Naimah, S., Nuraeni, C. dan Rumondang, I. 2012. Dekomposisi Limbah Plastik Polypropilene dengan Metode Pirolisis. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. Vol. 13. No. 3. Juni 2012. Hal: 226-229
- Rahayu, E., Priatmoko, S. dan Kadarwati, S. 2013. Konversi Minyak Sawit menjadi Biogasoline menggunakan Katalis Ni/ZA. *Indonesian Journal of Chemical Science*. UNNES Semarang
- Rodiansono, Trisunaryanti, W. dan Triyono. 2007. *Pembuatan, Karakterisasi dan Uji Aktivitas Katalis NiMo/Z dan NiMo/Z-Nb₂O₅ pada Reaksi Hidrorengkah Fraksi Sampah Plastik menjadi Fraksi Bensin*. Tesis S-2. UGM. Yogyakarta
- Saputri, I., Cahyono, E. & Kusumo, E. 2012. Peranan Katalis Fe³⁺-Zeolit Beta pada Reaksi Siklisasi-Asetilasi Sitronelal menjadi Isopulegil Asetat. *Indonesian Journal of Chemical Science*. UNNES Semarang
- Setyawan. 2002. 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)
- Syamsuddin, Y., Husin, H. & Aprilia, S. 2004. Proses Hidrocracking Residu Minyak Bumi dengan Menggunakan Katalis Komerisial Ni-Mo/Al₂O₃. *Jurnal Kimia*. Aceh Universitas Syiah Kuala
- Tadeus, A., Silalahi, I.H., Sayekti, E. & Sianipar, A. 2013. Karakterisasi Katalis Zeolit-Ni Regenerasi dan tanpa Regenerasi dalam Reaksi Perengkahan Katalitik. *JKK*. Vol. 2. (1): 24-29
- Tillotama, A.S., Nurjannah & Danawati, H.P. 2012. Produksi Biofuel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Au/HZSM-5 dan kompositnya. *Jurnal Teknik ITS*. Vol.1. No. 1. (September 2012).
- Trisunaryanti, W., Triwahyui, E. & Sudiono. 2005. Preparasi, Modifikasi dan Karakterisasi Katalis Ni-Mo/Zeolit Alam dan Mo-Ni/Zeolit Alam. *TEKNOIN*. Vol. 10. (4): 269-282
- Utomo, M. dan Pranjoto. 2003. *Penentuan Umur Katalis Pt/Zeolit pada Konversi Amil Alkohol menjadi Pentana*. Thesis. Yogyakarta: Program Pascasarjana UGM
- Wigiyatmo. 1995. *Pengaruh Perlakuan Beberapa Jenis Asam terhadap Kemampuan Adsorpsi Cd (II) oleh Zeolit*. Skripsi. UNNES. Semarang
- Yuanita. 2010. *Perengkahan Biogasoline dari Minyak Kelapa Sawit melalui Reaksi Perengkahan dengan Menggunakan Katalis Alumina*. Skripsi. Program Studi Teknik Kimia. Universitas Indonesia. Depok