

Pengaruh Berbagai Asam terhadap Daya Adsorpsi Kromium (III) dan Kromium (VI) pada Tanah Diatomae (Susila Kristianingrum dan Siti Sulastr)

PENGARUH BERBAGAI ASAM TERHADAP DAYA ADSORPSI ION KROMIUM(III) DAN KROMIUM (VI) PADA TANAH DIATOMAE

Oleh:

Susila Kristianingrum dan Siti Sulastr
Staf Pengajar FMIPA UNY

Abstract

This research was done in Chemistry Laboratory FMIPA UNY. The aim of this research is to know the effect of diatomaeous earth soaking in a such acid on its adsorption power for heavy metal chromium(III) and chromium(VI) ions.

The subject of this research is the diatomaeous earth from Sangiran Village, Sragen, Jawa Tengah. The object of this research is the diatomaeous earth properties soaking in such acid. Independent variables of this research are acid type, acid soaker concentration and the type of metal ion adsorbed. Dependent variable is its adsorption power for heavy metal chromium(III) and chromium(VI) ions. Experiment procedure consists of some steps: preparation, the diatomaeous earth treatment on chloride acid, nitric acid, and sulphuric acid, properties of the diatomaeous earth adsorbent for chromium(III) and chromium(VI) investigation. FTIR analyzing on original and treated diatomaeous earth and AAS analyzing to determine chromium(III) and chromium(VI) concentration before and after being diatomaeous earth soaker.

The conclusion from this research was the diatomaeous earth soaking on such acids can caused adsorption power differences. Optimum adsorption power for chromium(III) occurred on a half concentrate chloride acid soaking (18.50%), concentrate nitric acid (65%), and concentrate sulphuric acid ((96%). Optimum adsorption power for chromium(VI) occurred on a half concentrate chloride acid soaking (18.50%), half concentrate nitric acid (32.50%), and an eight concentrate sulphuric acid (12%). Both original and treated diatomaeous earth has a similar FTIR spectrum pattern.

Keywords: *acid, diatomaeous earth, adsorption power, chromium*

PENDAHULUAN

Tanah diatomae dikenal dengan berbagai istilah seperti diatomit, kieselguhr, tripolit atau tepung fosil (Johnstone & Johnstone, 1961) atau tanah serap (Hoeve, 1984). menurut Khan (1980) secara kimiawi, komposisi utama tanah diatomae berupa silika amorf yang kadarnya mencapai sekitar 55-70%, tergantung lingkungan setempat. Kadar senyawa silika dalam tanah diatomae sangat bervariasi, demikian juga strukturnya. Hal ini sangat dipengaruhi oleh asalnya. Komponen tanah diatomae yang berhubungan dengan sifat sebagai adsorben adalah silika, yang tentu saja berkaitan erat dengan struktur senyawa silika tanah diatomae tersebut. Tanah diatomae sekarang digunakan untuk berbagai hal, yaitu sebagai penyaring (*filter*), material pengisi, bahan isolasi, amplas atau penggosok, bahan penjerap atau adsorben, katalis, sumber silika, bahan bangunan dan campuran semen pozzolan. Di samping itu, tanah diatomae dapat pula digunakan sebagai penyaring pada berbagai industri, seperti: gula, minyak mineral, jus buah, bir, anggur, minyak tumbuhan, minyak binatang serta sabun cair.

Berbagai fungsi tersebut berhubungan dengan beberapa sifat penting, yaitu: porositas, daya adsorpsi/daya jerap, ukuran partikel, serta konduktivitas. Polaritas permukaan pada adsorben akan menentukan jenis zat yang akan teradsorpsi

Pengaruh Berbagai Asam terhadap Daya Adsorpsi Kromium (III) dan Kromium (VI) pada Tanah Diatomae (Susila Kristianingrum dan Siti Sulastri)

(<http://ias.vub.ac.be/General/Adsorption.htm>). Pemanfaatan tanah diatomae secara luas pada berbagai bidang maupun proses pengolahan, dengan terlebih dahulu mengetahui keadaan dan sifat tanah diatomae tersebut secara utuh. Hal inilah yang menjadi titik tolak diadakannya penelitian ini. Pengertian sifat suatu bahan itu sangat luas, oleh karena itu penelitian ini dibatasi pada pengaruh perendaman tanah diatomae dengan berbagai asam terhadap daya adsorpsi ion logam berat kromium(III) dan kromium(VI). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perendaman tanah diatomae dalam berbagai asam dan hubungannya dengan sifat sebagai adsorben ion kromium(III) dan kromium(VI).

Pada penelitian sebelumnya (Siti Sulastri & Susila K, 2003) menunjukkan bahwa proses perendaman dengan asam perklorat 60 % untuk tanah diatomae yang telah dipanaskan di atas 600 °C kurang efektif, karena hanya memberikan kenaikan efisiensi penjerapan yang kecil (untuk tanah diatomae yang telah dipanaskan 600 °C naik dari 34,96 menjadi 56,46 %, sedangkan untuk yang telah dipanaskan lebih tinggi dari 600 °C kenaikannya makin kecil). Hal ini dapat terjadi karena tanah diatomae yang sudah dipanaskan lebih dari 600°C sudah terdestruksi komponen senyawa organiknya. Jadi perlakuan dengan asam perklorat menjadi kurang efektif. Oleh karena itu dalam penelitian ini dikaji pengaruh perendaman tanah diatomae dengan asam sulfat, asam klorida dan

asam nitrat terhadap daya adsorpsi ion kromium(III) dan kromium(VI).

Halimaton, H (1992), telah mengelompokkan spektrum infra merah dari zeolit sebagai salah satu jenis lempung, yaitu:

1. Vibrasi ulur tak simetri ($1250-900\text{ cm}^{-1}$). Daerah ini dikaitkan dengan ulur pada ikatan O-Si-O dan O-Al-O.
2. Vibrasi ulur simetri ($680-850\text{ cm}^{-1}$). Daerah ini sesuai dengan vibrasi ulur simetri dari ikatan O-Si-O atau O-Al-O
3. Vibrasi cincin rangkap ($580-610\text{ cm}^{-1}$). Daerah ini dikaitkan dengan vibrasi eksternal dalam cincin beranggota 6 dan 4.
4. Vibrasi tekuk dari Si-O atau Al-O terjadi pada $420-500\text{ cm}^{-1}$.
5. Daerah antara $3400-3700\text{ cm}^{-1}$ berkait dengan gugus hidroksil.

Tentunya interpretasi spektra infra merah ini juga berlaku secara umum untuk berbagai jenis tanah lempung. Artinya, spektra infra merah dari berbagai jenis tanah lempung dapat diberi interpretasi dengan berpedoman pada interpretasi pada zeolit. Karakter tanah diatomae sebagai penjerap ion kromium dinyatakan sebagai efisiensi penjerapan. Karakter ini diperoleh dari hasil pengukuran konsentrasi larutan kromium(III) dan (VI) sebelum dan sesudah dipakai untuk merendam tanah diatomae tersebut. Konsentrasi larutan kromium(III) dan (VI) tersebut ditentukan secara spektroskopi serapan atom (SSA) pada panjang gelombang $357,9\text{ nm}$ dengan tipe nyala udara-asetilena (Anonim, 1996)

Pada penelitian ini digunakan sampel simulasi, sehingga daya adsorpsi/daya jerap dapat dihitung dengan cara menghitung berkurangnya jumlah/konsentrasi ion dari sampel simulasi. Konsentrasi sampel simulasi sebelum dan setelah dikontakkan dengan tanah diatomae yang telah diaktivasi dengan asam sulfat, asam klorida dan asam nitrat, diukur dengan spektrofotometer serapan atom.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan Penelitian

Alat –alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat-alat gelas, penyaring, oven, pengaduk magnetik, ayakan, seperangkat alat spektrofotometer serapan atom (SSA) merk Perkin Elmer, dan seperangkat alat FTIR merk Shimadzu 8300.

Adapun bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah diatomae, H_2SO_4 , HCl, HNO_3 , $CrCl_3 \cdot 6H_2O$, $K_2Cr_2O_7$ (p.a., E Merck), kertas saring Whatman 42, dan akuades, indikator pH universal.

Subjek dan Objek Penelitian

Subjek penelitian ini adalah tanah diatomae dari Desa Sangiran, Sragen, Jawa Tengah. Objek penelitian adalah sifat tanah diatomae yang direndam dalam berbagai asam. Variabel bebas yang dipelajari adalah jenis asam, konsentrasi asam perendam, dan

jenis ion logam yang diadsorpsi. Sebagai variabel terikatnya adalah daya adsorpsi terhadap ion Cr(III) dan Cr(VI).

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian meliputi beberapa langkah: persiapan, perlakuan terhadap tanah diatomae dalam asam klorida, asam nitrat, dan asam sulfat, mempelajari sifat adsorben tanah diatomae terhadap kromium(III) dan kromium(VI), analisis FTIR terhadap tanah diatomae asli dan yang sudah diberi perlakuan dan analisis SSA untuk menentukan konsentrasi kromium(III) dan kromium (VI) sebelum dan sesudah dipakai untuk merendam berbagai tanah diatomae.

1. Langkah persiapan, meliputi: penyediaan tanah diatomae dengan ukuran butiran tertentu 100 mesh, larutan kromium klorida, larutan kalium bikromat dengan konsentrasi tertentu, larutan asam sulfat, asam klorida, dan asam nitrat dengan berbagai variasi konsentrasi.
2. Langkah perlakuan terhadap tanah diatomae meliputi: perendaman tanah diatomae dalam asam sulfat, asam klorida, dan asam nitrat dengan berbagai variasi konsentrasi selama 24 jam dengan didahului pengadukan dengan pengaduk magnet selama 1 jam, dan sesudahnya dicuci sampai netral, kemudian disaring dengan kertas saring Whatman. Selanjutnya tanah diatomae dikeringkan dalam oven dengan temperatur 100°C

Pengaruh Berbagai Asam terhadap Daya Adsorpsi Kromium (III) dan Kromium (VI) pada Tanah Diatomae (Susila Kristianingrum dan Siti Sulastrri)

selama 1 jam. Setelah itu tanah diatomae siap digunakan untuk penjerapan ion logam Cr(III) dan Cr(VI).

3. Mempelajari sifat adsorben tanah diatomae terhadap kromium(III) dan kromium (VI) yaitu dengan cara merendam 1 g tanah diatomae tersebut dalam 20 mL larutan asam berbagai variasi konsentrasi selama 24 jam dengan didahului proses pengadukan selama 1 jam.
4. Pengukuran (analisis) meliputi: FTIR terhadap tanah diatomae asli dan yang sudah diberi perlakuan dan SSA untuk menentukan konsentrasi kromium(III) dan kromium (VI) sebelum dan sesudah dipakai untuk merendam berbagai tanah diatomae. Berdasarkan hasil perhitungan konsentrasi ion Cr dapat ditentukan daya adsorpsi terhadap Cr(III) dan Cr (VI) yang dinyatakan sebagai efisiensi penjerapan/daya adsorpsi dan dihitung dengan rumus:

$$E_p = (C_a - C_i) / C_a \times 100 \%$$

E_p = efisiensi penjerapan terhadap kromium(III) dan kromium(VI)

C_a = konsentrasi kromium(III) dan kromium (VI) mula-mula

C_i = konsentrasi kromium(III) dan kromium(VI) setelah untuk merendam tanah diatomae

5. Analisis data dilakukan secara deskriptif interpretatif, artinya menginterpretasi spektra yang telah diperoleh dari FTIR dengan

cara mengidentifikasi gugus-gugus fungsi yang ada dan menentukan konsentrasi ion Cr(III) dan Cr(VI) mula-mula dan setelah dipakai merendam tanah diatomae dengan SSA. Adapun kondisi analisis dengan SSA adalah untuk spektrometer: panjang gelombang 357,9 nm.; jenis lampu katoda cekung; slit 0,2 nm; arus lampu 5,0 mA; integr. time 3,0 detik; sedangkan flame: C₂H₂/udara; kecepatan 65 L/jam; jenis burner 100 mm; tinggi burner 7 mm; kecepatan nebulizer 5,0 mL/menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan konsentrasi larutan simulasi yang telah dibuat Ep tertinggi yaitu 94,01%, dicapai oleh tanah hasil perendaman dengan HCl 18,50%. Ini berarti daya adsorpsi tertinggi diperoleh pada perendaman tanah diatomae dengan asam klorida 18,50% untuk larutan simulasi sekitar 5 ppm.

Pada perlakuan perendaman tanah diatomae dengan larutan asam nitrat berbagai konsentrasi mulai dari pekat (65%), 32,50%, 16,25%, dan 8,13% menunjukkan bahwa konsentrasi ion kromium(III) setelah dipakai untuk merendam tanah diatomae bervariasi bila dibandingkan dengan konsentrasi awalnya. Ada yang menjadi lebih kecil dan ada yang lebih besar, sehingga menyebabkan rendahnya harga Ep. Namun secara keseluruhan

Pengaruh Berbagai Asam terhadap Daya Adsorpsi Kromium (III) dan Kromium (VI) pada Tanah Diatomae (Susila Kristianingrum dan Siti Sulastri)

harga Ep tertinggi (42,93%) yang diperoleh dari hasil perendaman dengan asam nitrat pekat untuk konsentrasi larutan simulasi 4,922 ppm (sekitar 5 ppm). Menurut Vogel (1990), asam nitrat baik yang pekat maupun encer dapat membuat kromium menjadi pasif, sehingga ion kromium(III) bersifat lebih stabil.

Pada perlakuan perendaman tanah diatomae dengan larutan asam sulfat berbagai konsentrasi mulai dari pekat (96%), 48%, 24%, dan 12% menunjukkan bahwa konsentrasi ion kromium(III) setelah dipakai untuk merendam tanah diatomae secara keseluruhan untuk berbagai konsentrasi larutan simulasi bervariasi jauh lebih kecil dari harga konsentrasi awal, sehingga diperoleh harga Ep tinggi. Hasil ini diperoleh pada tanah diatomae hasil perendaman dengan asam sulfat pekat. Hal ini berarti bahwa sebagian besar ion kromium(III) telah terjerap oleh tanah diatomae.

Pengujian tanah diatomae terhadap daya adsorpsi ion logam kromium(VI) juga dilakukan pada berbagai jenis dan konsentrasi asam. Pada perlakuan perendaman tanah diatomae dengan larutan asam klorida berbagai konsentrasi mulai dari pekat (37%), 18,50%, 9,25%, dan 4,63% menunjukkan bahwa konsentrasi ion kromium(VI) setelah dipakai untuk merendam tanah diatomae bervariasi bila dibandingkan harga konsentrasi awal. Ada yang menjadi lebih kecil dan ada yang lebih besar, sehingga menyebabkan rendahnya harga Ep. Terjadinya Ep jauh melebihi

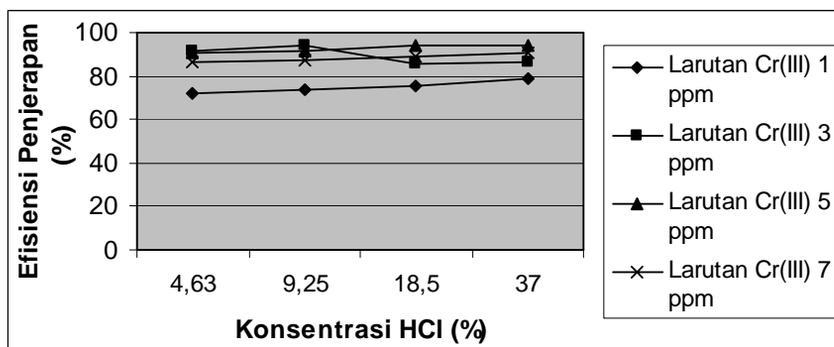
100% pada tanah diatomae hasil perendaman dengan HCl 37; 18,50; 9,25; dan 4,625% kemungkinan disebabkan oleh rendahnya konsentrasi larutan simulasi sekitar 1 ppm (0,6727 ppm). Hal lain yang menyebabkan adalah asam klorida yang digunakan untuk proses perendaman kemungkinan telah terkontaminasi oleh pengotor (impuritis) kromium, yang dalam penelitian ini tidak dicek dahulu kadarnya dengan alat SSA. Secara umum pada perendaman dengan asam klorida ini memberikan efisiensi penjerapan tertinggi yaitu 79,86% pada HCl ½ pekat (18,50%) untuk pengujian larutan Cr(VI) sekitar 3 ppm.

Pada perlakuan perendaman tanah diatomae dengan larutan asam nitrat berbagai konsentrasi mulai dari pekat (65%), 32,50%, 16,25%, dan 8,13% menunjukkan bahwa konsentrasi ion kromium(VI) setelah dipakai untuk merendam tanah diatomae pada dasarnya lebih kecil dari konsentrasi awalnya. Hal ini berarti bahwa sebagian besar ion kromium(VI) telah terjerap oleh tanah diatomae. Adanya penyimpangan $E_p > 100\%$ ini kemungkinan disebabkan oleh karena asam nitrat yang digunakan untuk proses perendaman kemungkinan telah terkontaminasi oleh pengotor (impuritis) kromium, yang dalam penelitian ini tidak dicek dahulu kadarnya dengan alat SSA. Namun secara keseluruhan harga E_p tertinggi (92,75%) diperoleh dari hasil perendaman dengan asam nitrat 32,50%.

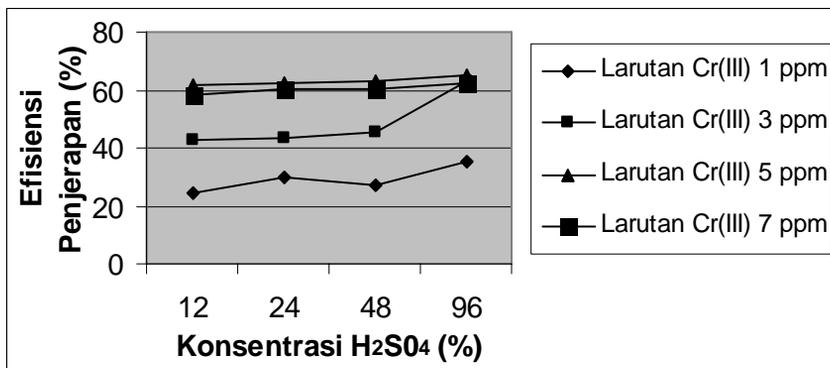
Pengaruh Berbagai Asam terhadap Daya Adsorpsi Kromium (III) dan Kromium (VI) pada Tanah Diatomae (Susila Kristianingrum dan Siti Sulastri)

Pada perlakuan perendaman tanah diatomae dengan larutan asam sulfat berbagai konsentrasi mulai dari pekat 96%, 48%, 24%, dan 12% menunjukkan bahwa konsentrasi ion kromium(VI) setelah dipakai untuk merendam tanah diatomae secara keseluruhan untuk berbagai konsentrasi larutan simulasi bervariasi, sehingga diperoleh harga E_p yang bervariasi pula. Hasil E_p tertinggi (41,09%) diperoleh pada tanah diatomae setelah direndam dalam asam sulfat 12%.

Grafik konsentrasi HCl vs efisiensi penyerapan ion Cr(III) disajikan dalam Gambar 1 dan grafik konsentrasi H_2SO_4 vs efisiensi penyerapan ion Cr(III) disajikan dalam Gambar 2.

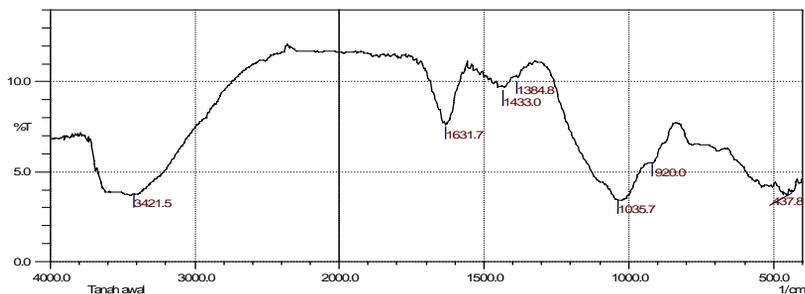


Gambar 1. Grafik Hubungan Konsentrasi Hcl dengan Efisiensi Penjerapan Ion Cr(III)



Gambar 2. Grafik Hubungan Konsentrasi H₂SO₄ dengan Efisiensi Penjerapan Ion Cr(III)

Spektra FTIR tanah diatomae asli (yang belum diberi perlakuan) ditunjukkan pada Gambar 3, sedangkan spektra FTIR tanah diatomae yang sudah diberi perlakuan ditunjukkan dalam Gambar 4, 5, dan 6.

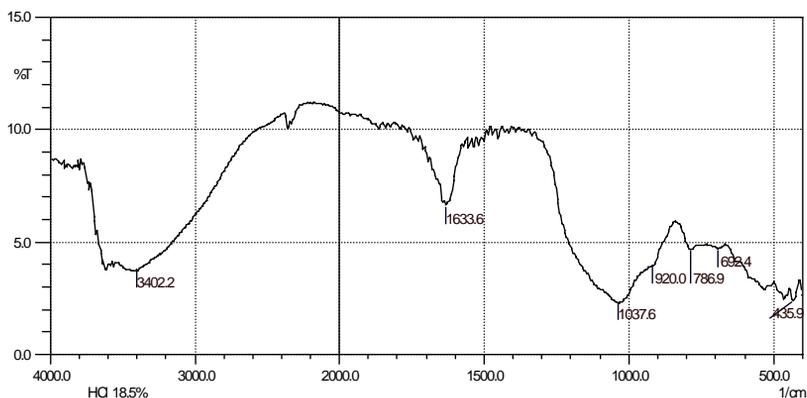


Gambar 3. Spektra FTIR Tanah Diatomae Asli

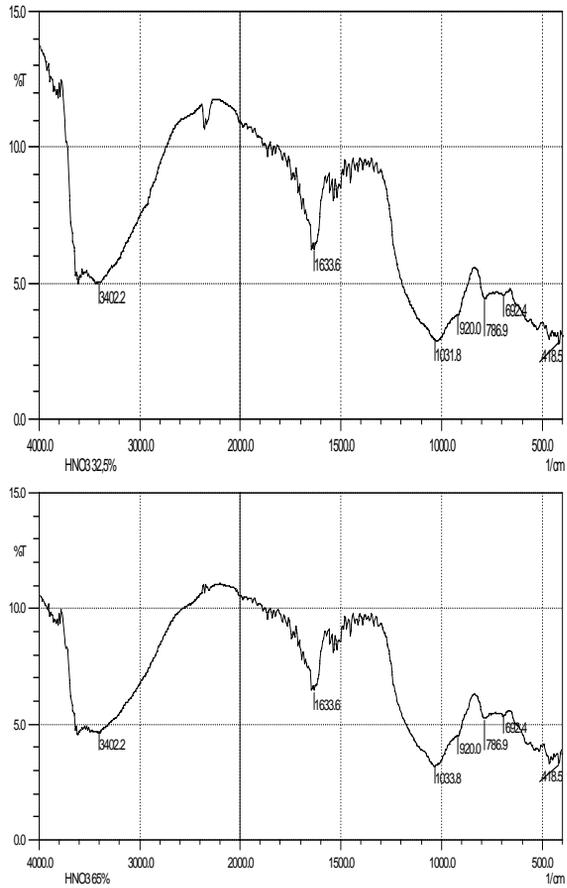
Berdasarkan spektra FTIR menunjukkan adanya gugus hidroksil (pita pada 3400-3700 cm⁻¹) pada tanah diatomae asli.

Pengaruh Berbagai Asam terhadap Daya Adsorpsi Kromium (III) dan Kromium (VI) pada Tanah Diatomae (Susila Kristianingrum dan Siti Sulastri)

Pita serapan pada daerah sekitar $1035,7 \text{ cm}^{-1}$ muncul pada tanah diatomae asli maupun yang sudah diberi perlakuan asam klorida dan asam nitrat, pita ini menunjukkan vibrasi ulur Si-O dari Si-O-Si. Pada perlakuan dengan asam sulfat pekat, pita tersebut semakin lemah dan muncul pita serapan baru yang sangat tajam di daerah $2337,6 \text{ cm}^{-1}$ dan pita ini belum dapat diidentifikasi gugus fungsinya.

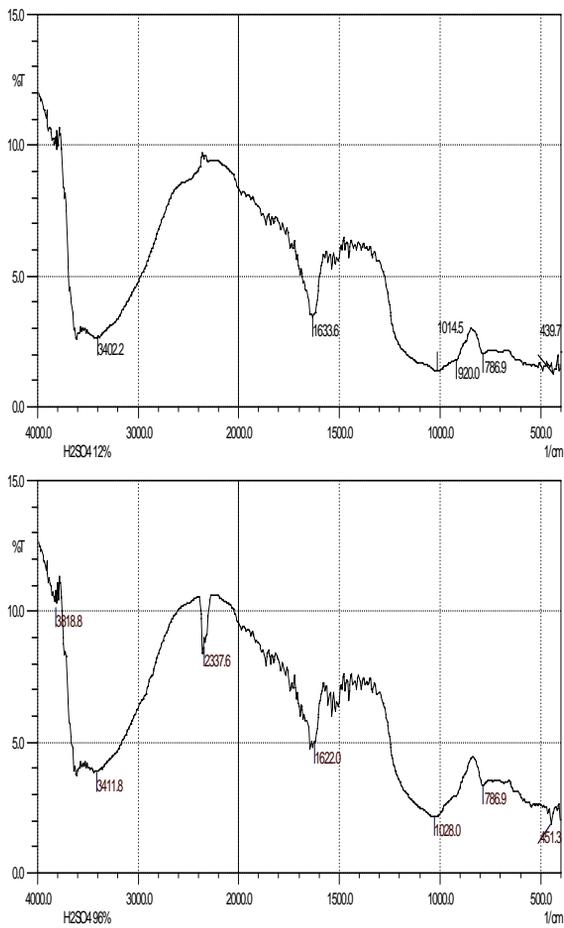


Gambar 4. Spektra FTIR Tanah Diatomae Setelah Direndam dalam Larutan HCl 18,50%



Gambar 5. Spektra FTIR Tanah Diatomae Setelah Direndam dalam HNO₃ 32,50% & HNO₃ 65%.

Pengaruh Berbagai Asam terhadap Daya Adsorpsi Kromium (III) dan Kromium (VI) pada Tanah Diatomae (Susila Kristianingrum dan Siti Sulastri)



Gambar 6. Spektra FTIR Tanah Diatomae Setelah Diredam dalam H₂SO₄ 12 % & H₂SO₄ 96%

Berdasarkan perbandingan spektra FTIR tanah diatomae yang diberi perlakuan asam tersebut, maka terlihat pergeseran pita

serapan di daerah bilangan gelombang $786,9 \text{ cm}^{-1}$ yang ini menunjukkan pergeseran serapan Si-O dari gugus silanol (Si-OH). Adanya pita serapan ini tidak dijumpai pada tanah diatomae asli. Pergeseran pita serapan ini kemungkinan disebabkan terjadinya interaksi antara ion logam kromium dengan permukaan adsorben (tanah diatomae) melalui permukaan silanol. Pergeseran juga terjadi pada pita serapan dari $439,7 \text{ cm}^{-1}$ menjadi $451,3 \text{ cm}^{-1}$; yang menunjukkan vibrasi tekuk Si-O dari Si-O-Si. Hal ini menunjukkan bahwa ion logam kromium dalam berikatan dengan permukaan tanah diatomae tidak hanya melalui gugus silanol saja, akan tetapi juga melalui gugus siloksan (Si-O-Si).

Pita serapan pada daerah sekitar $3421,5 \text{ cm}^{-1}$ dan $1631,7 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan daerah serapan -OH dari Si-OH tidak mengalami perubahan, tetapi mengalami penurunan intensitas serapan sebagai akibat berkurangnya jumlah gugus -OH tersebut pada permukaan tanah diatomae setelah terjadinya proses adsorpsi dengan ion logam kromium. Meskipun pola spektra hampir sama untuk semua perlakuan asam, kekuatan/intensitas serapan masing-masing pita berbeda, sehingga memberikan daya jerap/adsorpsi terhadap ion kromium juga berbeda.

SIMPULAN

Berdasarkan atas hasil penelitian ini dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: Perendaman tanah diatomae dengan berbagai asam dapat berpengaruh terhadap daya

Adsorpsi ion logam berat kromium(III) dan kromium(VI). Daya adsorpsi tertinggi terhadap ion logam berat kromium(III) diperoleh pada perendaman tanah diatomae dengan asam klorida 18,50% untuk larutan simulasi sekitar 5 ppm, dengan asam nitrat pekat (65%) dan asam sulfat pekat (96%). Daya adsorpsi tertinggi terhadap ion logam berat kromium(VI) diperoleh pada perendaman tanah diatomae dengan asam klorida 18,50%, dengan asam nitrat 32,50% dan asam sulfat 12%. Tanah diatomae asli dan yang sudah diberi perlakuan mempunyai pola spektra FTIR yang hampir sama.

Sebagai langkah pengembangan perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji sifat adsorben/penjerap tanah diatomae terhadap berbagai ion logam lain dan juga perlakuan yang lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, (1996). *Atomic Absorption Spectroscopy. Analytical Methods*. USA: Perkin Elmer Corporation.
- Halimatun, H. (1992). *Introduction to Zeolites: Synthesis, Characterization and Modification*. Malaysia: Universiti Teknologi Malaysia.

Hoeve, I.B. (1984). *Ensiklopedi Indonesia*. Volume 6.

Johnstone and Johnstone, M.G. (1961). *Minerals for the Chemical and Applied Industries*. New York: John Wiley & Sons. Edisi ke 2.

Khan. (1980). *Pesticides in the Soil Environment*. Amsterdam:Elsevier Scientific Publishing Co.

Siti Sulastrri dan Susila K. (2003). Karakterisasi Tanah Diatomae dari Desa Sangiran dan Hubungannya dengan Penjerapan Unsur Berbahaya dalam Bahan Lingkungan. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Yogyakarta: FMIPA UNY.

Vogel, A.I. (1990). *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro* (Terjemaham Hadyana Pudjaatmaka dan Setiono). Jakarta: PT Kalman Media Pustaka. (Buku asli terbit tahun 1979).

<http://ias.vub.ac.be/General/Adsorption.htm>

<http://id.wikipedia.org/wiki/kromium>. diakses tanggal 30 September 2007