

**PENGARUH pH PADA PENURUNAN KADAR KROM(VI)
LIMBAH CAIR INDUSTRI PELAPISAN LOGAM DENGAN
*Sargassum sp***

Sunardi

Fakultas Teknik Universitas Setia Budi
Jl. Letjen Sutoyo, Surakarta
Telp. (0271)852518, Fax No. 0271 853275
e-mail : nardi_usb@yahoo.com

ABSTRACT

The research was done to know pH influence to Cr (VI) from industry liquid waste release of metal plating with seaweed *Sargassum sp* species. Besides earning also know ability grass Cr imbibitions deep sea (VI) in industrial liquid waste of release of metal plating. In this research of adsorptions process conducted at pH variable (1, 2, 3, 4, 5 and 6) with warm-up at temperature $\pm 45\text{ C}^{\circ}$ During 60 minute. The research results shows that pH 2 there is influence of among pH to rate Cr (VI) which teradsorpsi that is smaller pH of hence ever greater of rate Cr (VI) which adsorption process. From attempt obtained by that rate Cr (VI) which biggest teradsorpsi that is 5,058 ppm is at pH 2

Key words : liquid waste, pH, Adsorpsi, Cr (VI), Seaweed

PENDAHULUAN

Senyawa krom banyak digunakan pada proses industri pelapisan logam, penyamakan kulit, produksi pulp, pertambangan dan pemurnian minyak (Abbas, et al., 2005).

Dalam proses industri pelapisan logam dihasilkan limbah yang mengandung logam berat krom (VI) yang berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan (Ansari, 2006). Krom(VI) sangat beracun, sangat aktif dalam air pada berbagai pH dan bersifat karsinogenik (NIOSH, 1994; US DHSS, 2000; European Commission D.G. Env. E3, 2002).

Akumulasi krom yang tidak terkendali akan sangat membahayakan bagi lingkungan dan makhluk hidup. Hal ini disebabkan makhluk hidup termasuk mikroorganisme atau juga hewan laut termasuk ikan dapat menyerap logam berat (Buerge & Huge, 1997; Bollinger, dkk, 1995; Wang dan Shen, 1999). Lewat lingkungan atau rantai makanan maka krom dapat terdeposit dalam bagian tubuh makhluk hidup yang pada

suatu ukuran tertentu dapat bersifat racun. Menurut Richard dan Buorg (1991) untuk konsentrasi krom mencapai 0,1 mg/g berat badan di dalam tubuh manusia dapat menyebabkan kematian. Toksisitas dipengaruhi oleh bentuk spesiesnya dan terjadi jika organisme tak dapat mengatasi perubahan konsentrasi logam tersebut secara langsung, lewat penyimpanan atau ekskresi. Sifat toksis pada krom dapat mengakibatkan hambatan pertumbuhan, penyakit bahkan pada konsentrasi lanjut dapat menyebabkan kematian. Okamura dan Aoyama (1994) mengemukakan bahwa krom menunjukkan sifat toksis terhadap algae hijau yang dilihat dari pertumbuhan yang terhambat dan toksisitasnya meningkat karena adanya logam berat lain, kadmium yang keduanya memberikan efek toksik yang sinergis atau saling menguatkan.

Untuk mengatasi pencemaran krom beberapa usaha telah dilakukan para peneliti yang pada dasarnya logam berat dari limbah dapat dipisahkan dengan berbagai metoda, yaitu metoda fisika, kimia, dan biologi antara lain dengan cara adsorpsi, pengendapan atau mereduksi limbah logam berat berdasarkan sifat fisika – kimianya (Wisjnuprpto, 1996). Menurut Hanchok (1996) cara konvensional pengolahan limbah dengan mengendapkan logam berat pada pH tinggi masih menghasilkan limbah ikutan, selanjutnya dikemukakan bahwa hanya ada 3 cara untuk mengurangi limbah logam berat yaitu mengurangi pengambilan logam yang terdeposit dalam mineral dan mendaur ulang apa yang diperoleh, menjaga agar limbah logam tidak mencemari lingkungan dan mengubahnya ke bentuk yang tak larut dan tak beracun.

Pengurangan krom dapat dilakukan dengan cara adsorpsi, reduksi, ekstraksi dan pengendapan krom. Berdasarkan cara tersebut umumnya cukup akurat tetapi untuk skala besar atau lingkungan memerlukan biaya yang cukup mahal sehingga perlu upaya untuk mencari cara penanggulangan yang cukup ekonomis dan efisien misalnya dengan memanfaatkan biosorben yang ada di alam yang tersedia cukup melimpah.

Mikroorganisme yang ada di alam diantaranya jamur, khamir, bakteri dan algae dapat berperan sebagai biosorben yang cukup potensial. Mikroorganisme di atas mampu menyerap logam berat dari lingkungan eksternalnya. Beberapa penelitian membuktikan bahwa algae dapat

menyerap logam-logam berat Cd, Cu, Ni, Pb dan Zn. *Sargassum sp* juga dapat menyerap logam-logam berat. Jumlah logam berat yang dapat diserap oleh mikroorganisme cukup besar dengan berbagai mekanisme baik fisika, kimia dan biologi mungkin terlibat dalam penyerapan ini termasuk adsorpsi, pengendapan, pembentukan kompleks dan pertukaran ion.

Kemampuan penyerapan logam berat oleh mikroorganisme tidak tergantung oleh hidup atau matinya organisme sel, karena sel yang mati menunjukkan sifat yang sama dengan sel hidup. Dalam penelitian ini akan dilihat kemampuan *Sargassum sp* dalam mengikat logam krom baik sebagai krom (III) maupun krom (VI). Proses adsorpsi lebih banyak digunakan karena lebih ekonomis. Adsorben yang sering digunakan dalam proses adsorpsi adalah alumina, karbon aktif, *silica gel*, dan *zeolit*. Adsorben tersebut mempunyai kemampuan adsorpsi yang baik tetapi kurang ekonomis, karena adsorben tersebut biasanya harus dibuat terlebih dahulu melalui suatu proses kimia tertentu dari bahan lain. Sekarang ini sedang digalakkan penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam, dimana selain memiliki kemampuan adsorpsi yang baik juga ekonomis. Salah satunya adalah alga (rumput laut) karena disamping tersedia luas di hampir setiap tempat juga harganya yang relatif murah.

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis adanya logam berat Cr(VI) dan untuk mengetahui besarnya kadar logam berat Cr(VI) pada limbah cair industri pelapisan logam. Mengetahui kemampuan *Sargassum sp* dalam mengadsorpsi logam berat Cr(VI) pada limbah cair industri pelapisan logam pada berbagai pH.

METODE PENELITIAN

Bahan-bahan yang digunakan adalah limbah cair industri pelapisan logam, larutan HCl 0,1 N, rumput laut dari spesies *Sargassum sp*, difenil karbazid, HNO₃ 2 N, H₂SO₄ 0,2 N, larutan standar (K₂Cr₂O₇) dan *aquadest*.

Alat-alat yang digunakan adalah labu leher tiga, kondensor, *stirrer bar*, *hot plate*, termometer, timbangan analitik, *Spektrofotometer UV-Vis*, pH

meter, ayakan dengan ukuran 60 dan 100 mesh, pipet volum 2 ml, labu takar 50 ml, kondensor, *beaker glass* 400 ml dan erlenmeyer 250 ml.

Prosedur penelitian ini adalah sebagai berikut :

Analisis krom(VI) dilakukan dengan mengambil sampel limbah cair industri pelapisan logam, kemudian memasukkannya ke dalam tabung reaksi, ditambah beberapa tetes HNO_3 2N sampai pH menjadi 2-3. Kemudian ditambah beberapa tetes 1,5-difenil karbazid.

Pembuatan kurva standar dilakukan sebagai berikut: Membuat larutan standar dengan konsentrasi masing-masing 1, 2, 4, 6, 8, 10, 15, 20 ppm yang diasamkan sampai pH 2. Memasukkan dalam labu takar 50 ml dan ditambahkan 2 ml difenil karbazid. Kemudian ditambahkan asam sulfat 0,2 N sampai tanda batas pada labu takar 50 ml dan dihomogenkan. Diukur absorbansinya pada λ_{maks} dan dibuat kurvanya. Selanjutnya sampel yang sudah diasamkan sampai pH 2 dengan HNO_3 2N dimasukkan dalam labu takar 50 ml dan ditambahkan 2 ml difenil karbazid. Kemudian ditambah asam sulfat 0,2 N sampai tanda batas pada labu takar 50 ml dan dihomogenkan. Diukur absorbansinya pada λ_{maks} dan operating timenya.

Penentuan kadar krom (VI) dilakukan sebagai berikut : sampel yang sudah diasamkan dipipet sebanyak 10,0 ml, dimasukkan dalam labu takar 50 ml. Kemudian ditambah 2,0 ml larutan 1,5-difenil karbazid. Selanjutnya ditambah dengan larutan H_2SO_4 0,2 N sampai tanda batas, kemudian dihomogenkan. Absorbansi diukur pada panjang gelombang maksimum. Terakhir, kadar Cr(VI) dihitung berdasarkan kurva kalibrasi sebagai konsentrasi awal (C_i).

Analisis krom (VI) pada *Sargassum sp* dilakukan sebagai berikut: Sebelum digunakan, rumput laut di keringkan, kemudian dibersihkan dengan air . Setelah itu rumput laut dicuci dengan larutan HCl 0,1 N yang dipanaskan pada suhu $\pm 50^\circ\text{C}$ kemudian dibilas dengan air. Rumput laut dikeringkan dalam oven pada suhu $\pm 60^\circ\text{C}$ sampai kering. Rumput laut yang telah kering dihaluskan dan diayak dengan ayakan ukuran 60 dan 100 mesh.

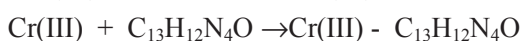
Memasukkan dalam beaker glass, ditambahkan aquadest. Kemudian ditambah HNO_3 2N sampai pH 2 – 3 dan ditambah beberapa tetes larutan

difenil karbasid. Apabila larutan campuran tidak berwarna ungu (merah keunguan), maka tidak mengandung Cr (VI).

Proses adsorpsi dilakukan dengan cara memasukkan limbah cair yang sudah diasamkan dengan larutan HNO₃ 2N sampai pH 2 kedalam labu leher tiga dan ditambahkan 10 gram rumput laut. Merangkai alat sesuai gambar. Campuran dipanaskan dan diaduk selama 60 menit pada suhu ± 45 °C. Setelah itu, disaring. Mengulangi percobaan tadi untuk variasi pH 2, 3, 4, 5 dan 6. Limbah cair yang sudah disaring diasamkan dengan HNO₃ sampai pH 2 kemudian diukur absorbansinya pada λ_{maks} dan *operatng timenya* dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Kemudian kadarnya dihitung berdasarkan kurva kalibrasi. Setelah rumput laut digunakan diuji adanya Cr (VI) dengan cara rumput laut ditambahkan *aquadest* lalu ditambahkan difenil karbazid. Apabila larutan berwarna merah keunguan maka positif mengandung Cr (VI).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis kualitatif untuk mengetahui adanya krom (VI) dilakukan dengan cara mereaksikan sampel ditambah 1,5 difenil karbazid dalam suasana asam. Apabila terbentuk warna merah keunguan berarti sampel positif mengandung Cr(VI). Adapun reaksi antara Cr(VI) dengan 1,5 difenil karbazid adalah sebagai berikut:



Pada reaksi di atas, pada suasana asam, krom(VI) direduksi oleh 1,5 difenil karbazid menjadi krom(III). Kemudian krom(III) membentuk senyawa kompleks dengan 1,5 difenil karbazid yang berwarna ungu.

Pengolahan limbah cair Industri pelapisan logam belum dilakukan secara maksimal. Pengolahan limbah yang dilakukan yaitu dengan pengenceran kemudian disalurkan ke saluran pembuangan. Hal ini sangat berpotensi terjadinya pencemaran lingkungan dan apabila berlangsung terus menerus dapat menyebabkan gangguan kesehatan manusia. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar Cr (VI) pada outlet pembuangan limbah cair industri pelapisan logam adalah 7,3925 ppm. Apabila dibandingkan dengan Perda No. 10 Tentang Baku Mutu AIR

LIMBAH yang dikeluarkan BAPEDAL PROPINSI JAWA TENGAH limbah cair industri pelapisan logam bahwa parameter krom(VI) adalah Gol.I 0,05 mg/l, Gol .II 0,1 ppm, Gol. III 0,5 ppm dan Gol. IV 1 ppm maka sangat potensial mencemari lingkungan.

Penurunan krom(VI) dapat dilakukan dengan cara adsorpsi, reduksi, ekstraksi dan pengendapan. Berdasarkan cara reduksi, ekstraksi dan pengendapan tersebut umumnya cukup akurat tetapi untuk skala besar atau lingkungan memerlukan biaya yang cukup mahal sehingga perlu upaya untuk mencari cara penanggulangan yang cukup ekonomis dan efisien misalnya dengan memanfaatkan biosorben yang ada di alam yang tersedia cukup melimpah.

Mikroorganisme yang ada di alam diantaranya jamur, khamir, bakteri dan algae dapat berperan sebagai biosorben yang cukup potensial. Mikroorganisme di atas mampu menyerap logam berat dari lingkungan eksternalnya. Beberapa penelitian membuktikan bahwa algae dapat menyerap logam-logam berat Cd, Cu, Ni, Pb dan Zn. *Sargassum sp* juga dapat menyerap logam-logam berat. Jumlah logam berat yang dapat diserap oleh mikroorganisme cukup besar dengan berbagai mekanisme baik fisika, kimia dan biologi mungkin terlibat dalam penyerapan ini termasuk adsorpsi, pengendapan, pembentukan kompleks dan pertukaran ion. Kemampuan penyerapan logam berat oleh mikroorganisme tidak tergantung oleh hidup atau matinya organisme sel, karena sel yang mati menunjukkan sifat yang sama dengan sel hidup.

Cara absorpsi logam berat dibagi menjadi 2 :

1. Passive uptake.

Proses ini terjadi ketika ion logam berat terikat pada dinding sel biosorben. Mekanisme passive uptake dapat dilakukan dengan dua cara, pertama dengan cara pertukaran ion di mana ion pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat; dan kedua adalah pembentukan senyawa kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti karbonil, amino, thiol, hidroksi, fosfat, dan hidroksi-karboksil secara bolak balik dan cepat. Sebagai contoh adalah pada *Sargassum sp.* dan *Eklonia sp.* di mana krom(VI) mengalami reaksi reduksi pada pH rendah menjadi krom(III) dan di-*remove* melalui proses pertukaran kation.

2. Aktif uptake.

Mekanisme masuknya logam berat melewati membran sel sama dengan proses masuknya logam esensial melalui sistem transpor membran, hal ini disebabkan adanya kemiripan sifat antara logam berat dengan logam esensial dalam hal sifat fisika-kimia secara keseluruhan. Proses aktif uptake pada mikroorganisme dapat terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan dan akumulasi intraselular ion logam.

Setelah limbah cair yang mengandung krom(VI) sebesar 7,3925 ppm diadsorpsi dengan *Sargassum sp* dengan variabel pH diperoleh hasil sebagai berikut :

pH	Kadar Cr (VI) yang teradsorpsi (ppm)			%Kadar Cr (VI) yang teradsorpsi		
	a	b	c	a	b	c
1	-	-	-	-	-	-
2	5,0580	4,9607	5,1553	68,42	67,11	69,74
3	4,8635	4,8635	5,0580	65,79	65,79	68,42
4	4,7662	4,9607	4,7662	64,47	67,11	64,47
5	4,6689	4,6689	4,5717	63,16	63,16	61,84
6	4,4744	4,5717	4,3771	60,53	61,84	59,21

Untuk mengetahui pengaruh pH terhadap kadar Cr (VI) yang teradsorpsi maka data hasil dari percobaan dilakukan analisis statistik dengan metode *regression linier*. Hasil yang didapat dengan metode ini adalah apabila nilai Sig. (*Significance*) < 0,05 maka menunjukkan bahwa antara pH dengan kadar Cr (VI) yang teradsorpsi ada pengaruhnya. Dan tanda negatif menunjukkan bahwa semakin kecil pHnya semakin besar kadar Cr (VI) yang teradsorpsi.

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa rumput laut dapat digunakan sebagai adsorben logam berat Cr (VI). Hal ini dikarenakan adanya gugus fungsi yang terdapat didalam dinding sel dalam sitoplasma pada rumput laut yang mampu melakukan pengikatan ion logam. Pada rumput laut *Sargassum sp* terdapat gugus fungsi yang dapat mengikat ion logam berat Cr (VI). Pada percobaan yang terdahulu didapat bahwa proses adsorpsi paling optimal dilakukan dengan

pemanasan pada suhu 45 °C selama 60 menit. Proses adsorpsi dilakukan menggunakan 10 gram rumput laut terhadap 200 ml limbah cair. Dari hasil percobaan dapat diketahui bahwa proses adsorpsi Cr (VI) dengan menggunakan adsorben rumput laut spesies *Sargassum sp* dipengaruhi oleh pH. Penyerapan Cr (VI) oleh rumput laut akan mengalami peningkatan sejalan dengan penurunan pH (semakin asamnya kondisi larutan). Hal ini dapat diketahui dari tabel 2, yang menunjukkan bahwa setelah diadsorpsi, kadar Cr (VI) akhir yang paling rendah adalah pada pH 2 dan kadar Cr (VI) yang paling besar adalah pada pH 6. Dan pada pH 1 menunjukkan data yang tidak relevan, hal ini dikarenakan pada pH 1 rumput laut sudah menjadi bubur (sudah bercampur dengan limbah dan sulit dipisahkan meskipun sudah disaring berulang kali) sehingga sulit untuk dianalisis. Karena proses adsorpsi hanya dilakukan 1 kali dan kadar Cr (VI) akhir yang masih terkandung dalam limbah tersebut masih belum memenuhi standar baku mutu yang disyaratkan oleh pemerintah daerah Kabupaten Karanganyar yaitu 0,1 ppm maka proses adsorpsi harus dilakukan lagi sampai kadar Cr (VI) pada limbah cair tersebut lebih rendah dari 0,1 ppm sehingga memenuhi baku mutu dan layak dibuang ke lingkungan.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah kadar krom (VI) dalam limbah cair industri pelapisan logam adalah 7,3925 ppm. Pengaruh pH terhadap proses adsorpsi Cr (VI) dari limbah cair industri pelapisan logam oleh rumput laut spesies *Sargassum sp* adalah semakin kecil pHnya (semakin asam) maka semakin baik proses adsorpsinya. Dari percobaan diperoleh bahwa kadar Cr (VI) yang teradsorpsi paling besar yaitu 5.058 ppm adalah pada pH 2.

DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, E., MN Alireza, V Reza, 2005, Chromium (III) Removal and Recovery from Tannery Wastewater by Precipitation Process, *American Journal of Applied Sciences* 2(10): 1471-1473. Solutions, *Acta Chim. Slov.* 53; 88-94.
- Anggadiredja, J.T. dkk. 2006. *Rumput Laut*. Penebar Swadaya : Jakarta

- Astuti, E. W. 2007. *Penurunan Kadar Logam Berat Krom (VI) Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Limbah Besi*. Laporan Penelitian. Fakultas Teknik. USB. Surakarta
- Bernasconi, G. dkk. 1995. *Teknologi Kimia 2..* PT Pradnya Paramita : Jakarta
- Buerge, I.J., and Huges, S.J., 1997, Kinetic And pH Dependence of Chromium (VI) Reduction by Iron (II), *Environ. Sci., Technol.*, 31: 1326 – 1432.
- Bollinger, J.E., et. al., 1997, Bioaccumulation of Chromium in Red Swan Crayfish (*Procambarus Clarkii*), *J. of Hazardous Materials*, 54: 1-13.
- Cossich, E.S., C.R.G Tavares., T.M.K.Ravagnani, 2002, *Biosorption of chromium(III) by Sargassum sp. Biomass*. Universidad Catolica de Valparaiso. Chile, Vol. 5 No. 2, Issue of August 15.
- European Commission D.G. Env. E3, 2002, *Heavy Metal in Waste*.
- Hanchok, I.C., 1996, *Bioremediation of Heavy Metal Pollution Possibilities and Practicalities, The Current Position*, Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation, IUC Biotechnology, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Http:// www.energi.livi.go.id *Alga Laut Sebagai Biotarget Industri*. Diakses pada 1 Juli 2008 jam 17.00 WIB.
- Keenan, R. E. Kleinfelter, D. C dan Wood, J. H. 1986. *Ilmu Kimia untuk Universitas*. Penerbit Erlangga: Jakarta
- NIOSH, 1994, *Chromium Hexavalent*, NIOSH Manual of Analytical Methods, 4th Edition.
- Okamura and Aoyama, I., 1994, Interactive Toxic Effect and Distribution of Heavy Metal in Phytoplankton, *Environ. Toxicology and Water Quality*, 9: 7 – 15.
- Pietersz, A.T. dkk. 1987. *Ilmu Kimia 3*. Balai Pustaka : Jakarta
- Richard, F.C., and Buorg, A.C.M., 1991, Aqueous Geochemistry of Chromium, A Review, *Water Research*, 7: 807 – 816.
- Sukardjo, K. dkk. 1981. *Ilmu Kimia Unsur Logam*. Tiga Serangkai : Solo
- Sukarjo. 1985. *Kimia Fisika*. Bina Aksara: Jakarta
- Wang, Y., and Shen, H., 1994, Modelling Cr(VI) Reduction by Pure Bacterial Cultures, *Water Research*, 31: 727 – 731.
- Wisjnuaprpto, 1996, *Penyisihan Logam Berat Dalam Buangan yang Diaplikasikan di Indonesia*, Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation, IUC Biotechnology, Gadjah Mada University, Yogyakarta.
- Treyball, R.E. 1981. *Mass Transfer Operation*. 3ed. 556-585. Mc Graw-Hill Kugakhusa Ltd: Tokyo
- U.S. Departement of Health and Human Service, 2000, *Toxicology Profile for Chromium*.