

Zeolite-A Synthesis from Glass

Indah Saraswati¹

¹Lecturer in Chemistry Department, Faculty of Medicine, Diponegoro University, Semarang

Corresponding email: is.sjafari@gmail.com

ABSTRACT

Zeolite can be used as ion exchanger, catalyst, and adsorbent. One type of synthetic zeolites is zeolite-A which being developed to overcome the weakness of natural zeolites for their difference of pore size. This research is aimed to study the synthesized of zeolite-A from wasted glasses as silica source. Hydrogel method was used by reacting sodium aluminate into a sodium silicate solution. The gel formed was heated at 80°C for 8 hours and to produce a white solid. The solid result were characterized by XRD, FTIR, and AAS. The XRD analysis shown that the yield which formed closest to zeolite-A structure was in concentrate variation of sodium silicate and sodium aluminate of 1.05 : 1. This result also can be confirmed by FTIR analysis.

Keywords: zeolite-A, synthesis, glass

ABSTRAK

Zeolit dapat dimanfaatkan sebagai penukar ion, katalis, dan adsorben. Salah satu tipe zeolit sintetis adalah zeolit-A yang dikembangkan untuk mengatasi kelemahan dari zeolit alam yang memiliki ukuran pori yang tidak seragam. Penelitian ini ditujukan untuk mempelajari sintesis zeolit A dengan menggunakan kaca sebagai sumber silika. Sintesis Zeolit-A menggunakan metode hidrogel dengan menambahkan natrium aluminat ke dalam larutan natrium silikat. Gel yang terbentuk dipanaskan pada temperatur 80 °C selama 8 jam menghasilkan padatan putih yang lebih keras. Karakterisasi hasil penelitian ini dilakukan dengan metode analisis XRD dan FTIR. Analisis XRD menunjukkan bahwa zeolit-A terbentuk pada perbandingan konsentrasi natrium silikat dan natrium aluminat sebesar 1,05 : 1. Hasil ini juga diperkuat dengan data FTIR pada sampel ZA.

Kata kunci: zeolit-A, sintesis, kaca

Pendahuluan

Zeolit sintetis dikembangkan untuk mengatasi kelemahan dari zeolit alam antara lain karena komposisi mineral yang bervariasi dan ukuran pori-pori yang tidak seragam. Pengembangan zeolit sintetis ini dapat dilakukan dengan mengatur pori-porinya sehingga lebih spesifik pemanfaatannya. Salah satu tipe zeolit sintetis adalah zeolit-A yang memiliki komposisi mineral $\text{Na}_{12}[(\text{AlO}_2)_{12}(\text{SiO}_2)_{12}]\cdot 27\text{H}_2\text{O}$ [1]. Zeolit-A merupakan tipe zeolit sintetis dengan nilai rasio Si/Al rendah yaitu 1 atau mendekati 1. Sifat ini membuat zeolit dengan rasio Si/Al rendah sering digunakan dalam pengolahan limbah cair, peningkatan kualitas air dengan pengurangan kesadahan, dan sebagai penukar ion [2].

Reaktan utama dalam sintesis zeolit adalah senyawa silika dan alumina. Umumnya, reaktan yang digunakan dalam proses sintesis zeolit ini merupakan produksi pabrik, sedangkan di lingkungan sekitar ada berbagai macam alternatif sumber silika dan sumber alumina yang berasal dari limbah dan mudah diperoleh. Merunut pada penelitian sebelumnya, bahwa limbah yang sering digunakan sebagai sumber silika adalah abu sekam padi, abu layang batubara, dan pasir.

Penelitian mengenai sintesis zeolit-A dari kaca ini diharapkan dapat memberi suatu informasi mengenai sumber silika baru yang dapat dijadikan alternatif sebagai sumber silika dalam proses sintesis zeolit. Selain itu, dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat mempertinggi manfaat dari limbah kaca

sehingga tidak hanya dibuang begitu saja tetapi dapat berfungsi sebagai sumber silika dalam sintesis zeolit atau dalam sintesis material anorganik yang lain.

Metode Penelitian

Preparasi

Penelitian dilakukan dengan menggunakan pecahan kaca yang diperoleh di Semarang. Serbuk kaca direaksikan dengan NaOH dan dipanaskan pada temperatur 900 °C selama 4 jam. Padatan yang diperoleh dilarutkan dengan akuades dan diambil filtratnya untuk diukur kadar Si dengan AAS.

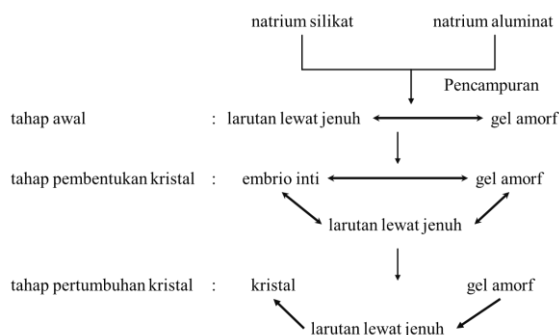
Sintesis dan Analisa Hasil

Natrium silikat direaksikan dengan natrium aluminat dengan perbandingan tertentu, kemudian dipanaskan selama 8 jam pada temperatur 80 °C. Padatan yang diperoleh dicuci hingga diperoleh filtrat pada pH netral. Analisa hasil dilakukan dengan menggunakan XRD dan FTIR.

Hasil dan Pembahasan

Proses sintesis zeolit-A dilakukan mencampurkan larutan natrium silikat dan natrium aluminat disertai pengadukan membentuk gel berwarna putih. Pembentukan gel ini memperlihatkan adanya interaksi yang kuat antara silikat dan aluminat [3]. Terbentuknya gel berwarna putih ini merupakan awal dari pembentukan inti dan pertumbuhan kristal yang merupakan hal penting dalam proses sintesis zeolit.

Hamdan [3] menjelaskan bahwa zeolit terbentuk melalui proses berikut.



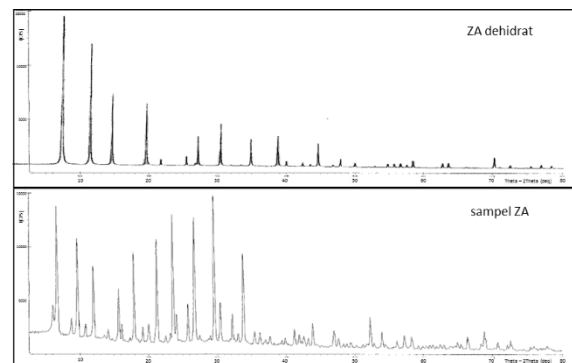
Gambar 1. Skema Pembentukan Zeolit Secara Umum

Dari skema tersebut dapat dijelaskan bahwa ketika larutan aluminat dan larutan silikat dicampur, akan

terbentuk dua fase, yaitu fase gel dan fase larutan sebagai larutan lewat jenuh. Kedua fase ini berada dalam kesetimbangan sebagai tahap awal pembentukan zeolit.

Pada tahap pembentukan kristal, gel amorf akan mengalami penataan ulang pada strukturnya dengan adanya pemanasan sehingga dapat terbentuk embrio inti kristal. Pada keadaan ini terjadi kesetimbangan antara embrio inti kristal, gel amorf sisa, dan larutan lewat jenuh. Proses ini berada pada keadaan metastabil. Jika gel amorf sisa larut kembali, maka akan terjadi pertumbuhan kristal dari embrio inti tersebut sampai gel amorf sisa tersebut habis dan terbentuk kristal dalam keadaan stabil. Tahap ini merupakan tahap pertumbuhan kristal [3].

Analisis padatan dilakukan dengan menggunakan XRD yang dapat memberikan informasi mengenai kekristalan suatu mineral tertentu dan senyawa yang ada dalam suatu sampel. Hal ini dikarenakan setiap mineral mempunyai pola difraktogram yang karakteristik. Sedangkan untuk persentase kristalinitas dihitung berdasarkan referensi Ojha, Pradhan and Samanta [4]. Hasil analisis XRD pada padatan dengan perbandingan konsentrasi silika : alumina adalah 1:1,05 ditunjukkan oleh **Gambar 2**.



Gambar 2. Pola difraktogram pada padatan dengan perbandingan silika : alumina 1:1,05

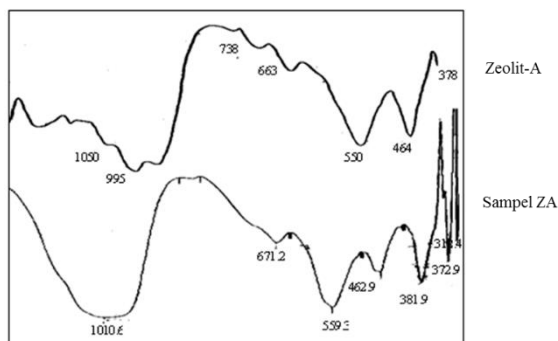
Perbandingan puncak-puncak pada sampel **ZA** menunjukkan kemiripan pola difraktogram jika dibandingkan dengan referensi zeolit A sintetik. Perbandingan puncak ini lebih jelas dengan merunut pada nilai d seperti yang ditunjukkan pada **Tabel 1**.

Tabel 4.2 Nilai d pada ZA dengan Zeolit-A dehidrat

Zeolit-A dehidrat		ZA 54	
d	I/I ₁	d	I/I ₁
12.28	100	12.28	100
8.68	69	8.69	77
7.09	35	7.09	55
5.49	25	5.50	40
4.34	30	4.35	14
4.15	8	4.16	7
4.09	96	4.10	81
3.28	91	3.29	98
2.68	10	2.68	7
2.62	82	2.62	78
1.92	18	1.92	14
1.89	19	1.90	8
1.74	43	1.74	29
1.69	13	1.69	16
1.63	10	1.63	8
1.60	16	1.60	12
1.57	10	1.57	12

Dengan menggunakan perhitungan persentase kristalinitas merunut pada Ojha, Pradhan and Samanta [4] maka diperoleh persentase kristalinitas sampel ZA sebesar 96,09%.

Analisis pendamping dilakukan dengan menggunakan FTIR sehingga dapat diidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam sampel zeolit A tersebut. Zeolit secara umum mempunyai daerah serapan infra merah yang karakteristik di sekitar panjang gelombang 300 – 1200 cm⁻¹. Pola spektra FTIR pada zeolit-A dan sampel ZA **Gambar 3**.



Gambar 3. Pola Spektra FTIR pada Zeolit A dan Sampel ZA

Berdasarkan Gambar 3 maka dapat dilakukan perbandingan antara bilangan gelombang pada Zeolit A dengan sampel ZA sesuai dengan Tabel 2.

Tabel 2. Daftar bilangan gelombang pada sampel Zeolit-A dan standar zeolit-A

Panjang Gelombang (cm ⁻¹)		Interpretasi
Zeolit-A	ZA 54	
1050 995	1010,6	Vibrasi ulur asimetri ←O Si→ ←O ←O Al→ ←O
663	671,2	Vibrasi ulur simetri OSiO / OAlO
550	559,3	Double ring
464	462,9	Vibrasi tekuk T-O SiO / AlO
378	381,9	Pore opening

Daerah serapan sekitar 1.000 – 950 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ulur asimetri dari Si—O dan Al—O dari kerangka aluminosilikat. Serapan pada daerah ini ditunjukkan oleh semua zeolit hasil sintesis. Vibrasi ulur simetri Si—O dan Al—O muncul pada daerah serapan sekitar 600 – 700 cm⁻¹. Pada standar spektra infra merah zeolit-A menunjukkan dua puncak, sedangkan pada sampel ZA hanya menunjukkan satu puncak saja. Hal ini terjadi karena keberadaan senyawa lain selain zeolit-A dalam sampel tersebut.

Salah satu karakter zeolit adalah memiliki *double ring* yang ditunjukkan dengan munculnya serapan pada daerah 600 – 550 cm⁻¹. Pada struktur zeolit terdapat jalinan internal dan jalinan eksternal. *Double ring* ini merupakan jalinan eksternal antara lapisan zeolit satu dengan lainnya.

Vibrasi tekuk dari Si—O dan Al—O pada kerangka aluminosilikat pada zeolit muncul pada daerah serapan sekitar 400 cm⁻¹. Adanya vibrasi ulur dan vibrasi tekuk dari Si—O dan Al—O menunjukkan telah terbentuknya kerangka aluminosilikat pada sampel tersebut.

Kesimpulan

Dari penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa pecahan kaca dapat digunakan sebagai sumber silika dalam sintesis zeolit-A. Hal ini memberikan informasi baru bahwa pecahan kaca dapat dijadikan

alternatif baru sebagai sumber silika untuk sintesis zeolit selain abu layang batubara atau sumber silika lain.

Referensi

- [1] Weitkamp, J. and Puppe, L., (2013), *Catalysis and zeolites: fundamentals and applications*, Springer Science & Business Media.
- [2] Austin, G.T. and Jasjfi, E., (1996), *Industri Proses Kimia, Edisi Kelima, Erlangga, Jakarta.*
- [3] Hamdan, H., (1992), *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization, and Modification, Universiti Teknologi Malaysia, Kualalumpur.*
- [4] Ojha, K., Pradhan, N.C. and Samanta, A.N., (2004), Zeolite from fly ash: synthesis and characterization, *Bulletin of Materials Science*, 27 6 555-564.