

Pengaruh Penambahan *Glutathione* (GSH) terhadap Mikroalga *Chlorella* sp. dalam Menyisihkan Logam Ni Limbah Cair Elektroplating Menggunakan *Airlift Bioreactor*

Afrilia Geishy Karamy¹⁾, Shinta Elystia²⁾, Edward Hs.²⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan ²⁾Dosen Teknik Lingkungan
Laboratorium Pencegahan dan Pengendalian 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

E-mail: afriliageishy29@gmail.com

ABSTRACT

An alternative technology for removing Ni metals of electroplating wastewater is biosorption using microalgae Chlorella sp. Chlorella sp. has the ability to respond to the toxic effects of heavy metals by forming phytochelatin. Phytochelatin can be synthesized enzymatically from glutathione (GSH) which response to metal ions. The purpose of this study is to know the effect of the addition of GSH on the process of metal biosorption. The study was conducted with variations in the addition of GSH (0, 5, 10 and 15 mg/L) and variations in contact time (1, 2, 3, and 4 days). Based on the results of the study, The highest removal of Ni metal at 4 days contact time with the addition of GSH 15 mg/L with removal efficiency of 83%.

Keyword: *Chlorella* sp., glutathione (GSH), limbah cair elektroplating, Ni, Phytochelatin

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan produk yang menggunakan proses elektroplating mendorong semakin berkembangnya keberadaan industri elektroplating di Indonesia. Perkembangan industri tersebut selain memberikan manfaat, juga menimbulkan dampak negatif dari limbah yang dihasilkan (Nurhasni dkk, 2013).

Menurut Anggraeni (2012), salah satu kandungan berbahaya pada limbah ini adalah ion logam berat, salah satunya logam Ni. Karakteristik dan tingkat toksisitas logam dari air limbah elektroplating bervariasi tergantung dari kondisi operasi dan proses pelapisan serta cara pembilasan yang dilakukan.

Pembuangan langsung limbah cair dari proses elektroplating tanpa pengolahan terlebih dahulu ke lingkungan dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu teknologi alternatif untuk mengolah limbah cair elektroplating adalah biosorpsi. Beberapa biomassa yang dapat digunakan pada proses biosorpsi seperti alga, bakteri dan jamur (Gadd, 2009; Wang and Chen, 2009).

Mikroalga adalah salah satu alternatif yang menjanjikan untuk menyisihkan logam berat karena populasinya banyak ditemukan di perairan, baik itu di perairan tawar, maupun laut (Gadd, 2009). Mikroalga yang digunakan pada penelitian ini adalah mikroalga *Chlorella* sp., dimana *Chlorella* sp. merupakan mikroalga yang memiliki kelimpahan cukup besar di perairan, mudah dibudidayakan, cepat berkembang biak, dan mempunyai daya adaptasi kuat. Penelitian yang dilakukan Hernandez *et al.* (2018), *Chlorella* sp. immobilisasi mampu menyisihkan Ni sebanyak 97,77%. Selain itu sel hidup mikroalga *Chlorella* sp. mampu menyisihkan Logam Cr (VI) lebih tinggi

dibandingkan menggunakan sel mati mikroalga *Chlorella* sp. (Lee *et al.*, 2017).

Chlorella sp. mampu menyisihkan kandungan logam dengan mekanisme intraseluler yaitu ketika terjadinya penyerapan logam oleh senyawa fitokhelatin yang akan membentuk senyawa kompleks yang tidak beracun yang nantinya akan dimanfaatkan di dalam vakuola sel mikroalga (Dewi, 2015). Fitokhelatin ini dapat disintesis secara enzimatik dari *glutathione* (GSH) yang memberikan respon terhadap ion logam (Paramata dkk, 2010). Jika tumbuhan tidak bisa mensintesis fitokhelatin maka menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan berujung pada kematian. Umumnya bahan-bahan kimia pencemar menyerang sisi aktif enzim dan dapat mengurangi fungsi enzim (Sjahrul, 2010), sehingga upaya untuk meningkatkan kemampuan bioakumulasi logam oleh mikroalga dapat dilakukan dengan penambahan GSH untuk menurunkan tingkat toksisitas limbah cair.

Pada penelitian ini akan dilakukan pengolahan limbah cair elektroplating yang dilakukan

dengan proses biosorpsi menggunakan mikroalga *Chlorella* sp. dengan penambahan GSH di dalam *airlift bioreactor* untuk menyisihkan konsentrasi Ni.

2. METODOLOGI

PENELITIAN

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *airlift bioreactor*, gelas kimia, gelas ukur, kaca arloji, spatula, timbangan analitik, *hand counter*, *cover glass*, pipet tetes, aerator, botol kultivasi, corong, batu aerasi, selang, mikroskop cahaya dan *thomacytometer*.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair elektroplating X, mikroalga yang digunakan yaitu *Chlorella* sp, *glutathione* (GSH), dan aquadest.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Pengambilan Sampel dan Analisa Awal Limbah Cair Industri Elektroplating

Limbah cair elektroplating yang digunakan adalah limbah cair elektroplating X di jalan Kartama, Kelurahan Maharatu, Kecamatan Marpoyan Damai, Pekanbaru. Lim-

bah cair tersebut selanjutnya di analisa awal pada limbah cair elektroplating dilakukan untuk mengetahui kandungan logam Ni menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS).

2.2.2 Instalasi Unit Pengolahan Limbah (*Airlift Bioreactor*)

Pada penelitian ini pengolahan limbah cair elektroplating menggunakan *airlift bioreactor*. Unit pengolahan dapat mengolah limbah cair elektroplating dengan kapasitas sebesar 3 liter. Tabung dibuat dengan bahan dasar akrilik berbentuk silinder yang dilengkapi plat diffuser pada bagian bawah reaktor. Bahan akrilik memiliki ketahanan yang lebih besar sehingga lebih efisien digunakan sebagai bahan dasar reaktor. Dimensi reaktor yaitu diameter 15 cm, tinggi 30 cm dilengkapi plat diffuser dan keran efluent.

2.2.3 Persiapan Mikroalga *Chlorella* sp.

Mikroalga yang digunakan akan dikultivasi terlebih dahulu di dalam medium *Dahril solution* dan *aquadest* selama sepuluh hari, dengan volume 4 liter dan diaerasi

menggunakan aerator. Sumber cahaya berasal dari sinar matahari. Selama kultivasi, kelimpahan alga dihitung menggunakan *thomacytometer* dan mikroskop.

2.2.4 Percobaan Utama

Percobaan utama pada penelitian ini dilakukan dengan penambahan variasi GSH pada medium mikroalga *Chlorella* sp. selanjutnya mikroalga tersebut ditambahkan pada limbah cair elektroplating. Pada masing-masing reaktor dengan volume kerja 3 liter terdiri dari 75% dan 25% v/v (limbah cair elektroplating: suspensi mikroalga *Chlorella* sp.) yang telah ditambahkan GSH dengan variasi konsentrasi 0, 5, 10, dan 15 mg/L. Percobaan ini dilakukan dalam di dalam *airlift bioreactor* yang dilengkapi dengan aerator yang berfungsi untuk mengalirkan udara ke dalam reaktor. Sampel efluen dari proses biosorpsi akan diambil pada waktu kontak yang divariasikan, yaitu 1, 2, 3 dan 4 hari untuk diuji kandungan logam Ni. Konsentrasi GSH terbaik dipilih berdasarkan efisiensi penyisihan tertinggi terhadap parameter logam pencemar yang terkandung dalam limbah cair

elektroplating. Pada proses biosorpsi ini, reaktor yang digunakan sebagai kontrol yaitu reaktor dengan penambahan GSH 0 mg/L. Kontrol bertujuan untuk melihat pengaruh mikroalga dan aerasi terhadap penyisihan parameter pencemar.

2.2.5 Analisis dan Pengolahan

Data

Konsentrasi GSH dan waktu kontak yang terbaik dalam pengolahan limbah cair elektroplating akan dilihat berdasarkan efisiensi penyisihan Ni. Analisa parameter Ni dilakukan berdasarkan metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) dengan referensi SNI 06.6989.18-2004 Uji Analisa Sampel Efluen. Penentuan efisiensi penyisihan logam berat Ni dalam penelitian ini dapat diketahui setelah melakukan penelitian dan memperoleh data penelitian. Data yang diperoleh pada penelitian ini akan selanjutnya dibandingkan dengan PermenLH No. 05 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air limbah. Efisiensi penyisihan ditunjukkan dengan persentase reduksi pencemar. Perhitungan persentase dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{C_{in} - C_{ef}}{C_{in}} \times 100$$

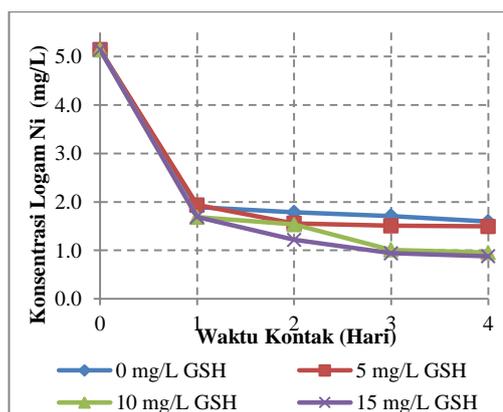
Dimana:

C_{in} :Konsentrasi Influen logam (mg/L)

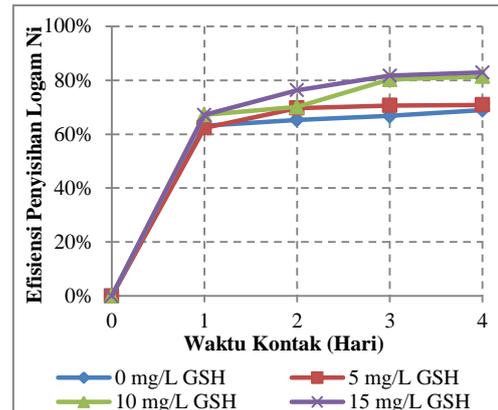
C_{ef} : Konsentrasi Efluen logam (mg/L)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini dilakukan uji terhadap kandungan logam Ni selama masa pengolahan limbah cair elektroplating menggunakan mikroalga *Chlorella* sp dengan penambahan konsentrasi GSH. Pada Gambar 1 dapat dilihat grafik nilai konsentrasi logam Ni dan efisiensi penyisihan logam Ni selama proses pengolahan yang di plotkan terhadap waktu pengolahan.



(A)



(B)

Gambar 4.7 Grafik (A) Konsentrasi Logam Ni dan (B) Efisiensi Penyisihan Logam Ni

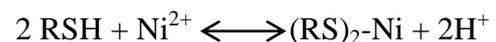
Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat bahwa penambahan variasi konsentrasi GSH dapat mempengaruhi konsentrasi logam dan efisiensi penyisihan logam Ni. Konsentrasi awal logam Ni yaitu 5,14 mg/L dan diperoleh hasil penurunan konsentrasi logam Ni terendah terjadi pada reaktor dengan penambahan 0 mg/L GSH (Kontrol) yaitu 1,60 mg/L dengan efisiensi penyisihan 69% dan penurunan konsentrasi logam Ni tertinggi terjadi pada reaktor dengan penambahan GSH 15 mg/L yaitu 0,88 mg/L dengan efisiensi penyisihan 83%.

Pada penelitian ini, dapat diketahui bahwa penambahan GSH dapat mempengaruhi penurunan konsentrasi logam oleh mikroalga karena semakin banyak konsentrasi

GSH yang ditambahkan, maka semakin tinggi efisiensi penyisihan logam oleh mikroalga karena akan mempengaruhi proses sintesis fitokhelatin. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Yen, *et al* (2007) hanya saja logam yang diamati berbeda, diketahui pengolahan dengan menggunakan sel mikroalga hidup hanya mampu menyisihkan logam Cr (VI) sebesar 3,73%, sedangkan dengan penambahan GSH sebanyak 10 mg/L ke medium selama proses pengolahan limbah dapat menurunkan 10 mg/L logam Cr (VI) dengan waktu kontak 24 jam dengan efisiensi penyisihan 61,2% dan keseluruhan logam Cr (VI) terserap pada waktu kontak 3 hari.

Penurunan konsentrasi logam Ni dikarenakan GSH mengandung gugus sulfhidril (-SH) yang terdapat pada sistein senyawa tersebut, juga merupakan bagian molekul GSH yang berperan aktif dengan berbagai kegunaan antara lain, detoksifikasi, antioksidan, pemeliharaan status tiol dan modulasi proliferasi sel (Yuniastuti, 2016). Logam-logam pada limbah cair elektroplating akan menyebabkan efek toksik pada

mikroalga sehingga terjadi kerusakan komponen intraseluler sel. Sel mikroalga *Chlorella* sp. melalui proses aktif dapat mensintesis protein pengkhelat logam fitokhelatin untuk merespon pengaruh negatif dari logam berat, yang merupakan detoksifikasi intraseluler. Selama mikroalga terpapar dengan logam berat, GSH akan mensintesis fitokhelatin melalui aktivitas *Phytochelatin synthase*. Fitokhelatin ini yang bertanggung jawab pada proses detoksifikasi logam berat (Hirata *et al*, 2005). Fitokhelatin akan berikatan dengan logam berat dan memberikan perlindungan pada sel mikroalga dari efek berbahaya (Yadav, 2010). Reaksi antara logam Ni dan fitokhelatin sebagai berikut.



Gugus sulfhidril akan dengan mudah mengikat ion logam dan masuk ke dalam organel sel dan berfungsi sebagai detoksifikasi (Cobbet, 2000).

Berdasarkan Gambar 1 hasil efisiensi penyerapan logam Ni yang diperoleh dari proses biosorpsi menggunakan *Chlorella* sp. dengan penambahan GSH sebanyak 10 mg/L dan 15 mg/L telah berada di bawah baku mutu PermenLH No. 05 Tahun

2014 tentang baku mutu air limbah, dengan kadar maksimum logam Ni yaitu 1 mg/L. Efisiensi penyisihan logam Ni pada reaktor 4 yaitu dengan penambahan GSH 15 mg/L lebih tinggi yaitu 83% daripada reaktor 3 dengan penambahan 10 mg/L GSH yaitu 81%. Logam Ni dapat dimanfaatkan mikroalga sebagai mikronutrien. Beberapa logam berat seperti nikel, tembaga dan seng pada konsentrasi rendah penting untuk kehidupan mikroalga sebagai mikronutrien. Karena logam-logam tersebut memainkan peranan penting dalam proses metabolisme yang terjadi pada sel hidup. Namun, peningkatan kadar logam tersebut akan mengganggu sebagian besar interaksi prokariotik dan eukariotik (Kaplan, 2013).

Pada penelitian ini diperoleh waktu kontak optimum untuk menurunkan konsentrasi logam yaitu pada waktu kontak 4 hari. Yen et al (2017) menjelaskan bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin tinggi efisiensi penyisihan. Penelitian yang dilakukan Lee (2017), melaporkan bahwa waktu kontak 4 hari merupakan waktu yang paling efektif dalam menyisihkan logam,

selain itu waktu kontak 4 hari dapat mempertahankan proses reduksi logam sehingga hasil efluen tetap stabil. Pada penelitian tersebut juga dijelaskan bahwa waktu kontak yang lebih singkat akan menyebabkan terjadinya pengurangan efisiensi penyisihan konsentrasi logam. Waktu kontak yang lebih lama memungkinkan terjadinya penyisihan logam yang lebih banyak, akan tetapi apabila waktu kontak terlalu lama akan menyebabkan terjadinya akumulasi logam pada sel dan menyebabkan terjadinya kerusakan sel dan berujung pada kematian sel.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa proses biosorpsi menggunakan mikroalga *Chlorella* sp. dengan penambahan variasi konsentrasi GSH mempengaruhi kepadatan sel selama proses pengolahan. Pada waktu kontak maksimum yaitu 4 hari, konsentrasi GSH optimum dalam menyisihkan logam Ni oleh mikroalga yaitu 15 mg/L, dengan efisiensi penyisihan logam Ni sebesar 83%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, R.A. (2012). Pengolahan Limbah Industri Electroplating Menggunakan Proses Biosorpsi Kulit Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava*). *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional Veteran Surabaya.
- Cobbet, C.S. (2000). Phytochelatin Biosynthesis and Function in Heavy Metal Detoxification. *Elsevier Science: Curr. Opin. Plant. Biol.*, 3 : 211 – 216.
- Dewi, E.R., Sulistiya. (2015). Respon Penurunan Konsentrasi Logam Berat Kromium (Cr) dan Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris* pada Media Kultur. *Prosiding Seminar Nasional Konservasi dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*. Vol. 1, No. 1.
- Nurhasni, Salimin, Z, Nurifitriyani, I. (2013). Pengolahan Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Koagulasi Flokulasi. *Jurnal Sains Universitas Lampung*.
- Gadd, G.M. (2009). Biosorption: Critical Review of Scientific Rationale, Environmental Importance and Significance for Pollution Treatment. *J. Chem. Technol. Biotechnol.* 84:13.
- Hernandez, Y., Cordero, A.P., Romero, D.V. (2018). Biosorption of Mercury and Nickel in Vitro by Microalga *Chlorella* sp. in Solution and Immobilized in Dry Fruit of Squash (*Luffa Cylindrica*). *Indian Journal of Science and Technology*. Vol 11(41).
- Hirata, K., Tsuji, N., Miyamoto, K. (2005). Biosynthetic regulation of phytochelatin, heavy metal-binding peptides. *Journal of Bioscience and Bioengineering*. 100, 593–599.
- Lee, Ling., Hsu, C.Y., Yen, H.W. (2017). The Effect of Hydraulic Time Retention (HRT) on Chromium (VI) Reduction Using Autotrophic Cultivation of *Chlorella vulgaris*. *Bioprocess Biosystemeng*.
- Kaplan, Drora. (2013). Absorption and Adsorption of Heavy Metals by Microalgae. *Environmental Hydrology & microbiology*.
- Paramata, S.D., Raya, I., Zakir, M. (2010). Pengaruh Penambahan Glutathion Pada Bioakumulasi Ion Pb^{2+} Dan Cr^{6+} Oleh Fitoplankton Laut Porphyridium Cruentum. *Jurnal Sains Universitas Hasanudin*.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014. Baku Mutu Air Limbah. Jakarta.
- Sjahrul, M. dan Arifin. (2010). Bioakumulasi Ion Logam Kadmium Oleh Fitoplankton Laut *Tetraselmis Chuii* Dan *Chaetoceros Calcitraus*. *Indonesia Chimica Acta*. Vol. 3(1)
- Standar Nasional Indonesia. (2004). SNI 06-6989.48-2004 *Cara Uji Nikel (Ni) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)-nyala*. Jakarta : Badan Standarisasi Indonesia.
- Yadav, S.K. 2010. Heavy Metals Toxicity In Plants: An Overview on The Role Of Glutathione and Phytochelatin in Heavy Metal

- Stress Tolerance of Plants. *South African Journal of Botany*. 76 (2010) 167–179
- Yen, Hong-Wei; Chen Pin-Wen; Hsu, Chih-Yuan; Lee, Ling. (2017). The use of autotrophic *Chlorella vulgaris* in chromium (VI) reduction under different reduction conditions. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*. 1–6.
- Yuniastuti, Ari. (2016). *Dasar Molekuler Glutation dan Perannya Sebagai Antioksidan*. FMIPA: Universitas Negeri Semarang.
- Wang, J., Chen, C. (2009). Biosorbents for Heavy Metals Removal and Their Future. *Biotechnol. Adv.* 27, 195-226.