

Biosorpsi Logam Cr Dari Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Biomassa Alga Biru-Hijau (*Anabaena cycadae*) yang Diimmobilisasi Dengan Silika Gel

Aulia Dewi Putri¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria²⁾

¹⁾Mahasiswa Prodi Teknik Lingkungan, ²⁾Dosen Teknik Lingkungan dan Teknik Kimia

Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

E-mail : aulia_dewip@yahoo.com

ABSTRACT

*Chromium (Cr) is a heavy metal that has a toxicity and the presence in waters caused by the disposal of wastewater from various industrial activities, one of them is electroplating industry. One of technology that can be applied to reduce the concentration of Cr in the electroplating industry wastewater is biosorption by using biomass of blue-green algae (*Anabaena cycadae*) which immobilization with silica gel. This research aims to reducing the concentration of Cr was analyzed using AAS on variation mass of biomass (0.1; 0.2; 0.3; and 0.4 grams), pH of wastewater (3,5, 7, and 9), and the detention time (30, 60, 90, and 120 minutes). The results showed the adsorption capacity of Cr concentration was highest in mass of biomass 0.2 grams, pH 5, and detention time of 30 minutes is 5.79 mg Cr / g biomass.*

Keywords: Biosorption, Cr, wastewater of electroplating industry, Anabaena cycadae, immobilization, and silica gel

PENDAHULUAN

Pada umumnya semua logam berat tersebar di seluruh permukaan bumi, tanah, air, maupun udara. Beberapa diantaranya berperan penting dalam kehidupan makhluk hidup dan disebut sebagai hara mikro esensial. Sebagai zat pencemar perairan, logam berat sangat berbahaya bagi makhluk hidup. Kelompok logam ini dapat merusak populasi mikroba pada konsentrasi tertentu. Adapun yang termasuk dalam logam berat diantaranya adalah perak, merkuri, cadmium, tembaga, timah hitam, chromium, dan seng. Logam berat akan merusak habitat serta ekosistem perairan. Selain itu,

logam berat merupakan zat yang beracun serta umumnya bersifat karsinogenik (Kurniasari, 2010).

Salah satu industri yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan logam berat yaitu industri elektroplating. Limbah industri elektroplating memiliki potensi untuk mencemari lingkungan air dan tanah dengan cara melepaskan logam-logam berat. Salah satu logam berat dengan konsentrasi paling tinggi yang terkandung didalam limbah cair industri pelapisan logam yaitu logam Krom (Cr) (Puspitawati, 2014).

Beberapa metode yang dikembangkan untuk mengurangi

kadar logam berat dalam limbah adalah pengendapan secara kimia, yaitu dengan menambahkan bahan kimia yang dapat mengendapkan logam berat sebagai hidroksidanya, pertukaran ion, proses membran, osmosis terbalik, dan ekstraksi pelarut. Secara fisik, yaitu dengan elektrodialisa, dan secara biologi yaitu biosorpsi (Mawardi, 2011). Pada berbagai teknik tersebut, proses biosorpsi lebih menguntungkan dibandingkan dengan metode lain karena prosesnya sederhana dengan biaya yang relatif murah, tingkat efisiensi tinggi, ramah lingkungan, dan tidak ada efek samping berupa zat beracun (Pratama, 2015).

Pada beberapa penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, biomassa alga mampu menyerap ion logam berat pencemar karena gugus fungsi yang terdapat dalam alga mampu melakukan pengikatan terhadap ion logam.

Untuk meningkatkan kestabilan biomassa alga sebagai biosorben, maka dilakukan immobilisasi dengan matriks pendukung seperti silika gel. Hal ini disebabkan oleh mudahnya silika diproduksi, stabil pada kondisi asam, inert, biaya sintesis rendah, memiliki karakteristik pertukaran massa yang tinggi, porositas, luas permukaan, dan memiliki daya tahan tinggi terhadap panas (Suparlan, 2013). Silika gel memiliki sisi aktif seperti silanol (-SiOH) dan siloksan (-Si-O-Si) yang dapat berikatan secara kimia dengan gugus-gugus fungsi yang terdapat pada biomassa alga sehingga pada proses immobilisasi alga pada matriks silika ini diharapkan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi ion-ion logam berat dan juga dapat mempertahankan

keaktifan gugus-gugus fungsi yang terdapat pada biomassa alga tersebut (Ahalya, *et al*, 2003).

Penelitian menggunakan biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) yang diimmobilisasi dengan silika gel untuk menurunkan kadar logam Cr dari limbah cair industri elektroplating dengan metode biosorpsi, dengan variasi massa biomassa (*Anabaena cycadae*) (0,1; 0,2; 0,3; dan 0,4 gram), pH (3, 5, 7, dan 9), dan waktu kontak (30, 60, 90, dan 120 menit). Diharapkan dapat diketahui kemampuan biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) dalam menurunkan konsentrasi logam Cr pada limbah cair industri elektroplating.

Tujuan dari penelitian ini adalah menghitung Kapasitas Adsorpsi logam Cr dalam limbah cair industri elektroplating menggunakan biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) yang diimmobilisasi dengan silika gel, mempelajari pengaruh dari parameter pH, massa biomassa, dan waktu kontak terhadap penyerapan logam Cr oleh biomassa.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: limbah cair industri elektroplating, Alga biru - hijau (*Anabaena cycadae*), silika gel G.60, *aquadest*, HNO₃ 0,1 M, dan NH₄OH 0,1 M.

PENGAMBILAN LIMBAH

Sampel limbah cair industri elektroplating diambil pada kolam ketiga (terakhir) yang merupakan tempat penampungan limbah terakhir sebelum dibuang ke lingkungan.

Sampel dimasukkan ke dalam jerigen 5 liter, sebelumnya jerigen

tersebut dibersihkan dulu dengan HNO_3 . Pengawetan sampel dapat dilakukan dengan cara penambahan HNO_3 sampai pH nya 2 dengan waktu penyimpanan sampel maksimal 6 bulan (SNI, 2008).

PREPARASI BIOMASSA

Pada penelitian ini biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) diambil dalam jumlah yang cukup dari perairan lingkungan Universitas Riau. Pada alga tersebut telah dilakukan proses identifikasi spesies alga terlebih dahulu, yaitu alga biru-hijau *Anabaena cycadae*. Selanjutnya, alga hijau dibawa ke laboratorium untuk dicuci dengan *aquadest* dan disaring dengan kertas saring. Proses pencucian diulangi dengan menggunakan *aquadest* untuk memisahkan air dan biomassa alga biru – hijau (*Anabaena cycadae*). Setelah air dibuang, biomassa dikumpulkan dalam cawan porselin, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam hingga kering, kemudian dihaluskan dengan mortar, dihomogenkan (diayak sehingga ukuran partikel menjadi 100 mesh) dan disimpan dalam desikator atau pada suhu 4°C agar tetap kering sampai siap untuk digunakan (Susilawati, 2009).

IMMOBILISASI BIOMASSA

Sebanyak 8 gr silika gel G.60 dicampur dengan 2 gr biomassa kering yang telah dihaluskan, didiamkan selama 40 menit, kemudian dikeringkan pada suhu 105°C selama 30 menit. Setelah kering ditambahkan 12 ml *aquadest* aduk rata, keringkan kembali pada suhu 105°C selama 30 menit hingga

kandungannya teruapkan semua. (Hastuti, 2006).

PERLAKUAN PENELITIAN

a. Pengaruh Variasi Massa Biomassa Alga Biru-Hijau (*Anabaena cycadae*) yang Diimmobilisasi Dengan Silika Gel

Masing-masing sampel limbah cair industri elektroplating sebanyak 100 ml dengan pH 7 ditambahkan dengan biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) yang diimmobilisasi dengan silika gel dengan variasi massa 0,1; 0,2; 0,3 dan 0,4 gram kemudian diaduk dengan *jar test* dengan kecepatan 150 rpm selama 30, 60, 90 dan 120 menit. Massa biomassa terbaik adalah variasi massa yang menghasilkan adsorpsi maksimum.

b. Pengaruh Variasi pH dan Waktu Kontak

Masing-masing 100 ml sampel limbah cair industri electroplating diatur pH-nya menjadi 3, 5, 7 dan 9 dengan menggunakan larutan asam nitrat (HNO_3) 0,1 M, dan amoniak (NH_4OH) 6,5 N 25%, kemudian ditambahkan dengan biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) yang diimmobilisasi dengan silika gel dengan massa terbaik yang didapatkan sebelumnya dan diaduk dengan *jar test* dengan kecepatan 150 rpm selama 30, 60, 90 dan 120 menit. pH dan waktu kontak terbaik merupakan variasi pH dan waktu kontak yang menghasilkan adsorpsi maksimum.

Setelah dilakukan percobaan utama, selanjutnya dilakukan analisis parameter logam krom (Cr). Analisis parameter krom (Cr) dilakukan

berdasarkan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dengan referensi SNI 06-6989.7-2004.

Analisis kapasitas adsorpsi adalah analisis pengukuran banyaknya ion logam yang diserap pada setiap unit berat adsorben. Penentuan KA dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$qt = \frac{(Co - Ct) \times V}{m}$$

Dimana :

qt : Kapasitas adsorpsi dalam waktu t (mg *adsorbate*/g *adsorbent*)

Co : Konsentrasi logam (mg/L)

Ct : Konsentrasi residual setelah adsorpsi (mg/L)

V : Volume sampel (L)

m : Massa *adsorbent* (gr)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian pendahuluan dilakukan sebelum dilaksanakannya penelitian utama. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data mengenai karakteristik limbah cair industri elektroplating yang akan diolah. Data hasil analisa awal dapat dilihat pada Tabel 1.

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisa	Batas Baku Mutu	Keterangan
1	Cr	mg/l	11,11	0,1	Meleawai
2	Zn	mg/l	1,11	1,0	Meleawai
3	Ni	mg/l	2,00	1,0	Meleawai

Sumber: UPT Pengolahan Air Limbah Industri PT. Puncak Jaya, 2015

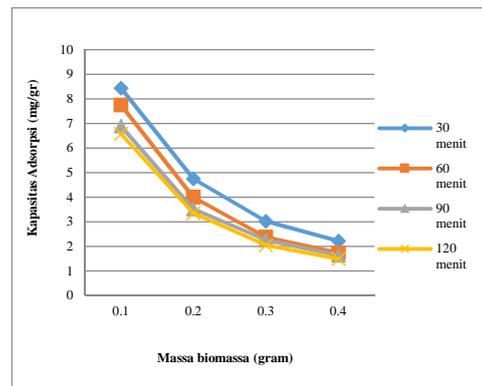
Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa hasil uji logam Cr, Zn, dan Ni pada limbah cair industri elektroplating melewati baku mutu air limbah berdasarkan PERMENLH/5/2014. Berdasarkan hasil analisa dari ketiga logam, konsentrasi logam Krom (Cr) paling tinggi jika dibandingkan dengan logam Zn dan Ni dan jauh melebihi baku mutu yang ditetapkan. Untuk itu perlu dilakukan pengolahan lebih lanjut agar air limbah industri

elektroplating di Pekanbaru dapat memenuhi Baku Mutu Air Limbah, sehingga air tersebut tidak mencemari lingkungan.

KAPASITAS ADSORPSI

a. Pengaruh Massa Biomassa dan Waktu Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi merupakan jumlah konsentrasi terlarut (konsentrasi logam Cr pada limbah cair industri elektroplating) yang terserap per satuan massa biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) yang diimmobilisasi dengan silika gel. Perbandingan kapasitas adsorpsi pada variasi massa biomassa dan waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Massa Biomassa dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi

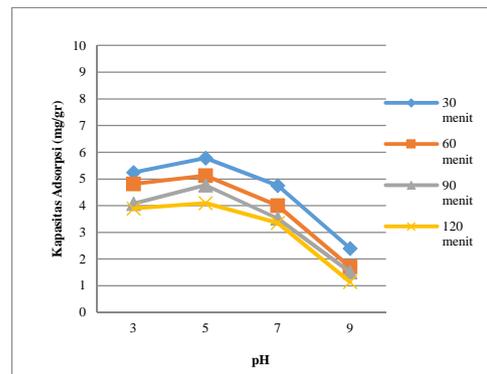
Gambar 1. Menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi tertinggi terjadi pada massa biomassa terkecil yaitu 0,1 gram yang berada pada rentang (6,59 – 8,44) mg Cr/ gr biomassa. Pada massa biomassa 0,1 gram, kapasitas penyerapan tinggi namun mulai berkurang pada massa biomassa 0,2. Pada jumlah biomassa yang lebih besar yaitu 0,3 gram dan 0,4 gram dengan volume yang sama, menyebabkan terjadinya

penggumpalan biomassa sehingga permukaan biomassa tidak seluruhnya terbuka. Hal ini menyebabkan berkurangnya luas permukaan aktif dari biomassa sehingga proses penyerapan tidak efektif yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas penyerapan. Menurut Ahalya, *et al* (2005), semakin rendah jumlah biomassa yang digunakan maka semakin besar kemampuan penyisihannya.

Pada keadaan ini, tingginya penyerapan kapasitas adsorpsi pada waktu 30 menit untuk masing-masing biomassa dan terjadi penurunan penyerapan pada penambahan waktu interaksi seiring dengan bertambahnya biomassa. Pada massa biomassa yang tinggi permukaan biomassa telah jenuh dan telah tercapai keadaan optimum antara konsentrasi ion logam Cr dalam biomassa dengan lingkungannya sehingga penyerapan pada waktu kontak diatas 30 menit terjadi penurunan yang cenderung konstan atau hampir sama (Hastuti, 2006).

b. Pengaruh pH dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi. Grafik hubungan antara pH dan waktu kontak terhadap Kapasitas Adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara pH dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Untuk kapasitas penyerapan berdasarkan Gambar 2, terlihat jelas bahwa nilai terbesar penyerapan terdapat pada pH 5 dengan kapasitas penyerapan berada pada rentang (4,10 – 5,79) mg Cr/ gr biomassa. Hal ini disebabkan karena pada pH yang terlalu rendah, permukaan padatan bermuatan positif karena terjadi protonasi pada gugus anionik, seperti karboksilat. Ditambah lagi dengan adanya ion H^+ dengan kation logam, karena sama-sama memiliki muatan positif (antara muatan pada permukaan alga dengan kation logam), sehingga terjadi tolakan yang menyebabkan daya serap menjadi rendah (Susilawati, 2009). Sedangkan pada pH tinggi, gaya elektrostatis dari tarik menarik antara muatan adsorben dan adsorbat yang berlawanan semakin melemah, dan akhirnya mengurangi kapasitas penyerapan (Afrianita dkk, 2013).

Kerja adsorpsi berjalan dengan efektif pada waktu kontak 30 menit, hal ini terjadi dari efisiensi dan kapasitas penyerapan yang tinggi. Bisa dikatakan bahwa penyerapan pada biomassa dengan volume 100 ml adsorbat telah mencapai titik jenuh pada waktu 30 menit pertama. Setelah menit ke-30, biomassa masih tetap bisa menyerap logam Cr namun

kapasitas penyerapannya mulai menurun, ini disebabkan karena kondisi jenuh yang telah dicapai sebelumnya dimana hampir seluruh permukaan biomassa telah tertutup oleh partikel adsorbat yang ada.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian biosorpsi logam Cr dari limbah cair industri elektroplating menggunakan biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) yang diimmobilisasi dengan silika gel diperoleh kesimpulan yaitu biomassa alga biru-hijau (*Anabaena cycadae*) yang diimmobilisasi dengan silika gel dapat menurunkan konsentrasi logam Cr dari 27,02 mg/l hingga 15,45 mg/l dengan nilai Kapasitas Adsorpsi tertinggi sebesar 5,79 mg Cr/gr biomassa yaitu pada massa biomassa 0,2 gram, pH limbah 5, dan waktu kontak 30 menit.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat dikemukakan beberapa saran :

1. Agar memperoleh penyerapan yang tinggi, perlu dilakukan teknik immobilisasi biomassa dengan bahan yang lain seperti kalsium alginat dan polisulfon.
2. Pada penelitian selanjutnya, perlu dilakukan variasi waktu kontak dengan yang lebih rendah seperti 15, 30, 45, dan 60 menit.

DAFTAR PUSTAKA

Afrianita, R., Yommi, D., Rafiola, F., 2013. *Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan Fly Ash Sebagai*

Adsorben Dalam Menyisihkan Logam Timbal (Pb) Limbah Cair Industri Percetakan di Kota Padang. Jurnal Teknik Lingkungan UNAND 10 (1) : 1 – 10.

Ahalya, N. Ramachandra, T.V., and Kanamadi, R.D. 2003. *Biosorption of Heavy Metals.* Journal of Chemistry and Environment. INDIA: Karnataka University. Vol. 7 (4), Dec 2003.

Hastuti, Rum., Gunawan., 2006. *Amobilisasi Biomassa Chlorella sp Pada Silika Gel Sebagai Adsorben Tembaga.* Fakultas MIPA. UNDIP. Vol. IX. No. 2.

Kurniasari, Laeli. 2010. *Pemanfaatan Mikroorganisme dan Limbah Pertanian Sebagai Bahan Baku Biosorben Logam Berat.* Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik. Universitas Wahid Hasyim.

Masita, D., Ganjar, S., Dwi, S.H., 2013. *Studi Penurunan Konsentrasi Khromium dan Tembaga Dalam Pengolahan Limbah Cair Elektroplating Artificial Dengan Metode Elektrokoagulasi.* Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro.

Mawardi. 2011. *Biosorpsi Kation Tembaga (II) dan Seng (II) Oleh Biomassa Alga Hijau Spirogyra subsalsa.* Jurnal Biota Vol. 16 No. 2, Juni 2011.

Mawardi, Munaf, Edison., Kosela, Soleh., Wibowo, Widayanti. 2014. *Pemisahan Ion Krom*

- (III) dan Krom (IV) dalam Larutan dengan Menggunakan Biomassa Alga Hijau *Spirogyra subsalsa* sebagai Biosorben. *Jurnal Reaktor* Vol. 15 No. 1, April 2014.
- Pratama, Oky. 2015. *Pengaruh pH dan Waktu Kontak pada Adsorpsi Zn (II) Menggunakan Kitin Terikat Silang Glutaraldehyd*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Brawijaya.
- Puspitawati, Nony., Mardiyono., Argoto, M. 2014. *Pemanfaatan Mikroba Jamur Untuk Mengatasi Pencemaran Logam Berat Berbahaya Pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam*. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Setia Budi.
- SNI 06-6989.17-2004. *Cara Uji Krom Total (Cr-T) dengan Metode SSA-nyala*
- Suparlan, D. 2013. <http://digilib.unila.ac.id/899/8/BAB%20II.pdf> (Diakses tanggal 2 Agustus 2016)
- Susilawati. 2009. *Studi Biosorpsi Ion Logam Cd (II) Oleh Biomassa Alga Hijau yang Diimmobilisasi Pada Silika Gel*. Skripsi S-1 Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Indonesia.