

KONVERSI KATALITIK MINYAK SAWIT UNTUK MENGHASILKAN BIOFUEL MENGGUNAKAN SILIKA ALUMINA DAN HZSM-5 SINTESIS

Nurjannah^{*)}, Achmad Roesyadi dan Danawati Hari Prajitno

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS, Keputih, Sukolilo, Surabaya – 60111. Telp. (031) 5946240; Fax. (031) 5999282

^{*)}Penulis korespondensi: ljannah69@yahoo.com

Abstrak

Terbatasnya sumber energi fosil menyebabkan perlunya pengembangan energi terbarukan yang berasal dari alam dan dapat diperbaharui. Penggunaan bahan bakar minyak bumi, baik dari penggunaan berupa alat transportasi maupun dari penggunaan oleh industri sangat mencemari lingkungan karena tingkat polusi yang ditimbulkan sangat tinggi sehingga perlu mencari bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar gasoline, solar, dan kerosene dari minyak nabati. Penelitian dilakukan dalam dua tahapan yaitu sintesa katalis dan proses katalitik cracking. Silika alumina disintesa menggunakan metode Latourette dan HZSM-5 disintesa menggunakan metode Plank. Hasil sintesa dikarakterisasi dengan Penyerapan Spektroskopi Atomis (AAS) menunjukkan bahwa silika alumina dan HZSM-5 mempunyai Si/Al 198 dan 243. Luas permukaan silika alumina dan HZSM-5 diperoleh dari analisa Brunauer Emmet Teller (BET) yaitu 149,91-213,35 m².g⁻¹ dan ukuran pori rata-rata adalah 13^oA. Perengkahan katalitik dilakukan dalam suatu mikroreaktor fixed bed pada temperatur 350-500^oC dan laju alir gas N₂ 100-160 ml.min⁻¹ selama 120 min. Hasil perengkahan dianalisa dengan metode gas kromatografi. Hasil yang diperoleh untuk katalis HZSM-5 fraksi gasoline dengan yield tertinggi 28,87%, kerosene 16,70%, dan diesel 12,20% pada suhu reaktor 450^oC dan laju gas N₂ 100 ml/menit.

Kata kunci: minyak sawit, perengkahan katalitik, zeolite HZSM-5

Abstract

Fossil energy is limited, thus it is important to develop renewable energy from natural resources. The utilization of fossil energy is not environmentally friendly due to the high pollutants yield during the process. Therefore it is imperative to find an alternative source of energy from vegetable oil. The research was conducted in two steps; they were the catalyst synthesis and the catalytic cracking process. Silica Alumina and HZSM-5 was synthesized by Latourette and Plank method. Absorption Atomic Spectroscopy (AAS) showed that synthesized Silica Alumina and HZSM-5 has Si/Al 198 and 243. The surface area of Silica Alumina and HZSM-5 obtained from Brunauer Emmet Teller (BET) analysis were 149.91 m².g⁻¹ - 213.35 m².g⁻¹ respectively and the average pore size of the catalysts was 13^oA. The catalytic cracking was carried out in a fixed bed microreactor at temperatures between 350-500^oC and N₂ flow rates between 100-160 ml.min⁻¹ for 120 min. The cracking product was analyzed by gas chromatography. The result showed that the highest yield gasoline fraction by HZSM-5 is 28.87%, kerosene 16.70% and diesel 12.20% at reactor temperature 450^oC and rate of N₂ 100 ml/min.

Keywords: palm oil, catalytic cracking, zeolite HZSM-5

PENDAHULUAN

Peningkatan pertumbuhan ekonomi serta populasi dengan segala aktivitasnya akan meningkatkan kebutuhan energi di semua sektor pengguna energi. Berdasarkan jenis energinya konsumsi Bahan bakar Minyak (BBM) merupakan konsumsi energi terbesar. Pada tahun 2003 konsumsi

BBM sebesar 329 juta Setara Barel Minyak (SBM) (67,7%), Bahan Bakar Gas (BBG) sebesar 63 juta SBM (13,0%), listrik sebesar 55 juta SBM (11,3%), batu bara sebesar 31 juta SBM (6,4%), dan LPG sebesar 8 juta SBM (1,6%). Sebagian besar konsumsi BBM digunakan untuk sektor transportasi (Agus, 2005).

Peningkatan kebutuhan energi tersebut harus didukung adanya pasokan energi jangka panjang yang berkesinambungan, terintegrasi dan ramah lingkungan. Mengingat potensi sumber daya minyak bumi dan kapasitas kilang minyak yang terbatas maka perlu mencari bahan bakar alternatif untuk substitusi BBM. Menyadari kecenderungan tersebut, maka pemerintah menetapkan kebijakan energi nasional melalui Peraturan Presiden Nomor 5 tahun 2006, yang isinya terutama untuk mengarahkan usaha-usaha mencapai target pada 2025 yaitu mengurangi penggunaan minyak bumi menjadi 20%, meningkatkan peran batu bara, gas, panas bumi, biofuel, dan energi baru terbarukan lainnya (Mukhtasor, 2009).

Minyak sawit kasar (*Crude Palm Oil*, CPO) adalah suatu sumber energi alternatif potensial. Saat ini Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar nomor dua di dunia setelah Malaysia. Dengan produksi sebesar 16 juta ton pertahun pada 2006, Indonesia memastikan diri untuk menjadi yang terbaik di Industri kelapa sawit di masa depan (Forum Biodiesel, 2007). Minyak sawit dapat diproses untuk menghasilkan suatu bahan bakar alternatif sebagai pengganti *gasoline*, *kerosene* dan solar, karena minyak sawit memiliki rantai hidrokarbon panjang yang mirip dengan minyak bumi (Heny, 2007)

Berbagai proses telah dilakukan untuk menghasilkan biofuel diantaranya proses esterifikasi. Namun kelemahan proses ini adalah pada pemisahan biofuel dan gliserol. Pada proses transesterifikasi, kandungan asam lemak bebas minyak nabati yang digunakan harus rendah. Jika kandungan asam lemak bebasnya tinggi kebutuhan katalis juga besar yang menyebabkan terbentuknya sabun sehingga menyulitkan dalam proses pemisahan. Proses perengkahan non katalis (*thermal cracking*) berlangsung pada suhu dan tekanan yang tinggi sehingga membutuhkan energi yang besar. Saat ini mulai dikembangkan penelitian tentang pembuatan biofuel dari minyak nabati dengan proses perengkahan berkatalis. Proses ini dapat memecah hidrokarbon kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana, meningkatkan kualitas dan kuantitas produk, berlangsung pada suhu dan tekanan yang rendah dengan adanya katalis (Widayat, 2005). Pada beberapa penelitian, proses perengkahan minyak nabati dengan berbagai macam katalis menghasilkan berbagai jenis biofuel yang komposisinya dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya waktu reaksi, suhu reaksi, laju alir umpan, dan jenis katalis (Adjaye *et al*, 1996; Twaiq, 2001; Charusiri and Vitidsant, 2005).

Berbagai jenis katalis telah digunakan dalam proses perengkahan untuk menghasilkan biofuel, diantaranya adalah katalis X, Y dan faujasite. Katalis-katalis ini merupakan katalis perengkahan yang awalnya digunakan pada proses perengkahan minyak bumi kemudian dikembangkan lebih lanjut pada proses perengkahan minyak nabati. Beberapa katalis yang juga digunakan pada proses perengkahan yaitu

HZSM-5, Zeolit β dan ultrastabil Y (USY). Dari ketiga jenis katalis ini ternyata HZSM-5 yang menghasilkan konversi dan yield produk yang terbesar, sebagaimana yang telah diteliti oleh Twaiq *et al* (1999). Konversi katalitik minyak sawit menjadi berbagai jenis hidrokarbon dimana pada suhu 350°C laju umpan liter/jam katalis HZSM-5, konversi yang dihasilkan 99% yield gasoline 28,3% dan pada kondisi yang sama untuk katalis zeolit β konversinya 82% yield gasoline 22%, katalis USY konversi yang diperoleh 53% dan yield gasoline 7,3%. Sedangkan menurut Ooi dkk (2004), konversi katalitik minyak sawit berdasar pada residu campuran asam lemak dengan katalis HZSM-5 menggunakan reaktor *fixed-bed* pada tekanan atmosfer, hasil yang diperoleh fraksi gasoline 44,4% berat pada laju umpan 3,66 liter/jam dan suhu reaksi 440°C. Menurut Subagjo (1991) zeolit ZSM-5 mempunyai sifat unik yaitu mempunyai ukuran pori 0,54 x 0,57 nm (\leq ukuran molekul hidrokarbon C_{11}), berstruktur dimensi tiga, bersifat organofil. Kombinasi ketiga sifat di atas menyebabkan ZSM-5 bersifat selektif terhadap pembentukan hidrokarbon $\leq C_{11}$, mempunyai umur katalis yang panjang serta tahan terhadap perlakuan panas dan asam.

Cheng *et al* (2008) meneliti tentang sintesis zeolit nanosized ZSM-5 non template. Zeolit ZSM-5 non template disintesa dengan sodium hidroksida, sodium aluminat dan akuades kemudian silika sol ditambahkan ke dalam beaker dengan pengadukan 300 rpm. Gel yang dihasilkan dimasukkan dalam autoclave sambil terus diaduk pada 200 rpm. ZSM-5 yang diperoleh kemudian dicuci kemudian dikeringkan pada 373 K. Hasil yang diperoleh, % kristalinitas dari produk diperoleh pada 453 K selama 24 jam sekitar 72%, 100%, 45%, dan 15% sedang waktu pendiaman adalah 12 jam, 24 jam, 36 jam, dan 48 jam, berturut-turut. Puncak spesifik zeolit ZSM-5 adalah di range 20 = 7 – 9° dan 23-25° dari 403 K – 463K.

Suzuki *et al* (2008) membandingkan aktifitas dan keasaman katalis mesoporous ZSM-5 dengan Al-MCM-41 dan silika alumina. Meso ZSM-5 (method TEOS), disintesa dengan Sodium Aluminat, TPABR dan NaOH dilarutkan dalam akuades, kemudian tetra ethoxy silane dan TPHAC secara serempak diaduk dengan kuat sampai berbentuk gel.

Meso ZSM-5 (*water glass method*), disintesa dengan TPHAC, TPABR dan NaOH secara homogen dilarutkan dalam air diikuti dengan pencampuran larutan water glass. Setelah homogen ditambahkan sodium aluminat sambil diaduk kemudian ditetesi dengan H_2SO_4 sampai terbentuk gel.

Gel yang terbentuk pada kedua metoda di atas dipanaskan sambil diaduk pada 423 K selama 4 hari di dalam autoklaf. Produk yang dihasilkan disaring, di cuci kemudian dikeringkan pada suhu 373 K setelah itu dikalsinasi pada 823 K.

Al-MCM-41 disiapkan dengan $C_{16}H_{33}N(CH_3)_3Br$ dan tanah kerikil dilarutkan dengan NaOH. Gel yang dihasilkan dipanaskan pada 373 K selama 24 jam. Setelah 24 jam pH gel disiapkan 11

dengan menggunakan asam asetat 30%, setelah kalsinasi pada 813 K, Al diisi dari aluminium klorida pada MCM-41 dengan impregnasi. Kemudian dikalsinasi dalam udara pada 813 K.

Hasil yang diperoleh, Meso ZSM-5 (metode TEOS), rasio Si/Al 26, Asam Bronsted 0,11 mol/kg, Kekuatan asam bronsted 148 kJ/mol, asam Lewis 0,04 mol/kg, laju perengkahan $2,4 \cdot 10^{-3}$ mol/s.kg, Meso ZSM-5 (*water glass method*), rasio Si/Al 35, Asam Bronsted 0,3 mol/kg, kekuatan asam Bronsted 151 kJ/mol, Asam Lewis 0,04 mol/kg, laju perengkahan $6,0 \cdot 10^{-3}$ mol/s.kg. Al-MCM-41, Si/Al 26, nilai asam Bronsted 130-157 kJ/mol, nilai asam Lewis 0,15 mol/kg, laju perengkahan $0,34 \cdot 10^{-3}$ mol/s.kg. Silika Alumuna, nilai asam Bronsted 0,47 mol/kg, kekuatan asam Bronsted 120-155 kJ/mol, nilai asam Lewis 0,17 mol/kg, laju perengkahan $0,41 \cdot 10^{-3}$ mol/s.kg.

Kebutuhan katalis perengkahan di Indonesia sangat besar dan selama ini dipenuhi dengan mengimpor dari negara lain, yang harganya relatif mahal. Pada penelitian ini, proses perengkahan minyak sawit menggunakan katalis yang disintesa dengan menggunakan beberapa metode.

Tujuan penelitian perengkahan katalitik minyak sawit adalah untuk menghasilkan biofuel dengan berbagai variabel temperatur reaktor, Laju alir gas N₂ dan jenis katalis.

METODOLOGI PENELITIAN

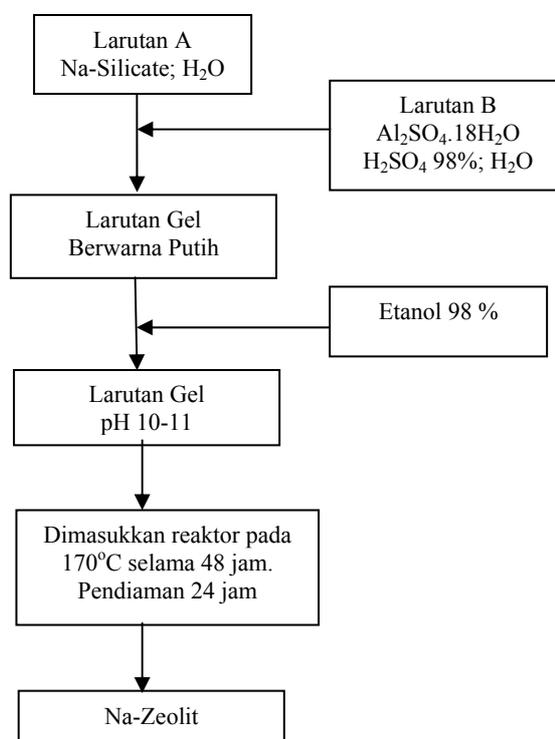
Sintesa Katalis Metode Latourette

Sintesa katalis zeolit dibuat dengan mengadopsi metode yang digunakan oleh (Latourette, 1990) yaitu mencampur tiga larutan yaitu larutan A yang terdiri dari Al₂(SO₄)₃.18H₂O, H₂SO₄ dan H₂O, larutan B yang terdiri dari Na Silicate, H₂O, dan larutan C terdiri dari NaOH 40%. Larutan A dicampur dengan larutan B menggunakan pengaduk. Gel yang terbentuk diharapkan mempunyai pH campuran 2,5. Kemudian larutan C ditambahkan secara pelan-pelan pada larutan diatas dan pH yang tercapai sekitar 9. Larutan homogen yang terbentuk dimasukkan ke reaktor seperti pada Gambar dan dipanaskan pada suhu sesuai dengan variabel. Kristal yang terbentuk didiamkan selama 24 jam.

Sintesa Katalis Metode Plank

Formulasi komposisi awal gel yang digunakan dalam perbandingan mol adalah SiO₂/Al₂O₃ : 94, Na₂O/Al₂O₃ : 8,6, H₂O/Al₂O₃ : 3870, C₂H₅OH/Al₂O₃ : 146. Dibuat larutan A dalam beaker glass dengan komposisi 360 gram water glass (28,8% SiO₂, 8,9% Na₂O, 62,4% H₂O) + 450 gram H₂O. Kemudian larutan B dibuat dalam beaker glass dengan komposisi 12,3 gram Al₂(SO₄)₃.18H₂O + 30 gram H₂SO₄ 98% + 600 gram H₂O. Larutan B kemudian ditambahkan ke dalam larutan A sedikit demi sedikit sambil diaduk agar pencampuran menghasilkan campuran yang homogen. Campuran akhir adalah gel yang berwarna putih, yang kemudian didiamkan selama 1 jam untuk memperoleh gel yang halus dan homogen.

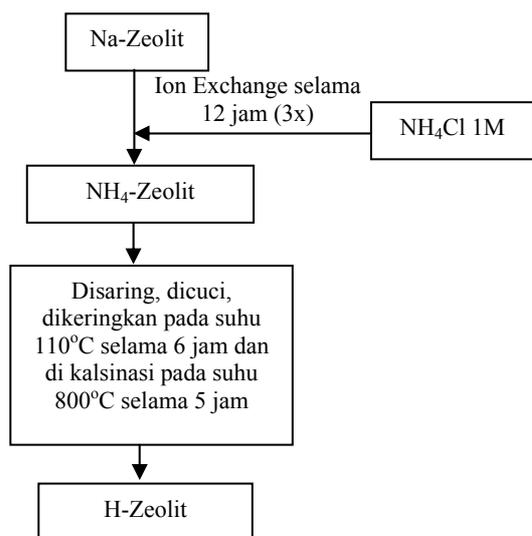
Selanjutnya kepada gel yang homogen ini ditambahkan 124 gram etanol sedikit demi sedikit sambil diaduk. Kemudian gel terus diaduk selama 1 jam. pH gel dicek dengan kertas lakmus universal dan harus berkisar antara 10-11, jika tidak, dilakukan penambahan larutan H₂SO₄ atau NaOH hingga didapat pH 10-11. Gel dengan perbandingan SiO₂/Al₂O₃ 94 ini kemudian masukkan dalam autoklaf dan dipanaskan pada suhu 176°C tekanan 10 bar dan diaduk pada kecepatan 100 rpm selama 48 jam. Kristal yang terbentuk kemudian disaring dan dicuci dengan akuades sampai pH filtrat pencucian sekitar 8. Kristal yang diperoleh kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 24 jam. Diperoleh kristal Na-Zeolit, skema sintesa Na-Zeolit dapat dilihat pada diagram berikut.



Gambar 1. Prosedur sintesa Na-Zeolit

Pengubahan ke H-Zeolit

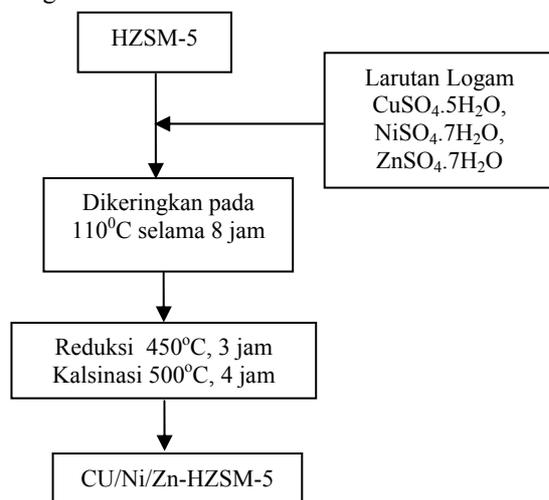
Katalis Na-Zeolit diubah menjadi bentuk H-Zeolit. H-Zeolit diperoleh dengan cara pertukaran ion Na-Zeolit dengan larutan amonium klorida 1M dengan perbandingan zeolit terhadap larutan ammonium klorida sebanyak 1:10 sebanyak tiga kali. H-Zeolit yang terbentuk disaring, dicuci dan dikeringkan pada suhu 110°C selama 6 jam yang diikuti dengan kalsinasi dengan mengalirkan N₂ pada suhu 800°C selama 5 jam. Skema pengubahan katalis Na-Zeolit menjadi H-Zeolit ditunjukkan oleh diagram berikut.



Gambar 2. Prosedur perubahan Na-zeolit menjadi H-zeolit dengan pertukaran ion

Impregnasi

HZSM-5 diimpregnasi dengan larutan yang mengandung logam aktif yaitu $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, $\text{NiSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, dan $\text{ZnSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ yaitu dengan menambahkan secara perlahan-lahan larutan logam ke HZSM-5 pada suhu kamar. Padatan tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 110°C selama 14 jam kemudian direduksi dengan gas hidrogen pada suhu 450°C selama 3 jam, kemudian dikalsinasi pada suhu 500°C selama 4 jam. Prosedur impregnasi dapat dilihat pada diagram berikut.



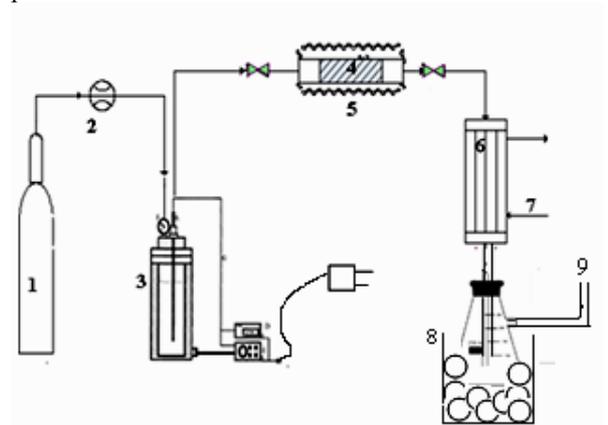
Gambar 3. Diagram alir prosedur impregnasi logam

Proses Perengkahan Katalitik

Perengkahan katalitik dilakukan dalam sebuah mikroreaktor yang diisi katalis kurang lebih 1 g dan reaktor dilapisi dengan elemen pemanas. Minyak sawit dimasukkan ke dalam tangki umpan yang dipanaskan pada suhu 350°C , kemudian kedalam tangki dialiri gas nitrogen dengan laju antara $100\text{-}160 \text{ ml}\cdot\text{min}^{-1}$. Uap minyak dan gas nitrogen mengalir ke dalam reaktor

unggun tetap yang dipanaskan pada suhu yang diinginkan ($350\text{-}500^\circ\text{C}$). Reaksi perengkahan katalitik dilakukan selama 120 menit. Laju uap minyak diperoleh dari selisih berat minyak mula-mula terhadap berat minyak setelah proses perengkahan dibagi waktu proses.

Hasil perengkahan dianalisa dengan metode gas kromatografi jenis FID (*Flame Ionization Detector*) kolom HP PORAPLOT QO4. Rangkaian alat proses perengkahan minyak nabati dapat dilihat pada aliran proses berikut.



Keterangan gambar :

1. Gas N_2
2. Flow meter
3. Pemanas umpan
4. Katalis
5. Mikroreaktor
6. Kondensor
7. Air pendingin
8. Sampel liquid
9. Sampel gas ke udara terbuka

Gambar 4. Rangkaian alat proses perengkahan minyak nabati

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Katalis

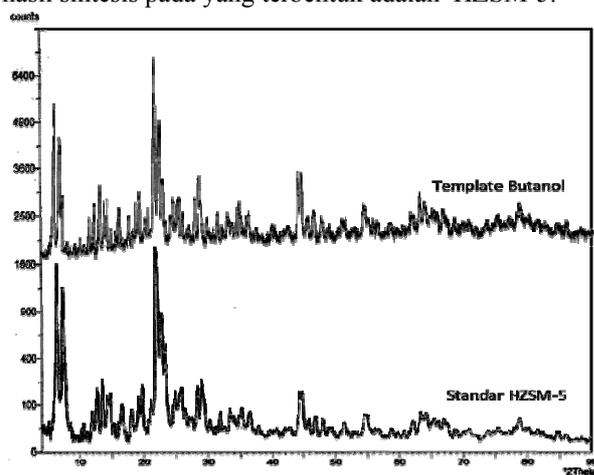
Karakterisasi dari katalis menggunakan beberapa teknik. *Absorption Atomic Spectroscopy* (AAS) digunakan untuk analisa rasio Si/Al. *Brunauer Emmet Teller* (BET) digunakan untuk mengukur luas permukaan (surface area) dan ukuran pori dari katalis. Sedangkan difraksi sinar X (XRD) digunakan untuk mengetahui jenis dan struktur katalis. Hasil karakterisasi katalis dapat dilihat pada Tabel 1 dan gambar 5-7.

Tabel 1. Karakterisasi katalis

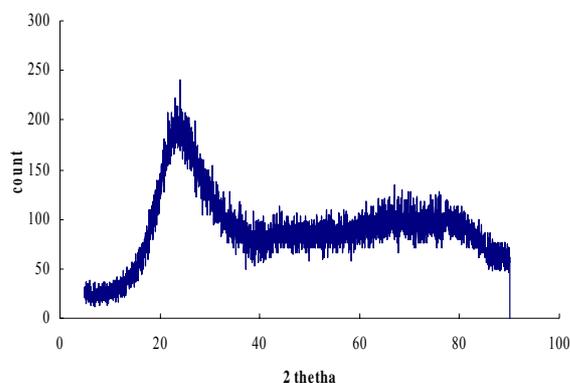
Nama Katalis	Si/Al (m/m)	Ukuran Pori (A°)	Luas Permukaan (m^2/g)
1. Silika Alumina	198	13,209	149,9189
2. HZSM-5	243	13,255	213,3524

Hasil karakterisasi katalis dapat dilihat pada Tabel 1 bahwa semua jenis katalis mempunyai ukuran pori > 13^oA. Semua jenis katalis tersebut memenuhi kriteria dari katalis standar yang digunakan untuk perengkahan yang minimal berukuran 8^oA begitu juga pada luas permukaan katalis antara 149-213 m²/g, menyebutkan bahwa luas permukaan minimum yang disintesa telah melebihi dari 100 m²/g sehingga dapat digunakan dalam proses perengkahan (Bekcum *et al*, 1991)

Hasil analisa XRD pada Gambar 5 adalah pola difragtogram HZSM-5 standard dan pola difragtogram HZSM-5 sintetis. Puncak HZSM-5 diamati pada nilai 2θ antara 7-9^o dan antara 22-25^o yang merupakan puncak yang spesifik dari HZSM-5 standard. Berdasarkan hasil perbandingan antara pola difraktogram produk hasil sintesis dan pola difraktogram standar maka dapat disimpulkan bahwa HZSM-5 hasil sintesis (template butanol) memberikan pola difraktogram yang sama dengan HZSM-5 standard, sehingga dapat disimpulkan bahwa produk hasil sintesis pada yang terbentuk adalah HZSM-5.



Gambar 5. Pola difraktogram XRD HZSM-5 standard dan pola difragtogram XRD HZSM-5 sintetis (template butanol)

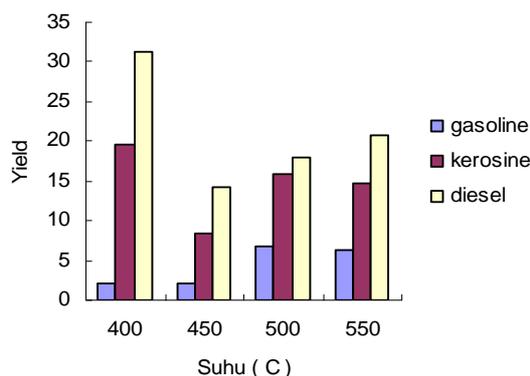


Gambar 6. Pola difragtogram XRD silika alumina

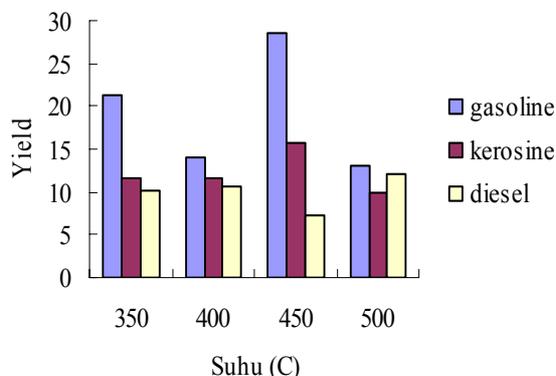
Gambar 6 pola difragtogram tidak sesuai dengan HZSM-5 standard baik dilihat dari intensitas maupun kristalinitasnya karena hasilnya berbentuk amorphous, dan setelah dianalisa ternyata Gambar 6 menunjukkan pola difragtogram silika alumina amorphous.

Analisa Hasil Proses Perengkahan Pengaruh suhu untuk katalis silika alumina dan HZSM-5

Pengaruh suhu reaktor terhadap yield gasoline, kerosene dan diesel dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8.



Gambar 7. Pengaruh suhu terhadap yield pada laju gas N₂ 0,2 liter/min untuk katalis silika alumina



Gambar 8. Pengaruh suhu terhadap yield pada laju gas N₂ 100 ml/min untuk katalis HZSM-5

Adapun defenisi yield sebagai berikut:

$$\text{Yield Gasoline} = \frac{\%G \times P}{M} \times 100\%$$

Dimana :

%G = Komposisi gasoline dalam produk cair hasil analisa GC

P = laju pembentukan produk cair (gr/menit)

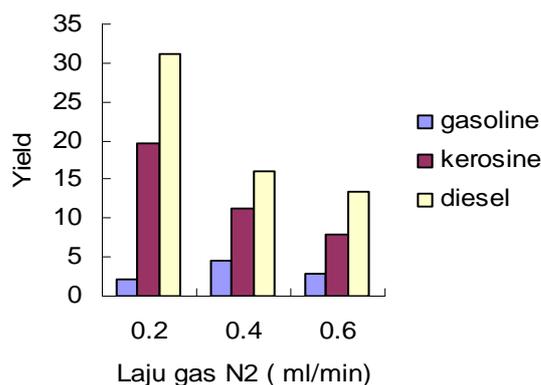
M = laju uap minyak (gr/menit)

Dengan cara yang sama dapat dihitung yield kerosene dan diesel.

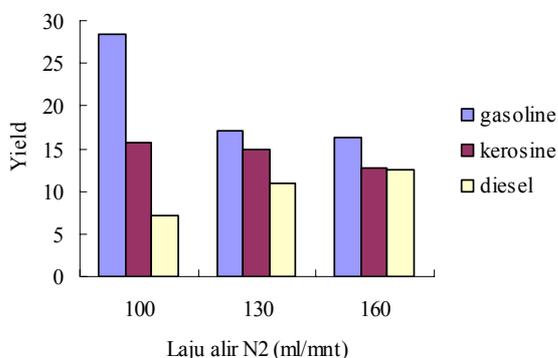
Pada Gambar 7 yield kerosene dan diesel tertinggi pada suhu 400°C yaitu untuk diesel 31,20% dan kerosene 19,70%. Pada Gambar 8 yield gasoline tertinggi pada suhu 450°C yaitu 28,78%, kerosene 16,57%, dan diesel 7,65% kemudian terjadi penurunan dengan naiknya suhu. Hal ini disebabkan karena aktivitas katalis pada suhu ini mampu merengkah rantai karbon asam palmitat ($C_{16}H_{32}O_2$) dan asam oleat ($C_{17}H_{33}O_2$) menjadi rantai hidrokarbon paraffin dengan melepaskan gas CO_2 dan CO sehingga menjadi senyawa $C_{17}H_{36}$. Kemudian terjadi reaksi perengkahan lanjut komponen $C_{14}H_{30}$ menjadi C_9H_{20} , dengan meningkatnya suhu, untuk katalis HZSM-5 fraksi gasoline semakin besar karena komponen C_9H_{20} terengkah lebih lanjut menjadi $C_5 - C_7$. HZSM-5 merupakan zeolit yang baik sebagai katalis proses perengkahan (Twaiq *et al*, 1999).

Pengaruh laju gas N_2 untuk katalis silika alumina dan HZSM-5

Pengaruh laju gas N_2 terhadap yield gasoline, kerosene, dan diesel dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9. Pengaruh laju gas N_2 terhadap yield pada suhu 400°C untuk katalis silika alumina



Gambar 10. Pengaruh laju gas N_2 terhadap yield pada suhu 450°C untuk katalis HZSM-5

Adapun korelasi antara laju gas N_2 dengan laju uap minyak sebagai berikut: Untuk laju gas N_2 0,2 liter/menit pada suhu 400°C, berat minyak mula-mula

132 gram setelah proses perengkahan selama 120 menit berat minyak yang tidak teruapkan 63,5 gr. Jadi berat minyak yang teruapkan adalah berat minyak mula-mula dikurangi berat minyak yang tidak teruapkan yaitu 68,75 gram sehingga laju uap minyak adalah berat minyak yang teruapkan dibagi dengan waktu operasi.

Gambar 9 dan 10 menunjukkan peningkatan yield pada laju 0,2 liter/mnt ke laju 0,4 liter/menit akan tetapi menurun pada laju gas N_2 0,6 liter/menit. Penurunan *space time* pada laju gas N_2 0,4 liter/menit dibanding laju gas N_2 0,2 liter/menit masih dapat menaikkan yield dari gasoline, kerosene, dan solar. Hal ini dikarenakan jumlah N_2 yang masuk masih dapat menyeimbangkan dengan peningkatan jumlah minyak yang masuk, akan tetapi pada laju gas N_2 0,6 liter/menit jumlah gas total yang masuk sangat besar sehingga yield dari gasoline, kerosene, dan diesel menjadi menurun. Peningkatan laju gas N_2 berakibat meningkat pula laju uap minyak yang masuk ke dalam reaktor yang mengakibatkan waktu tinggal di dalam reaktor (*space time*) menurun. Hasil yang sama juga ditunjukkan untuk katalis HZSM-5.

KESIMPULAN

Sintesa katalis dengan metode Latourette menghasilkan katalis jenis Amorphous (silika alumina) sedang metode Plank menghasilkan jenis kristal (HZSM-5). Yield gasoline 28,78% pada suhu 450°C terjadi penurunan pada suhu 500°C yaitu 13,58% untuk katalis HZSM-5. Sedangkan yield diesel pada suhu 400°C yaitu 31,20% namun pada suhu 550°C terjadi penurunan yaitu 23,14%. Laju gas N_2 berpengaruh pada yield diesel karena terjadi peningkatan dengan meningkatnya laju gas N_2 pada gasoline dan kerosene terjadi penurunan karena produk gas meningkat dengan bertambahnya produk perengkahan berupa gas CO , CO_2 , H_2 , dan C_1-C_4 . Penggunaan katalis sintesis silika alumina memiliki kemampuan dalam mengarahkan proses *cracking* minyak kelapa sawit menjadi fraksi diesel, kerosene, dan sedikit fraksi gasoline. HZSM-5 memiliki kemampuan dalam mengarahkan proses *cracking* minyak kelapa sawit menjadi fraksi gasoline, kerosene dan sedikit fraksi diesel.

DAFTAR PUSTAKA

Adjaye J.D., Katikeni S.P.R., and Bakhshi N.N., (1996), Catalytic conversion of a biofuel hydrocarbons: effect of HZSM-5 and silica-alumina catalysts on product distribution, *Fuel Processing Technology*, 48:115-43

Bekku, H.V., Jansen, J.C., and Flasingen, E.M., (1991), *Studies in Surface, Science and Catalysis Introduction to Zeolite Science and Practice*, Elsevier, New York, pp 153-191.

- Charusiri, W. and Vitidsant, T., (2005), Kinetic Study os Used Vegetable Oil to Liquid Fuels over Sulfated Zirconia, *Energy & Fuels*, 19, 1783-1789.
- Cheng, Y., Wang L.J., Li, J.S., Yang, Y.C, and Sun, X.Y., (2005), Preparation and characterization of nanosized ZSM-5 zeolites in the absence of organic template, *Materials Letters*, 59, 3427-3430.
- Heny (2007), Proses perengkahan minyak sawit menggunakan katalis jenis DHC-8, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan aplikasi Teknik Kimia 2007*, Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya
- Latourrette, B. (1990), Preparation of Zeolites of Type ZSM-5, *United State Patent*, 4,891,199.
- Mukhtasor (2009), Peran dewan energi nasional dalam memecahkan persoalan krisis energi di Indonesia, *Renewable energy & Sustainable development in Idonesia*, Seminar, Workshop, dan Pameran Teknologi Industri, ITS.
- Ooi, S.Y., Zakaria, R., Mohamed A.R., and Bhatia, S., (2004), Catalytic conversion of palm oil-based fatty acid mixture to liquid fuel, *Biomassa and Bioenergy*, Vol 27, 477-484.
- Plank, C.J., Methode for Producing Zeolite, *United State Patent*, 4, 341, 748, 1990.
- Subagio (1993), Zeolit I, Struktur dan Sifat-sifatnya, *Warta Insinyur Kimia*, Vol 7 No 3
- Siregar, B.T. and Amin, N.A.S., (2006), Catalytic Cracking of Palm Oil to Gasoline over Pretreated Cu-ZSM-5, *Jurnal Teknologi*, vol 44, pp.69-82.
- Sugiyono, A. (2005), Pemanfaatan biofuel dalam penyediaan energi nasional jangka panjang, *Seminar Teknologi Untuk Negeri*.
- Suzuki, K., Aoyagi, Y., Katada, N., Choi, M., Ryoo, R., and Niwa, M., (2008), Acidity and catalytic activity of mesoporous ZSM-5 in comparison with zeolite ZSM-5, Al-MCM-41 and silica-alumina, *Catalyst Today*, vol.132, pp. 38-45
- Twaiq, F.A., Zabidi, N.A., Mohamed, A.R., and Bhatia, S., (2003), Catalytic Conversion of Palm Oil over Mesoporous Aluminosilicate MCM-41 for the Production of Liquid Hydrocarbon Fuels, *Fuel Processing Technology*, vol 84, pp.105-120.
- Widayat (2005), Pembuatan Bahan Bakar Biodiesel dengan Proses Perengkahan Berkatalis Zeolit dan Bahan Baku Minyak Goreng Berbahan Dasar Crude Palm Oil, *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi Teknik Kimia*, Institut Tekonologi Sepuluh November Surabaya.
- <http://www.apolin.blogspot.com>., Forum Biodiesel, tanggal akses 26 Juni 2007