

---

---

## PEMBUATAN MORDENIT-Cu DARI MORDENIT ALAM DENGAN METODA BATCH

Dewi Fatimah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Puslit Geoteknologi – LIPI, Jln Sangkuriang, Bandung 40135

Phone +62 (22) 2503654, Fax : +62 (22) 2504593

Email : dewi.fatimah@geotek.lipi.go.id

### ABSTRAK

Pembuatan Mordenit-Cu dari mordenit alam untuk bertujuan untuk memperbaiki sifat zeolit alam, agar pemanfaatan mineral alam tersebut lebih luas. Beberapa manfaat modifikasi; antara lain dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit alam. Seperti lebih stabil terhadap panas, lebih tahan terhadap perubahan pH, dan dapat meningkatkan sifat adsorpsinya. Proses dilakukan dengan cara batch, yaitu penanaman kation Cu ke dalam struktur kristal di dalam reaktor batch. Teknik modifikasi dilakukan melalui pengubahan mordenit alam menjadi mordenit-H untuk mempermudah substitusi kation-tetrahedral oleh Cu. Mordenit-H di dapat melalui pembuatan mordenit-NH<sub>4</sub>, prinsipnya adalah mengganti kation K, Na, Ca, Mg oleh ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. Dilanjutkan dengan proses pemanasan untuk menguraikan ammonium menjadi NH<sub>3</sub>. Selanjutnya dilakukan penyempurnaan pembentukan mordenit-H dengan asam mineral. Proses penanaman Cu dilakukan terhadap Mordenit-H dengan variasi waktu pengadukan 2, 4, 6 dan 8 jam pada suhu kamar. Hasil penelitian memperlihatkan penyerapan tertinggi di dapat dengan waktu pengadukan selama 6 jam dengan konsentrasi Cu sebesar 299,5 ppm. Modifikasi tidak merubah bentuk kristal alamiah zeolit.

**Kata Kunci:** Zeolit-H, zeolit-NH<sub>4</sub>, mordenit-Cu, metoda *batch*

### ABSTRACT

*Making Mordenit-Cu from natural mordenit is to repair characteristic of natural zeolite, in order to utilization of nature mineral become wide. Some modification benefits; change some characteristic of natural zeolites such as more stable to the changes of pH more stable at heating, and can improve its adsorption characteristic. Cu cultivation into crystal structure conducted with batch method in batch reactor. Modification technique, changed nature mordenit to mordenit-H, for metal substitution more easy. Mordenit-H made by modification nature mordenit, continued with make mordenite-NH<sub>4</sub>. Its principle is replaces cations K, Na, Ca, Mg by ion NH<sub>4</sub><sup>+</sup>. then, with warm-up ammonium to become NH<sub>3</sub>, then forming completion mordenit-H with acid mineral. Cu cultivation conducted by stirring solution with time variation ( 2, 4, 6 and 8 hour) at room temperature. The result is, highest absorbtion happens at product with stirring time 6 hour with concentration Cu 299,5 ppms. Modification not changes natural crystal zeolite.*

**Key words :** Zeolite-H, zeolite-NH<sub>4</sub>, Mordenite-Cu, batch method

### PENDAHULUAN

Zeolit dibentuk oleh tetrahedral [SiO<sub>4</sub>]<sup>4-</sup> dan [AlO<sub>4</sub>]<sup>5-</sup> melalui jembatan oksigen (-Si-O-Al-) dengan kation golongan I dan II. Tetrahedron berupa kerangka tiga dimensi yang membentuk banyak ruang terbuka dan lorong yang saling terkoneksi, rongga tersebut biasanya diisi oleh molekul air

dan kation yang menempel struktur tetrahedral. Menurut konsep Lewis-Bronsted, tetrahedral merupakan molekul dengan situs basa karena dapat berfungsi sebagai donor pasangan elektron atau akseptor proton. Sedangkan gugus penetral dari golongan alkali tanah bersifat sebagai situs asam atau donor proton (Clifton, R.A. 1980 dan Lenny M.Estiaty, et al, 2002 serta Rahmani A.R<sup>1)</sup>. Dalam kondisi netral (kristal zeolit) situs asam dari kation penetral, posisinya tidak mudah disubstitusi oleh kation  $\text{Cu}^{2+}$ , karena  $\text{Cu}^{2+}$  termasuk asam madya (*Hard and Soft Acid Bases* dari Pearson). Akibatnya situs asam dari rangka perlu diubah menjadi situs asam lunak melalui pembentukan H-zeolit. Tetrahedral zeolit di alam Indonesia, biasanya berupa kation dari jenis jenis K, Na, Ca, Ba dan Mg. Kation, bukan merupakan bagian kerangka zeolit dan terdistribusi di saluran rongga-rongga rangka, bersifat mudah bergerak, tetapi tidak mudah meninggalkan kristal, karena untuk mempertahankan kenetralan kristal. Berdasarkan sifat tersebut, maka dipilih teknik modifikasi melalui metoda *batch* (*wet impregnation*) terhadap H-zeolit oleh kation Cu (Ames Jr.,L. L,1965 dan Ames Jr.,L. L., 1960, serta Erdem.E, dkk, 2004) . Teknik yang digunakan dengan cara perlakuan termal terhadap bentuk ammonium, perubahan menjadi bentuk ammonium, dilakukan berdasarkan sifat tukar-kation logam alkali tanah oleh gugus ammonium yang bersifat logam (Ames, Jr., L. L.,1967 dan Erdem.E, et al, 2004) Dilanjutkan dengan perlakuan termal untuk menguraikan ammonium menjadi H-zeolit, kemudian perlakukan dengan asam untuk menyempurnakan pembentukan zeolit-H. Proses pengasaman dikontrol untuk mencegah terjadinya pelarutan Al dari kerangka (*Al framework*) (Minato H., 1988). Manfaat penanaman logam pada struktur dapat menyebabkan perubahan beberapa sifat zeolit alam seperti stabilitas terhadap panas, lebih tahan terhadap perubahan *pH*, meningkatkan sifat adsorpsi, sehingga akan memperbaiki sifat zeolit alam.

## METODOLOGI

130 gram zeolit hasil pencucian dan pemurnian, dimasukan ke dalam reaktor *batch*, ditambahkan 400 ml larutan ammonium asetat 1N, diaduk selama 4 jam, kemudian disaring. Zeolit- $\text{NH}_4$  dikeringkan pada suhu  $105^\circ\text{C}$  1 jam. Dilanjutkan proses kalsinasi pada suhu  $300^\circ\text{C}$  2 jam. Kemudian bahan diperlakukan dengan HCl 0,5 N dengan pengadukan selama 2 jam. Dilakukan penyaringan, dan pengeringan suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 1 jam. Dilanjutkan dengan proses modifikasi, yaitu masing-masing 25 gram zeolit-H diperlakukan dengan 200 ml  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$  0,0472 N, dengan pengadukan pada variasi waktu 2, 4, 6 dan 8 jam, dalam reaktor *batch*. Campuran disaring dan dicuci dengan alkohol teknis sampai filtrat bebas Cu, produk dikeringkan pada suhu  $105^\circ\text{C}$  selama 1 jam, dilanjutkan dengan proses kalsinasi pada suhu  $300^\circ\text{C}$  selama 2 jam. Analisis dilakukan dengan AAS dan SEM.

**HASIL**

**Tabel 1.** Hasil Analisis AAS Mordenit Alam dan Mordenit -Cu

Unsur	Mordenit- Alam	Mor-Cu(2 jam)	Mor-Cu(4jam)	Mor-Cu(6 jam)	Mor-Cu(8 jam)
SiO <sub>2</sub>	68,49%	72,81%	72,38%	69,32%	68,72%
TiO <sub>2</sub>	0,44%	0,30%	0,37%	0,35%	0,40%
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,10%	10,91%	11,00%	11,11%	11,25%
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,78%	0,95%	0,85%	0,97%	0,90%
MnO	0,0005%	0,0002%	0,0002%	0,0004%	0,0004%
MgO	0,10%	0,06%	0,05%	0,05%	0,05%
CaO	0,12%	0,034%	0,03%	0,031%	0,03%
K <sub>2</sub> O	1,24%	1,03%	1,09%	1,03%	1,08%
Na <sub>2</sub> O	1,50%	0,17%	0,18%	0,15%	0,16%
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,52%	0,56%	0,58%	0,56%	0,56%
LOI	14,31%	12,89%	12,99%	16,05%	16,32%

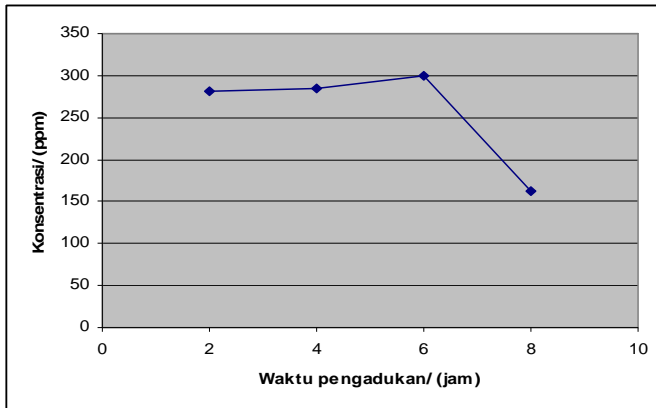
**Tabel 2.** Konsentrasi ion Cu<sup>2+</sup> dalam filtrat ( *Batch* )

Pengadukan (jam)	Cu <sup>2+</sup> (ppm)
Zeolit Raw	ttd
2	281,5
4	284,3
6	299,5
8	161,9

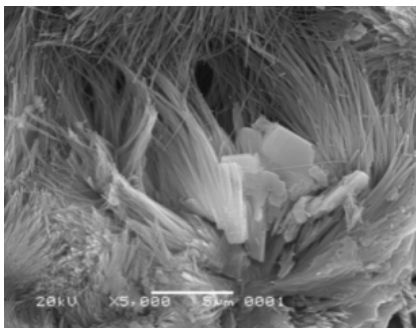
**Tabel 3.** Konsentrasi ion Cu<sup>2+</sup> dalam zeolit

Pengadukan ( jam)	Konsentrasi( ppm)
0	2,8580
2	2,5765
4	2,5737
6	2,5585
8	2,6961

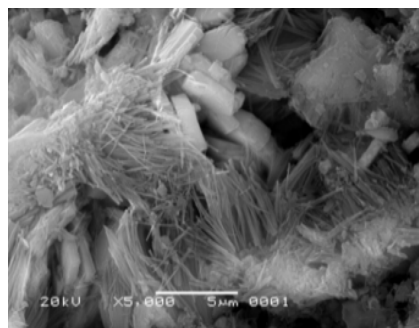
**Kurva 1.** Konsentrasi  $\text{Cu}^{2+}$  dalam zeolit terhadap waktu pengadukan



Hasil Scanning Electron Microscope (SEM)



**Gb 1.** Zeolit Alam



**Gb 2.** Zeolit-Cu metoda *Batch*

## DISKUSI, ANALISIS

Zeolit alam Cikanca merupakan Mordenit alam, mordenit alam hasil pemurnian dimodifikasi menjadi mordenit-ammonium, melalui proses substitusi dengan cara mendesak ion-ion logam  $\text{K}^+$ ,  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^+$  dan  $\text{Mg}^+$  keluar dari struktur mordenit oleh ion ammonium. Mordenit - ammonium yang terbentuk diubah menjadi Mordenitlit-H dengan perlakuan termal, gas amoniak yang terbentuk akan terlepas ke udara sehingga terbentuklah Mordenit-H. Untuk menyempurnakan bentuk Mordenit-H, dilakukan penambahan asam klorida. Pada proses pertukaran ion ini, kation-kation yang bervalensi besar akan dipertukarkan terlebih dahulu. Sehingga terjadi perbedaan interaksi antara kation-kation, yang menyebabkan terjadi kompetisi antar kation tersebut, menurut Ames (1965) deret selektivitas pertukaran kation adalah:

$\text{H} > \text{NH}_4 > \text{Na} > \text{Ca} > \text{Mg}$

Proses penanaman ion  $\text{Cu}^{2+}$  ke dalam struktur Mordenit dengan metode *batch* dilakukan pada kecepatan pengadukan yang konstan. Sumber ion  $\text{Cu}^{2+}$  dari larutan tembaga nitrat Ion  $\text{H}^+$  di dalam rangka Mordenit digantikan oleh ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang memiliki medan elektrostatis yang kuat dan dapat berinteraksi dengan molekul yang memiliki kepolaran yang tinggi seperti air. Dari **Tabel 1** dapat diketahui konsentrasi ion Cu setelah pengadukan selama 2, 4, 6, dan 8 jam, yang

terukur sebelum pengadukan lebih besar dibandingkan dengan filtrat setelah pengadukan. Hal ini menunjukkan penanaman ion  $\text{Cu}^{2+}$  ke dalam struktur mordenit berhasil dilakukan.

Dari Tabel 3, dapat diketahui juga bahwa di dalam zeolit alam (raw) tidak terdeteksi adanya Cu. Dari kurva 1 di atas, dapat diketahui bahwa waktu pengadukan 2, 4, dan 6 jam konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dalam struktur mordenit terus meningkat, sedangkan dengan waktu pengadukan 8 jam konsentrasi Cu menurun. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pengadukan lebih lama, akan mengakibatkan ion Cu terdesak kembali keluar dari struktur, dimana terlihat terjadi penurunan konsentrasi yang cukup signifikan. Sehingga dapat diketahui bahwa waktu pengadukan selama 6 jam di dalam reaktor *batch* merupakan waktu pengadukan optimum untuk proses penanaman ion  $\text{Cu}^{2+}$  ke dalam struktur tetrahedral. Dari SEM dapat diamati bentuk kristal Mordenit-Cu bila dibandingkan dengan Mordenit-alam (Na,K,Ca,Mg) (Gambar 1 & 2), tidak mengalami perubahan bentuk, hal ini menunjukkan proses modifikasi berhasil dilakukan dan tidak mengubah kristal alamiah dari zeolit alam.

## KESIMPULAN

Modifikasi Mordenit alam menjadi Mordenit-Cu dapat dilakukan melalui pemurnian, tukar kation ammonium, dilanjutkan dengan proses termal dan pembentukan H-Mordenit, kemudian modifikasi menjadi Mordenit-Cu. Kemampuan optimal Mordenit alam menyerap Cu sebesar 299,5 ppm dengan waktu pengadukan optimal selama 6 jam. Proses modifikasi tidak merubah bentuk kristal Mordenit alam

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada rekan-rekan Analis di laboratorium Kimia Mineral Puslit Geoteknologi LIPI yang telah membantu analisis AAS, kepada GeoLabs-Pusat Survei Geologi (Geology Laboratories) yang telah membantu analisis SEM, serta semua pihak yang telah membantu baik secara langsung maupun tidak langsung.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ames Jr.,L. L. (1965) *Zeolite Cation Selectivity, The Can Mineral*; December; v.8; no.3; p. 325-333
- Ames, Jr. L. L. (1960) *Cation sieve properties of clinoptilolite*. Am. Mineral.,4s, 689-700.
- Ames, Jr., L. L., (1967) *Zeolite Removal of Ammonium Ions from Agriculture Wastewater*. Proc. 13th. Pacific North West Indus. Waste Conf., Washington University, 52-135.
- Clifton, R.A. 1980. *Natural and Synthetic Zeolites*. United States Department of The Interior.
- Erdem.E, Karapinar N., Donat R., (2004) *The removal of heavy metal cations by natural zeolites*, Journal of Colloid and Interface Science 280 (2004) 309–314
- Lenny M.Estiaty, Yoshiaki Gotto, Dewi Fatimah et.al, *Zeolite From Cikancra Tasikmalaya, West Java : A Review of Its Properties*, Seminar Iptek Nuklir dan pengelolaan Sumberdaya Tambang , Pusat Pengembangan bahan Galian dan Geologi Nuklir, BATAN, Jakarta 2 Mei 2002 ISBN 979-8769-11-2

Minato H. (1988), *Occurrence and Application of Natural Zeolites in Japan*, Akademia Kiado, Budapest, 395-418

Rahmani A.R., Mahvi A.H., Mesdaghinia A.R., Nasser S., (2004) *Investigation of ammonia removal from polluted waters by Clinoptilolite zeolite* International Journal of Environmental Science & Technology Vol. 1, No. 2, pp. 125-133