

Kapasitas Adsorpsi *Anabaena cycadae* untuk Penyisihan Logam Crom (Cr) dari Limbah Cair Industri Elektroplating

Tri Juarsa¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Sri Rezeki Muria³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ^{2,3)}Dosen Teknik Lingkungan Laboratorium Pengendalian dan Pencegahan Pencemaran Lingkungan Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik Universitas Riau Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

*Email: Trijuarsa23@gmail.com

ABSTRACT

*Utilization of algae biomass can be an alternative solution to environmental pollution problems due to heavy metals, because it has an active site and pores on the surface so it can be used in biosorption process. This study was conducted to determine whether the biosorbent of *Anabaena cycadae* algae in reducing Cr level of electroplating industry waste water. Biosorbent dose variation are 500 mg /l, 700 mg /l, 900 mg /l and 1100 mg /l, 105 μ m, 149 μ m and 177 μ m biosorbent particle size and contact time variations of 30, 45, 60, and 75 minutes were performed to determine the effect to the biosorption process. The optimum state was obtained at an algal dose is 900 mg / l, a particle size is 105 μ m with a contact time is 60 min. The adsorption capacity of algae in absorbing Cr metal is 2,379 mg / g.*

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

PENDAHULUAN

Pencemaran yang disebabkan ion-ion logam berat dalam air limbah industri merupakan salah satu penyebab terkontaminasinya manusia, karena ion logam tersebut dapat terakumulasi dalam rantai makanan dan lingkungan dan bersifat racun (Azza et al, 2013).

Kromium adalah salah satu kontaminan utama dalam limbah cair zat warna dan industri pigmen, industri film dan fotografi, proses galvanometri, pembersihan logam, pelapisan dan elektroplating, industri kulit dan pertambangan. Meskipun kromium heksavalen, Cr⁶⁺, terdapat dalam bentuk spesies CrO₄²⁻ dan Cr₂O₇²⁻ dan kromium trivalen, Cr³⁺, dalam bentuk Cr namun spesies yang

lazim terdapat dalam limbah cair industri dalam bentuk kromium heksavalen yang lebih berbahaya (Mawardi dkk, 2016)

Salah satu metoda alternatif untuk memisahkan zat-zat beracun, seperti ion-ion logam berat, dari limbah cair sebelum dibuang ke perairan adalah dengan memanfaatkan kemampuan beberapa mikroorganisme salah satunya yaitu alga yang dapat menyerap logam-logam berat (Esra et al, 2016). Proses biosorpsi terjadi melalui mekanisme kimia dan fisika, seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks dan adsorpsi, yang secara keseluruhan melibatkan interaksi ionik, polar, interaksi gabungan dan mineralisasi antara logam dengan biopolimer

(makromolekul) penyusun biosorben, sehingga proses biosorpsi diduga dipengaruhi oleh variabel-variabel antara lain dosis, ukuran partikel biosorben, dan waktu kontak (Susilawati, 2009).

Keuntungan metode biosorpsi yaitu biomaterial mudah didapat, operasional yang mudah, tingkat selektifitas penyerapan logam tinggi, waktu operasi singkat, tidak menghasilkan produksi senyawa sekunder yang beracun dan biomaterial yang digunakan dapat di *reuse* (Yi et al, 2016). Adapun biomassa yang dapat digunakan dalam proses biosorpsi yaitu alga.

Dalam penelitian ini dilakukan penyisihan logam Cr dari limbah cair industri elektroplating menggunakan *Anabaena cycadae* dengan metode biosorpsi. Penelitian ini dilakukan variasi dosis alga *Anabaena cycadae* yang diperbesar (5000 mg/l, 7000 mg/l, 9000 mg/l dan 1100 mg/l), variasi ukuran partikel (177, 149 dan 105 μm), variasi waktu kontak yang dipersingkat (30, 45, 60 dan 75 menit).

Tujuan penelitian ini adalah menghitung kapasitas adsorpsi biomassa alga *Anabaena cycadae* dalam penyisihan konsentrasi logam Cr pada limbah cair industri elektroplating, mempelajari variasi dosis biosorben, ukuran partikel dan waktu kontak biomassa terhadap kapasitas adsorpsi dalam penyisihan logam Cr oleh biomassa alga *Anabaena cycadae* dan mempelajari isotherm Langmuir dan Freundlich pada proses biosorpsi logam Cr menggunakan biomassa alga *Anabaena cycadae*.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alga *Anabaena cycadae* yang terdapat di waduk Universitas Riau, akuades, NH_4OH dan HNO_3 , HCL 0,1 N dan Larutan logam Cr dari limbah cair industri elektroplating.

PENGAMBILAN LIMBAH

Pengambilan sampel logam Cr dari limbah cair industri elektroplating yaitu diambil dari kolam penampung satu. Pengambilan sampel diambil pada 3 titik, dimana ketiga titik tersebut dapat mewakili seluruh kandungan Cr yang terdapat pada kolam penampung 1.

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 *Anabaena cycadae* diambil dalam jumlah yang cukup dari waduk Universitas Riau, selanjutnya alga tersebut dibilas dengan aquades dan disaring dengan kertas saring, dikumpulkan dalam satu cawan porselin, lalu dikeringkan dalam oven padasuhu 60 $^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam hingga alga beratnya konstan, kemudian dihaluskan dengan mortar, dan disimpan padasuhu 4 $^{\circ}\text{C}$ agar tetap kering sampai siap digunakan.

PERLAKUAN PENELITIAN

a. Penentuan Variasi Dosis Biosorben Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Proses biosorpsi logam Cr dilakukan dengan mengontakkan 0,1 liter sampel dengan variasi dosis alga 500 mg/l; 700 mg/l; 900 mg/l dan

1100 mg/l dan ukuran partikel biosorben yaitu 105 µm. pH yang digunakan yaitu pH 5 dan kecepatan pengadukan 150 rpm (Fanani,2017). Waktu kontak divariasikan dengan variasi 30, 45, 65 dan 75 menit. Yang menjadi dosis biomassa terbaik adalah variasi dosis yang menghasilkan adsorpsi optimum.

b. Penentuan Variasi Ukuran Partikel Biosorben dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Variasi ukuran partikel biosorben dilakukan pada ukuran 105 µm, 149 µm dan 177 µm. Masing-masing variasi ukuran partikel dilakukan pada waktu kontak 30, 45, 60 dan 75 menit dengan dosis optimum alga *Anabaena cycadae* 900 mg/l. Variasi dosis biomassa alga *Anabaena cycadae* dan waktu kontak terbaik merupakan variasi dosis alga 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	Jenis Logam	Hasil Analisa (mg/l)	Standar Baku Mutu (mg/l)	Status
1	Cr (Total)	28,60	0,5	Melewati
2	Zn	1,4499	1,0	Melewati
3	Ni	2,0025	1,0	Melewati

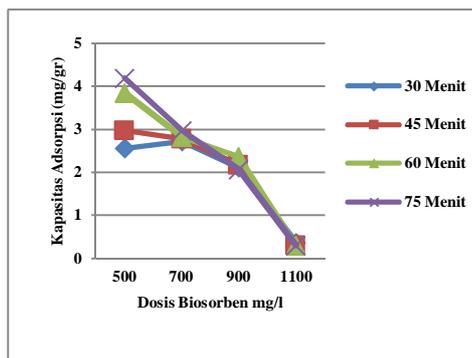
Sumber: UPT Pengujian Material Dinas Bina Marga Riau

Parameter logam yang akan di uji yaitu logam Cr dimana dari hasil uji analisa awal diketahui konsentrasi yang paling tinggi yaitu logam Cr sebesar 28,60 ppm. Konsentrasi tersebut berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah melalui PERMENLH/5/2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.

KAPASITAS ADSORPSI

a. Penentuan Variasi Dosis Biosorben Optimum Terhadap Kapasitas Adsorpsi

Kapasitas adsorpsi ialah kemampuan biosorben dalam menyerap ion logam yang masuk kedalam kolom per gram biosorben. Kapasitas adsorpsi dapat dihat pada proses biosorpsi dengan perlakuan variasi dosis biosorben, ukuran partikel dan waktu kontak

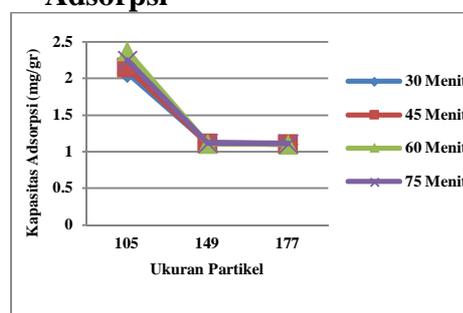


Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Dosis Biosorben dengan Terhadap Kapasitas Adsorpsi Logam Cr

Gambar 1. menunjukkan pengaruh dosis biosorben dengan waktu kontak terhadap kapasitas adsorpsi oleh alga *Anabena cycadae*. Kapasitas adsorpsi tertinggi yaitu pada penambahan dosis alga 500 mg/l dengan nilai antara 2,566 – 4,199 mg Cr/gram biomassa dengan waktu kontak maksimum 75 menit. Pada variasi dosis biosorben 700 mg/l, 900 mg/l dan 1100 mg/l nilai kapasitas adsorpsi menurun, dimana masing-masing kapasitas adsorpsi yaitu dosis biosorben 700 mg/l (2,727 – 2,985), dosis biosorben 900 mg/l (2,079 – 2,270) dan dosis biosorben 1100 mg/l (0,305 – 0,371) mg Cr/gram biomassa. Pada dosis alga 500 mg/l kapasitas adsorpsi mengalami peningkatan, sedangkan pada penambahan dosis alga 700 mg/l, 900 mg/l dan 1100 mg/l kapasitas adsorpsi menurun. Penurunan kapasitas adsorpsi terjadi karena pada jumlah dosis alga 700 mg/l, 900 mg/l dan 1100 mg/l pada volume larutan yang sama akan terjadi penggumpalan biosorben sehingga menyebabkan pori – pori pada permukaan tertutup oleh biosorben itu sendiri dan terjadi penumpukan antara biosorben yang menyebabkan permukaan aktif biosorben tidak terbuka pada proses

biosorpsi sehingga mempengaruhi kapasitas adsorpsi (Ahayla et al, 2005). 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).

b. Penentuan Variasi Ukuran Partikel Biosorben dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Ukuran Partikel dan Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi Logam Cr

Gambar 2. menunjukkan faktor ukuran partikel biosorben berpengaruh terhadap kapasitas adsorpsi. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kapasitas adsorpsi tertinggi pada waktu 60 menit dengan ukuran partikel biosorben 105 µm yaitu 2,379 mg Cr/gram biosorben. Kapasitas adsorpsi meningkat antara waktu kontak 30 – 60 menit pada ukuran partikel biosorben 105 µm. Secara garis besar kapasitas adsorpsi cenderung akan meningkat bila waktu kontak bertambah hingga mencapai titik optimum (Rahayu, 2016). Waktu kontak 60 menit pada ukuran partikel biosorben 105 µm menjadi waktu optimum dengan nilai kapasitas adsorpsi tertinggi. Pada

perlakuan variasi ukuran partikel biosorben 149 μm dan 177 μm kapasitas adsorpsi mengalami penurunan, dimana nilai kapasitas masing – masing ukuran partikel biosorben 149 μm dan 177 μm yaitu (1,123) dan (1,110) mg Cr/gram biosorben. Pada penelitian ini diperoleh nilai kapasitas tertinggi yaitu dari variasi ukuran partikel biosorben 105 μm . Menurut Handiyatmo (1999) semakin kecil ukuran partikel adsorben maka semakin banyak adsorbat yang terserap. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel yang kecil mempunyai tenaga inter molekuler yang lebih besar sehingga penyerapannya menjadi lebih baik.

Penelitian Bhernama (2017) membuktikan dalam proses biosorpsi ion logam Zn (II) dalam larutan menggunakan daun kari (*Murraya koenigii*) dengan memvariasikan ukuran partikel biosorben 150, 180, 250 dan 425 μm . Dari hasil penelitian didapatkan penyerapan ion logam Zn (III) dengan biosorben daun kari terjadi pada kondisi optimum ukuran partikel 150 μm dengan kapasitas penyerapan 0,689 mg/g.

KESIMPULAN

Proses biosorpsi menggunakan alga *Anabaena cycadae* menurunkan konsentrasi logam Cr pada limbah cair industri elektroplating dari konsentrasi awal limbah cair 28,60 mg/l menjadi 7,19 mg/l. Kapasitas adsorpsi terhadap penyisihan logam Cr didapatkan nilai tertinggi yaitu 2,379 mg Cr/gram biosorben pada dosis biosorben sebanyak 900 mg/l, ukuran partikel 105 μm dan waktu kontak 60 menit.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N. Ramachandra, T.V. Kanamadi, R.D. 2003. Biosorptions of Heavy Metals. *Journal of Chemistry and Environmental*, Vol. 7 (4), Dec. 2003.
- Azza, M.Abdel, A. Nabila, S. Ammar, H.H. Ghafar, A. Ali, R.K. 2013. Biosorption of cadmium and lead from aqueous solution by fresh water alga *Anabaena sphaerica* biomass. *Journal of Advanced Research*, Vol. 4, 367–374.
- Bhernama, B.G. 2017. Biosorpsi Ion Logam Zink (II) dalam Larutan Menggunakan Daun Kari (*Murraya koenigii*). *Jurnal Al-Kimia* Vol. 5 Nomor 1 2017.
- Esra, B. Tuzen, M. Sari, A. 2016. Equilibrium, thermodynamic and kinetic investigations for biosorption of uranium with green algae (*Cladophora hutchinsiae*). *Journal of Environmental Radioactivity*, 175-176 (2017) 714.
- Fanani, Adita, S., 2017. Pemanfaatan Biomas Alga Biru-Hijau *Anabaena cycadae* sebagai Biosorben untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Cr pada Limbah Cair Industri Elektroplating. Skripsi Sarjana. Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Handiyatmo, E.T., 1999. Adsorpsi Polutan Komponen Ganda Senyawa Fenol (2,4 DCP dan Fenol) Dengan Zeolit. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 5/2014 tentang Baku Mutu Air Limbah.
- Rahayu, Helda Sri. 2016. Adsorpsi Logam Seng (Zn) Menggunakan *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dari Limbah Cangkang Kerang Lokan (*Geliona expansa*). *Skripsi Sarjana*. Fakultas Teknik, Universitas Riau.
- SNI 6989.57.2008. Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. Badan Standarisasi Nasional.
- SNI 06.66989.17.2004. Cara Uji Crom Total (Cr-T) dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Badan Standarisasi Nasional.
- Susilawati, 2009. Studi Biosorpsi Ion Logam Cd (II) Oleh Biomassa Alga Hijau yang Diimobilisasi pada Silika Gel. *Skripsi*. Depok, Universitas Indonesia.
- Yi, Z. Yao, J. Chen, H. Wang, F. Yuan, Z. Liu, X. 2016. Uranium biosorption from aqueous solution onto *Eichhornia crassipes*. *J. Environ. Radioact*, 154, 43-51.