

Studi Aktivitas Katalis Ni(II)/H₅NZA dan Co(II)/H₅NZA pada Perengkahan Katalitik Metil Ester Jatropa

Study of the Activity of Ni/H₅-NZA Catalyst and Co(II)/H₅NZA to Catalytic Cracking Methyl Ester Jatropa

Novita Andarini

Jurusan kimia FMIPA Universitas Jember

ABSTRACT

The catalytic activity of H₅NZA, Ni/H₅NZA and Co/H₅NZA converting methyl ester jatropa have been studied. The reaction was proceeded in flow fixed bed reactor that operated at the temperature of 450°C for 60 minutes using butanol as the catching-feed. The catalysts were prepared by acidifying of natural zeolite using HF 1%, HCl 6 M and NH₄Cl 0.1 M), it was then hydrothermally treated and calcinated with nitrogen. Finally, it is oxidized and impregnated by ion nickel and cobalt (2% w/w). Meanwhile, the methyl ester jatropa as feed stocks was prepared by reacting a jatropa oil with sodium methoxy. The catalytic process was done by placing a catalyst on the flow fixed bed reactor at the temperature of 450°C and flowing a methyl ester and butanol to the reactor for 60 minutes with a fixed flow rate. A liquid fraction have been produced and were then characterized using GC. The maximum percentage conversion of methyl ester was found to be 94.6891% using catalyst of zeolite acid H₅NZA which were indicated by a reduction signal of the original methyl ester. The selectivity of this catalyst was performed by the specific product on the retention time of <2.5 minutes. The modified catalysts which were impregnated by the ion Ni and Co shown their selectivity on range of retention time of 2.5-5.0 and 5.0-10 minutes respectively.

Keywords : Methyl ester jatropa, catalyst, zeolite, impregnation, Nickel and Cobalt

PENDAHULUAN

Jarak pagar (*Jatropha curcas*) berpotensi menghasilkan minyak nabati. Setiap 12,5 tonnya memiliki kandungan minyak sekitar 1.900 liter, karena biji maupun kulit buah jarak sama-sama memiliki kandungan minyak, yaitu masing-masing 33% dan 50%.

Minyak jarak merupakan salah satu anggota dari golongan lipid, yaitu lipid netral. Biji jarak mengandung 40–50% minyak jarak (*oleum ricini, kastrooli*) yang mengandung bermacam-macam trigliserida, asam palmitat, asam risinoleat, asam isorisinoleat, asam oleat, asam linoleat, asam linolenat, asam stearat, dan asam dihidroksistearat. Biji jarak mengandung alkaloida risinin, beberapa macam toksalbumin yang dinamakan risin (risin D, risin asam, dan risin basa), dan beberapa macam enzim diantaranya lipase. Komposisi asam lemak yang terdapat pada minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) ditunjukkan pada Tabel 1

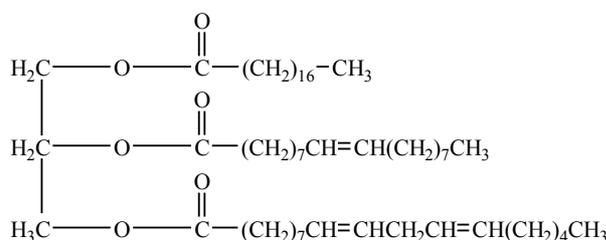
Minyak jarak (*J. curcas* L.) memiliki ciri khas yang unik antara lemak dan minyak, antara lain minyak jarak memiliki asam lemak

yang dihidroksilasi dengan C-18 dan 1 ikatan rangkap, mengandung asam risinoleat kira-kira 90% dari komposisi asam lemak, produk yang seragam dan relatif tetap tinggi untuk bahan yang terjadi secara alami. Minyak jarak tidak beracun, bersifat biodegradasi, dan merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui. Gugus hidroksil dalam minyak jarak mempunyai sifat-sifat fisik: viskositas relatif tinggi, gaya berat spesifik, kelarutan dalam alkohol pada berbagai perbandingan cukup tinggi, dan kelarutan terbatas dalam pelarut petroleum yang bersifat nonpolar. Kandungan kimia dalam minyak jarak terdiri dari gugus ester, ikatan rangkap, dan gugus hidroksil. Gugus ester, ikatan rangkap, dan gugus hidroksil dalam minyak jarak menyediakan situs reaksi sehingga berpotensi membentuk senyawa-senyawa turunan minyak jarak yang mempunyai sifat-sifat mirip dengan fraksi bensin sehingga minyak jarak (*J. curcas* L.) dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengganti bensin (www.groshea.com). Minyak jarak memiliki struktur α trigliserida yang ditunjukkan Gambar 1 serta Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi asam lemak pada minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.)

Jenis Asam Lemak	Rumus Molekul	Komposisi (%)
Asam lemak jenuh:		
asam miristat	C13H27COOH	0.0-0.1
asam palmitat	C15H31COOH	14.1-15.3
asam stearat	C17H35COOH	3.7-9.8
asam arachidat	C19H39COOH	0.0-0.3
asam behenat	C21H43COOH	0.0-0.2
Asam lemak tak jenuh:		
asam palmitoleat	C15H29COOH	0.0-1.3
asam oleat	C17H33COOH	34.3-45.8
asam linoleat	C17H31COOH	29.0-44.2
asam linolenat	C17H29COOH	0.0-0.3

Sumber: Güibitz *et al.* dalam Manurung (2005).



Gambar 1. Struktur umum dari minyak jarak.

Minyak jarak dapat diolah menjadi senyawa fraksi bahan bakar cair dengan menggunakan dua cara, yaitu: pirolisis dan perengkahan katalitik. Perengkahan katalitik sangat menguntungkan karena tidak membutuhkan suhu yang terlalu tinggi (Nurcahyo 2005). Menurut Ma (1999), Pioch *et al.* telah mempelajari perengkahan katalitik minyak nabati menjadi *biofuel* yang menghasilkan lebih banyak fraksi *biogasoline* daripada fraksi *biodiesel*. Pada suhu 450°C, perengkahan minyak nabati dengan katalis SiO₂/Al₂O₃ lebih banyak menghasilkan fasa gas, cair dan padat dengan berat molekul yang lebih rendah daripada perengkahan minyak bumi. Sang (2003) melakukan perengkahan katalitik terhadap metil ester palm oil dengan katalis zeolit mikromesopori pada suhu 450°C menghasilkan fraksi *biogasoline* sebesar 48% b/v.

Zeolit alam dapat digunakan sebagai bahan pengemban logam aktif untuk katalis. Zeolit alam di Indonesia banyak mengandung silika alumina amorf dan kristal mordenit, yang dengan cara aktivasi dan modifikasi zeolit akan mempunyai aktivitas kerja yang baik untuk proses perengkahan (Trisunaryanti *et al.* 1996).

Keuntungan zeolit sebagai pengemban ini dikarenakan zeolit mempunyai struktur berpori, mempunyai luas permukaan yang tinggi, harganya murah, serta mudah diperoleh.

Pengembanan logam transisi pada zeolit mempunyai tujuan untuk memperbanyak jumlah situs aktif (*active site*). Keadaan seperti ini diharapkan pada saat proses konversi, kontak antara reaktan dengan katalis diharapkan akan semakin besar, sehingga reaksi akan berjalan dengan cepat dan produk cepat terbentuk. Adapun tujuan lain digunakannya pengembanan ion logam adalah untuk mengatur jumlah logam yang dibutuhkan dan meningkatkan aktivitas katalis agar dapat bekerja dengan baik (Anderson & Boudart 1981).

Penggunaan zeolit alam yang telah diaktivasi dan dimodifikasi ion logam Ni (II) dan Co (II) sebagai katalis untuk perengkahan minyak jarak dipelajari dalam penelitian ini.

METODE

Pembuatan katalis H₅NZA

Zeolit alam dari PT. Prima Zeolita, Wonosari, Yogyakarta, dibersihkan kemudian dihaluskan

hingga diperoleh serbuk, selanjutnya dikalsinasi dengan mengalirkan gas nitrogen pada suhu 500°C selama 4 jam. Proses selanjutnya adalah mengoksidasi zeolit dengan gas oksigen pada suhu 400°C selama 1,5 jam sehingga diperoleh zeolit NZ. Setelah itu zeolit NZ direndam dalam larutan HF 1% dengan perbandingan volume 1:2 dalam gelas beaker selama 10 menit pada suhu kamar. Kemudian disaring dan dicuci berulang-ulang dengan akuades sampai pH 6. Endapan NZ kemudian direfluks dengan menggunakan HCl 6M selama 30 menit pada suhu 90°C sambil diaduk dengan pengaduk. Setelah itu dilanjutkan dengan penyaringan dan pencucian dengan akuades hingga pH 6, kemudian dikeringkan dan dihaluskan. Proses selanjutnya adalah penambahan NH₄Cl 1M ke dalam zeolit kemudian dipanaskan pada suhu 90°C selama 3 jam setiap hari selama satu minggu sambil diaduk setiap satu jam selama pemanasan. Setelah itu, disaring dan dicuci dengan akuades hingga pH 6, kemudian dikeringkan dan dihaluskan. Selanjutnya dipanaskan pada suhu 500°C selama 4 jam dalam kolom lalu didinginkan kembali sehingga diperoleh katalis NZA.

Katalis NZA kemudian diberi perlakuan hidrotermal selama 5 jam dengan suhu 500°C, kemudian dikalsinasi dengan dialiri gas nitrogen selama 3 jam pada suhu 500°C dan dilanjutkan dengan oksidasi menggunakan gas oksigen selama 2 jam pada suhu 400°C hingga diperoleh katalis H₅NZA

Pembuatan katalis Ni(II)/H₅NZA dan Co(II)/H₅NZA

Pembuatan katalis Ni(II)/H₅NZA dan Co(II)/H₅NZA dilakukan dengan cara pengembanan kation Ni²⁺ dan Co²⁺ dalam katalis melalui proses impregnasi dengan metode semi basah, yaitu dengan cara mencampur katalis H₅NZA dengan larutan NiSO₄.6H₂O untuk memperoleh katalis Ni(II)/H₅NZA dan Co(NO₃)₂.6H₂O untuk memperoleh katalis Co(II)/H₅NZA pada suhu 90°C sambil diaduk sampai terbentuk serbuk. Setelah selesai, sampel katalis dikalsinasi dengan gas nitrogen pada suhu

500°C selama 3 jam. Pada proses kalsinasi, sampel katalis ditempatkan dalam reaktor aktivasi dan dipanaskan pelan-pelan hingga suhu 500°C sambil dialiri gas nitrogen. Setelah suhu mencapai 500°C, dipertahankan selama 3 jam, dilanjutkan dengan proses oksidasi dengan cara mengalirkan gas oksigen, suhu 500°C selama 2 jam sehingga diperoleh katalis Ni(II)/H₅NZA dan Co(II)/H₅NZA.

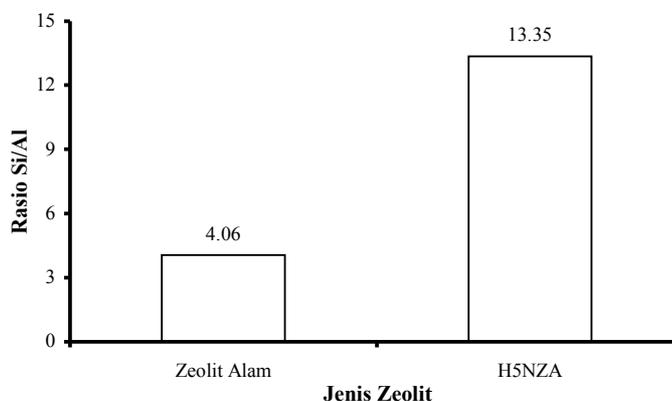
Uji aktivitas katalis

Sampel katalis sebanyak 4 gram dimasukkan ke dalam kolom reaktor perengkah sistem *flow fixed-bed* dan 7,5 mL sampel minyak jatropha yang telah diesterkan (metil ester *jatropha*) dimasukkan ke dalam reaktor umpan. Pemanas kolom (*furnace*) reaktor, tempat katalis dan umpan ester *jatropha* (*feedstocks*) dipanaskan hingga temperatur 450°C dengan mengatur regulator tegangan. Selanjutnya gas nitrogen dialirkan pelan-pelan dengan kecepatan alir ± 5 mL/detik bersama 5 ml uap umpan pancingan (butanol) sehingga melewati ester *jatropha* dan katalis. Selama proses perengkahan berlangsung botol penampung produk dan selang dari pipa kaca ulir didinginkan dengan pendingin es dan garam. Proses reaksi dilakukan selama 1 jam, setelah itu produk atau *organic liquid product* (OLP) dianalisis dengan menggunakan GC.

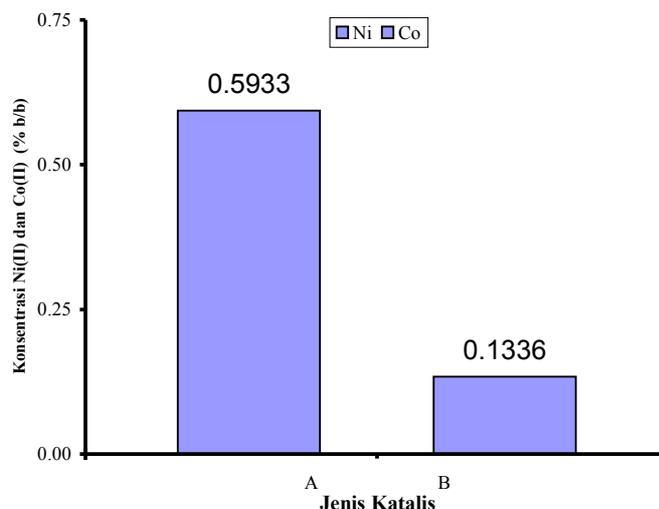
HASIL DAN PEMBAHASAN

Rasio Si/Al katalis

Kandungan utama kristal zeolit alam Wonosari adalah modernit dengan ratio Si/Al 4,06 (Trisunaryanti 2005). Zeolit dengan kandungan Al yang tinggi kurang stabil terhadap temperatur tinggi. Proses perengkahan katalitik biasanya dilakukan pada suhu yang relatif tinggi, oleh karena itu diperlukan serangkaian proses untuk dapat meningkatkan ratio Si/Al dengan cara aktivasi dan modifikasi zeolit alam melalui perlakuan asam dan hidrotermal.



Gambar 2. Histogram rasio Si/Al zeolit.



Gambar 3. Histogram konsentrasi Ni(II) dan Co(II) terimpregnasi.

Berdasarkan Gambar 2 dapat dijelaskan bahwa ratio Si/Al meningkat setelah mengalami perlakuan asam dan hidrotermal menjadi 13,35. Peningkatan ratio Si/Al terjadi karena proses dealuminasi yaitu proses pelepasan Al dari dalam kerangka zeolit keluar kerangka zeolit (Al_2O_3). Pada umumnya peristiwa dealuminasi juga diikuti juga dengan peristiwa dekationisasi dan penurunan ukuran pori serta meningkatkan kestabilan struktur kerangka. Kestabilan struktur kerangka inilah yang menjadi salah satu faktor H_5NZA untuk digunakan sebagai katalis sekaligus pengemban logam yang dapat menambah aktivitas dan selektivitas dalam perengkahan katalitik.

Pengembanan Ni(II) dan Co(II) dalam H_5NZA

Masing-masing ion logam Ni(II) dan Co(II) diembankan ke dalam H_5NZA untuk meningkatkan kinerja katalis. Pengembanan logam dilakukan dengan metode impregnasi semi basah dan hasil impregnasi dengan ion logam diukur dengan spektroskopi serapan atom. Berdasarkan Gambar 3 yang disajikan dapat dilihat bahwa ion logam yang terimpregnasi sangat kecil dibandingkan dengan konsentrasi total yang diimpregnasikan yaitu 2% b/b. Hal ini dapat dipahami karena rendahnya konsentrasi Al yang bermuatan parsial negatif dalam struktur kerangka mengakibatkan kecilnya interaksi Ni(II) dan Co(II).

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa Ni(II) yang terimpregnasi lebih besar dibandingkan dengan Co(II), hal ini dimungkinkan karena

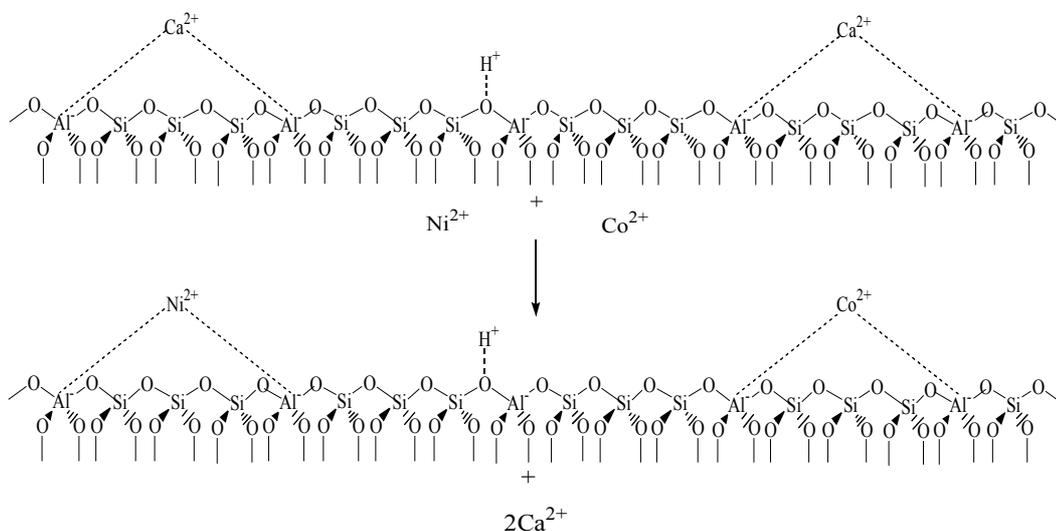
faktor jari-jari ion. Kation Ni(II) yang memiliki jari-jari 69 pm yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan jari-jari Co(II) yang memiliki jari-jari 72 pm lebih mudah berdifusi ke dalam rongga pori H_5NZA untuk berikatan dengan Al dalam kerangka H_5NZA .

Gambar 4 menunjukkan terjadinya pertukaran ion saat proses impregnasi. Saat terjadi proses pertukaran ion tidak terjadi perubahan ratio Si/Al karena adanya stabilitas struktur kerangka H_5NZA yang tinggi.

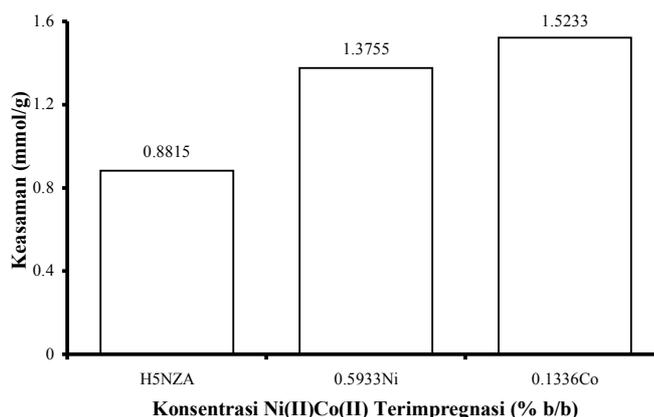
Keasaman katalis

Tingkat keasaman katalis menggambarkan banyaknya jumlah situs asam Bronsted dan asam Lewis. Pengukuran tingkat keasaman dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri. Metode gravimetri dilakukan berdasarkan selisih berat sesudah dan sebelum mengadsorpsi gas amonia. Jadi keasaman diukur berdasarkan jumlah gas amonia yang teradsorpsi pada permukaan katalis dalam setiap berat katalis yang akan diukur keasamannya.

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa dengan mengimpregnasikan ion logam ke dalam katalis H_5NZA dapat meningkatkan keasaman katalis. Hal ini dapat dipahami karena ion logam Ni(II) dan Co(II) merupakan asam Lewis, sehingga akan menambah jumlah situs asam. Pengaruh keasaman pada katalis yang terimpregnasi oleh ion Co(II) lebih besar dibandingkan ion logam Ni(II), hal ini dapat dilihat bahwa dengan konsentrasi ion logam yang lebih rendah meningkatkan keasaman yang lebih tinggi.



Gambar 4. Substitusi kation NI(II) dan Co(II) dalam H₅NZA.



Gambar 5. Histogram hubungan konsentrasi Ni(II) dan Co(II) terhadap keasaman.

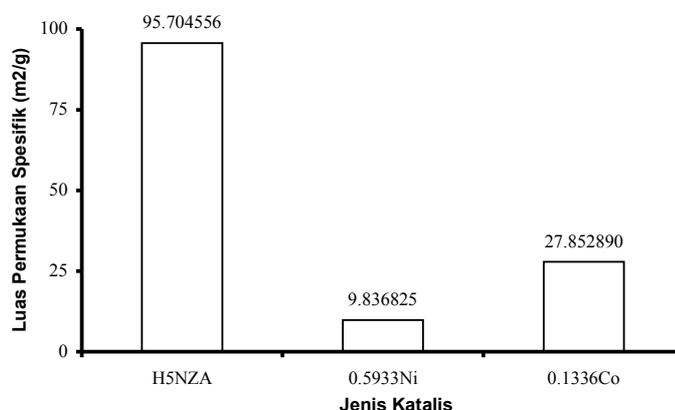
Hal ini dimungkinkan karena pada pertukaran ion logam Ni(II) pada katalis H₅NZA, menghasilkan ion Ni(II) yang terimpregnasi besar sehingga ada kemungkinan juga ion H⁺ juga tersubstitusi oleh ion logam Ni(II). Sedangkan pada ion logam Co(II) rendah dan dimungkinkan substitusi ion H⁺ juga sedikit. Oleh sebab itu pada Ni(II)/H₅NZA situs asam Bronstednya berkurang sehingga total keasamannya lebih rendah dibanding Co(II)/H₅NZA.

Luas permukaan spesifik, frekuensi distribusi pori dan volume total pori

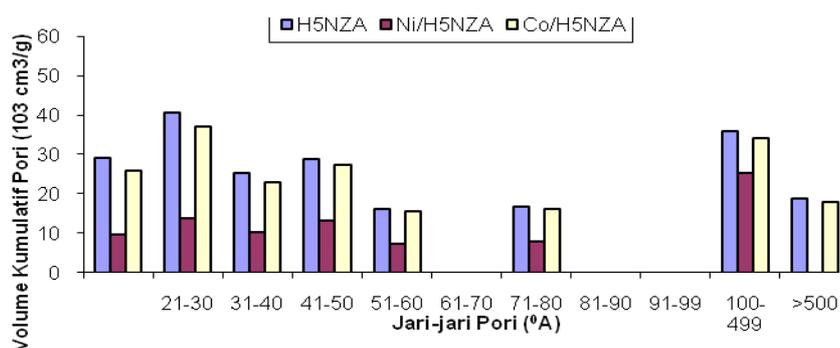
Luas permukaan pori spesifik didefinisikan sebagai luas permukaan katalis yang terdapat dalam satuan berat katalis. Luas permukaan

yang tinggi merupakan syarat untuk memperoleh aktivitas yang tinggi. Distribusi ukuran pori menggambarkan banyaknya pori pada daerah mikropori, mesopori maupun makropori. Ukuran pori menjadi hal yang penting karena dapat menyebabkan tahanan difusi yang mempengaruhi mudahnya reaktan masuk ke sisi aktif dan kemudahan pelepasan produk. Hal ini dapat mempengaruhi laju dan selektivitas reaksi.

Semakin banyak pori, maka luas permukaan spesifik meningkat. Volume total pori katalis pada umumnya juga meningkat. Volume total pori menggambarkan jumlah volume keseluruhan pori katalis yang terdistribusi pada daerah mikropori, mesopori maupun makropori.



Gambar 6. Histogram pengaruh konsentrasi Ni(II) dan Co(II) terimpregnasi terhadap luas permukaan spesifik.



Gambar 7. Distribusi ukuran pori katalis.

Sebagaimana dalam Gambar 6 dapat dilihat bahwa pengembanan ion logam pada katalis H₅NZA menyebabkan penurunan luas permukaan spesifik. Impregnasi ion logam juga menurunkan volume total pori dan meningkatkan rata-rata jejari pori seperti nampak dalam Tabel 2. Penurunan volume total pori dan peningkatan rata-rata jejari pori sebanding dengan penurunan luas permukaan spesifik katalis.

Penurunan volume total pori mungkin disebabkan oleh ion logam yang masuk ke dalam pori sehingga menutup pori-pori katalis atau mengurangi volume pori pengemban. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7 yang menunjukkan terjadinya penurunan jumlah pori setelah katalis H₅NZA terimpregnasi ion logam. Penurunan luas permukaan spesifik dan volume total pori pada Ni(II)/H₅NZA lebih

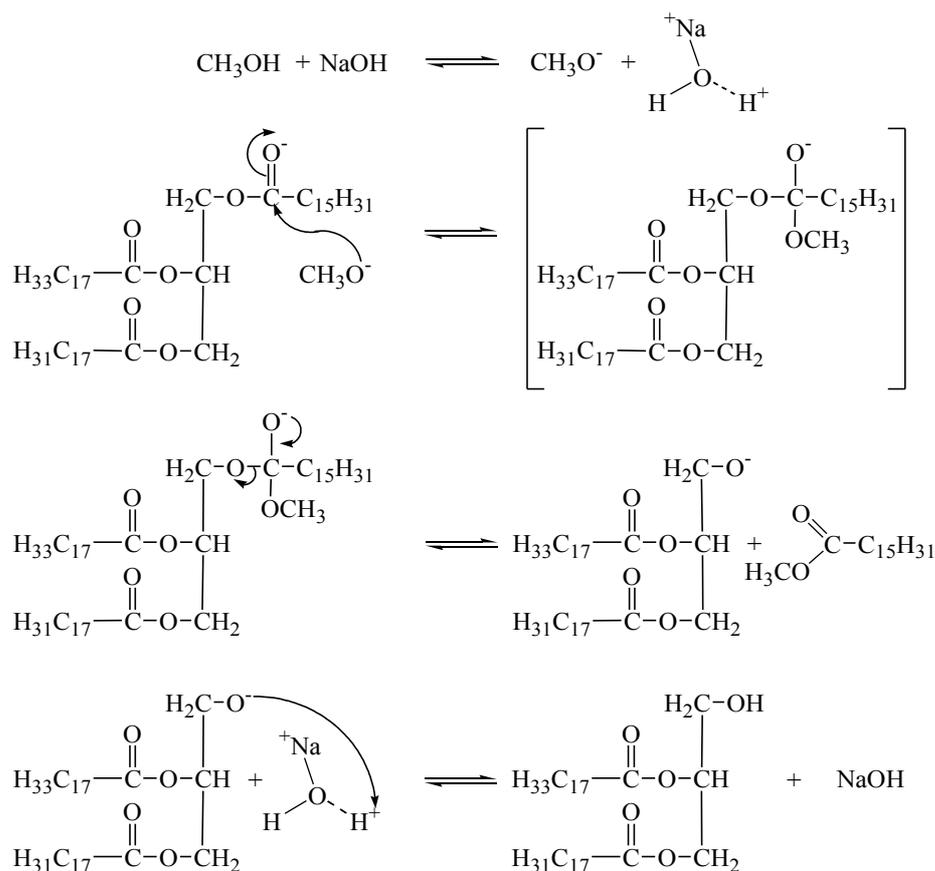
besar dibandingkan pada Co(II)/H₅NZA karena ion logam yang terimpregnasi lebih banyak. Sedangkan peningkatan rata-rata jejari pori pada katalis yang terimpregnasi ion logam karena terjadi penurunan pada distribusi ukuran pori di daerah mikropori dibandingkan makropori. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 7 yang menunjukkan penurunan pori yang tinggi di daerah mikropori yang terlihat jelas penurunannya pada katalis Ni(II)/H₅NZA karena besarnya konsentrasi Ni(II) pada katalis Ni(II)/H₅NZA.

Transesterifikasi minyak jarak

Minyak jarak diperoleh dengan cara ekstraksi mekanik yaitu mengepres tepung daging buah biji jarak hingga minyak jarak terpisah. Sebelum proses ekstraksi, biji jarak terlebih dulu dipecah untuk mendapatkan daging buah.

Tabel 2. Hubungan luas permukaan spesifik, rata-rata jejari pori, volume total pori.

No. Jenis Katalis	Luas Permukaan Spesifik (m ² /g)	Rata-rata Jejari Pori (Å)	Volume Total Pori (10 ⁻³ cm ³ /g)
1. H ₅ NZA	95.704556	11.408656	54.593017
2. Ni(II)/ H ₅ NZA	9.836825	20.679522	10.171042
3. Co/H ₅ NZA	27.852890	17.471894	24.332137



Gambar 8. Mekanisme transesterifikasi minyak jarak (*J. curcas* L.) dengan metanol menggunakan katalis NaOH.

Setelah itu daging buah biji jarak dioven pada suhu 105°C untuk menguapkan air yang terkandung di dalamnya. Minyak yang diperoleh merupakan ekstrak kasar karena tidak dilakukan pemurnian.

Ekstrak kasar minyak jarak selanjutnya dikonversi menjadi metil ester yang dikatalisis oleh basa alkoholik. Proses metilesterifikasi dimaksudkan untuk efisiensi perengkahan katalitik meliputi waktu reaksi yang lebih cepat serta suhu yang lebih rendah jika dibandingkan dalam bentuk trigliserida (Kreutzer 1984 dalam

Ma 1999) dan reaksi yang terjadi merupakan reaksi kesetimbangan (Demirbas 2002).

Menurut Eckey (1956) dalam Ma (1999), mekanisme transesterifikasi yang dikatalisis oleh basa alkoholik berlangsung melalui tiga tahap. Mekanisme reaksi metilesterifikasi dapat dilihat dari Gambar 8, yaitu reaksi antara metanol dengan NaOH menghasilkan ion metoksida dan NaOH yang terprotonasi, diikuti serangan nukleofilik metoksida terhadap gugus karbonil trigliserida yang dimasukkan dalam larutan NaOH alkoholik dan membentuk

intermediet tetrahedral, sehingga akan terbentuk metil ester dan digliserida secara bersamaan. Selanjutnya katalis NaOH terdeprotonasi membentuk spesies aktif kembali yang siap bereaksi dengan metanol untuk memulai siklus katalisis. Digliserida dan monogliserida akan terkonversi melalui mekanisme yang sama dan menghasilkan campuran metil ester dan gliserol.

Menurut Akintayo (2003) dalam Manurung (2005) persentase asam lemak yang terkandung dalam minyak jarak (*J. curcas L.*) secara berurutan dari yang terbesar adalah asam oleat, asam linoleat, asam palmitat, asam stearat. Sebagaimana yang disajikan pada Gambar 9 yang merupakan hasil kromatogram metil ester minyak jarak terdapat enam puncak dengan empat puncak merupakan komposisi yang memiliki waktu retensi (t_r) dan konsentrasi terbanyak. Kromatografi Gas dilakukan pada kondisi sebagai berikut :Temperatur Kolom: $T_{awal}= 200^{\circ}\text{C}$ (5 menit), $T_{akhir}= 300^{\circ}\text{C}$ (kenaikan $10^{\circ}\text{C}/\text{menit}$); jenis detektor: FID; jenis kolom: HP 5; temperatur detektor: 300°C ; temperatur Injektor: 280°C ; gas pembawa: He Split 60 Kpa; Jenis Kolom: 5% Phenyl Methyl Siloxane.

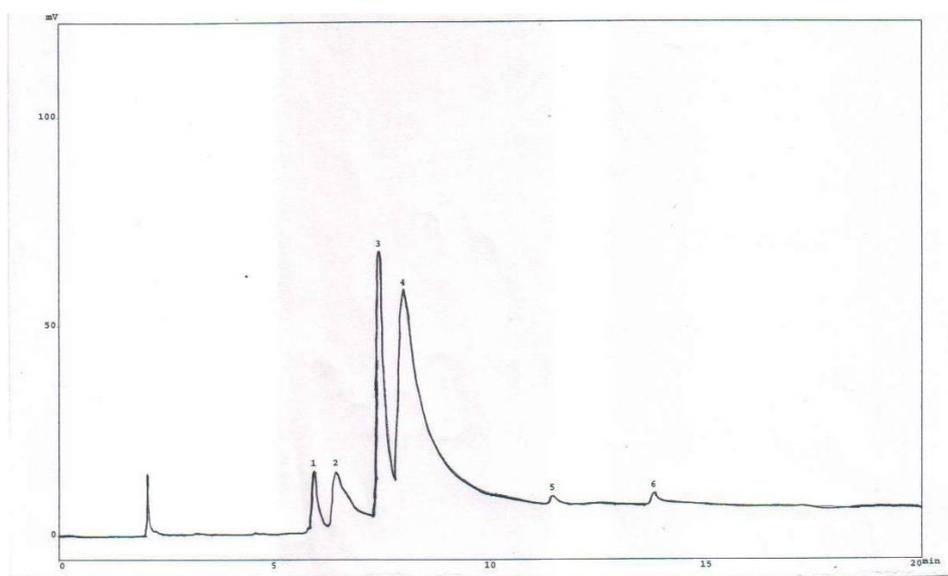
Aktivitas dan selektivitas katalitik katalis Ni(II)/H₅NZA dan Co(II)/H₅NZA

Aktivitas katalitik menggambarkan kemampuan katalis dalam menghasilkan senyawa baru. Nilai aktivitas disini merupakan persentase jumlah konsentrasi senyawa baru

hasil perengkahan katalitik metil ester jatropha dibagi dengan jumlah konsentrasi metil ester jatropha awal.

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa katalis H₅NZA memiliki aktivitas terbesar dibandingkan dengan katalis yang terimpregnasi logam. Hal ini disebabkan karena luas permukaan katalis H₅NZA paling tinggi, akan tetapi katalis Ni(II)/H₅NZA dengan luas permukaan yang cukup rendah dapat mengkonversi metil ester jatropha cukup tinggi. Fenomena ini menunjukkan bahwa tidak hanya luas permukaan saja yang mempengaruhi besarnya konversi metil ester jatropha tetapi ion logam yang terimpregnasi juga mempengaruhi efektivitas frekuensi tumbukan dalam menghasilkan produk.

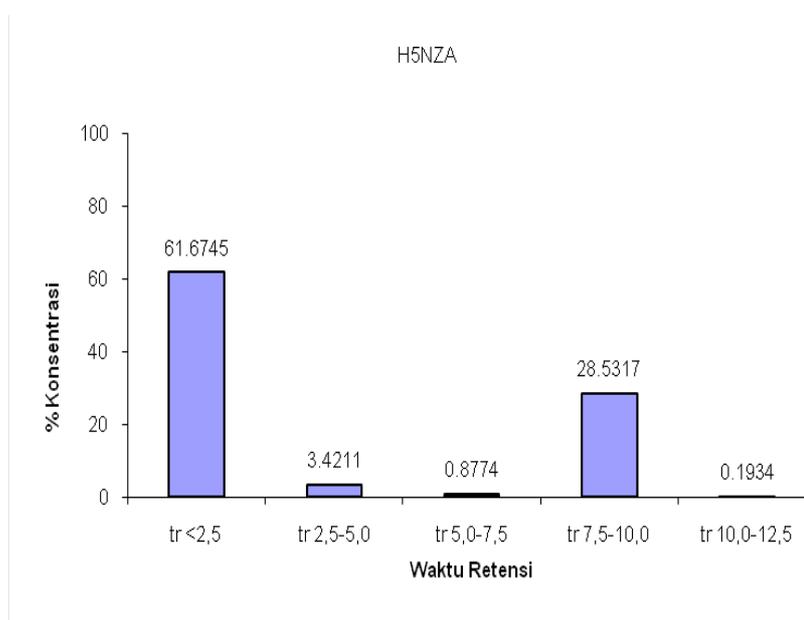
Dengan demikian dapat dikatakan bahwa aktivitas katalis dalam perengkahan katalitik sebanding dengan luas permukaan spesifik. Luas permukaan spesifik dalam reaksi perengkahan katalitik berperan memberikan tempat untuk reaktan secara fisisorpsi sebagai media terjadinya tumbukan sehingga menjadi efektif dan efisien dalam menghasilkan produk reaksi. Luas permukaan spesifik katalis yang tinggi akan meningkatkan kecepatan dalam mengadsorpsi reaktan untuk mencapai kesetimbangan. Sedangkan pengaruh impregnasi dalam katalis logam pengemban dapat meningkatkan daya adsorpsi, hal ini dapat dipahami karena logam transisi memiliki orbital *d* yang belum penuh terisi elektron.



Gambar 9. Kromatogram metil ester jatropha.

Tabel 3. Aktivitas katalitik Ni(II)Co(II)/H₅NZA.

No. Jenis Katalis	Konsentrasi Logam (% b/b)		Luas Permukaan Spesifik (m ² /g)	Aktivitas Katalitik (%)
	Nickel	Cobalt		
1. H ₅ NZA	-	-	95.704556	94.6891
2. Ni-/ ₅ NZA	0.5933	0.0000	9.836825	52.7761
3. Co/H ₅ NZA	0.0000	0.1336	27.852890	72.4382



Gambar 10. Jumlah konsentrasi produk fraksi *Range* waktu retensi hasil perengkahan katalitik katalis H₅NZA.

Reaksi perengkahan katalitik menggunakan katalis heterogen berlangsung melalui pembentukan karbokation pada tahap inisiasi, semakin tinggi keasaman katalis berarti situs aktif dari katalis (asam Bronsted dan asam Lewis) menjadi semakin banyak jumlahnya. Namun, fenomena yang terjadi menunjukkan bahwa jumlah konsentrasi Ni(II) dan Co(II) terimpregnasi lebih berpengaruh dalam pembentukan produk melalui senyawa intermediet. Sifat kimiawi dari Ni(II) dan Co(II) yang terimpregnasi lebih mempengaruhi aktivitas katalitik dalam pembentukan produk daripada sifat keasaman total katalis.

Selektivitas katalis didefinisikan sebagai kemampuan katalis untuk mengarah pada jenis produk tertentu atau yang dikehendaki dari sejumlah kemungkinan jenis produk yang

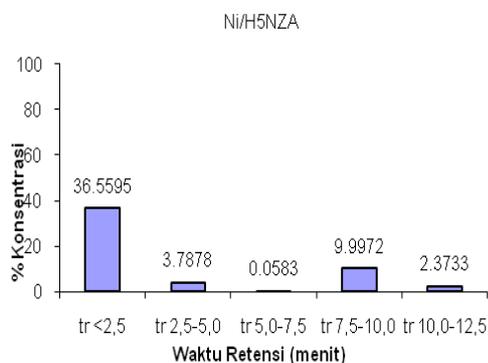
terbentuk dalam reaksi katalitik. Katalis H₅NZA menunjukkan selektivitas perengkahan katalitik pada produk fraksi rantai karbon pendek dengan daerah tr <2,5 menit tinggi yaitu sebesar 61,6745% sebagaimana yang disajikan pada gambar 10. Hal ini bisa dipahami mengingat jejari pori pada katalis H₅NZA memiliki ukuran mikropori yang tinggi dibandingkan katalis yang diimpregnasi dengan ion logam. Sedangkan senyawa produk dengan range tr <2,5 menit menurun dengan pengembunan ion logam Ni (II) ataupun Co (II) pada katalis seperti yang tampak pada gambar 11 dan 12. Hal ini menunjukkan pengaruh impregnasi Ni(II) dan Co(II) mengurangi produk fraksi dengan rantai karbon pendek. Namun terjadi peningkatan jumlah konsentrasi produk perengkahan pada tr 2,5-5,0 menit oleh

katalis Ni(II) dan Co(II)/H₅NZA. Pengaruh impregnasi Ni(II) dan Co(II) dalam meningkatkan perengkahan katalitik melalui pembentukan intermediat yang cukup kuat antara katalis dengan reaktan. Menurut Campbell (1988), terbentuknya ikatan melalui proses kemisorpsi yang cukup kuat akan menghasilkan fraksi penutupan permukaan katalis oleh reaktan yang relatif lebih tinggi. Karakter orbital *d* terdegenerasi yang lebih berkarakter *sp* menyebabkan pembentukan ikatan intermediat yang cukup kuat. Ikatan intermediat yang kuat menyebabkan produk sulit terlepas dari permukaan katalis sehingga peluang bagi reaktan lain teradsorpsi untuk mengalami reaksi menjadi menurun. Selain itu diduga produk yang sulit terlepas dapat mengalami reaksi lebih lanjut dengan reaktan menghasilkan produk fraksi dengan rantai karbon yang lebih panjang.

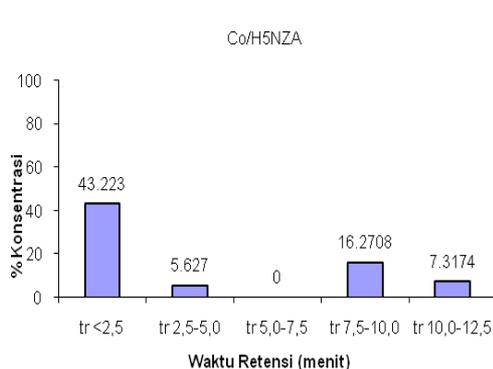
Katalis Ni(II) dan Co(II) juga lebih selektif terhadap produk senyawa fraksi dalam daerah tr 10,0-12,5 menit dibandingkan dengan katalis H₅NZA. Secara umum dapat dikatakan bahwa selektivitas produk dari katalis yang diimpregnasi oleh ion logam adalah pada daerah tr 2,5-5,0 dan tr 10-12,5 menit. Namun selektivitas terbesar diperoleh dari katalis yang diimpregnasi oleh ion logam Ni(II) dibandingkan ion logam Co(II). Hal ini juga bisa dihubungkan dengan lebih tingginya luas permukaan spesifik dan jumlah total keasaman katalis ion logam Co(II) dibandingkan katalis ion logam Ni(II).

Penurunan konsentrasi fraksi pada tr<2,5 menit mengakibatkan peningkatan konsentrasi fraksi pada daerah tr lebih tinggi. Sebagaimana diketahui bahwa katalis yang dibuat mempunyai distribusi pori pada daerah mikromesopori dimana jumlah distribusi pori pada daerah mikromesopori dapat menjadi faktor yang mempengaruhi dalam difusi masuknya reaktan ke dalam pori dan difusi keluarnya produk dari dalam pori setelah proses perengkahan katalitik. Sehingga reaktan yang lebih kecil dari ukuran pori dapat masuk dan bereaksi, sedangkan reaktan dengan ukuran lebih besar dari ukuran pori tidak dapat masuk ke dalam pori katalis. Lebih lanjut Mortimer (2002) menjelaskan bahwa pengaruh kepolaran terhadap penyerapan molekul reaktan lebih kecil daripada pengaruh ukuran pori. Selain itu ukuran pori berpengaruh pada difusi keluarnya produk dari pori katalis, produk yang berdifusi cepat atau lambat akan mengalami

kesetimbangan sesuai dengan prinsip Le Chatelier (Guisnet & Gilson 2002).



Gambar 11. Jumlah konsentrasi produk hasil perengkahan katalitik katalis Ni/H₅NZA.



Gambar 12 Jumlah konsentrasi produk hasil Perengkahan katalitik katalis Co/H₅NZA.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan bahwa katalis H₅NZA dalam perengkahan katalitik metil ester jatropa dengan reaktor fluid fixed bed dengan umpan pancing butanol pada suhu 450°C memiliki aktivitas katalitik tertinggi yaitu 94,9798% dibandingkan dengan katalis Ni(II)/H₅NZA dan Co(II)/H₅NZA yaitu 52,7761% dan 72,4382%. Katalis H₅NZA menunjukkan selektivitas pada produk fraksi rantai karbon pendek pada range tr <2,5 menit dan katalis yang diimpregnasi dengan ion logam Ni(II) dan Co(II) lebih selektif terhadap produk pada daerah tr 2,5-5,0 dan tr 10,0-12,5 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson JR & Boudart M. 1981. *Catalysis Science and Technology*. First Edition. Berlin: Springer Verlag.
- Augustine RL. 1996. *Heterogeneous Catalysis for the Synthetic Chemist*. New York: Marcell Dekker Inc.
- Campbell IM. 1988. *Catalysis at Surface*. New York: Chapman and Hall Ltd.
- Guisnet M & Gilson JP. 2002. *Zeolite for Cleaner Technologies*. 1st Edition. London: Imperial College Press.
- Ma F & Hanna MA. 1999. Biodiesel production: a review. In *Bioresource Technology*. **70**: 1-15.
- Manurung R. 2005. *Straight Jatropha Oil*. Yogyakarta: Gajah Mada University.
- Mortimer M & Taylor P. 2002. *The Molecular World: Chemical Kinetics and Mechanism*. Cambridge: The Open University.
- Nurchahyo IF dkk. 2005. *Karakterisasi Katalis Monometal dan Bimetal yang Teremban dalam Zeolit Alam Aktif menggunakan Metode Adsorpsi Amonia dan Nitrogen*. Prosiding Seminar Nasional Kimia II. Hal: 122-131.
- Prakash CB. 1998. *A Critical Review of Biodiesel as A Transportation Fuel in Canada*. Canada: GCSI - Global Change Strategies International Inc.
- Sang OY. 2003. Biofuel Production from Catalytic Cracking of Palm Oil” In *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization, and Environmental Effect*. **25** (9):859 – 869.
- Trisunaryanti. 1996. Characterization and Modification of Indonesian Natural Zeolites and Their Properties for Hydrocracking of Paraffin. *Journal of The Japan Petroleum Institute*. **39**:20-25.
- Trisunaryanti W. 2005. *Pengaruh Perlakuan Asam Klorida terhadap Karakter Zeolit Alam Wonosari dan Uji Aktivitas Katalitiknya untuk Perengkahan n-Heksadekana*. Prosiding Seminar Nasional Kimia II. Hal: 112-121.