

Alat

Untuk pengeringan zeolit yang telah dicuci digunakan oven, dan untuk kalsinasi digunakan *muffle furnace*. Erlenmeyer 250 ml dan *shaker* (penggoyang) digunakan dalam proses penjerapan NH_4^+ dengan zeolit. Fungsi penggoyang adalah sebagai pengaduk.

Jalan Penelitian

a. Perlakuan Fisis

Perlakuan fisis terhadap ZAL dilakukan dengan langkah-langkah sebagai berikut. ZAL dicuci dengan air suling untuk menghilangkan kotoran yang dapat larut dalam air. Zeolit yang sudah bersih lalu dipanaskan dalam oven pada suhu 120°C selama 30 menit. Zeolit ini kemudian dikalsinasi dalam *muffle furnace* pada suhu 120, 300, 550, dan 700°C masing-masing selama 1 jam. Zeolit yang sudah siap, kemudian digunakan untuk penjerapan NH_4^+ dalam larutan NH_4Cl dengan konsentrasi awal 1 g/L. Penjerapan dilakukan selama 24 jam untuk masing-masing suhu kalsinasi. Selama proses penjerapan, dilakukan pengadukan dengan penggoyang. Perbandingan berat padatan dan volum larutan pada proses penjerapan adalah 1 g zeolit berbanding 10 ml larutan. Setelah waktu penjerapan mencapai 24 jam, kemudian padatan zeolit dipisahkan dari larutan dengan jalan disaring. Larutan yang diperoleh lalu dianalisis kadar NH_4^+ nya menggunakan UV/VISIBLE Spectrophotometer pada panjang gelombang 400 nm. Proses analisis ini memerlukan pengenceran dan penambahan pereaksi Nesler.

b. Perlakuan Kimiawi

Perlakuan kimiawi terhadap ZAL dilakukan masing-masing dengan menggunakan larutan NaOH dan larutan H_2SO_4 yang konsentrasinya divariasikan. Sebelum dikenai perlakuan kimiawi, ZAL dicuci dengan air suling kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 120°C selama 30 menit (seperti proses sebelum kalsinasi). Setelah itu, ZAL diaktifkan/dicuci dengan larutan NaOH atau H_2SO_4 , masing-masing pada konsentrasi 4 g/L, 40 g/L, dan 200 g/L selama 3 jam. Selanjutnya dilakukan pemisahan zeolit dari larutan pengaktif dengan penyaringan. Zeolit aktif ini dicuci dengan air suling sampai netral (pH air cucian mendekati pH air suling). Zeolit yang telah netral/bersih dari larutan pengaktif kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 120°C selama 3 jam. Zeolit aktif ini selanjutnya diteliti kapasitas jerapnya terhadap NH_4^+ dengan cara yang sama seperti pada zeolit yang telah dikenakan perlakuan fisis.

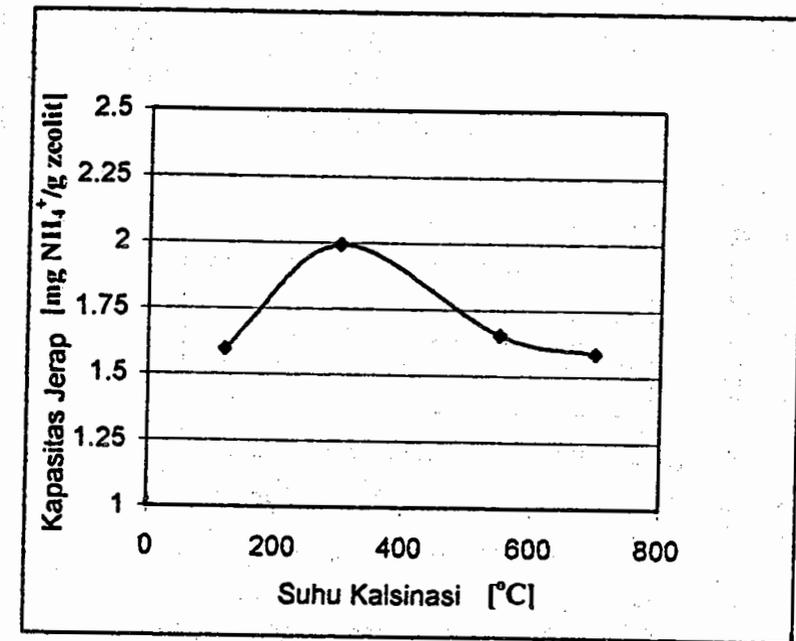
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Suhu Kalsinasi

Untuk mencari suhu terbaik pada perlakuan dengan kalsinasi, maka kalsinasi dilakukan pada suhu-suhu 120, 300, 550, dan 700°C . Hasil penjerapan NH_4^+ dengan ZAL yang telah dikalsinasi pada suhu-suhu tersebut di atas ditunjukkan pada daftar I dan gambar 1.

Daftar I. Kapasitas jerap NH_4^+ ZAL yang telah dikalsinasi.

No.	Suhu Kalsinasi [$^\circ\text{C}$]	Kapasitas Jerap [$\text{mg NH}_4^+/\text{g zeolit}$]
1	120	1,5968
2	300	1,9922
3	550	1,6545
4	700	1,5870



Gambar 1. Pengaruh suhu kalsinasi terhadap kapasitas jerap.

Dari daftar I dan gambar 1 dapat dilihat bahwa kapasitas jerap tertinggi dicapai pada suhu kalsinasi 300°C . Pada suhu kalsinasi rendah, belum semua zat volatil pengotor dapat teruapkan, sehingga masih menutup pori-pori zeolit. Akibatnya kapasitas jerapnya masih relatif rendah. Pada suhu kalsinasi yang tinggi, struktur kristal zeolit mengalami kerusakan dan zeolit menjadi rapuh. Kondisi ini mengurangi kemampuan zeolit untuk menyerap ion-ion yang berada di larutan, dengan demikian kapasitas jerapnya menurun untuk kalsinasi pada suhu tinggi.

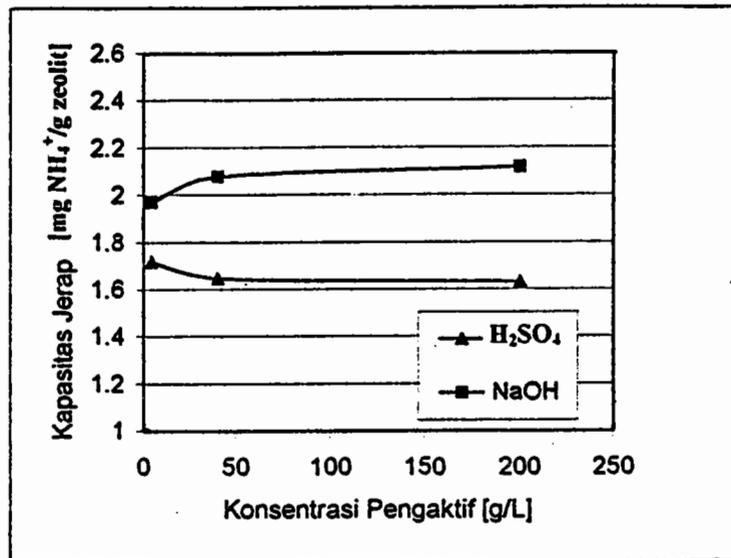
Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Larutan Pencuci

Larutan pencuci yang digunakan adalah larutan NaOH dan larutan H_2SO_4 yang masing-masing konsentrasinya divariasikan. Hasil percobaan ditunjukkan pada daftar II dan gambar 2.

Daftar II dan gambar 2 menunjukkan bahwa pencucian dengan larutan NaOH memberi kapasitas jerap yang lebih tinggi dibandingkan dengan pencucian menggunakan larutan H₂SO₄. Hal ini karena pencucian dengan larutan H₂SO₄, disamping melarutkan zat pengotor non kristalin juga diikuti dengan peluruhan/kerusakan kristalnya.

Daftar II. Kapasitas jerap ZAL dengan perlakuan kimiawi terhadap NH₄⁺.

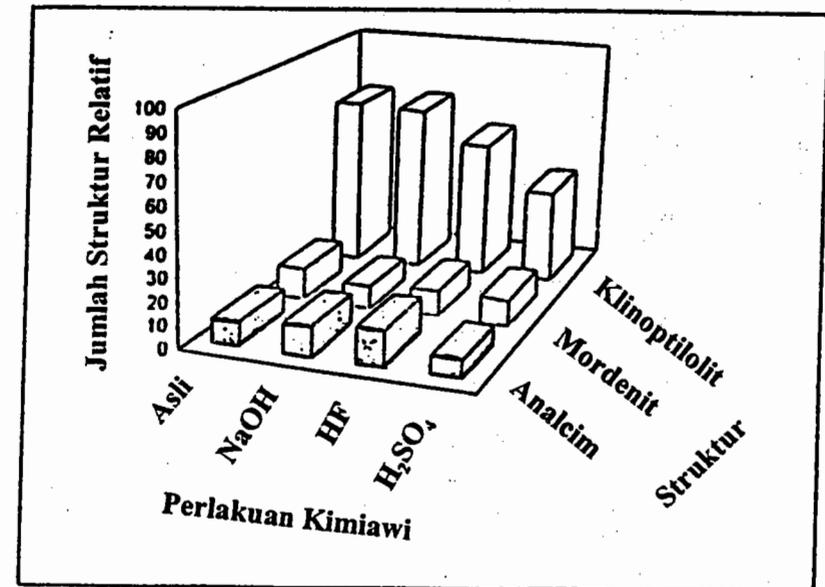
No.	Konsentrasi Larutan [g/L]	Kapasitas Jerap [mg NH ₄ ⁺ /g zeolit]	
		NaOH	H ₂ SO ₄
1	4	1,9700	1,7182
2	40	2,0773	1,6467
3	200	2,1170	1,6308



Gambar 2. Pengaruh jenis dan konsentrasi pencuci terhadap kapasitas jerap.

Pencucian dengan larutan NaOH juga dapat menyebabkan kerusakan kristal zeolit, namun prosentase kerusakannya lebih kecil dari kerusakan yang disebabkan oleh pencucian dengan larutan H₂SO₄. Herawati dkk (1997) telah membuktikan bahwa struktur klinoptilolit lebih tahan terhadap perlakuan dengan basa dari pada perlakuan dengan asam. Gambar 3 menunjukkan hasil perhitungan jumlah struktur relatif dari ZAL asli dan ZAL yang telah dikenakan perlakuan kimiawi dengan basis 100 g ZAL (Herawati dkk, 1997). Dalam perhitungan ini dianggap bahwa kandungan struktur ZAL tanpa perlakuan kimiawi adalah 100%. Perlakuan kimiawi masing-masing dilakukan dengan larutan 0,5 N NaOH, 0,2 N H₂SO₄, dan 1,5 N HF. Dari gambar 3 tampak bahwa

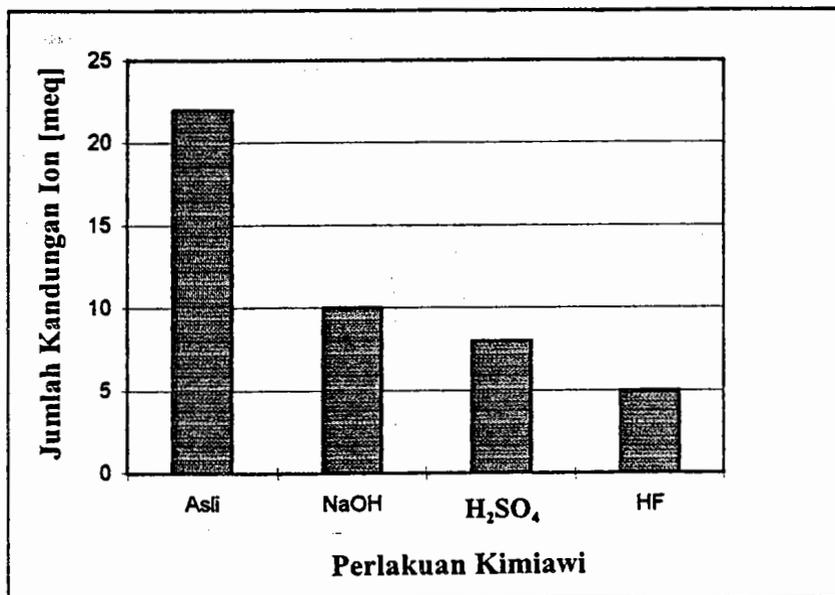
dengan asam. Kerusakan struktur klinoptilolit akibat perlakuan kimiawi adalah NaOH 1,18%, HF 14,16%, dan H₂SO₄ 33,4% terhadap struktur ZAL mula-mula (Herawati dkk, 1997).



Gambar 3. Pengaruh jenis perlakuan kimiawi terhadap komposisi tipe struktur relatif ZAL.

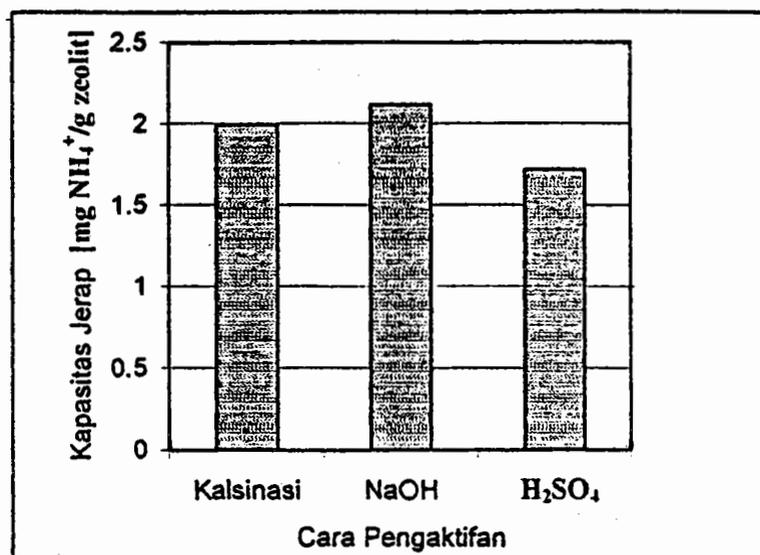
Herawati dkk (1997) juga telah membuktikan bahwa perlakuan kimiawi terhadap ZAL mengakibatkan terjadinya penurunan kandungan ion-ion logam alkali dan alkali tanah dalam ZAL seperti ditunjukkan pada gambar 4. Perlakuan dengan asam (H₂SO₄ dan HF) berakibat terjadinya kehilangan ion-ion logam yang lebih banyak bila dibandingkan dengan perlakuan kimiawi dengan basa (NaOH). Hilangnya ion-ion logam tersebut karena terjadi pertukaran ion dan/atau pelarutan atau pengikisan zat-zat non kristalin di luar kerangka zeolit ataupun pada kristal zeolit selama proses perlakuan kimiawi. Akibat perlakuan dengan HF, ion-ion logam ZAL hilang sekitar 75% dari kandungan ion-ion semula. Jika ion-ion yang hilang tersebut adalah ion-ion logam yang dapat dipertukarkan di dalam kerangka zeolit, maka akibat perlakuan ini, ZAL kehilangan daya jerap kimianya sebesar 75%. Untuk keperluan penjerapan amonia dan turunannya dengan prinsip pertukaran ion, keberadaan ion-ion logam yang dapat dipertukarkan perlu dipertahankan ada. Jadi perlakuan dengan NaOH adalah yang terbaik.

Sesuai dengan pembahasan di atas, dapat dilihat pada daftar II dan gambar 2 bahwa kapasitas jerap sedikit naik dengan naiknya konsentrasi NaOH tetapi makin menurun dengan naiknya konsentrasi H₂SO₄. Keadaan ini menunjukkan bahwa makin tinggi konsentrasi NaOH dalam pencuci makin bersih pencucian kotoran yang terdapat pada zeolit. Tetapi sebaliknya, makin tinggi konsentrasi H₂SO₄ dalam pencuci makin besar tingkat kerusakan yang dialami oleh kristal zeolit. Akibatnya kapasitas jerapnya menurun



Gambar 4. Pengaruh jenis perlakuan kimiawi terhadap jumlah kandungan ion logam alkali dan alkali tanah ZAL.

Perbandingan apasitas jerap tertinggi untuk ketiga jenis perlakuan adalah pencucian dengan NaOH (pada konsentrasi 200 g/L) 2,1170 mg NH₄⁺/g zeolit, kalsinasi (300°C) 1,9922 mg NH₄⁺/g zeolit, dan pencucian dengan larutan H₂SO₄ (pada konsentrasi 4 g/L) 1,7182 mg NH₄⁺/g zeolit. Data di atas ditunjukkan pada gambar 5. Dari data tersebut dapat dilihat bahwa kapasitas jerap tertinggi dicapai pada pencucian dengan larutan NaOH.



KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut.

1. Kapasitas jerap tertinggi untuk ZAL yang dikalsinasi adalah 1,9922 mg NH₄⁺/g zeolit, dicapai pada suhu kalsinasi 300°C. Kapasitas jerap zeolit menurun dengan naiknya suhu kalsinasi di atas 300°C.
2. Pencucian ZAL dengan larutan NaOH menghasilkan kapasitas jerap yang lebih besar dibandingkan dengan pencucian menggunakan larutan H₂SO₄.
3. Kapasitas jerap ZAL sedikit meningkat dengan naiknya konsentrasi larutan NaOH sebagai pencuci, tetapi sebaliknya kapasitas jerap sedikit menurun dengan naiknya konsentrasi H₂SO₄.
4. Pencucian dengan larutan NaOH memberikan kapasitas jerap terbaik dari ketiga perlakuan yang dilakukan pada penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian RUT V dengan judul "Pemanfaatan Zeolit Alam Indonesia sebagai Adsorben Amonia dan Turunannya dalam Limbah Cair" dengan peneliti utama Dr. Ir. Roekmijati WS, M.Si, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Greenberg, A.E., Trussell, R.R., and Clesceri, L.S., 1985, Standard Methods For Examination of Water and Wastewater, 16th edition, p. 713, American Public Health Association, Washington DC.
- Herawati, E., Soemantoyo, R.W., and Almanar, 1997, "Pengaruh Perlakuan Kimiawi Terhadap Karakteristik Zeolit Alam Lampung", Proceedings of Seminar Ilmiah FT UI : Masalah dan Penanganan Limbah Industri, Tinjauan dari Aspek Teknologi, VI.1 -VI.5.
- Perry, R.H., Green, D.W., and Maloney, J.O., 1985, Perry's Chemical Engineers' Handbook, 6th edition, pp. 26-7 - 26-8, McGraw-Hill Book Company, Singapore.
- Sugianto, R. and Akbar, S., 1997, "Zeolit (ZKK) Sarana Pendukung Agrobisnis Berwawasan Lingkungan", Naskah disampaikan pada seminar Ilmiah FT UI : Masalah dan Penanganan Limbah Industri, Tinjauan dari Aspek Teknologi, 1-32.
- Tsitsishavili, G.V., Andronikashvili, T.G., Kirov, G.N., and Filizola, L.D., 1992, Natural Zeolit, p. 248, Ellis Horwood, New York.
- Wulan, P.P.D.K., Soemantoyo, R.W., and Yanti, E., 1997, "Adsorpsi Amonia Fase Cair pada Unggun Tetap Zeolit", Proceedings of Seminar Ilmiah FT UI : Masalah dan Penanganan Limbah Industri, Tinjauan dari Aspek Teknologi, IV.1 -IV.7.