

Biosorpsi Kromium (Cr) Pada Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Biomassa Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*)

Resna Rauda Pratiwi ¹⁾, Shinta Elystia ²⁾, Sri Rezeki Muria ²⁾

¹⁾ Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan, ²⁾ Dosen Teknik 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: resnaapратиwi@yahoo.com

ABSTRACT

*Electroplating industry is one of industry that produce waste water containing heavy metals. Among the heavy metals contained in the waste water is Chromium (Cr) which have a high toxicity. One technology that can be applied to set aside Cr in wastewater is by biosorption method using biomass derived from baker's yeast (*Saccharomyces cerevisiae*). This study aimed to study the ability of biomass yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in designated Cr in weight variation biosorbent is 0.25; 0.5 and 0.75 grams, 80 mesh size; 100 and 140 and the contact time 1; 2; 3 and 4 hours. The results showed the highest removal efficiency of Cr occurs in biosorbent weight of 0.75 grams in a size of 80 mesh and a contact time of 4 hours with an efficiency of 54.7%. Biosorption process showed that values adsorption capacity that is 3.3258 mg Cr / gr biosorbent.*

*Keywords: biosorption, *Saccharomyces cerevisiae*, Cr, mesh size, contact time, heavy metals*

A. PENDAHULUAN

Salah satu logam berat yang mencemari perairan adalah kromium (Cr). Limbah cair yang mengandung kromium sebagian besar dihasilkan oleh industri elektroplating atau industri pelapisan logam. Proses elektroplating bertujuan untuk memberikan perlindungan dari karat dan memberikan efek mengkilap pada besi dan baja. Proses elektroplating menghasilkan limbah krom heksavalen Cr(VI) dalam bentuk anion $\text{Cr}_2\text{O}_7^{-2}$ dan krom trivalen atau Cr(III) dalam bentuk kation Cr^{+3} . Untuk meminimalkan kandungan logam berat yang merupakan hasil samping industri, maka sistem pengelolaan limbah harus selalu di upayakan agar

mampu menurunkan kadar logam berat hingga batas aman. Salah satu alternatif untuk pemisahan logam berat dari limbah industri yang lebih murah dan aman bagi lingkungan yaitu dengan proses biosorpsi dimana proses ini menggunakan mikroorganisme sebagai penyerap logam berat (Suhendrayatna, 2001). Biosorpsi memiliki kelebihan antara lain karena lebih murah, ramah lingkungan dan regeneratif.

Bakteri, jamur, ragi dan alga dapat menyerap logam berat dan radionuklida dari larutan dalam jumlah yang besar. Potensi biomassa jamur sebagai biosorben telah diketahui dalam kemampuannya menyerap logam berat dan

radionuklida dari limbah perairan. Diantara biosorben yang dapat digunakan itu adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Penggunaan mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* sebagai biosorben didasarkan atas luas permukaannya yang sangat tinggi sehingga cocok sebagai penyerap kation (Hughes dan Poole, 1990) serta efisiensi penyerapan melalui lingkungan eksternalnya cukup tinggi, baik pada sel hidup maupun mati (biomassa). Penggunaan biomassa mati dipilih karena pada penelitian sebelumnya menunjukkan hasil bahwa tidak ada perbedaan serapan secara berarti dengan biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang hidup (Mawardi, 1997). Dalam laporannya, mawardi menyatakan bahwa kapasitas penyerapan logam Pb oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae* mati lebih besar di bandingkan dengan kapasitas penyerapan biomassa *Saccharomyces cerevisiae* hidup. Selain itu biomassa mati memberi keuntungan karena tidak toksik, mudah diperoleh, serta tidak memerlukan nutrisi tambahan. *Saccharomyces cerevisiae* digunakan dalam skala yang luas di industri makanan dan minuman, mudah tumbuh pada medium yang murah.

B. METODOLOGI PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan adalah biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang berasal dari ragi roti kemasan yang didapat dari Laboraturium Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau, medium *Glucosa*, KH_2PO_4 , Aquades, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$, HNO_3 , $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$, HCl , NaOH , Na_2SO_4 .

Alat

Alat yang digunakan adalah: erlenmeyer, labu ukur, *shaker*, timbangan analitik, pH meter, oven, inkubator, *test tube*, pipet tetes, gelas piala, pipet ukur, corong gelas, kertas saring, *sentrifuse*, labu semprot dan peralatan AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*).

Variabel Penelitian

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah menggunakan variasi berat biosorben yaitu 0,25 gr; 0,5 gr dan 0,75 gr, variasi ukuran mesh 80, 100 dan 140 serta variasi waktu kontak yaitu 1, 2, 3 dan 4 jam. Variabel terikat adalah pH 3,5 suhu 25°C dan kecepatan *shaker* 150 rpm.

Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan berupa pengambilan sampel yang berasal dari limbah cair industri elektroplating X Kota Pekanbaru. Industri Elektroplating ini memiliki tiga kolam penampungan limbah cair dimana sampel yang diambil adalah pada kolam ketiga yang merupakan kolam terakhir sebelum limbah cair dibuang ke lingkungan. Hasil uji AAS menunjukkan bahwa konsentrasi logam kromium (Cr) yang terdapat dalam limbah cair tersebut adalah sebesar 27,0198 ppm.

Preparasi Biomassa Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*)

Pada penelitian ini ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) di tumbuhkan didalam medium dengan komposisi 1 gr glukosa, 0,01 gr KH_2PO_4 , 0,01 gr $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan 0,01 gr $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ dalam 100 ml aquades (Nuryanti, 2014). Sebelum

di inokulasi, medium disterilisasi dalam *autoclave* pada suhu 121⁰C selama 15 menit kemudian di dinginkan. Setelah dingin, tambahkan 0,8 gr ragi roti yang dibeli dari laboratorium teknik kima fakultas teknik universitas riau ke dalam medium lalu di aduk dengan menggunakan *incubator shaker* selama 24 jam dengan kecepatan 150 rpm. Setelah sel berkembang biak, kemudian sel tersebut di pisahkan dari mediumnya dengan proses sentrifugasi pada kecepatan 7000 rpm selama 3 menit. Selanjutnya sel dimatikan dengan cara dipanaskan dalam oven pada suhu 105⁰C selama 24 jam (Ozer dan Ozer, 2003).

Penelitian Utama

Pengujian Penyerapan Logam pada Variasi Berat dan Waktu Kontak

Biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) kering dengan variasi 0,25, 0,5 dan 0,75 gr di ayak menggunakan mesh dengan ukuran 140, kemudian biomassa kering tersebut dimasukkan ke dalam 100 ml limbah cair elektroplating yang mengandung logam Cr dengan konsentrasi 26 ppm pada pH 3,5 dengan suhu 25⁰C. Larutan tersebut kemudian di *shaker* selama 1, 2, 3 dan 4 jam. Larutan kemudian di sentrifugasi pada kecepatan 7000 rpm selama 3 menit untuk memisahkan supernatant dengan sorben. Konsentrasi tersisa Cr didalam supernatant ditentukan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometri* (AAS).

Pengujian Penyerapan Logam pada Variasi Ukuran Mesh

Biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) kering sebanyak 0,75 gr di ayak dengan variasi ukuran 80, 100 dan 140 mesh. Kemudian biomassa tersebut dimasukkan kedalam 100 ml limbah cair elektroplating yang mengandung logam Cr dengan konsentrasi 26 ppm pada pH 3,5 dengan suhu 25⁰C. Larutan tersebut kemudian dikocok dengan *shaker* dengan kecepatan optimum pada beberapa variasi waktu 1, 2, 3 dan 4 jam. Larutan kemudian di sentrifugasi pada kecepatan 7000 rpm selama 3 menit untuk memisahkan supernatant dengan sorben. Konsentrasi tersisa Cr didalam supernatant ditentukan dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometri* (AAS).

Analisa dan Pengolahan Data

Parameter limbah cair yang akan dianalisa di laboratorium adalah Krom Total (Cr-T) dengan menggunakan metode yang mengacu pada Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 6989.17-2009.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN Kapasitas Adsorpsi (KA)

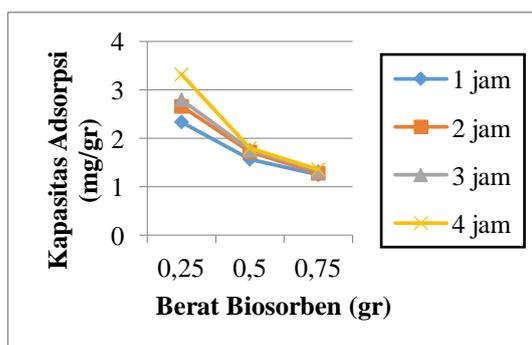
Kapasitas adsorpsi adalah banyaknya ion logam yang diserap pada setiap unit berat adsorben. KA diuji agar dapat diketahui kemampuan atau daya serap biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dalam menyerap logam berat, yang dalam penelitian ini adalah logam kromium (Cr) yang terkandung di dalam limbah cair elektroplating.

Hasil uji kapasitas adsorpsi terhadap variasi berat biosorben dapat dilihat pada Tabel C.1.

Tabel C.1. Hasil Uji Kapasitas Adsorpsi Pada Variasi Berat Biosorben

Ukuran Mesh 140			
Berat (gr)	0,25	0,5	0,75
Jam			
1	2,34	1,57	1,25
2	2,66	1,72	1,28
3	2,8	1,76	1,32
4	3,32	1,8	1,36

*satuan kapasitas adsorpsi mg/g



Gambar C.1. Pengaruh Berat Biosorben dan Waktu Kontak terhadap Kapasitas Adsorpsi

Gambar C.1 di atas menunjukkan bahwa seiring dengan bertambahnya berat biosorben maka nilai kapasitas adsorpsi akan semakin turun. Hal ini dapat dilihat bahwa nilai kapasitas adsorpsi terbesar terjadi pada berat biosorben 0,25 gr dengan waktu kontak 4 jam dan nilai kapasitas adsorpsi yang di dapatkan adalah sebesar 3,32 mg/gr, namun nilai kapasitas adsorpsi terkecil justru terjadi pada berat biosorben 0,75 gr dengan waktu kontak 1 jam dan nilai kapasitas adsorpsi yang didapatkan adalah 1,25 mg/gr. Hal ini

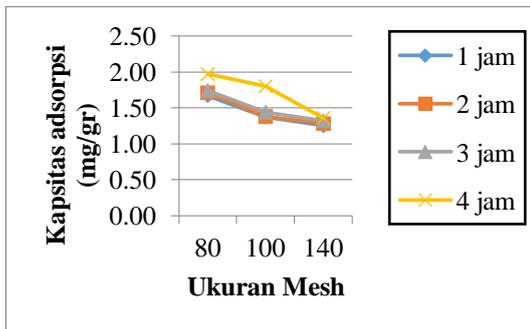
menunjukkan bahwa pada berat biosorben 0,25 gr dapat menyerap ion logam dengan maksimal dengan waktu terlalu lama yaitu 4 jam yang menjadi waktu maksimum biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) menyerap logam krom (Cr), sedangkan pada kondisi berat biosorben 0,75 gr dengan waktu kontak 1 jam merupakan penyerapan biosorben berada pada kondisi jenuh yang ditandai dengan berkurangnya kapasitas penyerapan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) terhadap logam krom (Cr) yaitu 1,25 mg/gr biomassa. Hal ini dikarenakan dengan berat 0,75 gr, ion logam hanya terjerap disebagian permukaan biomassa, sedangkan dengan berat 0,25 gr biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dapat menyerap ion logam ke seluruh permukaannya. Pada proses yang spesifik, semakin rendah jumlah atau massa biosorben yang digunakan maka semakin besar kapasitas adsorpsinya (Ahayla dkk, 2005).

Hasil uji ukuran mesh terhadap ukuran mesh dapat dilihat pada Tabel C.2

Tabel C.2. Hasil Uji Kapasitas Adsorpsi Pada Variasi Ukuran Mesh

Berat 0,75 gram			
Ukuran mesh	80	100	140
Jam			
1	1,67	1,37	1,25
2	1,71	1,38	1,28
3	1,74	1,44	1,32
4	1,97	1,80	1,36

*satuan kapasitas adsorpsi mg/g



Gambar C.2. Pengaruh Ukuran Mesh terhadap Kapasitas Adsorpsi

Berdasarkan Gambar C.2 dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi tertinggi terjadi pada ukuran 80 mesh yaitu berkisar antara (1,67-1,97) mg Cr/gr biomassa. Sementara pada ukuran 100 mesh dan 140 mesh masing-masingnya berkisar antara (1,37-1,80) dan (1,25-1,36) mg Cr/gr biomassa. Hal ini menunjukkan bahwa ukuran 80 mesh merupakan ukuran maksimum dalam penyerapan logam Cr oleh biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Secara umum kapasitas adsorpsi total dari suatu adsorbat tergantung pada luas permukaan total adsorbennya. Semakin kecil ukuran diameter adsorben maka semakin luas permukaannya, namun teori ini berbeda dengan kondisi yang didapatkan dari penelitian ini. Pada kondisi ini didapatkan hasil bahwa semakin besar ukuran partikel maka semakin besar pula kapasitas adsorpsi. Hal ini terjadi karena ukuran pori kecil memiliki tingkat kepadatan yang tinggi sehingga menyebabkan daya serap menurun karena masing-masing partikel saling menutup partikel satu sama lain dan akhirnya adsorben tidak teradsorpsi dengan sempurna (Utomo, 2014).

Kesimpulan

Dari hasil penelitian biosorpsi logam kromium (Cr) pada limbah cair industri elektroplating menggunakan biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dapat disimpulkan beberapa hal :

1. Efisiensi tertinggi penyisihan biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dalam menurunkan konsentrasi logam kromium (Cr) yang terdapat pada limbah cair industri elektroplating yaitu sebesar 54,7 % dengan efisiensi terendah sebesar 21,65%.
2. Biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dapat menurunkan kadar logam Cr dengan konsentrasi awal 27,0198 mg/l hingga konsentrasi akhir logam Cr yaitu 12,2181 mg/l dengan nilai efisiensi tertinggi yaitu pada berat bioorben 0,75 gr, ukuran 80 mesh dan waktu kontak 4 jam, sedangkan nilai efisiensi terendah yaitu pada berat biosorben 0,25 gr, ukuran 140 mesh dan waktu kontak 1 jam, namun hasil pengolahan dari semua perlakuan masih diatas baku mutu air limbah PERMENLH/5/2014.
3. Kapasitas adsorpsi terhadap penyisihan logam Cr didapatkan nilai tertinggi yaitu 3,3258 mg Cr/gr biomassa yaitu pada berat 0,25 gr, ukuran 140 mesh dan waktu kontak 4 jam, sedangkan nilai kapasitas adsorpsi terendah yaitu 1,2553 mg Cr/gr biosorben pada berat 0,75 gr, ukuran 140 mesh dan waktu kontak 1 jam.

Saran

Adapun saran dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Agar memperoleh hasil pengolahan dibawah baku mutu, perlu dilakukan modifikasi dari proses biosorpsi ini salah satunya adalah dengan menggunakan teknik imobilisasi.
2. Pada penelitian selanjutnya, untuk mendapatkan efisiensi yang lebih tinggi perlu di tambahkannya berat biosorben dan variasi lain seperti pH.

Daftar Pustaka

- Ahayla, N., Ramachandra, T.V., dan Kanamadi, R.D. 2005. *Biosorption of Chromium VI from Aqueous Solution by The Husk of Bengal Gram (CicerArientinum)*. Electronic Journal of biotechnology. Vol 8, No. 3.
- Hughes , M.N, and Poole, R.K. 1990. *Metals and Microorganism*. Chapman and Hall. London.
- Mawardi, Sugiharto, E.Mudjiran & I.D. Prijambada. 1997. Biosorpsi timbal(II) oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae*. BPS-UGM, 10 (2C), 203-213.
- Nuryanti, L. 2014. Pembuatan Bioetanol dari Limbah Padat Sagu Menggunakan Enzim Selulase dan *Yeast Saccharomyces cerevisiae* dengan Proses *Simultaneous Sacharification and Fermentation (SSF)* dengan Variasi Ukuran Partikel dan Sumber Nitrogen pada Nutrisi. *Skripsi*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Ozer A, Ozer D. 2003. *Comparative of the biosorption of Pb(II), Ni(II) and Cr(VI) ions onto Saccharomyces cerevisiae: determination of biosorption heats*. Journal of Hazardous Materials B100 (2003) 219-229.
- Suhendrayatna, 2001. *Bioremoval logam berat dengan menggunakan microorganism: Suatu kajian kepustakaan*. Disampaikan pada *Seminar on-Air Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21*. Japan, Sinergy Forum – PPI Tokyo Institute of Technology.
- Utomo, S. 2014. Pengaruh Waktu Aktivasi dan Ukuran Partikel Terhadap Daya Serap Karbon Aktif dari Kulit Singkong Dengan Aktivator NaOH. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Muhammadiyah Jakarta. ISSN: 2407-1846.

