

## Pengaruh Jenis Aktivasi Terhadap Kapasitas Adsorpsi Zeolit pada Ion Kromium (VI)

### The Influence of Activation Type Toward The Adsorption Capacity of Zeolite In Chrom (VI) Ion

Sugiarti dan St. Zaenab Amiruddin  
Dosen dan Alumni Kimia FMIPA UNM Makassar

#### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis aktivasi terhadap kapasitas adsorpsi zeolit terhadap ion kromium (VI) yang dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA UNM. Sampel adalah ion kromium (VI) dan zeolit alam asal Kab. Tanah Toraja yang diambil dari Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Sulawesi Selatan. Aktivasi zeolit ada tiga jenis yaitu aktivasi fisika, aktivasi kimia dan aktivasi fisika-kimia. Aktivasi fisika dengan pemanasan pada suhu  $350^{\circ}\text{C}$  selama 3 jam, aktivasi kimia dengan pengasaman  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5 dan aktivasi fisika-kimia gabungan dari keduanya. Zeolit yang dihasilkan dianalisis daya adsorpsinya terhadap ion kromium (VI) untuk menentukan kapasitas adsorpsinya dengan metode titrasi iodometri dengan menghitung selisih konsentrasi ion kromium (VI) sebelum dan sesudah adsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adsorpsi zeolit aktivasi fisika terhadap ion kromium (VI) pada waktu kesetimbangan adsorpsi 50 menit, aktivasi kimia dan aktivasi fisika-kimia pada waktu kesetimbangan adsorpsi 40 menit. Penentuan kapasitas adsorpsinya menggunakan pola isoterm adsorpsi Langmuir. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi aktivasi fisika sebesar  $1,5718 \text{ mg/g}$ , aktivasi kimia sebesar  $1,7847 \text{ mg/g}$  dan aktivasi fisika-kimia sebesar  $2,6582 \text{ mg/g}$ .

**Kata kunci:** jenis aktivasi, adsorpsi zeolit, ion kromium.

#### ABSTRACT

This research aimed to know the influence of activation type toward the zeolite adsorption capacity in chrom (VI). This research was done at laboratory of chemistry FMIPA UNM. The sample is chrom (VI) ionic and nature zeolite from Tanah Toraja district which taken at Dinas Pertambangan dan Energi Propinsi Sulawesi Selatan. Zeolite activation which were used three kinds, there are physical activation, chemistry activation and both. Physical activation by heating at  $350^{\circ}\text{C}$  three hours, chemistry activation by acidity of  $\text{H}_2\text{SO}_4$  0,5M and physical-chemistry activation by mixed physical and chemistry activation. The zeolite as result analysed the adsorptivity toward chrom (VI) ionic for identify the adsorption capacity with iodometry titrate method by calculate the slash concentration of chrom (VI) ionic before and after adsorption. The result of this research showed that zeolite adsorption wich was activation physical toward chrom (VI) ionic for equilibrium time at 50 minute, and its adsorbsi capacity is  $1.5781 \text{ mg g}^{-1}$ . chemistry activation and both physical and chemistry activation for equilibrium time at 40 minute. And their adsorption capacity as Langmuir adsorption isoterm are  $1.7847 \text{ mg g}^{-1}$  and  $2.6582 \text{ mg g}^{-1}$  respectifelly.

**Key words:** activation, zeolite adsorption, chrom (VI) ionic

## PENDAHULUAN

Zeolit adalah senyawa zat kimia alumino-silikat berhidrat dengan kation natrium, kalium dan barium. Secara umum, zeolit memiliki molekular struktur yang unik, dimana atom silikon dikelilingi oleh 4 atom oksigen sehingga membentuk semacam jaringan dengan pola yang teratur. Dibeberapa tempat di jaringan ini, atom silikon digantikan dengan atom aluminium, yang hanya terkoordinasi dengan 3 atom oksigen. Keberadaan atom aluminium ini secara keseluruhan akan menyebabkan zeolit memiliki muatan negatif, yang menyebabkan zeolit mampu mengikat kation.

Zeolit yang terdapat di alam masih berupa zeolit tidak murni dan masih bercampur dengan mineral-mineral lain. Mineral-mineral tersebut menutupi permukaan dan pori-pori zeolit sehingga akan mengganggu proses penyerapan molekul. Untuk menghilangkan pengotor-pengotor tersebut atau untuk memaksimalkan kemampuan zeolit sebagai penyerap, maka perlu dilakukan aktivasi terlebih dahulu sebelum digunakan.

Ada dua cara untuk mengaktivasi zeolit yaitu: a). Aktivasi Fisika: Proses pemanasan zeolit dilakukan pada suhu sekitar 300-400°C, baik secara kontak langsung (dengan udara panas) maupun secara kontak tidak langsung (system vakum exhauster). Pemanasan ini bertujuan untuk menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori kristal zeolit sehingga jumlah pori-pori dan luas permukaan spesifiknya bertambah. Aktivasi pemanasan ini dapat dilakukan dalam oven atau tungku. Waktu pemanasan dengan sistem vakum hanya 3 jam sementara tanpa vakum diperlukan waktu 5-6 jam. b) Aktivasi Kimia: Pereaksi kimia yang dapat dipergunakan

untuk prosese aktivasi zeolit antara lain: H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HCl, NaOH, HNO<sub>3</sub>, CaCl<sub>2</sub>, H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>, dan ZnCl<sub>2</sub>. tujuan aktivasi kimia adalah membersihkan dan memperluas permukaan pori, membuang senyawa pengotor, mengatur kembali letak atom yang dapat dipertukarkan.

Beberapa fungsi zeolit antara lain: a). Bidang Industri, zeolit sebagai pengering dan pemurnian gas, filter (pengisi) dan bahan keramik. b). Bidang Lingkungan, zeolit digunakan sebagai bahan penghilang bau (deodorizer), penghilang warna, dan bahan pengontrol polusi. c). Bidang Pertanian, Zeolit berperan sebagai penggembur tanah, pengatur pelepasan pupuk dalam tanah, memacu pertumbuhan tanaman, sehingga meningkatkan hasil panen (Dinas Pertambangan, 2004).

Kromium (VI) turunan dari CrO<sub>3</sub>, dapat dijumpai dalam bentuk dua macam, larutan basa diatas pH 6, CrO<sub>3</sub> membentuk ion CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> (kromat- kuning) dengan struktur tetrahedron. Antara pH 2 dan pH 6, HCrO<sub>4</sub> dan ion dikromat-merah oranye, Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> dengan struktur dua tetrahedron. Dalam suasana asam, pH 2-6, terjadi keseimbangan sebagai berikut:



Dalam kondisi asam, Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> lebih dominan, sebaliknya dalam suasana basa CrO<sub>4</sub><sup>2-</sup> menjadi lebih dominan

Tingkat keracunan kromium pada manusia diukur melalui kandungan kromium dalam urine. Proses-proses kimiawi yang berlangsung dalam badan perairan dapat mengakibatkan terjadinya peristiwa reduksi dari senyawa-senyawa Cr(VI) yang sangat beracun menjadi Cr(III) yang kurang beracun. Peristiwa reduksi dapat berlangsung bila badan perairan mempunyai lingkungan yang bersifat asam.

Adsorpsi dapat terjadi antara zat padat dan zat cair, zat padat dengan gas, zat cair dengan zat cair, dan zat cair dengan gas, berdasarkan interaksi molekular antara permukaan adsorben dengan adsorbat, adsorpsi dibagi menjadi dua, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

a). Adsorpsi Fisika: terjadi bila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben, sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian ke bagian permukaan lain dari adsorben dan gaya ini disebut gaya Van der Waals

b). Adsorpsi Kimia: merupakan proses penyerapan yang melibatkan proses kimia, yaitu pemutusan dan pembentukan ikatan sehingga terjadi pembentukan ikatan baru pada permukaan adsorben. Adsorpsi ini banyak terjadi pada fasa antar muka padatan dengan cairan dan antar padatan dengan gas yang bersifat tidak reversibel dan hanya membentuk lapisan tunggal (monolayer).

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah titrasi iodometri atau titrasi tidak langsung. Prinsip dasar dari metode titrasi iodometri ini adalah penambahan berlebih ion iodida ke dalam larutan kromium (VI) yang merupakan oksidator, kemudian ion kromium (VI) inilah yang mengoksidasi ion iodida menjadi iod, iod yang bebas kemudian dititrasi dengan natrium tiosulfat. Iod mengoksidasi tiosulfat menjadi ion tetrionat

Limbah industri mengandung bahan pencemar dan sangat berbahaya, khususnya limbah yang mengandung logam-logam berat, Salah satu jenis logam berat yaitu kromium yang merupakan logam yang banyak dipergunakan dalam bidang industri manufaktur, seperti alat-alat rumah

tingga sebagai pewarna gelas dan industri besar dengan teknologi tinggi seperti satelit.

Logam kromium dapat masuk ke dalam semua strata lingkungan, sehingga perlu mendapat perhatian lebih, sebab kadar batas maksimal kromium yang diperbolehkan hanya 0,05 ppm (Sukardik dalam Rahma, 2007). Kromium dapat menimbulkan kerusakan pada tulang hidung, paru-paru dan dapat menimbulkan kanker (Sukandarrunidi, 2006).

Beberapa penelitian tentang zeolit telah dilakukan, diantaranya oleh Muh. Jamaluddin (2003) memberikan hasil bahwa pada proses aktivasi dengan suhu 350°C daya adsorpsi optimum zeolit terhadap  $\text{Cu}^{2+}$  yaitu sebesar 250 ppm. Hasil penelitian Nuim Khayat (2005) menunjukkan bahwa waktu kontak zeolit selama 4 jam dengan cara diaduk memberikan daya adsorpsi zeolit tinggi pada peroksida minyak jelantah sebesar 61,39% ( $\text{mg O}_2/\text{gr}$  contoh).

Penelitian tentang pengaruh jenis aktivasi zeolit, belum banyak diteliti terutama tentang: Pengaruh jenis aktivasi terhadap kapasitas adsorpsi zeolit pada ion kromium (VI). Serangkaian alasan tersebut di atas maka timbullah masalah-masalah yang dianggap penting untuk dipecahkan, terhadap ion kromium (VI).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen terdiri dari dua variabel, Variabel bebas; jenis aktivasi, yaitu aktivasi fisika (pemanasan), aktivasi kimia (pengasaman  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) dan aktivasi fisika-kimia (pemanasan-pengasaman  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), Variabel terikat adalah kapasitas adsorpsi zeolit teraktivasi terhadap ion kromium (VI)

### A. Objek Penelitian

Objek penelitian adalah serbuk zeolit yang diayak dengan ukuran ayakan -60 +100 mesh yang berasal dari Tanah Toraja diambil dari Dinas Pertambangan dan Energi Sulawesi Selatan.

**B. Lokasi Penelitian:** Penelitian ini dilakukan pada bulan Januari sampai dengan April 2008 di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar.

**C. Alat dan bahan:** Peralatan yang digunakan adalah neraca analitik, cawan porselin, buret mikro, botol semprot, oven listrik, shaker, tanur listrik, kertas saring whatman, indikator universal, dan alat-alat gelas yang lazim digunakan dalam penelitian.

Bahan-bahan yang digunakan antara lain; zeolit, asam klorida 2 N, asam sulfat pekat dan 0,5 M, larutan  $K_2CrO_4$  dalam bentuk ion kromat 10, 20, 30, 40, 50 ppm, kalium iodida 20 %, kalium iodat 0,01 N, larutan amylum 1 %, larutan natrium tiosulfat 0,01 N dan aquades.

#### D. Prosedure Kerja

##### a. Aktivasi Zeolit Alam

###### 1). Aktivasi Fisika (pemanasan)

Serbuk zeolit diaktivasi dengan pemanasan dalam tanur pada suhu  $350^{\circ}C$  selama 3 jam, sehingga diperoleh zeolit aktif.

###### 2) Aktivasi kimia (pengasaman)

Serbuk zeolit dimasukkan dalam gelas beker, diasamkan dengan  $H_2SO_4$  0,5 M, selanjutnya selama 30 menit. Suspensi yang terjadi dipisahkan melalui penyaringan, padatan dicuci hingga bebas asam. Padatan zeolit yang diperoleh dikeringkan dalam oven pada suhu  $105^{\circ}C$  selama 90 menit.

###### 3) Aktivasi fisika-kimia

Serbuk zeolit diaktivasi dengan pemanasan pada suhu  $350^{\circ}C$  selama 3 jam. Setelah itu serbuk zeolit diasamkan dengan  $H_2SO_4$  0,5 M, selanjutnya

selama 30 menit. Suspensi yang terjadi dipisahkan melalui penyaringan, padatan dicuci hingga bebas asam. Padatan zeolit yang diperoleh dikeringkan di dalam oven pada suhu  $105^{\circ}C$  selama 90 menit.

###### 4). Pembuatan Larutan Baku

###### Kromium (VI).

Pembuatan larutan baku kromium (VI) 1000 ppm dengan melarutkan 3,7343 gram  $K_2CrO_4$ , dalam labu takar 1000 ml, dengan aquades.

###### 5). Pembuatan larutan baku kerja ion

###### kromium(VI) 100 ppm;

Memipet 25 ml larutan baku 1000 ppm ke dalam labu takar, dilarutkan sampai 250 ml. Selanjutnya memipet masing-masing 25, 50,75, 100 dan 125 ml larutan 100 ppm ke dalam labu takar 250 ml, dengan demikian diperoleh konsentrasi: 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm.

###### 6). Penentuan Waktu Kesetimbangan Adsorpsi

Ion Kromium (VI) dengan Zeolit, yaitu dengan menambahkan masing-masing 0,5 gram zeolit ke dalam 60 ml larutan ion kromium (VI) 50 ppm, dihomogenkan dengan variasi waktu pengadukan 20, 30, 40, 50 dan 60 menit

#### Teknik Analisis Data

Untuk menentukan konsentrasi kromium sisa dengan metode titrasi digunakan persamaan ini:

$$\begin{aligned} \text{Massa } K_2CrO_4 \text{ sisa} \\ &= V_{\text{tio}} \times N_{\text{tio}} \times BE_{K_2CrO_4} \\ \text{ppm } K_2CrO_4 \text{ sisa} &= \\ \frac{\text{massa } K_2CrO_4 \text{ (sisa)} \times 1000}{\text{Volume Sampel}} \end{aligned}$$

Banyaknya ion kromium (VI) yang teradsorpsi mg/g adsorben yang disebut sebagai daya adsorpsi, ditentukan dengan persamaan :

$$\frac{x}{m} = \frac{(C_o - C_e) \times V}{W}$$

dimana :  $\frac{x}{m} = \text{Cr(VI) teradsorpsi (mg/g)}$

$C_c =$  konsentrasi Cr (VI); V=Volume larutan (L)  
 $C_e =$  konsentrasi Cr (VI); W = berat adsorben (gr)

Penentuan kapasitas adsorpsi ditentukan dengan menggunakan pola isoterm adsorpsi Freundlich dan Langmuir.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

**A. Hasil**

*1. Aktivasi Fisika*

Rata-rata daya adsorpsi zeolit aktivasi fisika terhadap ion kromium (VI) pada konsentrasi 50 ppm dengan variasi lama pengadukan 20, 30, 40, 50, dan 60 menit ditunjukkan pada table 5.

**Tabel 5.** Rata-rata ion Cr (VI) yang teradsorpsi oleh zeolit aktivasi fisika pada berbagai waktu pengadukan.

Waktu Pengadukan (menit)	Cr (VI) sisa ( $C_c$ ) (ppm)	Daya adsorpsi (x/m atau q) (mg/g)
20	43.43	0.66
30	40.44	0.95
40	39.15	1.08
50	38.89	1.11
60	39.50	1.05

*2. Aktivasi Kimia.*

Rata-rata daya adsorpsi zeolit aktivasi kimia terhadap ion kromium (VI) pada konsentrasi 50 ppm dengan variasi lama pengadukan 20 menit, 30 menit, 40 menit, 50 menit dan 60 menit ditunjukkan bahwa daya adsorpsi ion kromium (VI) oleh zeolit yang paling tinggi adalah sebesar 1,06 mg/g dengan waktu pengadukan selama 40 menit.

Daya adsorpsi zeolit terhadap ion kromium (VI) yang tertinggi adalah 2,32 mg/g yang berada pada konsentrasi awal 40 ppm. Untuk mengetahui apakah adsorpsi ion kromium (VI) oleh zeolit sesuai dengan pola adsorpsi Freundlich atau Langmuir.

**2. Aktivasi Fisika-Kimia**

Penentuan pola adsorpsi zeolit terhadap kromium (VI), dilakukan dengan cara: 0,5 gram zeolit masing-masing yang telah diaktivasi fisika-kimia ditambah dengan 60 ml larutan yang mengandung ion kromium (VI) dengan variasi konsentrasi yakni, 10, 20, 30, 40 dan 50 ppm. Waktu pengadukan antara adsorben dan adsorbat ini menggunakan waktu kesetimbangan yang telah diperoleh sebelumnya, 40 menit

**Tabel 9.** Rata-rata ion Cr (VI) (mg/g) yang teradsorpsi oleh zeolit pada berbagai waktu pengadukan dari Cr (VI) 50 ppm

Waktu Pengadukan (menit)	Cr (VI) sisa ( $C_c$ ) (ppm)	Daya adsorpsi (x/m atau q) (mg/g)
20	39.02	1.09
30	38.75	1.12
40	37.99	1.20
50	38.08	1.19
60	38.14	1.18

Untuk mengetahui apakah adsorpsi ion kromium (VI) oleh zeolit disesuaikan dengan pola adsorpsi Freundlich atau Langmuir.

**B. Pembahasan**

*1. Penentuan Kesetimbangan Adsorpsi Zeolit terhadap Ion Kromium(VI).*

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi ion kromium (VI) yang paling banyak teradsorpsi pada zeolit aktivasi fisika pada waktu pengadukan 50 menit, kemudian zeolit aktivasi kimia dan aktivasi fisika-kimia yang masing-masing pada waktu pengadukan 40 menit. Lama pengadukan tersebut mengakibatkan interaksi antara zeolit dengan larutan ion kromium (VI) semakin lama maka kromium yang teradsorpsi semakin banyak. Pada waktu yang semakin lama ( $t > 40$  menit) adsorpsi zeolit aktivasi kimia dan aktivasi fisika-kimia tidak terjadi kenaikan konsentrasi ion kromium (VI) yang teradsorpsi. Sedangkan zeolit

aktivasi fisika pada waktu pengadukan diatas 50 menit ( $t > 50$  menit), konsentrasi ion kromium (VI) yang teradsorpsi semakin sedikit. Terjadinya penurunan konsentrasi ion kromium (VI) yang teradsorpsi disebabkan posisi kation-kation dalam rongga-rongga zeolit mengalami kejenuhan dalam mengadsorpsi ion kromium (VI). Sedangkan pada aktivasi fisika terjadinya penurunan dapat juga disebabkan karena adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi fisik yang melibatkan gaya Van der Waals.

### 2. Penentuan Pola Adsorpsi Zeolit terhadap Ion Kromium (VI).

Berdasarkan aktivasi zeolit, tampak bahwa kenaikan konsentrasi adsorbat disertai dengan meningkatnya jumlah komponen yang teradsorpsi hingga terjadinya kesetimbangan. Pada keadaan kesetimbangan, kenaikan konsentrasi adsorbat disertai penurunan jumlah komponen yang teradsorpsi. Pola isoterm adsorpsi ini adalah pola isoterm adsorpsi Langmuir yang berarti adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi kimia atau adsorpsi lapis tunggal.

### 3. Penentuan Kapasitas Adsorpsi Zeolit terhadap Ion Kromium (VI)

Kapasitas adsorpsi zeolit aktivasi fisika, aktivasi kimia dan aktivasi fisika-kimia terhadap ion kromium (VI) dapat ditentukan melalui kurva isoterm Langmuir, tampak bahwa persamaan isoterm Langmuir lebih tepat digunakan untuk menginterpretasikan pola adsorpsi ion kromium pada zeolit, hal ini dapat dilihat dari koefisien determinasi,  $R^2$  yang mendekati 1.

## KESIMPULAN

1. Kapasitas adsorpsi zeolit yang diaktivasi secara fisika (pemanasan) sebesar 1,5718 mg/g dengan waktu kesetimbangan 50 menit.

2. Kapasitas adsorpsi zeolit yang diaktivasi secara kimia (pengasaman  $H_2SO_4$ ) sebesar 1,7847 mg/g dengan waktu kesetimbangan 40 menit.
3. Kapasitas adsorpsi zeolit yang diaktivasi secara fisika-kimia (pemanasan-pengasaman  $H_2SO_4$ ) sebesar 2,6582 mg/g dengan waktu kesetimbangan 40 menit.

Dari ketiga jenis aktivasi tersebut yang paling baik digunakan adalah aktivasi fisika-kimia, memberikan nilai kapasitas adsorpsi yang paling tinggi.

## DAFTAR PUSTAKA

- Currotin, dkk. 2006. *Pemanfaatan Zeolit Teraktivasi sebagai Adsorben Ion Sianida*. PKMP UMM. Malang.
- Djamaluddin Muh. 2003. *Kapasitas Adsorpsi Zeolit Terhadap ion Tembaga  $Cu^{2+}$  Asal Kec. Massawa Kab. Polmas*. Skripsi. FMIPA UNM. Makassar.
- Erawati, dkk. 2003. *Penentuan Daya Serap Zeolit Alam Malang Selatan Terhadap Biru Metilen dan Kuinin HCl*. Majalah Farmasi Airlangga, Vol. 2.
- Khayat, Nuim. 2005. *Optimalisasi Lama Pengadukan Terhadap Daya Serap Zeolit Aktiv pada Peroksida Minyak Jelantah*. Skripsi. FMIPA UNM. Makassar.
- Larashati, Sekar. 2004. *Reduksi Krom (VI) secara In Vitro oleh Kultur Campuran Bakteri yang Diisolasi dari Lindi Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah*. (Online), (<http://www.digilib.bi.itb.ac.id/go>, diakses 23 mei 2008).
- Palar, Heryando. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta. Jakarta.