

Pemanfaatan Biomassa Alga Biru-Hijau *Anabaena cycadae* dalam Proses Biosorpsi Logam Cr pada Limbah Cair Industri Elektroplating

Adita Suri Fanani¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria²⁾

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

Program Studi Sarjana Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28293

E-mail : aditasuri@gmail.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*. 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 capacities of Cr concentration was highest in mass of biomass 0.1 grams, pH 7, and detention time of 60 minutes is 4,492 mg Cr / g biomass.*

Keywords: Biosorption, algae biomass, biosorbent mass, pH, contact time, Cr, electroplating wastewater

PENDAHULUAN

Industri elektroplating merupakan salah satu industri yang menghasilkan limbah cair yang mengandung logam berat yang tinggi. Elektroplating (penyepuhan) adalah proses pelapisan logam dengan logam yang lebih tipis melalui prinsip bahwa logam yang akan disepuh diperlakukan sebagai katoda, dan logam penyepuh diperlakukan sebagai anoda. Elektroplating bertujuan untuk melindungi logam terhadap korosi atau untuk memperbaiki penampilan/estetika suatu benda. Logam berat yang terkandung dalam limbah cair industri elektroplating biasanya berasal dari larutan

pembilas yang agak encer, dan sering mengandung 5 mg/l – 50 mg/l ion logam berat (Mubarok, 2009). Logam berat tersebut dapat mengakibatkan keracunan apabila terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup serta dapat menyebabkan kematian apabila kadar dalam tubuh melebihi ambang batas (Indrawati, 2009). Sebagian besar industri elektroplating masih banyak yang belum mengolah limbah cair yang dihasilkan dari proses elektroplating sebelum dibuang ke lingkungan, meskipun logam berat yang terkandung dalam limbah cair tersebut sangat tinggi.

Salah satu logam yang banyak ditemukan di limbah cair

industri elektroplating adalah Cr. Bahaya dari logam Cr tersebut yaitu apabila terpapar atau terhirup logam Cr, akan berdampak terhadap pernapasan, kulit, pembuluh darah dan ginjal. Pada saluran pernapasan dapat menimbulkan kanker dan ulkus. Pada kulit dapat menimbulkan ulkus kronis pada permukaan kulit. Pada pembuluh darah dapat menyebabkan penebalan oleh plak dan pada ginjal dapat menimbulkan nekrosis tubulus ginjal.

Salah satu metode untuk menurunkan konsentrasi logam berat pada limbah cair yaitu biosorpsi. Biosorpsi adalah proses penyerapan ion-ion logam oleh organisme yang terjadi secara *metabolism-independent*, yang terjadi pada sel hidup dan mati, terutama pada permukaan dinding sel melalui mekanisme kimia dan fisika, seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks dan adsorpsi (Mawardi, 2011). Keuntungan pemanfaatan alga dalam bentuk biomassa mati sebagai biosorben dikarenakan kemampuannya yang cukup tinggi dalam mengadsorpsi logam berat dan apabila dengan menggunakan biomassa mati proses adsorpsi logam berat tidak dipengaruhi oleh metabolisme dan hanya terjadi pada permukaan.

Kemampuan mengadsorpsi logam berat tersebut dimiliki dikarenakan di dalam alga terdapat gugus fungsi yang dapat melakukan pengikatan dengan ion logam. Gugus fungsi tersebut terutama gugus karboksil, hidrosil, amina, sulfidril, imadazol, sulfat dan sulfonat yang terdapat dalam dinding sel (Bakhri, 2011). Selain itu, keberadaan alga yang sangat melimpah juga

merupakan salah satu keuntungan dalam penggunaan alga sebagai biosorben karena alga mudah didapatkan, sehingga biaya yang dibutuhkan menjadi lebih murah.

Pada penelitian ini, menggunakan alga biru-hijau, yaitu *Anabaena cycadae* yang didapatkan dari danau Rektorat Universitas Riau. Populasi *Anabaena* biasanya banyak terdapat pada permukaan danau dan waduk. Berdasarkan strukturnya, *Anabaena* mengandung lipopolisakarida yang dapat berperan dalam proses pertukaran ion, akumulasi intraseluler, dan adsorpsi pada permukaan dinding sel (Kumar, dkk., 2013). Berdasarkan uraian tersebut, maka *Anabaena cycadae* digunakan sebagai biosorben untuk menyisihkan parameter logam Cr pada limbah cair industri elektroplating.

Penelitian menggunakan biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae* untuk menurunkan kadar logam Cr dari limbah cair industri elektroplating dengan metode biosorpsi, dengan variasi massa biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae* sebanyak 0,1; 0,2; 0,3; dan 0,4 gram, pH 3, 5, 7, dan 9, dan waktu kontak selama 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*, 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* yang terdapat di danau Rektorat Universitas Riau, akuades, NH_4OH dan HNO_3 .

PENGAMBILAN LIMBAH

Limbah cair industri elektroplating dihasilkan dari proses pencucian alat-alat yang digunakan dalam proses pelapisan logam. Sampel diambil pada kolam yang merupakan tempat penampungan limbah cair yang dihasilkan dari industri tersebut. Kolam penampungan limbah cair tersebut memiliki diameter 75 cm dan kedalaman 1 meter.

Sampel dimasukkan ke dalam jirigen 5 liter, sebelumnya jirigen tersebut dibersihkan dulu dengan HNO_3 . Pengawetan sampel dapat dilakukan dengan cara penambahan HNO_3 sampai pH sampel ≤ 2 , dengan waktu penyimpanan sampel maksimal 6 bulan (SNI, 2008).

PREPARASI BIOMASSA

Biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae* diambil dalam jumlah yang cukup dari danau Rektorat Universitas Riau, selanjutnya alga tersebut dibawa ke laboratorium untuk dicuci dengan akuades dan disaring dengan kertas saring. Setelah fasa air dibuang, biomassa dikumpulkan dalam suatu 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 pada suhu 4°C agar tetap kering sampai siap digunakan (Susilawati, 2009).

PERLAKUAN PENELITIAN

a. Pengaruh Variasi Massa Biomassa Alga Biru-Hijau *Anabaena cycadae*

Masing-masing sampel limbah cair industri elektroplating sebanyak 100 ml dengan pH 7 ditambahkan dengan biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae* 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. Yang menjadi massa biomassa terbaik adalah variasi massa yang menghasilkan adsorpsi maksimum.

b. Pengaruh Variasi pH dan Waktu Kontak

Masing-masing sampel limbah cair industri elektroplating sebanyak 100 ml diatur pHnya menjadi 3, 5, 7, dan 9 dengan menggunakan larutan asam nitrat (HNO_3) dan amoniak (NH_4OH). Kemudian ditambahkan dengan biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae* dengan massa terbaik yang didapatkan sebelumnya dan diaduk dengan *jar test* dengan kecepatan 150 rpm selama 30, 60, 90 dan 120 menit. Variasi massa biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae* dan waktu kontak terbaik merupakan variasi massa 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 *adsorbat*/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	27,02	0,5	Melewati
2	Zn	mg/l	1,45	1,0	Melewati
3	Ni	mg/l	2,00	1,0	Melewati

Sumber : UPT Pengujian Material Dinas Bina Marga Provinsi Riau, 2016

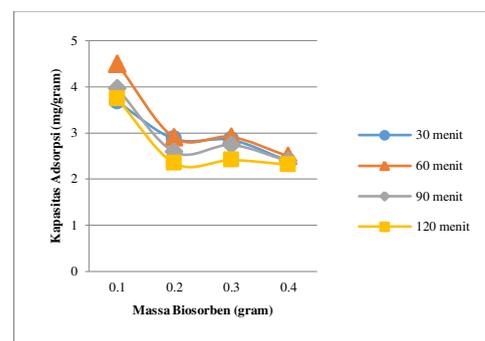
Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa konsentrasi logam Krom (Cr), Seng (Zn), dan Nikel (Ni) yang ada pada limbah cair tersebut tidak memenuhi standar yang ditetapkan pemerintah melalui PERMENLH/5/2014 tentang Baku Mutu Air Limbah. Pada penelitian ini, parameter logam yang diuji yaitu logam Cr, karena berdasarkan hasil analisa uji kandungan logam

tersebut, jumlah logam Cr yang terkandung dalam limbah cair tersebut sangat tinggi dan jauh melebihi baku mutu yang ada. Oleh karena itu, dilakukan pengolahan lebih lanjut agar limbah cair industri elektroplating X Pekanbaru, Riau 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 fungsi konsentrasi zat terlarut yang terserap per satuan berat adsorben terhadap konsentrasi larutan. Zat terlarut yang dimaksud pada penelitian ini adalah konsentrasi logam Cr pada limbah cair industri elektroplating, sedangkan berat biosorben yang dimaksud adalah massa biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae*. Perbandingan kapasitas adsorpsi pada variasi massa adsorben dapat dilihat pada Gambar 1.



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

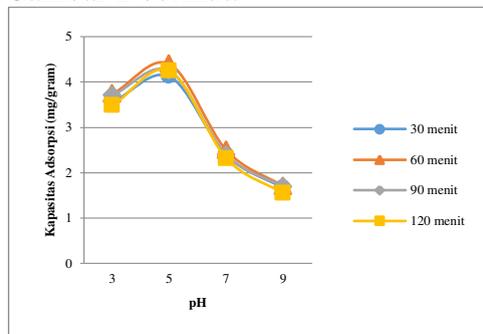
Gambar 1. Menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi tertinggi terjadi pada massa biomassa terkecil yaitu 0,1 gram yang berada pada rentang (3,672 –

4,492) mg Cr/ gr biomassa. Sementara untuk massa biosorben 0,2; 0,3; dan 0,4 gram, nilai kapasitas adsorpsinya sebesar (2,340 – 2,894), (2,409 – 2,911), (2,313- 2,492) mg Cr/ gr biomassa. Jumlah adsorben yang digunakan akan berbanding terbalik dengan nilai dari kapasitas adsorpsi. Hal ini disebabkan karena kapasitas adsorpsi mengukur banyaknya ion logam yang diserap pada setiap unit massa adsorben (Rahayu, 2016).

Pada waktu kontak 120 menit, nilai kapasitas adsorpsi pada variasi massa 0,1 gram hingga 0,2 gram menurun, kemudian mengalami peningkatan pada massa 0,3 gram. Hal ini diperkirakan karena pada variasi massa sebanyak 0,2 gram terjadi penggumpalan biosorben dalam proses biosorpsi, sehingga permukaan biosorben tidak sepenuhnya terbuka dalam proses penyerapan logam, sehingga hal tersebut mempengaruhi kapasitas adsorpsi (Ahayla dkk, 2005).

b. Pengaruh pH dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi yaitu pH (derajat keasaman). Untuk perbandingan kapasitas adsorpsi pada variasi pH dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



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

Berdasarkan Gambar 2, nilai kapasitas adsorpsi tertinggi terjadi pada pH 5 yaitu berkisar antara (4,395 – 4,121) mg Cr/gr biomassa. Sementara pada pH 3, 7 dan 9 masing-masingnya berkisar antara (3,486 – 3,734), (2,313 – 2,492), (1,544 – 1,697) mg Cr/gr biomassa. Hal ini menandakan bahwa pH 5 merupakan pH optimum dalam penyerapan logam Cr oleh biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae*.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kapasitas adsorpsi adalah derajat keasaman (pH). Pada pH yang rendah, permukaan padatan bermuatan positif karena terjadi protonasi pada gugus anionik, seperti karboksilat dan amino. Ditambah lagi dengan adanya kompetisi ion H^+ dengan kation logam, karena sama-sama memiliki muatan yang positif (antara muatan pada permukaan alga dengan kation logam), sehingga terjadi tolakan yang menyebabkan daya serap menjadi rendah. Sedangkan pada pH tinggi, permukaan padatan bermuatan negatif karena terjadi deprotonasi pada gugus hidroksil atau amino, sehingga daya serap ion logam meningkat (Susilawati, 2009).

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian pemanfaatan biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae* sebagai biosorben untuk menurunkan konsentrasi logam Cr pada limbah cair industri elektroplating dapat disimpulkan bahwa kapasitas adsorpsi terhadap penyisihan logam Cr didapatkan nilai tertinggi yaitu 4,492 mg Cr/gram biomassa pada pH 7,

massa biomassa 0,1 gram dan waktu kontak selama 60 menit.

SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat dikemukakan beberapa saran :

1. Berdasarkan Baku Mutu PERMENLH/5/2012, pH limbah cair industri elektroplating yang diperbolehkan yaitu pada pH 6-9. Untuk meningkatkan efisiensi proses biosorpsi logam Cr pada rentang pH 6-9, dapat dilakukan dengan meningkatkan massa biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae*, karena jumlah massa biosorben yang digunakan juga akan berpengaruh terhadap nilai kapasitas adsorpsi.
2. Untuk meningkatkan kinerja biomassa alga biru-hijau *Anabaena cycadae* dapat dilakukan dengan teknik immobilisasi biomassa alga dengan matriks pendukung seperti silika gel, kalsium alginat, polisulfon, dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahayla, N., Ramachandra, T. V., Kanamadi, R. D. (2005). Biosorption of Chromium VI from Aqueous Solution by The Husk of Bengal Gram (*Cicer arietum*). *Electronic Journal of Biotechnology*, Vol. 8 No. 3.
- Bakhri, Mohamad Faesal. (2011). Modifikasi Alga Hijau *Scenedesmus sp.* yang Terimmobilisasi Pada Polisulfon Sebagai Penyerap Ion Logam Cd^{2+} . Skripsi Sarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.
- Indrawati, Lina. (2009). Aktivasi Abu Layang Batubara dan Aplikasinya Pada Proses Adsorpsi Ion Logam Cr dalam Limbah Elektroplating. Skripsi Sarjana Universitas Negeri Semarang.
- Kumar, Manoj., Pal, Abhradip., Singh, Joginder., Garg, Shashank., Bala, Madhu., Vyas, Ashish., Khasa, Yogender Pal., Pachouri, Umesh C. (2013). Removal of Chromium from Water Effluent by Adsorption onto *Vetiveria zizanioides* and *Anabaena* species. *Journal Natural Science* 5(3):341-348.
- Mawardi. 2011. Biosorpsi Kation Tembaga (II) dan Seng (II) oleh Biomassa Alga Hijau *Spyrogyra subsalsa*. *Jurnal Biota*, 16 (2): 269-277
- Mubaroq. (2009). Pengolahan dan Pemanfaatan Limbah Elektroplating. <https://mmubarok.wordpress.com/2009/09/29/pengolahan-dan-pemanfaatan-limbah-elektroplating/> (Diakses tanggal 28 November 2016)
- Rahayu, Helda Sri. (2016). Adsorpsi Logam Seng (Zn) Menggunakan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC)

- dari Limbah Cangkang Kerang Lokan (*Geloina expansa*). Skripsi Sarjana. Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- SNI 06.6989.17.2004. Cara Uji Krom Total (Cr-T) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Badan Standarisasi Nasional.
- Susilawati, (2009). Studi Biosorpsi Ion Logam Cd (II) Oleh Biomassa Alga Hijau Diimmobilisasi Pada Silika Gel. Skripsi Sarjana, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia.