

## **PENGARUH KANDUNGAN SILIKAT DAN ALUMINAT DALAM PEMBUATAN ZEOLIT SINTESIS Y DARI ABU SEKAM PADI**

Didi Dwi Anggoro, Muhamad Amri Fauzan, dan Nanda Dharmaparayana

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro Semarang

Jl.Prof.Dr. Soedharto, Tembalang, Semarang

Telp. (024)7460058, Fax. (024) 76480675, E-mail: anggoro@alumni.undip.ac.id

### **Abstrak**

*Kandungan silikat dan aluminat mempunyai peranan penting dalam proses pembuatan zeolit sintesis. Penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh kandungan silikat dan aluminat dalam pembuatan zeolit sintesis Y dari abu sekam padi. Abu sekam padi apabila dikalsinasi pada suhu 600-700°C akan menghasilkan senyawa silikat yang merupakan senyawa penting dalam pembuatan zeolit sintesis. Komposisi bahan yang digunakan untuk membuat zeolit Y dari abu sekam padi yaitu 20 Na<sub>2</sub>O : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 20 SiO<sub>2</sub> : 600 H<sub>2</sub>O. Dalam penelitian ini ditetapkan variabel yaitu perbandingan berat silikat / berat aluminat 10 /4; 10 /10; 20/3; 20/7; 6/7; 30/10; 30/4 dengan waktu kristalisasi 48 jam dan suhu kristalisasi 100°C. Setelah itu produk dianalisa dengan X-Ray Diffraction (XRD). Dari analisa XRD akan didapatkan struktur dan kemurnian kristal zeolit sintesis Y. Dari hasil penelitian kami dapatkan bahwa aluminat lebih mudah masuk ke dalam framework zeolit dibandingkan silikat sehingga penambahan aluminat menyebabkan kenaikan persen kristalinitas zeolit Y hasil sintesa.*

*Kata kunci: silikat; aluminat; abu sekam padi; zeolit Y*

### **Abstract**

*Silicate and aluminate compounds are important factor on synthesis zeolite Y processes. The purposes of this research are to study the affect of silicate and aluminate contains on synthesis zeolite Y from rice husk ash. Rice husk ash will produce silicate by burned at 600-700°C. Silicate is an important compound in making of zeolite. The composition of materials to make zeolite HY is 20 Na<sub>2</sub>O : Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> : 20 SiO<sub>2</sub> : 600 H<sub>2</sub>O. In this research specified variable is weight silicate / weight aluminate 10 /4; 10 /10; 20/3; 20/7; 6/7; 30/10; 30/4 with crystallization time 48 hour and crystallization temperature 100°C . The product is characterized by using X-Ray Diffraction (XRD). Structure and crystal purity of zeolite Y synthetic will be obtained from XRD analysis. From the result of research we found that aluminate is easier to enter the framework of zeolite compared by silicate so that the aluminate adding cause increase percent crystallinity of synthetic zeolite Y.*

*Keywords : silicate; aluminate; rice husk ash; zeolite Y*

### **Pendahuluan**

Katalis merupakan salah satu kebutuhan pokok yang mempunyai peranan penting dalam proses produksi di dalam industri-industri kimia. Katalis yang berfungsi untuk mempercepat atau memperlambat terjadinya reaksi merupakan kunci penting dalam hal selektifitas yaitu menghasilkan produk agar sesuai dengan spesifikasi yang diinginkan. Selama ini untuk mencukupi kebutuhan katalis tersebut dibutuhkan impor katalis dari luar negeri, karena katalis yang tersedia di dalam negeri tidak mencukupi kebutuhan industri kimia yang ada. Oleh karena ketergantungan katalis impor yang cukup tinggi, maka perlu dilakukan penelitian untuk mencari sumber alternatif baru sebagai bahan baku pembuatan katalis terutama dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui.

Sekam padi merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui di mana keberadaannya sangat melimpah di Indonesia yang merupakan negara agraris. Akan tetapi selama ini pemanfaatannya sangat terbatas dan bahkan hanya menjadi limbah pertanian yang tidak diinginkan. Pemanfaatan sekam masih terbatas secara tradisional, selama ini hanya ditimbun lalu dibakar di penggilingan. Abunya digunakan sebagai abu gosok untuk keperluan rumah tangga. Selain daripada itu abu sekam padi juga baru dicoba sebagai penukar ion/kation (Seleng dkk,1994 dan Supriyanto, 2001).

Padahal di dalam abu sekam padi hasil kalsinasi atau pemanasan pada suhu tinggi (500-800°C) terkandung senyawa-senyawa yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia (Houston, 1971).

Diantaranya adalah silikat yang merupakan senyawa terbesar penyusun abu sekam padi. Kandungan silikat dalam abu sekam padi sangat tinggi, yaitu  $\pm 96,6\%$  (Houston, 1971).

Silikat dapat digunakan sebagai dasar pembuatan zeolit sintesis (Halimaton, 1996; Ramli dkk, 1996; dan Scherzer, 1990). Komponen utama dari zeolit sintesis Y adalah silikat. Pemanfaatan sekam padi dalam pembuatan zeolit sintesis Y memungkinkan karena abu sekam padi mempunyai kandungan silikat yang tinggi. Untuk mengetahui tipe dan kemurnian zeolit Y hasil sintesa ini dilakukan analisa *X-Ray Diffraction* (XRD) dengan membandingkan difraktogram dari zeolit sintesis Y komersial (standar). Kristalisasi sintesa zeolit Y dipengaruhi oleh berbagai faktor (Szostak, 1989), yaitu:

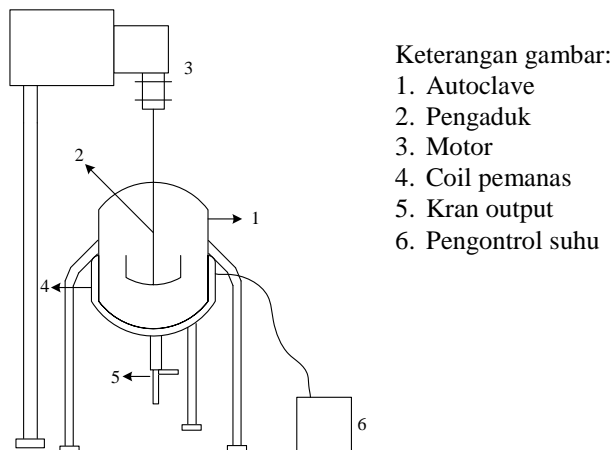
1. Komposisi larutan, yang terdiri dari  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $[\text{OH}^-]$ , kation inorganik, kation organik, anion (selain  $[\text{OH}^-]$ ),  $[\text{H}_2\text{O}]$ .
2. Waktu kristalisasi.
3. Suhu kristalisasi.
4. Beberapa faktor pengadukan, misalnya senyawa tambahan, jenis pengaduk, tipe arah pengaduk.

Pada penelitian sebelumnya tentang sintesis zeolit Y dari sekam padi. Teguh, dkk (2005) didapatkan bahwa suhu dan waktu kristalisasi berpengaruh terhadap kristalinitas zeolit Y hasil sintesa, dimana kondisi terbaik untuk sintesa zeolit Y dari abu sekam padi adalah pada suhu kristalisasi  $100^\circ\text{C}$  selama 48 jam. Dari penelitian tersebut belum dipelajari pengaruh perbandingan berat aluminat / silikat ( $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ ) dalam pembuatan zeolit sintesis Y dari abu sekam padi, maka oleh sebab itu penelitian ini bertujuan mempelajari pengaruh aluminat dan silikat dalam pembuatan zeolit sintesis Y dari abu sekam padi.

### Bahan dan Metodologi Penelitian

Bahan yang digunakan dalam pembuatan zeolit sintesis terdiri dari abu sekam padi yang telah dikalsinasi pada suhu  $600^\circ\text{C}$  sebagai sumber silikat, sodium aluminat sebagai sumber aluminat, NaOH, dan aquades. Secara umum penelitian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu Ekstraksi silikat dari abu sekam padi dan sintesis zeolit Y dengan sumber silikat dari abu sekam padi dan karakterisasi zeolit sintesis Y. Untuk menghasilkan silika amorf yang akan digunakan untuk sintesis zeolit Y dilakukan ekstraksi silika dari abu sekam padi (Halimaton, 1996). Larutan Sodium silikat didapatkan dengan cara mencampurkan abu sekam padi dengan NaOH dan aquades yang dipanaskan pada suhu tertentu selama beberapa jam dengan pengadukan. Larutan Sodium silikat yang dihasilkan kemudian disaring dan residunya dicuci beberapa kali. Filtratnya kemudian diambil. Tahap pengendapan silika dilakukan dengan menambahkan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  sedikit demi sedikit ke dalam larutan sodium aluminat (filtrat) yang diaduk. Endapan silika gel akan terbentuk ketika pH mendekati 10,5. Penambahan asam sulfat terus dilakukan sampai pH mendekati netral. Silika yang terbentuk dicuci dengan aquades beberapa kali, kemudian disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu  $110^\circ\text{C}$ .

Tahapan selanjutnya adalah sintesis zeolit Y (Breck, 1964). Mula-mula 7 gram Sodium aluminat yang mengandung 30 % berat  $\text{Na}_2\text{O}$ , 46,6 % berat  $\text{Al}_2\text{O}_3$  dan 23,4 % berat  $\text{H}_2\text{O}$  ditambah 21 gram NaOH kemudian dilarutkan dalam 280 ml aquades. Larutan ini ditambahkan ke dalam 100 gram larutan silika. Campuran kemudian diaduk dengan magnetic stirrer selama 24 jam pada suhu kamar (tahap penuaan), setelah itu larutan dikristalisasi sesuai dengan variabel. Hasil kristalisasi disaring dan dicuci dengan aquades sampai pH 10-10,5. Lalu dikeringkan pada suhu  $100^\circ\text{C}$ . Skema alat yang digunakan dalam proses ekstraksi dan kristalisasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Skema peralatan ekstraksi dan kristalisasi dalam pembuatan zeolit sintesis

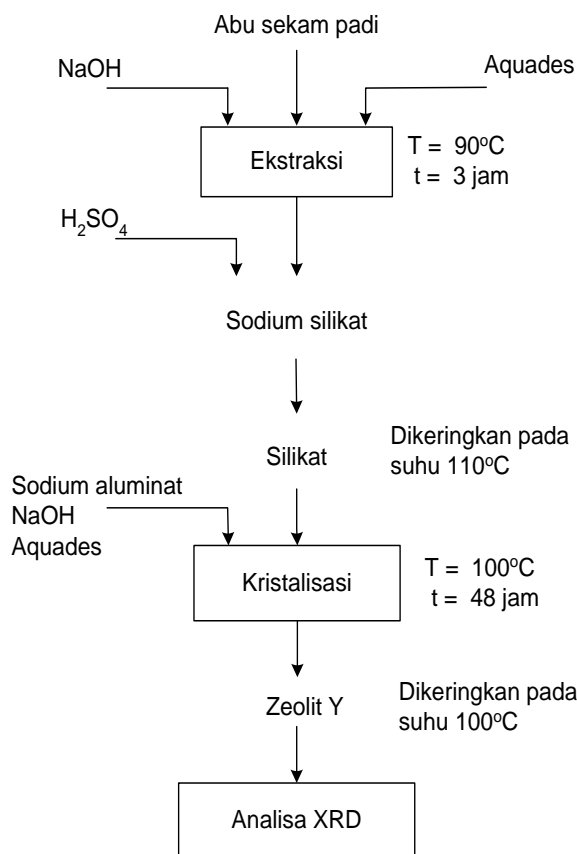
Produk dianalisa menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*. Peralatan XRD yang digunakan berasal dari MIPA Kimia UGM dengan merk Shimadzu dengan  $\text{CuK}\alpha$  radiation ( $\lambda = 1.54060 \text{ \AA}$ ) pada 40 kV and 30 mA diamati dengan range  $2\theta$  antara  $2^\circ$  to  $60^\circ$  kecepatan pengamatan  $4^\circ$  per menit. Kemurnian kristal (*crystallinity*) dapat ditentukan dengan membandingkan intensitas atau luas dari beberapa puncak (*peak*) yang besar dari zeolit Y hasil sintesis dengan zeolit Y standart atau komersial (Skeels, dkk, US Paten 5100644), seperti persamaan berikut:

$$\text{X-ray Kristallinitas} = \frac{\text{Intensity of peak hkl of sample}}{\text{Intensity of peak hkl of standard}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Dengan difraktogram XRD dapat juga dihitung panjang unit cell dari kristal zeolit, yaitu menggunakan indikator Miller (hkl) yang merupakan fungsi  $2\theta$  dimana  $\theta$  adalah sudut difraksi (diffraction angle), seperti persamaan berikut:

$$\text{Unit cell} = n \lambda / 2 \sin \theta \dots\dots\dots (2)$$

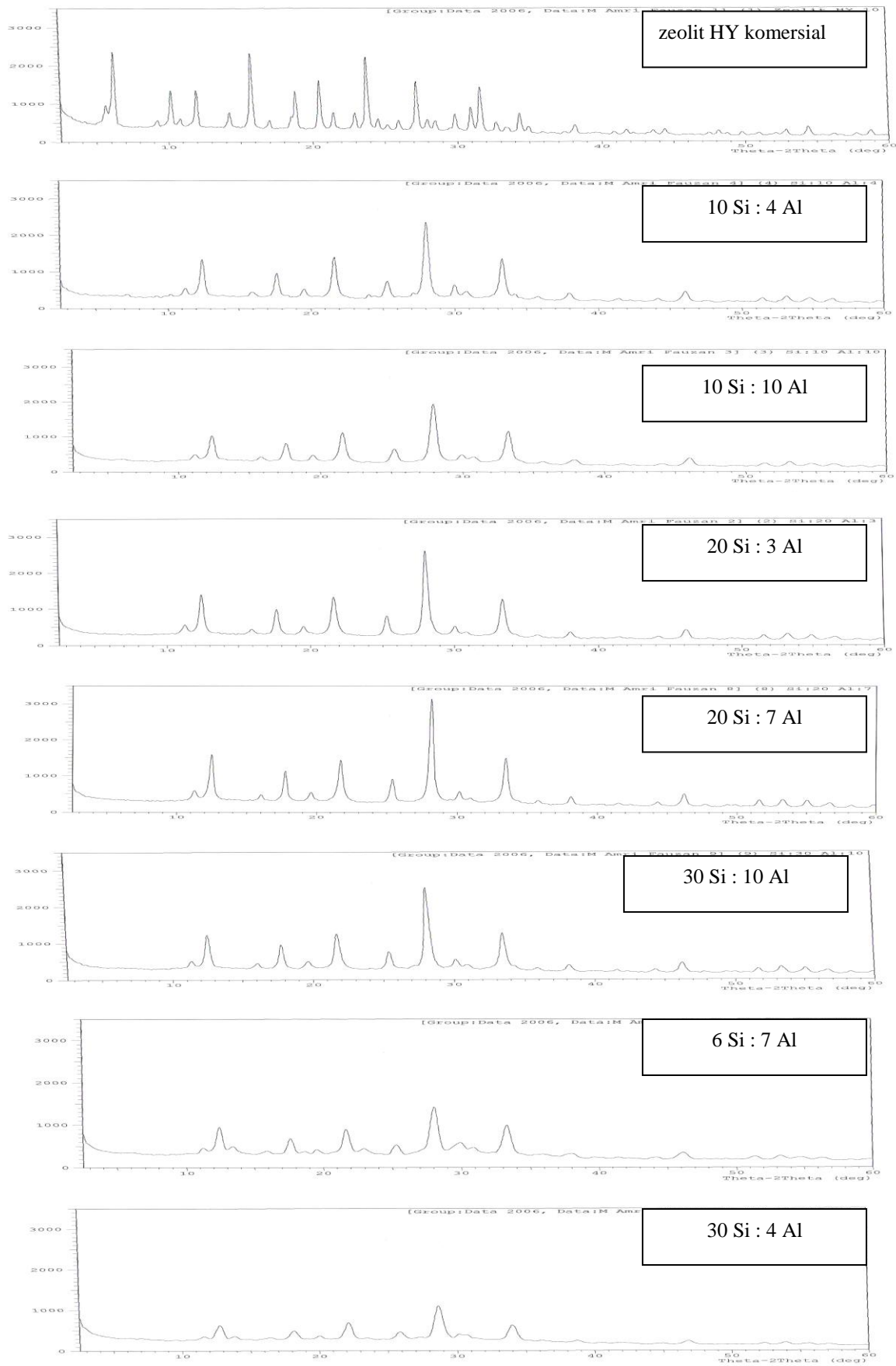
Dimana  $\lambda$  adalah panjang gelombang  $\text{CuK}\alpha$  ( $\lambda = 1.54060 \text{ \AA}$ ), dan  $n$  adalah bilangan bulat dari ( $h k l$ ), serta adalah besarnya  $\theta$  peak dari ( $h k l$ ) = ( $n 0 0$ ), ( $0 n 0$ ), ( $0 0 n$ ) dimana  $n = 1, 2, 3, 4$ , dst (Glusker and Rueblood, 1972). Tahapan-tahapan penelitian ini ditampilkan dalam blok diagram seperti Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Diagram proses pembuatan zeolit Y dari abu sekam padi

**Hasil dan Pembahasan**

Hasil dari sintesa zeolit HY dengan berbagai perbandingan berat aluminat dengan berat silikat pada suhu  $100^\circ\text{C}$  dan waktu 48 jam dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan hasil difraktogram dari analisa XRD disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diffraktogram dari zeolit HY komersial dan 7 sampel hasil sintesa

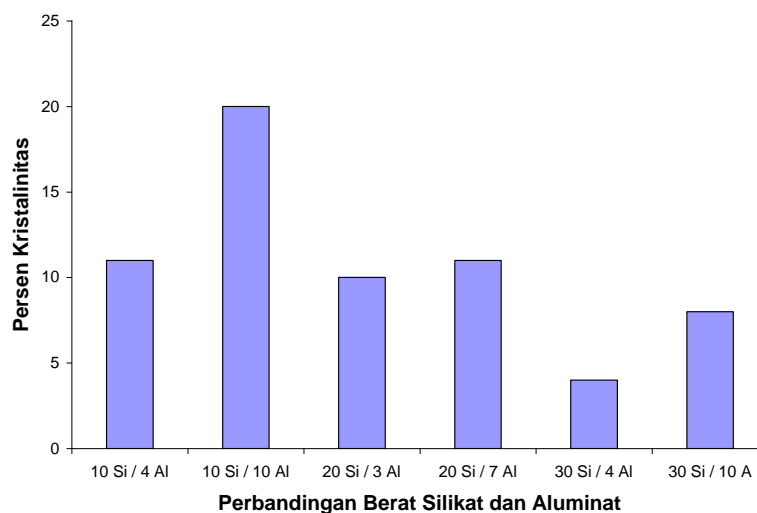
Tabel 1. Hasil Sintesa Zeolit HY

Zeolit	Berat Kristal (gr)	Unit Cells (Å)	Kristalinitas (%)
Y Komersial	-	24,6	100
10 Si / 4 Al	5,2	24,3	11
10 Si / 10 Al	13,3	24,4	20
20 Si / 3 Al	4,9	25,6	10
20 Si / 7 Al	10,4	25,6	11
30 Si / 10 Al	14,0	25,4	8
30 Si / 4 Al	6,5	25,3	4
6 Si / 7 Al	8,3	24,4	7

Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan *unit cells* dan kristalinitas, dapat dilihat bahwa besarnya *unit cells* dari semua sampel zeolit hasil sintesa sama dengan zeolit Y komersial (24 - 25 Å). Dengan tidak berubahnya harga *unit cells*, dapat disimpulkan perubahan berat aluminat dan silikat tidak berpengaruh pada besarnya *unit cells* dari semua zeolit hasil sintesa. Persen kristalinitas hasil sintesa yang kecil disebabkan oleh tidak adanya tahap penuaan. Tahap penuaan dimaksudkan untuk menghasilkan rasio  $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$  dan kemurnian zeolit yang tinggi.

#### Pengaruh Berat Aluminat

Pengaruh berat aluminat pada pembuatan zeolit Y ditentukan dengan menggunakan variabel perbandingan berat silikat / berat aluminat, yaitu: 10/4, 10/10, 20/3, 20/7, 30/4, dan 30/10 pada suhu 100°C dan waktu kristalisasi 48 jam.

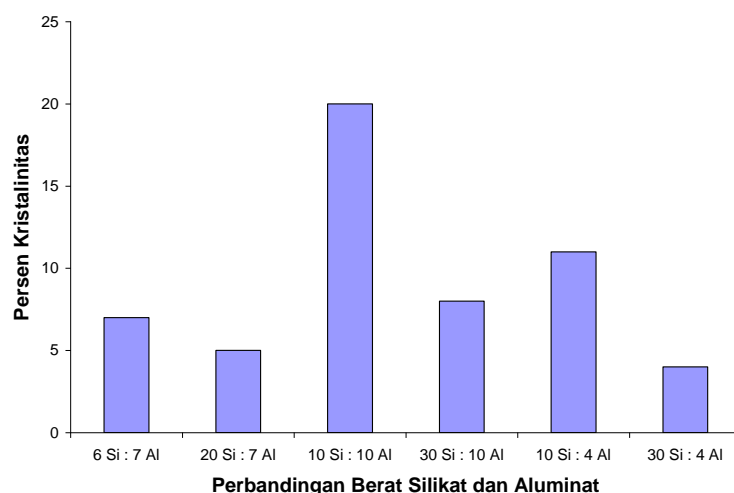


Gambar 4. Grafik hubungan perbandingan berat silikat dan aluminat terhadap kristalinitas

Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa persen kristalinitas dari sampel zeolit hasil sintesa pada perbandingan 10/10 selama 48 jam menunjukkan tertinggi (20%) dibandingkan sampel zeolit perbandingan 10/4; 20/3; 20/7; 30/4; 30/10. Dari Gambar 4 dapat dilihat juga bahwa dengan bertambahnya berat aluminat maka persen kristalinitasnya semakin besar. Hal ini disebabkan sebagian besar aluminat masuk ke framework, jadi berat aluminat sangat mempengaruhi persen kristalinitas dari sintesa zeolit.

#### Pengaruh Berat Silikat

Pengaruh berat silikat pada pembuatan zeolit Y ditentukan dengan menggunakan variabel perbandingan berat silikat / berat aluminat, yaitu: 6/7, 20/7, 10/10, 30/10, 10/4, dan 30/4 pada suhu 100°C dan waktu kristalisasi 48 jam.



Gambar 5. Grafik hubungan perbandingan berat silikat dan aluminat terhadap kristalinitas

Dari Gambar 5 terlihat bahwa semakin bertambahnya berat silikat maka persen kristalinitasnya semakin kecil. Hal ini dikarenakan silikat cenderung lebih sukar untuk masuk ke dalam framework dibandingkan dengan aluminat. Dari pengaruh berat aluminat dan silikat terlihat bahwa aluminat lebih mudah masuk ke dalam framework daripada silikat.

### Kesimpulan

Dari hasil percobaan sintesa zeolit HY dari abu sekam padi dan hasil analisa menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) dapat ditarik beberapa kesimpulan, yaitu :

- Abu sekam padi dapat digunakan sebagai sumber silika untuk membuat zeolit HY.
- Berat aluminat dan berat silikat tidak berpengaruh pada ukuran *unit cells* zeolit HY hasil sintesa.
- Berat aluminat dan berat silikat berpengaruh pada kristalinitas zeolit HY hasil sintesa.

### Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dirjen Dikti, Departemen Pendidikan Nasional yang telah membiayai penelitian ini melalui DIPA Nomor SP: 0145.0/023-04.0/-/2006.

### Daftar Pustaka

- Breck, D.W and Tonawan, N.Y, 1964, “*Crystalline Zeolite Y*”, U.S Patent 3,130,300
- Glusker, J.P and Trueblood, K.N, 1972, “*Crystal Structure Analysis: A Primer*”, New York, Oxford University Press
- Halimatun Hamdan, 1996, “*Si MAS NMR, XRD and FESEM Studies of Rice Husk Silica For The Synthesis of Zeolites*”, Journal of Non-Crystalline Solids, Elsevier
- Houston, D.F, 1971, “*Rice, Chemistry and Technology*”, Vol IV, American Association of Cereal Chemist Inc, St Paul, Minnecota, pp. 245
- Ramli.Z, Listiorini E., Hamdan H, 1996, “*Optimization and Reactivity Study of Silica In The Synthesis of Zeolites From Rice Husk*”, Jurnal Teknologi, bil.25, Universiti Teknologi Malaysia
- Scherzer J, 1990, “*Octane – Enhancing Zeolitic FCC Catalysis*”, Marcel Dekker.Inc. pp. 356
- Seleng T, et al, 1994, “*Penelitian Pemanfaatan abu Sekam Padi sebagai Penukar Ion Pada Daur Ulang Air Limbah Industri Logam*”, Majalah Komunikasi, pp. 34
- Supriyanto E, dan Adinata I, 2001, “*Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Kation Exchanger  $Fe^{2+}$  dengan Menggunakan Fluidized Bed Column*”, Laporan Penelitian Mahasiswa Teknik Kimia UNDIP, Semarang
- Szostak R, 1989, “*Molecular Sieves Principles of Synthesis and Identification*”, Van Nostrand Reinhold Catalysis Series. Elsevier
- Teguh Eko, dan Tri Anggoro, 2005, “*Pembuatan Zeolit Sintesis HY: Pengaruh Suhu dan Waktu Kristalisasi*”. Laporan Penelitian Mahasiswa, Teknik Kimia UNDIP, Semarang

**DATA PRIBADI PENYAJI MAKALAH**  
**Seminar Nasional Teknik Kimia “Kejuangan” 2007**

Nama : 1. Ir. Didi Dwi Anggoro, M.Eng, PhD  
2. Muhamad Amri Fauzan  
3. Nanda Dharmaparayana

Tempat, Tanggal Lahir : 1. Jakarta, 14 November 1967

Pendidikan : 1. S-1 : Teknik Kimia Universitas Diponegoro (1991)  
S-2 : Teknik Kimia Universiti Teknologi Malaysia (1998)  
S-3 : Teknik Kimia Universiti Teknologi Malaysia (2003)  
2. Mahasiswa S1 Teknik Kimia Universitas Diponegoro  
3. Mahasiswa S1 Teknik Kimia Universitas Diponegoro

Alamat : Instansi : Jurusan Teknik Kimia FT UNDIP  
Jl. Prof. Soedarto SH, Tembalang, Semarang

Rumah : 1. Jl. Stonen Utara I No.8 Sampangan Semarang