

MODIFIKASI ZEOLIT ALAM UNTUK ADSORBEN

Arnelli, Thonang Arthono
Jurusan Kimia FMIPA Universitas Diponegoro

ABSTRAK

Modifikasi zeolit alam telah dilakukan untuk mendapatkan material yang lebih aktif dan baik untuk digunakan sebagai adsorben. Adsorbat yang telah diperlakukan dengan zeolit aktif tersebut adalah anion (NO_3^- ; NO_2^- ; CN^- ; Cl^- dan SO_4^{2-}) dan senyawa organik (Na Asetat, O-kresol, Asam asetat dan pati). Hasil penelitian memperlihatkan bahwa untuk memperoleh zeolit yang dapat menyerap anion perlu kalsinasi pada suhu $550^\circ C$ dan untuk menyerap senyawa organik, kalsinasi hanya pada suhu $300^\circ C$. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh jenis adsorben dan adsorbat.

Kata kunci: Zeolit alam, modifikasi dan adsorpsi.

ABSTRACT

Modified of natural zeolite have been done to get active material for adsorben. A kind of adsorbat were anion (NO_3^- ; NO_2^- ; CN^- ; Cl^- and SO_4^{2-}) and organic compound (Na aetic; O-Cresol; Aetic acid and amilum). The result of this research showed that natural zeolite had to calnsination on $550^\circ C$ for adsorbent of organic compound beside that calnsination on $300^\circ C$ for anion adsorbent. A kind of adsorbent and adsorbat effected Adsorption process.

Key word: Natural zeolite, modified and adsorption

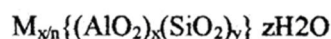
PENDAHULUAN

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^-) and 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⁾

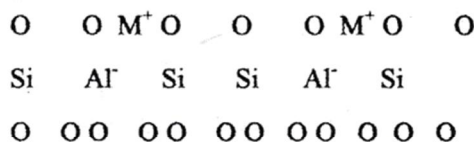
Zeolit alam mengandung kation logam alkali dan alkali tanah dimana kation-kation tersebut dapat digantikan oleh kation lain melalui pertukaran kation, proses ini sudah umum digunakan untuk mengurangi kandungan logam berat di perairan. Melalui perlakuan tertentu, zeolit alam dapat dirubah menjadi zeolit yang bermuatan positif dipermukaannya dan pusat-pusat positif ini diharapkan dapat menyerap anion, mengikat banyak sekali anion terdapat didalam 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 ber-

asal dari kata zein yang berarti mendidih dan kata lithos yang berarti batuan. Pemberian nama didasarkan pada sifat mineral yang mudah mengembang bila dipanaskan.⁽²⁾

Rumus umum 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 dat ditulis sebagai berikut:



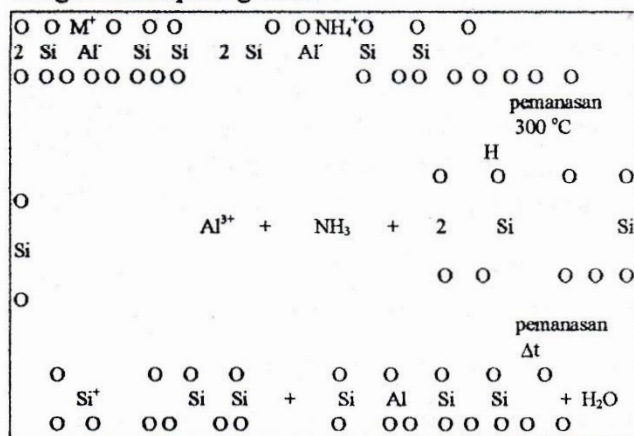
Beberapa perlakuan dapat dilakukan untuk mendapatkan zeolit dengan bentuk yang berbeda-beda atau ratio Si/Al yang sesuai untuk suatu keperluan. Modifikasi zeolit dimaksudkan untuk mengubah struktur kerangka zeolit, kation pengganti, ukuran pori atau rongga maupun perbandingan silika-alumina. Beberapa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

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.

Pertukaran kation adalah proses dimana kation logam alkali pada zeolit dapat 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 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⁾

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 hidrofob.⁽⁴⁾ Salah satu teknik pembentukan zeolit kekurangan Al adalah perlakuan kalsinasi dari NH₄-zeolit. Pemanasan pada suhu 300°C akan menyebabkan terbentuknya gugus hidroksil dan bila pemanasan sampai temperatur tertentu (lebih tinggi dari 300°C) akan terbentuk pusat-pusat positif pada zeolit dengan reaksi pada gambar 1^(5,6)



Gambar 1

Selain perlakuan dengan larutan NH₄NO₃, 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 pasa-

ngan ion dimana pada mekanisme ini muatan negatif akan terdistribusi pada tempat-tempat yang kosong pada permukaan yang bermuatan positif. Mekanisme lain pada adsorpsi padat-cair adalah melalui pertukaran ion, ikatan hidrogen, ikatan hidrofob, polarisasi elektron-π dan ikatan Van der Waals⁷⁾

METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan:

Alat-alat gelas, oven, furnace, spektrofotometer Ultra Violet-Vis dan Atomic Absorption Spectrophotometri

Bahan yang digunakan:

HF 1%, HCl 1%, NH₄NO₃ 1M, zeolit alam, NaCl, NaNO₂, NaNO₃ dan KCN

Cara kerja:

Penelitian dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap modifikasi zeolit dan tahap adsorpsi. Ada tiga cara untuk memodifikasi zeolit yang dilakukan yaitu pertama zeolit (Bayah) dicuci dengan HF 1%, dipanaskan (suhu 350°C), dilanjutkan perendaman dengan larutan NH₄NO₃ 1M dan dikalsinasi pada suhu (150, 250, 400, 550 dan 700°C) sehingga didapat Z₁, kedua adalah zeolit (pasaran) diaktifkan dengan cara yang sama dengan cara pertama dan suhu kalsinasi 550°C (Z₂). Z₃ didapat dari: zeolit ditambah HCl 6% kemudian dididihkan, dipanaskan, sedangkan Z₄ diperoleh dengan jalan memanaskan zeolit pada suhu 105-110°C selama 2 jam dan Z₅ adalah zeolit aktif sama dengan zeolit-1 (suhu kalsinasi 300°C)

Proses Adsorpsi

Zeolit hasil modifikasi ditimbang dan dimasukkan ke dalam kolom yang telah berisi glass wool, larutan anion dimasukkan kedalam kolom secara perlahan-lahan, filtrat ditampung dan siap dianalisa. Cl⁻ dianalisa dengan menggunakan metoda argentometri, NO₂⁻ dan NO₃⁻ dianalisa dengan spektrofotometer Ultra Violet-Vis, untuk NO₂⁻ digunakan pengompleks asam sulfanilat sehingga terbentuk kompleks berwarna orange-kemerahan dan absorbansinya diukur pada panjang gelombang 507 nm, sedangkan NO₃⁻ dikomplekskan dengan brucine sulfanilat dalam suasana asam dan absorbansinya diukur pada panjang gelombang 370-450 nm dan CN⁻ dianalisa dengan spektrofotometer Ultra Violet-Visible, menggunakan pengompleks piridin-piralozon. Proses adsorpsi zat organic oleh zeolit dila-

kukan dengan cara dikocok dalam waktu tertentu (optimum), disaring dan filtrate selanjutnya dianalisa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Penurunan Konsentrasi Anion Setelah Adsorpsi

NO	ADSORBEN	ADSORBAT	PENURUNAN KONSENTRASI ANION (%)
1.	Z ₁	NO ₃ ⁻	77,02
2.	Z ₁	NO ₂ ⁻	77,90
3.	Z ₁	CN ⁻	80,89
4.	Z ₂	Cl ⁻	21,1
5.	Z ₂	SO ₄ ²⁻	27,9

Tabel 2. Penurunan Konsentrasi Senyawa Organik Setelah Adsorpsi

NO	ADSORBEN	ADSORBAT	PENURUNAN KONSENTRASI SENYAWA ORGANIK (%)
1.	Z ₃	O-kresol	38,434
2.	Z ₃	Na-asetat	94,35
3.	Z ₄	Asam asetat	8,24
4.	Z ₅	Pati	88

PEMBAHASAN

Tabel 1. menunjukkan kemampuan penyerapan Z₁ terhadap NO₂⁻, NO₃⁻ dan CN⁻ hampir sama yaitu 77–80% (hasil yang cukup tinggi), data yang tercantum merupakan hasil penyerapan oleh zeolit yang dikalsinasi pada suhu 550°C (Suhu kalsinasi optimum), hal ini dapat dijelaskan bahwa pengaruh temperatur kalsinasi pada proses modifikasi melalui pencucian dengan HF 1% dan perendaman dengan NH₄NO₃ 1M akan menyebabkan zeolit akan bermuatan positif sehingga zeolit tersebut mampu mengadsorpsi anion dengan kata lain anion-anion akan terdistribusi pada adsorben yang bermuatan berlawanan (muatan positif), selain itu luas permukaan zeolit semakin besar karena sebagian aluminium di dalam zeolit sudah terdealuminasi. Anion yang digunakan pada penelitian ini mempunyai muatan yang sama (-1) untuk adsorben Z₁ dan jumlah anion terserap tidak begitu jauh berbeda, yang menyebabkan ada perbedaaan kecil pada penyerapan mungkin disebabkan oleh ukuran dari masing-masing anion. Mekanisme yang mungkin menyebabkan terjadinya proses adsorpsi adalah mekanisme pasangan ion. Kemampuan penyerapan zeolit yang bermuatan positif dipengaruhi oleh besar muatan adsorbat seperti terlihat pada data selanjutnya bahwa Z₂ lebih banyak menyerap SO₄²⁻ dari pada Cl⁻ karena semakin besar muatan

negative anion semakin mampu anion tersebut terdistribusi pada permukaan positif. Jumlah CN⁻ terserap lebih besar dari Cl⁻ hal ini disebabkan sumber zeolit yang digunakan sebagai bahan mentah berasal dari sumber yang berbeda.

Tabel 2. adalah data kemampuan zeolit menyerap zat organik. Z₃ digunakan untuk menyerap o-kresol dan Na-asetat, hasil memperlihatkan Na-asetat lebih banyak terserap dibandingkan o-kresol. Melihat sifat kepolaran kedua senyawa tersebut, Na-asetat lebih polar dibandingkan o-kresol dengan demikian modifikasi zeolit dengan cara ketiga yaitu hanya dengan merendam zeolit dalam HCl mendidih belum dapat merubah zeolit menjadi bahan yang bersifat hidrofob atau kurang polar sehingga pada penggunaannya zeolit aktif masih suka pada senyawa yang polar. Penyerapan Z₄ terhadap asam asetat sangat rendah karena zeolit alam hanya dicuci dan dipanaskan pada temperature rendah (temperature penguapan air) sehingga masih banyak pengotor pada permukaan zeolit (luas permukaan masih rendah) sehingga akan menghalangi proses adsorpsi. Temperatur Kalsinasi pada Z₅ adalah 300°C (berbeda dari Z₁ dan Z₂). Pada proses modifikasi ini akan terbentuk zeolit-H, terjadi juga dealuminasi dan luas permukaan akan meningkat. Fungsi pengasaman dan pemanasan adalah untuk melepaskan aluminium dari kerangka zeolit, menguapkan molekul-molekul air dari ki-si kristal zeolit dan dapat juga menguapkan molekul-molekul garam yang menutup permukaan zeolit sehingga luas permukaan zeolit meningkat dan meningkat pula kapasitas adsorpsinya, dapat dilihat penyerapan pati oleh zeolit cukup besar adalah 88%.

KESIMPULAN

1. Suhu kalsinasi zeolit untuk adsorben anion adalah 550°C dan untuk adsorben zat organic 300°C
2. Zeolit dapat dimodifikasi untuk menyerap anion dan zat organic.
3. Adsorpsi dipengaruhi oleh jenis adsorben, adsorbat, cara modifikasi dan suhu kalsinasi

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih disampaikan kepada Bapak Dr. Bambang Cahyono selaku editor ketua dan segenap tim redaksi jurnal Kimia Sains dan Aplikasi yang telah susah payah menerbitkan tulisan ini.

PUSTAKA

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 Sieves", 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 Intoduction", Chapman & Hall, London.
5. Tomazovic B., Ceranic T., Sijaric G.,m 1996, *J.zeolite*, 16, p. 301-308.
6. Jacob 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.