

Penyerapan Logam Krom dalam Limbah Cair Laboratorium Kimia Menggunakan Adsorben Tanah Napa

Mawardi¹, Hary Sanjaya², Victoria Frisiananda³

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka Air Tawar Padang, Indonesia Telp. 0751 7057420

¹mawardianwar@yahoo.com, ²hary.s@fmipa.unp.ac.id, ³angel.arrogant@hotmail.com

Abstract — It has been investigated the adsorbtion of chrom metal in chemistry laboratory liquid waste using tanah napa as an adsorbent. Waste containing chrom metal was pass through a coloum that filled with tanah napa adsorbent. It is studied the use of nitrit acid (HNO₃) for regeneration purpose and recovery of chrom metal at various concentration. The result showed that HNO₃ at concentration 0.4M was the best for regeneration of Chrom(III) is 78.03% and concentration 0.3M for regeneration of Chrom(VI) is 53.02%. The optimum condition of this method were applied to preconcentration of Chrom in chemistry laboratory liquid waste with HNO₃ 0.3M. The result show that Chrom found in chemistry laboratory liquid waste which is initially 0.9123 ppm can be preconcentration to 1.7760 ppm with 5x10mL preconcentration.

Keywords — adsorbsi, tanah napa, regenerasi, logam krom

I. PENDAHULUAN

Telah disadari secara luas bahwa kemajuan teknologi disamping menguntungkan juga menimbulkan pencemaran lingkungan hidup. Salah satu dari sekian banyak pencemaran adalah pencemaran air oleh logam berat yang dihasilkan dari limbah industri manufaktur yang menggunakan logam krom sebagai bahan dasarnya. Limbah yang mengandung logam berat tersebut biasanya ditanggulangi dengan berbagai cara, diantaranya adalah melalui proses adsorbsi.

Adsorbsi adalah proses penyerapan gas atau cair pada permukaan padatan. Aplikasi adsorbsi telah banyak dikembangkan dengan menggunakan berbagai senyawa organik seperti lumut, sekam padi, alga, eceng gondok dan serbuk gergaji. Proses penyerapan ion logam oleh senyawa organik ini terjadi karena adanya kandungan gugus fungsi aktif yang terdapat pada sel dan dinding sel biomaterial seperti protein, polisakarida, karboksilat, hidroksil, gugus sulfidril dan biopolimer^[1]

Selain menggunakan senyawa-senyawa organik, penggunaan senyawa anorganik seperti karbon aktif dan zeolit telah banyak dimanfaatkan sebagai adsorben. Namun penyediaan karbon aktif dan zeolit ini masih terbatas dan cukup mahal. Atas dasar inilah dilakukan penelitian terhadap kemungkinan pemakaian adsorben lain (tanah napa). Tanah napa ini diperoleh dari Kabupaten Solok dan merupakan bahan yang mudah diperoleh.

Tanah napa merupakan suatu material alam yang mempunyai kandungan utama berupa mineral silika dan alumina. Diduga silika dan alumina tersusun secara kovalen dalam suatu kisi tetrahedron dengan struktur tiga dimensi

yang menyerupai zeolit. Oleh karena struktur ini tanah napa mempunyai sifat-sifat yang sama dengan zeolit, yaitu sifat katalis, sifat adsorbsi dan pertukaran ion.

Dengan adanya ikatan antara oksida silika (SiO₄) dengan oksida alumina (AlO₄) dapat menerangkan bahwa terbentuknya struktur berongga dari tanah napa ini sehingga diperkirakan mampu menyerap molekul yang berukuran kecil yang sesuai dengan rongganya.

Tanah napa adalah batuan endapan yang berupa bongkahan-bongkahan padat. Tanah ini berada di daerah Solok tepatnya di kecamatan Arian. Tanah tersebut berwarna putih keabu-abuan^[2]. Jumlah mineral-mineral yang terdapat pada tanah napa sangat banyak. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan di Laboratorium kimia analitik FMIPA Universitas Negeri Padang, komposisi mineral tanah napa rata-rata terdiri dari mineral berikut.

Tabel 1. Kadar Mineral Tanah Napa

Nama mineral	Kadar (%)
Silika (SiO ₂)	63.20
Alumina (Al ₂ O ₃)	16.55
Besi (Fe ₂ O ₃)	7.64
Kalsium (CaO)	3.34
Magnesium (MgO)	0.89

Di laboratorium Penelitian jurusan Kimia Universitas Negeri Padang, telah dilakukan penelitian menggunakan tanah napa sebagai bahan penyerap ion logam Cr(III) dan Cr(VI)^{[3][4]}. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa tanah napa mampu menyerap logam krom yang cukup besar. Berdasarkan penelitian tersebut, maka pada penelitian ini akan dicoba meregenerasi tanah napa yang telah digunakan sebagai

penyerap ion logam krom dengan pelarut asam nitrat, dan melakukan aplikasi langsung pada sampel limbah dalam skala laboratorium serta aplikasi sistim untuk tujuan prekonsentrasi logam dalam bentuk *trace elemen* dalam sampel limbah cair [5].

Metoda yang digunakan pada penelitian ini adalah metoda kontiniu dengan menggunakan kolom. Perlakuan yang diberikan adalah larutan sampel yang mengandung ion logam krom dikontakkan dengan adsorben tanah napa. Kemudian adsorben yang telah termuat ion logam krom tersebut di regenerasi dengan asam nitrat. Konsentrasi ion logam pada setiap perlakuan diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom.

I. METODOLOGI

A. Peralatan dan Bahan-Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian adalah AA-6300 SHIMADZU Atomic Absorption Spectrofotometer, kolom, neraca analitik, ayakan, oven, dan alat-alat gelas laboratorium.

Zat kimia dan bahan yang digunakan antara lain tanah napa, asam nitrat, glasswool, kertas saring biasa, limbah laboratorium kimia yang mengandung krom, amoniak dan aquades.

B. Persiapan Penelitian

1) Persiapan adsorben

Tanah yang dipakai diambil langsung dari Kabupaten Solok. Tanah tersebut dicuci dengan aquades dan dikeringkan, kemudian tanah tersebut digiling dan diayak sesuai dengan ukuran partikel yang digunakan.

2) Metoda pengukuran

Penentuan konsentrasi ion logam krom dilakukan dengan pengukuran menggunakan peralatan Spektrofotometer Serapan Atom pada panjang gelombang 357.80 nm.

C. Perlakuan Penelitian Pada Sistim Kontiniu [6]

Kedalam kolom di packing adsorben tanah napa dan dialirkan larutan ion krom. Kemudian adsorben yang telah termuat ion krom tersebut diregenerasi dengan pelarut asam.

1) Mendesorpsi Logam dalam Adsorben

Untuk mendesorpsi atau memperoleh kembali (*recovery*) masing-masing logam yang teradsorpsi dalam kolom, maka kedalam kolom tersebut dilewatkan sebanyak 25mL larutan HNO₃ 0.1M, 0.2M, 0.3M, 0.4M dan 0.5M sebagai pelarut. Eluen yang diperoleh ditentukan konsentrasi logamnya dengan SSA.

2) Aplikasi Pada Sampel Limbah dan Faktor Pemekatan

500mL sampel limbah yang mengandung logam krom dengan konsentrasi tertentu diatur pH nya pada pH 4,

dilewatkan melalui kolom yang dikemas dengan adsorben tanah napa dengan ukuran partikel 850 μ m dan suhu pemanasan 125°C, diukur konsentrasi krom yang tidak terserap. Kemudian kolom tersebut dielusi lima kali elusi dengan 50mL larutan asam nitrat dengan konsentrasi optimum. Masing-masing eluen yang keluar ditampung dan ditentukan konsentrasi logamnya dengan SSA.

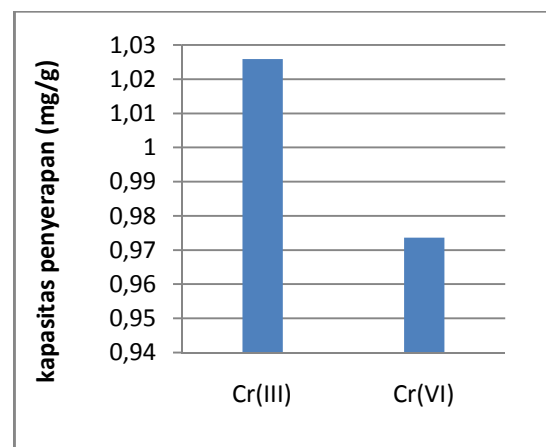
3) Aplikasi Kondisi Optimum Cr(III) dan Cr(VI) terhadap Krom total dalam Sampel Limbah

Sampel limbah disaring untuk memisahkan partikulatnya, diatur pHnya sesuai dengan pH optimum (Cr³⁺ pada pH 3 dan Cr⁶⁺ pada pH 4), kemudian dikontak dengan adsorben tanah napa pada masing-masing sistim pada kondisi optimum (ukuran partikel 850 μ m dan suhu pemanasan adsorben 125°C). Eluen yang keluar ditampung, dan ditentukan konsentrasi logamnya dengan SSA.

II. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Penyerapan ion logam krom oleh tanah napa

Dilakukan penyerapan ion logam krom oleh tanah napa pada kondisi optimum. Konsentrasi logam krom sebelum dan sesudah dilakukan penyerapan diukur dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom. Kemampuan penyerapan suatu adsorben dapat dipengaruhi oleh sifat dan muatan adsorbat. Hal ini berhubungan dengan gaya tarik dan tolakan antara sisi aktif dari adsorben dengan ion logam yang akan diserapnya.



Gambar 1. Grafik kapasitas penyerapan Cr(III) dan Cr(VI) oleh adsorben tanah napa pada kondisi optimum

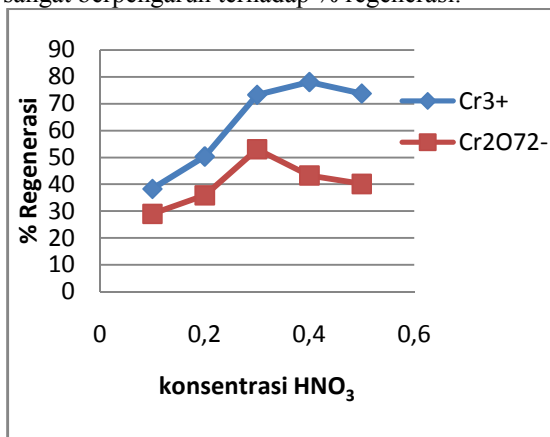
Grafik diatas memperlihatkan bahwa pada konsentrasi yang sama, kapasitas penyerapan Cr(VI) lebih kecil dibandingkan Cr(III) terhadap adsorben tanah napa. Dengan nilai masing-masing berturut-turut sebesar 0.9736 mg/gram dan 1.0259 mg/gram. Hal ini disebabkan karena Cr(VI) di dalam larutan akan terion membentuk anion Cr₂O₇²⁻, sedangkan sisi aktif adsorben tanah napa berupa ion molekuler yang juga bermuatan negatif. Sehingga terjadinya tolakan antar ion molekuler tersebut yang menyebabkan kapasitas

penyerapan $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ terhadap adsorben tanah napa menjadi rendah. Sementara Cr(III) dalam larutan akan membentuk kation Cr^{3+} , dimana akan terjadi tarik menarik antar adsorbat yang bermuatan positif dengan adsorben yang bermuatan negatif sehingga penyerapannya lebih besar.

Selain itu, juga dipengaruhi oleh ukuran ion tersebut. $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ merupakan ion molekuler yang mempunyai ukuran ion yang lebih besar dibandingkan ukuran ion Cr^{3+} . Dengan besarnya ukuran ion tersebut maka $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ tersebut akan susah masuk kedalam pori-pori adsorben tanah napa. Sehingga penyerapannya lebih kecil.

B. Regenerasi Tanah Napa dengan Larutan Asam Nitrat

Tanah napa yang telah menyerap ion logam Cr(III) dan Cr(VI) dilakukan proses regenerasi dengan menggunakan pelarut asam nitrat. Regenerasi dengan larutan asam merupakan proses desorpsi, yaitu penarikan kembali ion logam yang telah teradsorpsi oleh tanah napa menggunakan larutan pendesorpsi. Konsentrasi asam nitrat yang digunakan sangat berpengaruh terhadap % regenerasi.



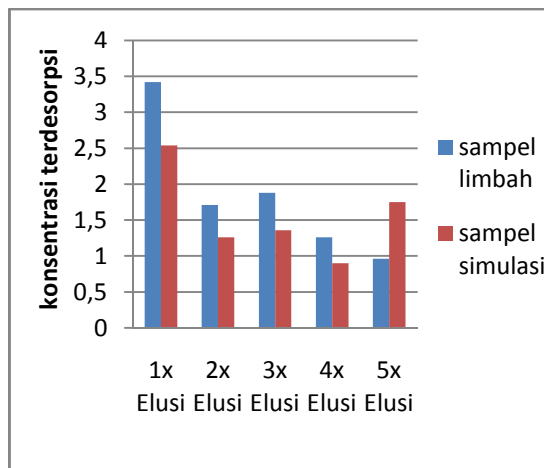
Gambar 2. Grafik % regenerasi ion logam krom oleh adsorben tanah napa

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa logam krom(III) memberikan % regenerasi optimum pada konsentrasi 0.4M yaitu sebesar 78.02%. Artinya sebanyak 78.02% dari konsentrasi ion Cr^{3+} yang sebelumnya telah terikat pada tanah napa dapat dikeluarkan kembali. Sedangkan pada logam krom(VI) memberikan % regenerasi optimum pada konsentrasi 0.3M yaitu sebesar 53.03%.

C. Pengaruh Faktor Pemekatan pada Sampel Limbah

Pemekatan merupakan suatu proses peningkatan komposisi senyawa terlarut (solute) dalam pelarutnya. Pada penelitian ini dilakukan pemekatan sebagian atau diekstraksi kembali logam dengan pelarut asam nitrat untuk mendapatkan ekstrak logam yang lebih banyak dan murni, melalui teknik elusi 5x10mL. Hal ini dilakukan karena logam Krom merupakan logam yang bersifat renik dan mempunyai konsentrasi yang rendah, sehingga sulit dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, pemekatan Krom dengan menggunakan HNO_3 layak digunakan. Karena dilihat dari data konsentrasi awal Krom 0.91 mg/L, setelah dilakukan pemekatan dengan HNO_3 sebanyak 5x10mL maka diperoleh pemekatan total sebesar 1.71 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi kenaikan konsentrasi setelah dilakukan pemekatan.



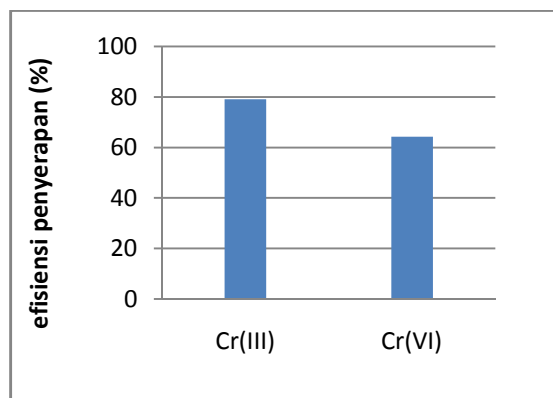
Gambar 3. Grafik efisiensi pemekatan sampel limbah alam dan limbah simulasi

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa pemekatan Cr dapat dilakukan satu kali elusi dengan pelarut HNO_3 0.3M sebanyak 10mL. Teknik ini memberikan kapasitas pemekatan sebesar 3.4250 mg/L atau sebesar 0.02 mg/g limbah.

Pengaruh logam-logam lain terhadap hasil pemekatan dalam sampel limbah alam tidak terlalu besar dibandingkan dengan limbah simulasi. Hal ini terlihat dari grafik atau data lampiran 7 dan 8, bahwa kapasitas pemekatan limbah sebesar 0.02 mg/g limbah. Sedangkan efisiensi pemekatan pada limbah simulasi adalah 0.01 mg/g limbah. Sehingga dapat dikatakan bahwa keberadaan logam-logam lain didalam sampel limbah tidak mengganggu pemekatan Krom.

D. Aplikasi Kondisi Optimum Cr(III) dan Cr(VI) terhadap Krom total dalam Sampel Limbah

Untuk menentukan kondisi optimum logam Cr(III) dan Cr(VI) dalam limbah cair laboratorium kimia, maka limbah tersebut diatur pH nya yaitu pH 3 untuk mendeteksi Cr(III) dan pH 4 untuk mendeteksi Cr(VI) . Kemudian sampel limbah ini dielusikan kedalam kolom yang telah berisi adsorben tanah napa dengan ukuran partikel 850 μm dengan suhu pemanasan adsorben 125°C.



Gambar 5. Grafik efisiensi penyerapan Cr(III) dan Cr(VI) dalam sampel limbah

Dari tabel diatas dapat dinyatakan bahwa dari 0.91 ppm krom dalam limbah cair laboratorium kimia Universitas Negeri Padang, ternyata Cr(III) dan Cr(VI) memberikan efisiensi penyerapan masing-masing adalah 79.06% dan 64.21%.

III. KESIMPULAN

Dapat disimpulkan bahwa,

1. Kapasitas penyerapan adsorben tanah napa terhadap Cr(III) adalah 1.0259 mg/gram dan Cr(VI) sebesar 0.9736 mg/gram.
2. Konsentrasi optimum asam nitrat yang dapat digunakan untuk regenerasi tanah napa yang mengandung logam Cr(III) adalah larutan HNO_3 0.4M. Sedangkan Cr(VI) menggunakan HNO_3 0.3M.
3. Pemekatan dan *Recovery* terhadap sampel limbah yang mengandung krom efektif dilakukan. Dan pemekatan tersebut cukup dengan satu kali elusi menggunakan asam nitrat.
4. Jumlah krom total dalam limbah cair laboratorium kimia adalah 0.9123 mg/L.

REFERENSI

- [1] Drake, L. R., dan Rayson, G. R, 1996, *Plant-Derivate Materials For Metal Ion Selective Bonding And Preconcentration*, Analytical Chemistry News & Feature
- [2] Mawardi. 2012. Karakteristik Uji Blaine Konsistensi Normal dan Waktu Pengikatan Semen yang Menggunakan Tanah Napa sebagai Bahan Aditif. *Jurnal Periodic* Vol 1 No 1.
- [3] Ningsih, Syukria. 2012. *Optimasi Tanah Napa Sebagai Adsorben Ion logam Kromium(III)*. Skripsi Sarjana Kimia. Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang.
- [4] Khairunnisa, Rahmi. 2012. *Optimasi Tanah Napa Sebagai Adsorben Ion Logam Kromium(VI)*. Skripsi Sarjana Kimia. Jurusan Kimia Universitas Negeri Padang
- [5] Mawardi. 2011. *Kajian Biosorpsi Kation Tembaga(II) Dan Seng(II) Oleh Biomassa Alga Hijau Spirogyra Subsalsa Sebagai Biosorben*. Biota Vol 16 No.2 : 269-277
- [6] Mawardi, 2008. *Kajian Biosorpsi Kation Timbal(Ii) Oleh Biomassa Alga Hijau Spirogyra Subsalsa*. Jurnal Ilmiah SAINSTEK Vol X No.2.
- [7] Svehla. 1985. *Vogel: Buku Teks Analisa Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro*. (Terjemahan oleh Setiono L., Pudjaatmaka A.H), Edisi Kelima. Jakarta: PT. Kalman MediaPustaka.
- [8] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 82 tahun 2001
- [9] Adamson, A. W. 1990. *Physical Chemistry of Surface*. Fifth edition. New York: Jhon Wiley and Sons, Inc.
- [10] Galbrhi J.W, Giles C.H., Haliday A.G., Hassau A.S.A., *J. Appl. Chem*, 1958, 8. 108, pp 416-429
- [11] Drake, L. Hancock, J.C, 1996. Novel Concept In Bioremediation of Metal Pollution and In Biotreatment of Industrial Waste, in *Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation*, IUC Biotechnology Gadjah Mada University, Yogyakarta, September 18-20.
- [12] Oscik, J., Adsorption, Jhon Willey & Sons, New York, 1982, pp. 15-25, 1099-110
- [13] Darmawangsa. 1999. *Petunjuk Pratikum Instrumentasi*. Padang: Deperindag, sekolah menengah teknologi industri padang.
- [14] Eckchlager, K. *Kesalahan Pengukuran Dan Hasil Dalam Analisa Kimia*, edisi pertama, ghalia, Yogyakarta, hal 135-142, 200-204.
- [15] Vogel, *Text Book Of Quantitative Inorganic Analysis*, London, 1978, pp 141-156, 440-444, 810-817
- [16] Pruus, A. dkk. 1999, *Safemanagement Of Wastes From Health-Care Activities*, World Health Organization, pp 5-7
- [17] Khopkar, S.M. 2003. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta: UI press.
- [18] Gandhi, Muniyappan Rajiv, dkk. 2010. *Adsorption Mechanism of Hexavalent Cromium Removal Using Amberlite IRA 743 resin*. Ion Exchange Letters 3 (2010) 25-35
- [19] Ismono, *Cara-cara Optik Dalam Analisa Kimia*, ITB Bandung, 1978, hal I/39-I/51
- [20] Reagen Diagnostik Chemical, Merck, 1990/91
- [21] Hendriyanto Cahyonugroho, okik dan euis nurul hidayah. *Penyisihan Logam Chrom Menggunakan Konsorsium Mikroorganisme*. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.1 No. 1
- [22] Hadiwidodo, Mochtar. *Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Dalam Pengolahan Air Limbah Yang Mengandung Logam Cu*. Jurnal Teknik – Vol. 29 No. 1 Tahun 2008, ISSN 0852-1697
- [23] Suhendrayatna, 2001, *Heavy Metal Bioremoval by Microorganism: A Literature Study*, Sinergi Forum PPI Tokyo Institute of Technology, Tokyo.
- [24] Nurhasni, dkk. *Penyerapan Ion Logam Cd Dan Cr dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi*. Jurnal kimia. Program Studi Kimia FST UIN Syarif Hidayatullah Jakarta