

KEGUNAAN ZEOLIT TERMODIFIKASI SEBAGAI PENYERAP ANION

Arnelli, Lucia Hermawati dan Ismaryata

Laboratorium Kimia Fisik Jurusan Kimia Fakultas MIPA Undip · Kampus Tembalang Semarang

Abstrak

Telah dilakukan penelitian tentang kegunaan zeolit alam yang dimodifikasi untuk penyerap anion dengan tujuan untuk mempelajari alternatif lain penggunaan zeolit selain sebagai penukar kation. Zeolit alam terlebih dahulu dimodifikasi dengan cara mencuci dengan asam dan dipanaskan, kemudian direndam di dalam larutan NH_4NO_3 dan dikalsinasi pada suhu 550°C , zeolit ini siap digunakan sebagai penyerap anion (Cl^- , NO_2^- , NO_3^- dan CN^-). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Cl^- , NO_2^- , NO_3^- dan CN^- yang terserap masing-masing adalah 75 %, 78 %, 77 % dan 81 %. Kesimpulan dari penelitian ini adalah zeolit hasil modifikasi dapat digunakan untuk penyerap anion.

(Kata kunci : Zeolit termodifikasi dan penyerap anion)

The Use Of Modified Zeolite As Anion Adsorber

Abstract:

A research about the use of modified natural zeolite for anion adsorber had been done. The purpose was to study other alternative of using zeolite besides as cation exchanger. At first the natural zeolite was washed by acid, heated and then soaked in NH_4NO_3 solution, finally it was calcinated at 550°C and ready to be used as anion adsorber (Cl^- , NO_2^- , NO_3^- and CN^-). Result of this research showed that Cl^- , NO_2^- , NO_3^- and CN^- could be adsorbed respectively at 75 %, 78 %, 77 % and 81 %. The conclusion was modified zeolite and be used as anion adsorber.

(Keywords: modified zeolite and anion adsorber)

PENDAHULUAN

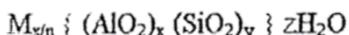
Zeolit adalah sumber mineral yang banyak terkandung di bumi Indonesia yang pemanfaatannya belum optimal. Menurut Hamdan (1992) zeolit didefinisikan sebagai hidrat alumina-silika yang mempunyai struktur kerangka tiga dimensi. Struktur zeolit dibentuk oleh tetrahedral alumina (AlO_4) dan silika (SiO_4) dengan rongga yang didalamnya terisi oleh ion-ion logam alkali/alkali tanah dan

dikelilingi oleh air. Bentuk kristal zeolit relatif teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah menyebabkan permukaan zeolit menjadi sangat luas sehingga baik bila digunakan sebagai adsorben (penyerap).⁽¹⁾ Zeolit alam mengandung kation logam alkali dan alkali tanah dimana kation-kation tersebut dapat digantikan oleh kation lain melalui pertukaran kation, proses

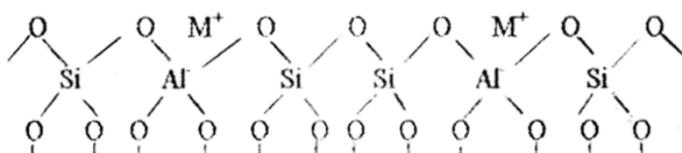
ini sudah umum digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat di perairan. Melalui perlakuan tertentu zeolit alam dapat diubah menjadi zeolit yang bermuatan positif di permukaannya dan pusat-pusat positif ini diharapkan dapat menyerap anion, mengingat banyak sekali anion terdapat di dalam air limbah industri seperti industri bahan peledak, pupuk dan insektisida sehingga perlu adanya suatu cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh anion-anion. Menurut Barrer (1978) zeolit berasal dari kata zein yang berarti mendidih dan kata lithos yang berarti batuan. Pemberian nama

didasarkan pada sifat mineral yang udah mengembang bila dipanaskan. ⁽²⁾

Rumus umum dari zeolit adalah



dimana M adalah kation dengan muatan n yang menetralkan muatan kerangkanya dan dapat digantikan oleh kation lain melalui proses pertukaran kation dan z adalah jumlah molekul air yang terhidrat. Rumus tersebut menunjukkan struktur satu unit sel dari zeolit dan bagian di dalam kurung menunjukkan komposisi kerangkanya, struktur zeolit dapat ditulis sebagai berikut:



Beberapa perlakuan diperlukan untuk mendapatkan zeolit dengan bentuk yang berbeda-beda atau ratio Si/Al yang sesuai untuk suatu keperluan. Modifikasi zeolit dimaksudkan untuk mengubah struktur kerangka zeolit, kation pengganti, ukuran pori atau rongga maupun perbandingan silika-alumina. Beberapa teknik modifikasi yang paling umum adalah proses dehidrasi, pertukaran kation, kalsinasi dan dealuminasi. ⁽¹⁾

digantikan oleh kation lain dari larutan, pertukaran tergantung pada muatan dan jari-jari kation yang terlibat.

Perlakuan termal terhadap zeolit dengan suhu pemanasan yang relatif lebih tinggi dibanding pemanasan biasa (100-110 °C) dikenal dengan proses kalsinasi, perlakuan termal akan menyebabkan luas permukaan zeolit akan bertambah besar dan hal ini dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi. ⁽³⁾

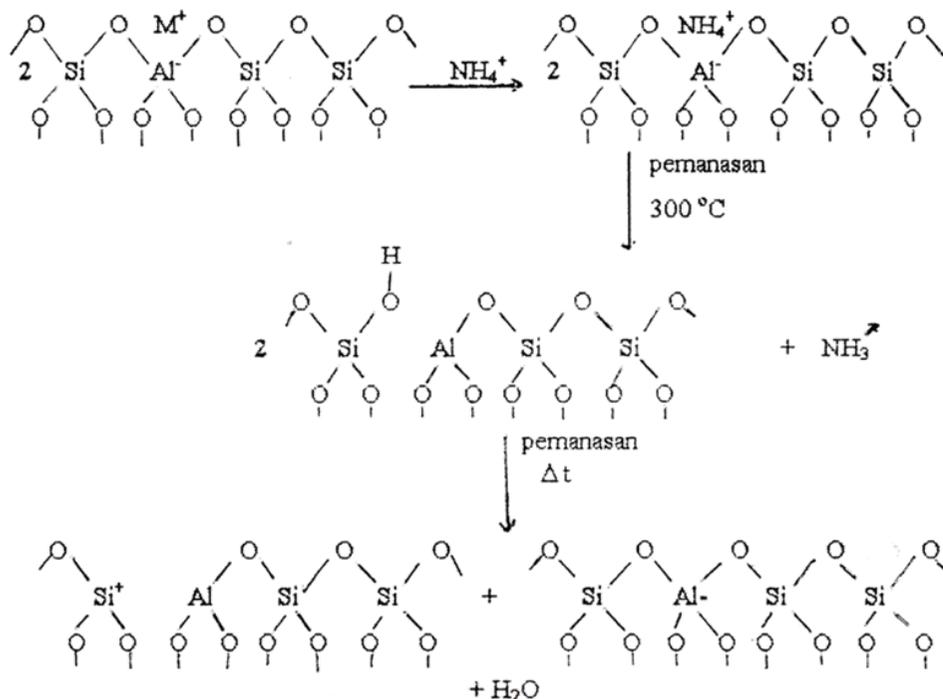
Dehidrasi adalah proses yang bertujuan untuk melepaskan molekul air dari kisi kristal zeolit sehingga membentuk rongga dengan permukaan yang lebih besar dan tidak terlindungi yang sangat berpengaruh pada proses adsorpsi.

Proses dealuminasi dilakukan untuk mengurangi kandungan Al dari kerangka zeolit dan hal ini bertujuan untuk mendapatkan zeolit yang mempunyai ratio Si/Al yang tinggi, mempunyai kestabilan yang tinggi dan bersifat lebih hidrofob. ⁽⁴⁾ Salah satu teknik pembentukan zeolit kekurangan Al adalah perlakuan kalsinasi dari NH₄-zeolit.

Pertukaran kation adalah proses dimana kation logam alkali pada zeolit dapat

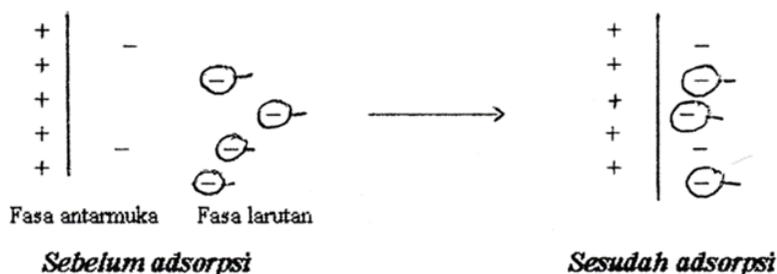
Pemanasan pada suhu 300 °C akan terbentuk gugus hidroksil dan bila pemanasan sampai temperatur tertentu (lebih tinggi dari 300 °C)

akan terbentuk pusat positif pada zeolit dengan reaksi sebagai berikut. ^(5,6)



Selain perlakuan dengan larutan NH_4NO_3 , pembentukan gugus hidroksil dapat juga terbentuk melalui pencucian dengan air atau dengan asam. Pusat positif pada permukaan zeolit dapat menarik anion dari larutan melalui proses adsorpsi fisik, karena salah satu

mekanisme adsorpsi adalah melalui pasangan ion dimana pada mekanisme ini muatan negatif akan terdistribusi pada tempat-tempat yang kosong pada permukaan yang bermuatan positif. ⁽⁷⁾



Mekanisme lain pada adsorpsi padat-cair adalah melalui pertukaran ion, ikatan hidrogen, ikatan hidrofob, polarisasi elektron- π dan ikatan Van der Waals.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan :

Alat-alat gelas, oven, furnace, spektrofotometer UV-VIS, AAS dan lain-lain

Bahan yang digunakan:

HF 1%, HCl 1%, NH_4NO_3 1M, zeolit alam, NaCl, NaNO_2 , NaNO_3 , KCN dan lain-lain

Cara kerja:

Penelitian dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap modifikasi zeolit dan tahap adsorpsi. Ada tiga cara untuk memodifikasi zeolit yang dilakukan yaitu pertama pencucian dengan HCl 1% dan dilanjutkan dengan pengeringan (suhu 105-110 °C) (zeolit-1), kedua pencucian dengan HF 1 %, dipanaskan pada berbagai suhu (150; 250; 350; 450; 550 °C),

dilanjutkan perendaman dengan larutan NH_4NO_3 1M dan dikeringkan (zeolit-2) dan yang ketiga adalah pencucian dengan HF 1%, dipanaskan, direndam dengan larutan NH_4NO_3 1 M dan selanjutnya dikalsinasi

pada suhu 550 °C (zeolit-3). Ketiga jenis zeolit ini siap digunakan sebagai adsorben anion (Cl^- , NO_2^- , NO_3^- dan CN^-).

Proses adsorpsi

Zeolit hasil modifikasi ditimbang dan dimasukkan kedalam kolom yang telah berisi glass wool, larutan anion dimasukkan kedalam kolom secara perlahan-lahan, filtrat ditampung dan siap dianalisa. Cl^- dianalisa menggunakan metoda argentometri, NO_2^- dan NO_3^- dianalisa dengan spektrofotometer UV-VIS untuk NO_2^- digunakan pengompleks asam sulfanilat sehingga terbentuk kompleks berwarna orange-kemerahan dan diukur absorbansinya pada panjang gelombang 507 nm, NO_3^- dikomplekskan dengan Brucine sulfanilat dalam suasana asam dan absorbansinya diukur pada panjang gelombang 370-450 nm, sedangkan CN^- dianalisa menggunakan metoda piridin-piralozon sehingga terbentuk kompleks warna biru dan absorbansinya diukur pada panjang gelombang 612 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini dapat dilihat dari 3 tabel berikut:

Tabel 1. Persentase Kation dan Anion terserap oleh zeolit-1.

NO.	JENIS ION	JUMLAH ION TERSERAP (%)
1.	Na^+	50,56
2.	NO_2^-	2,08
3.	NO_3^-	1,63

Zeolit-1 adalah zeolit yang dimodifikasi melalui perendaman dengan HCl 1%, dikeringkan (105-110 °C)

Tabel 2. Persentase Cl Terserap Oleh Zeolit -2.

NO.	ZEOLIT	Cl TERSERAP (%)
1.	Z-2-150	29,53
2.	Z-2-250	34,29
3.	Z-2-350	39,93
4.	Z-2-450	39,93
5.	Z-2-550	38,87

Keterangan : Z-2-150 adalah zeolit yang dicuci dengan HF 1%, dipanaskan (150 °C), direndam dengan NH_4NO_3 1M dan dikeringkan.

Tabel 3. Persentase Anion Terserap Oleh Zeolit-3.

NO.	JENIS ANION	ANION TERSERAP (%)
1.	Cl	75,29
2.	NO_2^-	77,90
3.	NO_3^-	77,02
4.	CN^-	80,89

Keterangan : Zeolit-3 adalah zeolit yang dimodifikasi melalui pencucian dengan HF 1%, dipanaskan pada 350 °C, direndam dengan NH_4NO_3 1 M dan dikalsinasi pada 550 °C

PEMBAHASAN

Tabel 1. menunjukkan kemampuan penyerapan zeolit (yang dicuci dengan HCl 1% dan dikeringkan) terhadap Na^+ , NO_2^- dan NO_3^- . Kation yang terserap lebih besar dibandingkan dengan anion, hal ini dapat dimengerti bahwa pada proses modifikasi akan terbentuk zeolit yang mengandung gugus hidroksil (zeolit-H) dimana atom H pada gugus hidroksil dapat digantikan oleh Na^+ melalui mekanisme pertukaran kation dan gugus hidroksil tidak dapat digantikan kedudukannya oleh anion, jadi dalam hal ini zeolit hasil modifikasi lebih bersifat penukar kation, walaupun ada pengurangan

konsentrasi dari anion setelah adsorpsi walaupun sedikit, mungkin dikarenakan terperangkapnya anion dalam suatu pori dengan ukuran yang sesuai.

Pengaruh temperatur pemanasan pada proses modifikasi melalui pencucian dengan HF 1% dan perendaman dengan NH_4NO_3 1M tanpa kalsinasi terhadap jumlah anion (Cl) yang terserap dapat dilihat pada tabel 2. Temperatur pemanasan optimum adalah 350 °C dimana jumlah Cl terserap optimum (39,93%). Pada proses modifikasi ini akan terbentuk zeolit-H dan luas permukaan lebih besar dibandingkan zeolit-1,

fungsi pengasaman dan pemanasan adalah untuk melepaskan aluminium dari kerangka zeolit, menguapkan molekul-molekul air dari kisi kristal zeolit dan dapat juga menguapkan molekul-molekul garam yang menutup permukaan zeolit sehingga luas permukaan zeolit meningkat dan meningkat pula kapasitas adsorpsinya.

Proses kalsinasi pada zeolit-NH₄ memberikan hasil yang cukup memuaskan (tabel 3), anion yang dapat terserap adalah lebih dari 75 %, kalsinasi pada suhu 550 °C akan menyebabkan gugus hidroksil yang terdapat pada zeolit akan lepas sehingga zeolit akan bermuatan positif. Permukaan yang bermuatan positif akan cenderung untuk menarik anion sehingga terjadi proses adsorpsi dan mekanisme yang terjadi adalah melalui pasangan ion dan ikatan Van der Waals (ikatan yang selalu ada pada proses adsorpsi fisik). Anion yang digunakan pada penelitian ini mempunyai muatan yang sama (-1) sehingga jumlah anion terserap juga tidak begitu jauh berbeda, yang menyebabkan ada perbedaan kecil pada penyerapan mungkin disebabkan oleh ukuran dari masing-masing anion tersebut. Untuk membuktikan adanya pengaruh muatan anion (anion dengan muatan lebih besar akan terserap lebih banyak) pada proses penyerapan oleh zeolit yang mempunyai permukaan yang bermuatan positif 1 akan dilanjutkan pada penelitian berikut.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan uraian-uraian diatas dapat disimpulkan bahwa zeolit yang dimodifikasi melalui pencucian dengan asam

dan dikeringkan (zeolit-1) bersifat sebagai pemukar kation dan tidak dapat menyerap anion, zeolit yang dicuci dengan asam, dipanaskan (350 °C), direndam dengan NH₄NO₃ dan dikeringkan (zeolit-2) akan menyerap anion lebih kecil dibandingkan dengan zeolit yang sama tapi dikalsinasi (zeolit-3) dan kesimpulan yang terakhir adalah kemampuan penyerapan zeolit-3 hampir sama untuk anion dengan muatan sama.

Referensi :

1. Hamdan H., 1992, "Introduction to Zeolite, Synthesis, Characterisation and Modification", UTM, Malaysia.
2. Barrer R.M., 1978, "Zeolite and Clay Mineral as Sorbent and Molecular Sieve", Academic Press, New York.
3. Setiaji B., 1996, "Some Uses Of Natural Zeolite", Makalah joint seminar, UGM, Yogyakarta.
4. Smart L., Moore E., "Solid State Chemistry an Introduction" Chapman & Hall, London.
5. Tomazovic B., Ceranic T., Sijaric G., 1996, *J. Zeolite*, 16, p.301-308.
6. Jacobs P.A., Beyer H.K., 1979, *J. Physical Chemistry*, 83 (9), p. 1174-1177.
7. Rosen M.J., 1978, "Surfactants and Interfacial Phenomena" John Wiley & Sons, New York.

Diterima : Maret 1999, telah direvisi dan diterima kembali melalui Dwi Hudiyantri, MSc (April 1999)