



## PROSIDING

### SEMINAR NASIONAL KIMIA DAN PENDIDIKAN KIMIA III

"Teori dan Aplikasi Sains dalam Isu Globalisasi Lingkungan, Profesionalisasi Pembelajaran dan Kewirausahaan"

Program Studi Pendidikan Kimia Jurusan PMIPA FKIP UNS  
Surakarta, 7 Mei 2011



MAKALAH PENDAMPING

KIMIA FISIKA  
(Kode : C-11)

ISBN : 978-979-1533-85-0

## PEMECAHAN BERKATALIS (CATALYTIC CRACKING) DARI MINYAK SAWIT MENJADI BAHAN BAKAR PENGGANTI

Muhammad Ali

Jurusan Kimia Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran, Bandung, Indonesia

Telp : 08122115204 email : [ali\\_chem30@yahoo.com](mailto:ali_chem30@yahoo.com)

### Abstrak

Minyak nabati telah banyak dijadikan subjek kajian sebagai bahan pengganti minyak bumi yang kini semakin hari semakin habis. Pada laporan ini dipaparkan hasil penyelidikan pemecahan berkatalis minyak sawit olein menjadi senyawa-senyawa hidrokarbon. Katalis yang digunakan yaitu zeolit sintetis Y (Na Y) dan zeolit tertukar yaitu  $\text{NH}_4\text{-Y}$ , Ca-Y, Cu-Y, Mg-Y dan Fe-Y. Aktivasi katalis dilakukan pada suhu  $500\text{ }^\circ\text{C}$  selama 5 jam. Analisis hasil pemecahan berupa produk gas dan cair. Umumnya produk gas terdiri dari hidrokarbon  $\text{C}_3$  dan  $\text{C}_4$ , sedangkan produk cair berupa hidrokarbon  $\text{C}_9$ ,  $\text{C}_{12}$  dan  $\text{C}_{15}$ . Dari hasil penyelidikan ini dapat disimpulkan bahwa minyak nabati dapat dijadikan bahan bakar pengganti minyak bumi.

**Kata kunci :** pemecahan berkatalis, zeolite Y, bahan bakar pengganti

### PENDAHULUAN

Sejak belakangan ini, para pakar telah menyadari bahwa petroleum yang digunakan sebagai sumber tenaga akan habis pada suatu hari nanti. Akibat daripada itu, penyelidikan telah dilakukan untuk mencari bahan ganti lain yang menyerupai hidrokarbon. Usaha ini telah digiatkan sejak Krisis Minyak Dunia Kedua pada tahun 1977. Akhirnya, minyak nabati (minyak sawit) salah satunya terpilih sebagai bahan pengganti.

Kobayashi (1921), Mailhe (1923), dan Sato (1927) telah memecahkan minyak soya, minyak kelapa dan stearin dengan tanah liat koalin jepang pada suhu  $700\text{ }^\circ\text{C}$ . Mailhe memanaskan campuran minyak teruap dengan  $\text{MgO}$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Cu}$ , dan  $\text{Ba}$  pada julat suhu  $400\text{ }^\circ\text{C}$  -  $500\text{ }^\circ\text{C}$ . Pada tahun 1922 dan 1923, beliau telah berhasil mendapat hasil hidrokarbon linear siklik dan aromatik.

Banyak kajian telah dibuat ke atas penggunaan jenis zeolit terhadap proses pemecahan. Adreas dan Johanner telah menggunakan zeolit jenis X untuk memecahkan alkana ringan. Beliau telah mendapati pemecahan n-buatan dan n-heksana memenuhi mekanisme pemecahan pada pusat asam Bronsted. Pertambahan kekuatan asam bagi zeolit akan berlaku dengan menukarkan Na pada zeolit dengan ion  $\text{NH}_4^+$ . J. Abbott menyatakan pengisomeran dan pemecahan sikloheksana atas zeolit HY berlaku di pusat asam Bronsted. Bagi jenis katalis yang lain, pusat Lewis memainkan peran dalam pengisomeran hidrokarbon.

Kajian pemecahan berkatalis minyak sawit juga telah bermula di Malaysia oleh PORIM pada tahun 1985. Ini telah dilakukan oleh T.L. Ooi dengan menggunakan zeolit untuk memecahkan stearin minyak sawit. Hasil yang utama ialah  $\text{C}_{15}$ . Begitu juga dengan pemecahan tripalmitin.

Secara keseluruhan, didapati proses pemecahan berkatalis zeolit semakin penting sejak akhir-akhir ini. Proses ini adalah berkesan dalam memecahkan hidrokarbon fosil. Minyak nabati seperti minyak sawit telah dipecahkan menjadi fragmen yang pendek, yang sangat penting sebagai bahan bakar.

Pada kajian ini akan dilakukan pemecahan minyak sawit (olein) dengan katalis zeolit Y pada suhu 350°C untuk menghasilkan hidrokarbon rantai lurus, siklik ataupun aromatik.

Katalis yang digunakan adalah zeolit yang juga ditukarkan dengan amonium dan kation lain dengan berbagai variasi. Analisis produk menggunakan gas kromatografi dan tingkat penukaran zeolit dianalisis dengan spektroskopi serapan atom. Diharapkan metode penelitian ini bisa membantu cara-cara lain dalam membuat bahan bakar pengganti seperti metode tranesterifikasi dari minyak nabati. Informasi ilmiah dan aplikatif akan dijelaskan pada kajian ini.

### **Minyak sawit**

Minyak sawit adalah minyak semi padat yang mempunyai struktur molekul trigliserida. Trigliserida ini merupakan sejenis triester dan mempunyai kegunaan yang luas antara lain minyak makan. Trigliserida ini terutamanya terdiri dari asam palmitat, asam oleat dan asam linoleat. Ketidaksamaan kandungan trigliserida ini membawa kepada perbezaan ciri-ciri untuk minyak sawit. Trigliserida yang mempunyai jumlah ikatan tak jenuh yang tinggi akan berbentuk cair. Contohnya trigliserida mempunyai C<sub>16</sub> : 1 (palmitoleat), C<sub>18</sub> : 1 (oleat) dan C<sub>18</sub> : 2 (linoleat) adalah cair dan bagian minyak sawit ini dipanggil olein. Manakala trigliserida yang jenuh yaitu tiada ikatan ganda seperti C<sub>16</sub> : 0 (palmitat) dan C<sub>18</sub> : 0 (stearat) adalah padat atau sebagian padat, dinamakan stearin.

Kumpulan R1, R2, R3 dalam asam lemak minyak sawit boleh merupakan hidrokarbon rantai jenuh atau tak jenuh. Pada kebiasaannya, bilangan karbon dalam asam lemak bagi semua jenis minyak nabati termasuk jenis minyak sawit adalah genap. Rata-rata komposisi asam lemak pada minyak sawit didominasi oleh asam palmitat C<sub>16</sub> jenuh 39.60 %, asam oleat tak jenuh mono C<sub>18</sub> 39.30 %, asam linoleat tak jenuh ganda C<sub>18</sub> 12.18 %.

### **Katalis dan katalisis**

Secara umumnya, didapati bahwa untuk memecahkan hidrokarbon, suatu katalis asam harus digunakan. Katalis asam ini berupaya menghasilkan kation H<sup>+</sup> pada permukaan. Asam dalam larutan boleh digunakan jika kekuatan asam adalah tinggi. Walau bagaimanapun, masalah teknikal seperti korosi dan pemisahan katalisis homogen menjadi tidak praktikal.

Oleh karena itu, katalis pemecah heterogen telah menggantikan katalis pemecah homogen. Katalis yang pertama kali digunakan ialah tanah liat alam yaitu jenis bentonite yang mempunyai komponen penting montmorillonite. Sayangnya, ia sangat mudah menjadi lapisan arang (coke) yang terbentuk selama pemecahan.

Teknologi katalis pemecah telah mengalami suatu revolusi pada tahun 1962. Para pakar telah mendapati kristal alumina-silika (crystallized alumina-silica) ataupun dipanggil zeolit sangat penting sebagai katalis pemecah sejak kebelakangan ini dan banyak digunakan.

Mineral zeolit dijumpai pertama oleh Baron Cronstedt, seorang pakar mineral dari Sweden pada tahun 1756. Banyak kajian dilakukan oleh Pauling, Taylor, Barre, Milton mengenai struktur kristal zeolit pada tahun 1960an. Mereka telah membuat kesimpulan bahwa zeolit mempunyai selektifitas terhadap reaktan, produk berdasarkan ukuran porinya.

Terdapat 40 jenis zeolit alam yang diketahui dan lebih dari 150 zeolit sintetik telah dilaporkan. Zeolit utama yang digunakan dalam industri termasuk jenis X, Y, A mordenit, pentasil dan erionite. Zeolit Y dengan rumus  $\text{Na}_{56}(\text{Al O}_2)_{56}(\text{SO}_2)_{36}^{26}\text{YH}_2\text{O}$  mempunyai ukuran lubang 8-10 Å.

## METODE PENELITIAN

### Bahan zeolit tertukar kation

1. Zeolit NaY diperoleh dari Union Carbide
2. Amonium Klorida, Feri Klorida, Kalsium Klorida, Kupri Klorida, Magnesium Klorida, AR Grade diperoleh dari Merck
3.  $\text{AgNO}_3$  untuk menguji apakah masih ada ion klorida dalam katalis
4. Heksana untuk mengekstraksi senyawa cair
5. Nitrogen gas dan cair untuk fasa mobil dan penangkap (trapping agen). Bahan-bahan tersebut di atas digunakan untuk membuat zeolit tertukar kation dan proses pemecahannya.
6. Semua katalis yang disediakan untuk pemecahan dikalsinkan pada suhu  $500^\circ\text{C}$  selama 5 jam

### Instrumen yang digunakan

1. Bom kalori meter yang prinsipnya terdiri dari pengaduk, pemanas, dan pengontrol suhu.
2. Pompa vakum
3. SSA (spektroskopi serapan atom) untuk analisis logam tertukar
4. G.C. (gas kromatografi) untuk analisis produk gas dan cair.

### Penyediaan katalis

1. Zeolit NaY ditimbang 50 g dicampur dengan 200 ml larutan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  dengan konsentrasi, suhu dan waktu pengocokan tertentu untuk mendapatkan proses pertukaran.
2. Campuran no. 1 disaring dan prosedur no 1 diulangi berkali-kali sehingga diperoleh pertukaran tertentu

3. Cuci endapan katalis yang telah ditukar tadi sehingga bebas ion  $\text{Cl}^-$
4. Semua filtrat pada proses pengocokan dari awal sampai akhir dikumpul dan dianalisis dengan SSA
5. % pertukaran didasarkan sebagai %  $\text{Na}^+$  yang ditukar ganti.

### Prosedur pemecahan (catalytic cracking)

1. Timbang 0.5 g minyak olein, larutkan dalam 15 ml heksana kering (sample)
2. Timbah 5 g katalis yang sudah diaktifasi (dikalsinasi)
3. Campurkan sample dengan katalis, aduk sampai homogen, uapkan pelarut heksana hingga kering.
4. Bahan reaksi yang sudah bebas heksana masukan dalam bom kalori meter (reaktor). Sebelumnya reaktor divakumkan dahulu.
5. Panaskan reaktor selama 5 jam pada  $350^\circ\text{C}$
6. Produk gas langsung dihubungkan ke G.C, dan produk cair diekstraksi yang kemudian dianalisis dengan G.C.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada semua katalis yang digunakan baik yang belum atau yang sudah ditukar menunjukkan bahwa katalis sintesis Y tersebut (NaY) adalah aktif untuk proses pemecahan minyak sawit pada kondisi yang dipelajari. Hal ini terbukti dengan terbentuknya gas  $\text{C}_1$  (metana) yang jumlahnya sedikit, artinya pemecahan minyak tersebut tidak pada setiap rantai antara C. Pemecahan berkatalis adalah dikenal melalui proses pembelahan  $\beta$  dihitung dari  $\text{C}^+$  rantai karbon suatu reaktan.

Pada hakekatnya pertukaran zeolit baik dengan amonium klorida atau pun ion-ion logam lain (biasanya logam transisi) adalah untuk mendapatkan zeolit tersebut lebih asam atau ion  $\text{H}^+$  menempel pada permukaan zeolit tersebut. Untuk amonium klorida sebagai penukar,



terbentuk tidak banyak. Pemecahan termal ini melalui radikal dan terjadi pada setiap rantai (bukan melalui C+).

## KESIMPULAN DAN SARAN

1. Minyak sawit terbukti berpotensi sebagai pengganti bahan bakar karena jumlah kandungan rasio CH > CO.
2. Katalis zeolit dan zeolit tertukar mampu memecahkan minyak nabati menjadi produk hidrokarbon, gas dan cair.
3. Cara cracking ini adalah sebagai alternatif pembentukan hidrokarbon di samping cara yang lain seperti transesterifikasi dan esterifikasi minyak nabati.
4. Indonesia dengan deposit zeolit alam yang banyak dan produksi minyak sawit yang besar di dunia diharapkan tidak menjadi masalah dengan habisnya bahan bakar petroleum.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Jabatan Perkhidmatan Awam (JPA) Malaysia atas dana yang diberikan.

## DAFTAR RUJUKAN

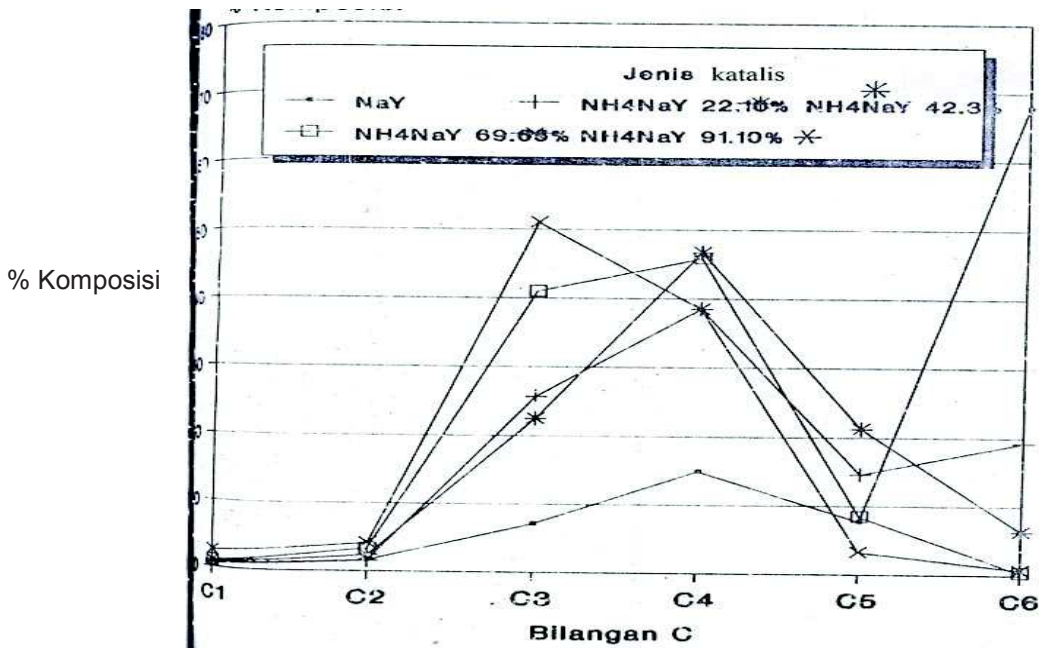
- [1] Bond, G.C., *Heterogeneous Catalysis, Principles and Application*, Clarendon Press, England 1974. p 50-65
- [2] Imelik, B. Naccache. C. *Catalysis by Zeolites*. Elsevier Scientific publishing company. New York 1980. p 58-75
- [3] Weitkamp, J. Puppe, L. *Catalysis and Zeolites Springer*, US. 1999. p 40-45



**LAMPIRAN**

**Tabel 1.1** % Komposisi produk gas pemecah olein (dengan menggunakan berbagai % penukaran zeolit pada 350°C

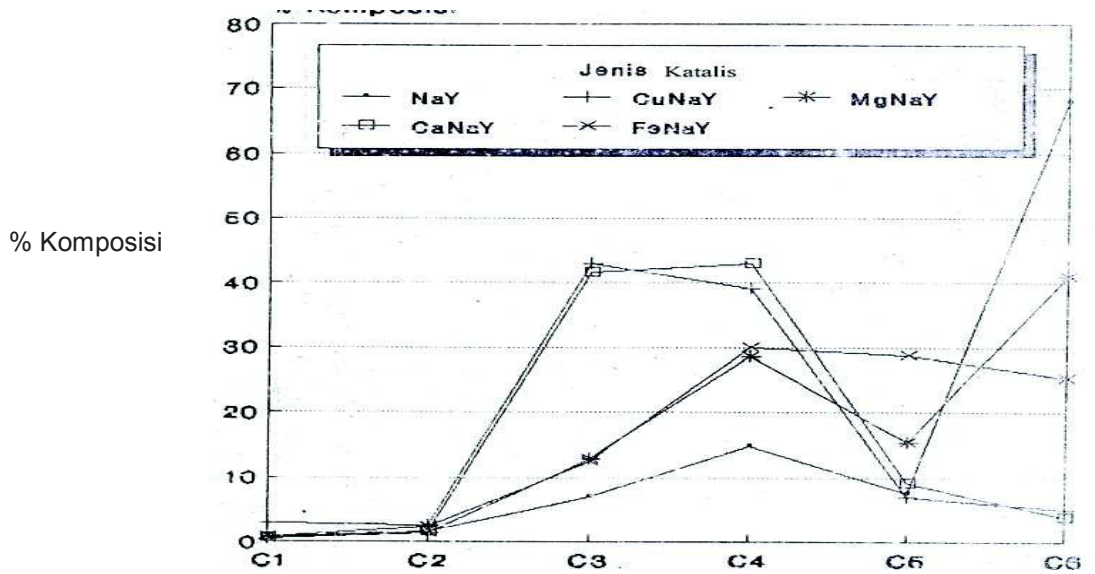
Prodak Hidrokarbon	JENIS KATALIS				
	NaY	NH4NaY 22.10%	NH4NaY 42.30%	NH4NaY 69.65%	NH4NaY 91.10%
C1	0.8	0.6	0.9	1.0	2.5
C2	1.6	1.5	2.3	3.3	4.0
C3	7.1	25.7	22.5	41.1	51.0
C4	14.9	38.5	46.7	45.9	36.5
C5	7.7	14.6	21.2	8.4	3.2
C6	67.9	19.2	6.3	0.3	0.7



**Gambar 1.1** komposisi produk gas pemecah olein dengan katalis zeolit % penukaran yang berlainan

**Tabel 1.2** komposisi gas pemecahan olein dengan menggunakan berbagai penukaran kation zeolit

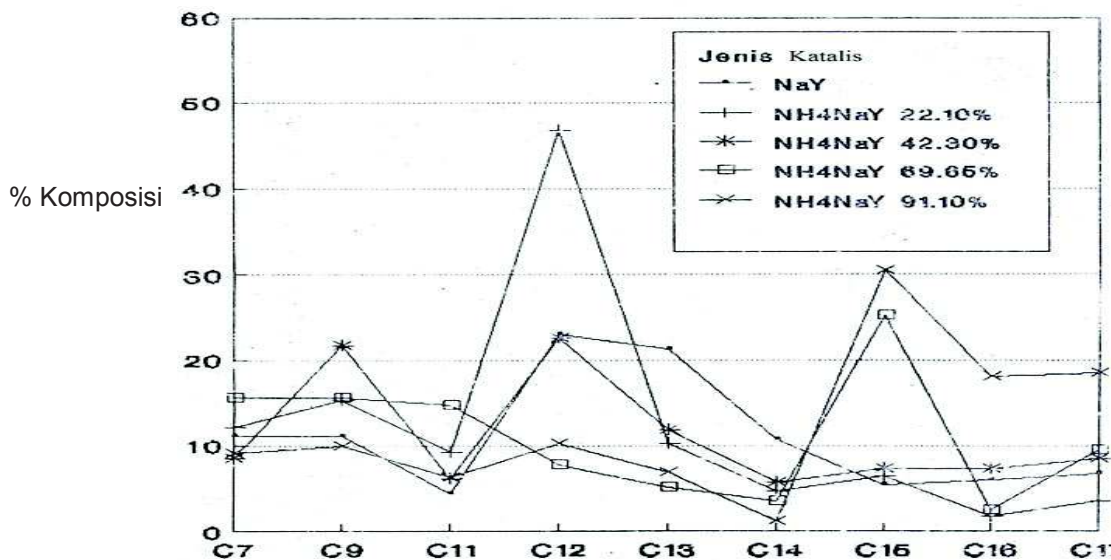
PRODUK HIDROKARBON	JENIS Katalis				
	NaY	CuNaY	MgNaY	CaNaY	FeNaY
C1	0.8	3.0	0.5	0.7	0.8
C2	1.6	2.7	1.5	1.6	2.5
C3	7.1	43.1	12.9	41.6	12.6
C4	14.9	39.1	28.6	43.0	29.9
C5	7.6	7.1	15.4	9.2	28.9
C6	67.9	5.1	41.1	3.9	25.4



Gambar 1.2 % komposisi hasil gas pemecahan dengan katalis zeolit penukaran kation berlainan

Tabel 1.3 % komposisi hasil cairan pemecahan olefin dengan katalis berbagai % penukaran  $\text{NH}_4^+$

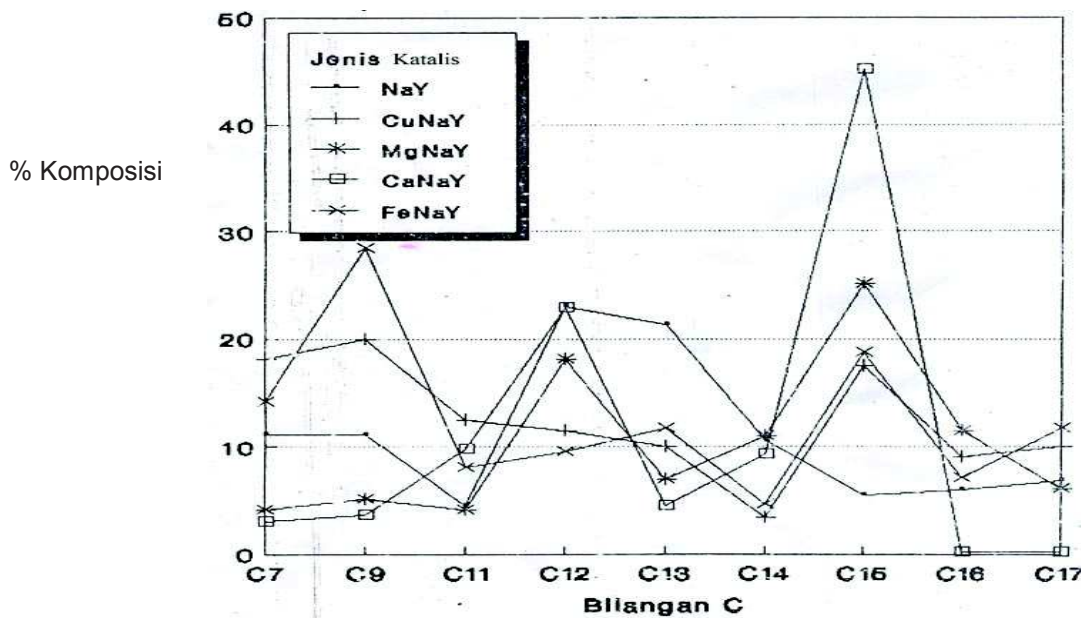
PRODUK HIDROKARBON	JENIS Katalis				
	NaY	$\text{NH}_4\text{NaY}$ 22.10%	$\text{NH}_4\text{NaY}$ 42.30%	$\text{NH}_4\text{NaY}$ 69.65%	$\text{NH}_4\text{NaY}$ 91.10%
C7	11.2	12.2	8.5	15.7	9.1
C9	11.1	15.3	21.8	15.7	10.0
C11	4.5	9.2	6.2	14.8	6.3
C12	23.1	46.8	22.7	7.8	10.3
C13	21.3	10.3	11.9	5.2	6.9
C14	10.7	4.7	5.7	3.5	1.2
C15	5.5	6.5	7.4	25.2	30.5
C16	6.0	1.8	7.4	2.6	18.1
C17	6.8	3.5	8.5	9.6	18.5



Gambar 1.3 komposisi produk cair pemecah olein dengan katalis % zeolit penukaran yang berlainan

Tabel 1.4 % komposisi produk cair pemecahan olein dengan katalis penukaran kation zeolit yang berlainan

PRODUK HIDROKARBON	JENIS Katalis				
	NaY	CuNaY	MgNaY	CaNaY	FeNaY
C7	11.2	18.1	4.2	3.0	14.2
C9	11.1	20.0	5.1	3.6	28.4
C11	4.5	12.5	4.2	9.8	8.1
C12	23.1	11.5	18.1	22.9	9.6
C13	21.3	10.0	7.0	4.5	11.7
C14	10.78	3.4	11.0	9.3	4.6
C15	5.5	17.5	25.1	45.2	18.8
C16	6.6	9.1	11.5	0.2	7.1
C17	6.8	10.0	6.1	0.2	11.7



Gambar 1.4 % komposisi produk cair pemecahan olein dengan katalis zeolit penukaran kation yang berlainan