



Pembuatan ZSM-5 dari Silika Presipitasi Abu Sawit sebagai Katalis Proses Catalytic Cracking Limbah Padat Sawit

Sunarno¹⁾, Edy Saputra²⁾, Ida Zahrina³⁾, Rochmadi⁴⁾, Budijanto⁵⁾

^{1,2,3)}. Jurusan Teknik Kimia UNRI

^{4,5)}. Jurusan Teknik Kimia UGM

Abstract

Abu yang dihasilkan pada pembakaran cangkang dan sabut sawit pada boiler banyak mengandung silika. Sementara ZSM-5 dapat disintesis dari campuran silika dan alumina dengan komposisi dan kondisi tertentu. Sebelum digunakan sebagai bahan baku, abu sawit ini dikonversikan menjadi silika terpresipitasi. Variabel yang diteliti pada sintesis ZSM-5 ini adalah rasio Si/Al(20,25,30), Suhu (160,175,195°C) dan waktu sintesis (12, 18 dan 24 jam). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada suhu 175°C, waktu 18 jam dan Si/Al 30 terdapat pita serapan gelombang seperti ZSM-5 yang dihasilkan Vempati.

Keywords : ZSM-5, Abu sawit, Catalytic cracking.

Pendahuluan

Indonesia merupakan penghasil sawit nomor dua di dunia setelah Malaysia, bahkan pada tahun 2010 *oil world* memprediksikan Indonesia menduduki peringkat nomor satu penghasil sawit dunia. Berdasarkan data BPS (2004) luas lahan sawit di Indonesia sekitar 4 juta Ha, sekitar 1.231.323 Ha berada di Propinsi Riau. Luasnya lahan kebun kelapa sawit akan menghasilkan limbah padat sawit yang sangat banyak. Limbah padat sawit yang dihasilkan diantaranya adalah cangkang dan sabut sawit. Limbah padat ini umumnya dipakai sebagai bahan bakar boiler pada industri sawit. Hasil dari pembakaran limbah padat tersebut berupa abu. Selama ini, abu yang dihasilkan hanya sebagian kecil yang dimanfaatkan sebagai pupuk kalium atau dibuang ke lingkungan, padahal abu ini mengandung banyak silika. Abu sawit dapat dikonversi menjadi silika terpresipitasi (saputra, 2004).

ZSM-5 merupakan zeolit sintesis yang banyak digunakan dalam industri terutama sebagai katalis. Hal ini disebabkan ZSM-5 memiliki aktivitas dan selektivitas yang tinggi pada beberapa reaksi konversi hidrokarbon dan tidak mudah terdeaktivasi (Prasad dan Bakhshi, 1986). ZSM-5 ini dapat disintesis

dari campuran silika dan alumina dengan komposisi dan kondisi operasi tertentu. Sehingga pada penelitian ini mencoba membuat ZSM-5 dari bahan baku silika terpresipitasi. Tujuan penelitian adalah mensintesis ZSM5 dengan variabel Rasio Si/Al(20,25,30), Suhu (160, 175 dan 190C) dan waktu sintesis (12,18 dan 24 jam). Produk sampel yang dihasilkan dianalisa dengan FTIR untuk mengetahui kondisi operasi yang membentuk ZSM-5.

Metodologi Penelitian

Penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan, yaitu

a. Persiapan bahan baku

Persiapan bahan baku meliputi produksi silika terpresipitasi dan pembuatan natrium aluminat. Produksi silika terpresipitasi dibuat dengan mencampur abu sawit dengan larutan NaOH dan dipanaskan pada suhu 105C, diaduk dengan kecepatan 500 rpm selama 4 jam. Kemudian setelah kondisi dingin dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtrat dan cake. Filtrat ditambahkan HCl pekat dengan cara dititrasi sampai larutan membentuk gel semua. Gel yang terbentuk dipisahkan dan dikeringkan dalam oven. Sebelum digunakan silika terpresipitasi ini dianalisa kadar silikanya.



Pembuatan natrium aluminat dilakukan dengan mencampur $\text{Al}(\text{OH})_3$ dengan larutan NaOH dan diaduk sampai semua $\text{Al}(\text{OH})_3$ larut semua. Kemudian dibiarkan hingga terbentuk endapan. Endapan kemudian disaring dan dipanaskan dalam oven sampai kadar airnya konstan

b. Sintesis ZSM-5

Sintesis ZSM-5 dilakukan pada variasi nisbah molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (20,25 dan 30), temperature (160, 175 dan 190°C) dan waktu sintesis (12, 18 dan 24 jam). Sintesis tersebut dilakukan dengan cara sebagai berikut natrium aluminat dengan jumlah tertentu dicampur dengan aquadest (suspensi 1). Abu sawit yang telah dikonversi menjadi silika terpresipitasi dengan jumlah tertentu (sesuai nisbah molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ yang divariasikan) dicampur dengan aquadest (suspensi 2) dan suspensi dicampur dengan suspensi 2 (suspensi 3). Ke dalam suspensi 3 ditambahkan NaOH dengan jumlah tertentu sehingga diperoleh nisbah $\text{Na}_2\text{O}/\text{Al}_2\text{O}_3$ 7,4. Dilakukan pengadukan selama 30 menit. Dimasukkan dalam autoclaf pada temperature tertentu (160, 175, 190°C) selama waktu tertentu (12, 15 dan 18 jam). Padatan yang terbentuk dicuci dengan aquadest. Padatan dikeringkan dalam oven pada temperatur 110°C selama 6 jam. Produk yang terbentuk siap untuk dianalisis.

c. Analisis produk

Produk dianalisis dengan FTIR dan hasilnya dibandingkan pita serapan pada bilangan gelombang dari ZSM-5 hasil penelitian Vempati.

**Hasil Penelitian dan Pembahasan
 Komposisi bahan baku**

Bahan baku yang digunakan pada sintesis ZSM-5 ini adalah natrium aluminat dan silika terpresipitasi abu sawit. Sebelum digunakan silika terpresipitasi ini dianalisis komposisinya ke Balai penyelidikan dan Pengembangan Teknologi Keganungapian (BPPTK) Yogyakarta dengan hasil sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi Silika Terpresipitasi

No	Komponen	Prosentase berat
1	SiO_2	84,70
2	Al_2O_3	2,09
3	Fe_2O_3	0,05
4	CaO	1,21
5	MgO	0,11
6	Na_2O	1,65
7	K_2O	1,39
8	HD	8,71

Hasil analisa ini digunakan untuk menentukan perbandingan jumlah bahan baku yang dibutuhkan pada sintesis ZSM-5 dengan rasio molar $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ 20, 25 dan 30.

Sintesis ZSM-5

Sintesis ZSM5 ini dilakukan dengan variasi nisbah molar Si/Al (20,25,30), suhu sintesis (160,175,190°C) dan waktu sintesis (12, 18, 24 jam). Produk yang diperoleh dianalisa dengan spektroskopi infra merah atau FTIR. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan Vempati (2002), spektra infra merah yang merupakan ciri khas terbentuknya ZSM5 ditandainya dengan adanya pita serapan pada bilangan gelombang 1250-950 cm^{-1} (rentang asimetri dari ikatan SiAlO_4 tetrahedral), 720-650 cm^{-1} (rentang simetri), 650-500 cm^{-1} (vibrasi cincin ganda polihedral kerangka zeolit), 500-420 cm^{-1} (vibrasi tekuk ikatan SiAlO_4). Dari data tersebut digunakan untuk membandingkan dengan pita serapan gelombang pada penelitian ini, seperti tersaji pada table berikut :

Tabel 2. Karakterisasi ZSM5 pada penelitian ini dari

Berbagai Kondisi Operasi

No	Kondisi operasi (Suhu °C, waktu jam, rasio Si/Al)	Pita serapan gelombang/ peak	Jumlah karakter
1	160, 12, 20	1064,71 ; 439,77	2
2	160, 12, 25	1087,85 ; 594,08	2
3	160, 12,	1095,57 ;	2



	30		486,06		
4	160, 20	18,	1072,42 ; 563,21 ; 439,77		3
5	160, 25	18,	1095,57 ; 439,77		2
6	160, 30	18,	1095,57 ; 470,63		2
7	160, 20	24,	1080,14 ; 462,92		2
8	160, 25	24,	1095,57		1
9	160, 30	24,	1095,57 ; 462,92		2
10	175, 20	12,	1064,71 ; 617,22 ; 455,2		3
11	175, 25	12,	1064,71 ; 462,92		2
12	175, 30	12,	1064,71 ; 462,92		2
13	175, 20	18,	1018,47 ; 609,51 ; 478,35		3
14	175, 25	18,	1056,99 ; 617,22 ; 462,92		3
15	175, 30	18,	1072,42 ; 694,37 ; 509,21 ; 424,34		4
16	175, 20	24,	987,55 ; 594,08 ; 462,92		3
17	175, 25	24,	1072,42 ; 609,51 ; 478,35		3
18	175, 30	24,	1064,71 ; 509,21 ; 439,77		3
19	190, 20	12,	978,84 ; 432,05		2
20	190, 25	12,	1080,14 ; 447,49		2
21	190, 30	12,	1072,42 ; 439,77		2
22	190,	18,	1072,42 ;		2

	20		439,77		
23	190, 25	18,	1064,71 ; 447,92		2
24	190, 30	18,	1072,42 ; 462,92		2
25	190, 20	24,	1056,99 ; 501,94 ; 447,49		3
26	190, 25	24,	1072,42 ; 462,92		2
27	190, 30	24,	1072,42 ; 478,35		2

Dari tabel 2 menunjukkan bahwa pada kondisi suhu 175C mulai waktu 18 jam menunjukkan hasil ZSM5 yang relatif baik dengan rata-rata dihasilkan 3 karakter, dan waktu sintesis 18 jam, rasio Si/Al 30 dihasilkan 4 karakter. Hal ini menunjukkan bahwa pada kondisi suhu 175°C, waktu 18 jam dan rasio Si/Al 30 dihasilkan kristal ZSM-5. Pita serapan gelombang ZSM-5 pada kondisi operasi tersebut ditunjukkan gambar 1. Pada suhu 160C dan 190C rata-rata hanya dihasilkan 2 karakter, jadi tidak dihasilkan kristal ZSM-5. Hal ini dikarenakan pada, 160C laju pembentukan kristal masih rendah sedangkan pada suhu 190C kemungkinan membentuk zeolit sintesis jenis lain.

Kesimpulan

Pada pembuatan ZSM5 dari silika presipitasi abu sawit dan suhu 175°C dan waktu 18,24 jam rata-rata dihasilkan 3 karakter ZSM-5, sedangkan pada suhu 175C,18 jam dan Si/Al 30 diperoleh 4 karakter. Hal ini menunjukkan terbentuknya kristal ZSM-5. Pada suhu 160°C dan 190°C tidak didapatkan kristal ZSM-5.

Daftar Pustaka

- Chen,C.S.H., Diguiseppi, F., Forbus, Jr., Thomas, R., Rubin, M.K., 2000,"Large Crystal ZSM-5, Its Synthesis and Use", *US patent 6, 013,239*.
- Chumaidi, A dan Achmad, R., 1999, "Pembuatan Katalis ZSM- 5 dari Zeolit Alam Untuk Sintesa Reaksi Metanol menjadi Hidrokarbon", *Prosiding Seminar Nasional Fundamental dan Aplikasi*



- Teknik Kimia.*, ITS, Surabaya.
- Fitoussi, M., Korngold, A., 1997, "Process for Production of Zeolites", *US Patent 5, 624, 658*.
- Graille, J.P. Lozzano., D. Pioch and P. Geneste., 1985, "Essais D'alcoolyse D'husles Vegetables Avec des Catalyseurs Naturels pour la de Carburants Diesels", *Oleagineux vol 40*.
- Kulkarni, S.J., Pavuuri, S., Nama, N., Raghavan, K., 2004, "Process for The Preparation of ZSM-5 Catalyst", *US Patent 6,800, 272*.
- Ismail, R.M., 2006, "Synthesis of Nanosized ZSM-5 Using Different Alumina Sources", *The Journal Of Central Metallurgical R&D Institute, Cairo, Egypt*.
- Prasad, Y.S and N.N, Bakhsi., 1986, "Catalytic Conversion of Canola Oil to Fuels and Chemical Feedstocks", *The Canadian Journal of Chemical Engineering vol 64*.
- Ramli, Z and Hasliza, B., 2003, "Synthesis of ZSM-5 Type Zelite Using Crysttalline Silica of Rice Husk Ash", *Malayssian Journal of Chemistry vol 5*.
- Saputra, E., Utama, P.S., Yenti, S.R., 2004, "Isolasi Silikat (SiO₂) dari Abu Sabut Sawit Limbah Pada Industri Sawit: Pengaruh Suhu Pirolisis, Jenis dan Konsentrasi Asam", *Prosiding Seminar Nasional Utilitas Sumber Daya Alam Indonesia Inovasi dan Pencapaiannya Dalam Teknologi Proses Kimia.*, UI, Jakarta.
- Satterfield, C.N., 199 1, "Heterogeneous Catalysis in Industrial Practice", *2nd ed, USA, McGraw Hill*.
- Simparmin, 1999, "Konversi Zeolit Alam Banyak Mengandung Clinoptilotit Menjadi ZSM- 5", *Thesis Magister ITB, Bandung*.
- Zheng, S., 2002, "Surface modification of ZSM-5 zeolites", *Dissertation, Institut fur Technische Chemie II der Technischen Universitat Munchen*.
- Sutarti, M. dan Minta Rachmawati, 1994, "Zeolit, Tinjauan Literatur", LIPI.
- Vempati, R.K., 2002, "ZSM-5 Made from Siliceous Ash" *US Patent 6, 368, 571*.
- Zahrina, I. dan Rina, D.S., 2003, "Studi Pemanfaatan Abu Sawit Sebagai Sumber Silika Pada Konversi Zeolit Alam Menjadi ZSM-5", *Laporan Penelitian, Lembaga Penelitian UNRI, Pekanbaru*.