



Terbit online pada laman web jurnal :<http://jurnaldampak.ft.unand.ac.id/>

Jurnal Dampak

| ISSN (Print) 1829-6084 | ISSN (Online) 2597-5129|



Artikel Penelitian

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

Shinta Elystia, Resna Rauda Pratiwi, Sri Rezeki Muria

Program Studi Teknik Lingkungan S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

ARTICLE INFORMATION

Received: 10 Oktober 2017
Revised: 12 November 2017
Available Online: 31 Januari 2018

KEYWORDS

Biosorpsi
Saccharomyces cerevisiae
Chromium
Heavy metal

CORRESPONDENCE

Phone: -
E-mail: shintaelystia@yahoo.com

A B S T R A C T

Electroplating industry is one of the industries producing liquid waste containing heavy metals. Among the heavy metals contained in the liquid waste is Chromium (Cr) which has a high toxicity. One technology that can be applied to eliminate Cr metal in liquid waste is by the method Biosorption using biomass derived from yeast bread (*Saccharomyces cerevisiae*). This study aimed to study the ability of bread yeast biomass (*saccharomyces cerevisiae*) in removing Cr metal on variations in biosorbent weight of 0.25; 0.5 and 0.75 grams, mesh size 80; 100 and 140 and contact time 1; 2; 3 and 4 hours. The results showed that the highest Cr removing efficiency occurred at 0.75 g biosorbent weight at 80 mesh and 4 hours contact time with efficiency of 54.7%. The biosorption process indicates that the adsorption isotherm type obtained is Langmuir isotherms assumed that the layer formed is monolayer with R2 value of 0.8819. The SEM analysis results show the difference of the morphological shape on the sample surface before and after the biosorption process.

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 Cr₂O₇⁻² 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.

METODOLOGI

Bahan yang digunakan adalah biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang berasal dari ragi roti kemasan yang didapat dari Laboratorium 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 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 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 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.

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 121°C 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 105°C selama 24 jam (Ozer dan Ozer, 2003).

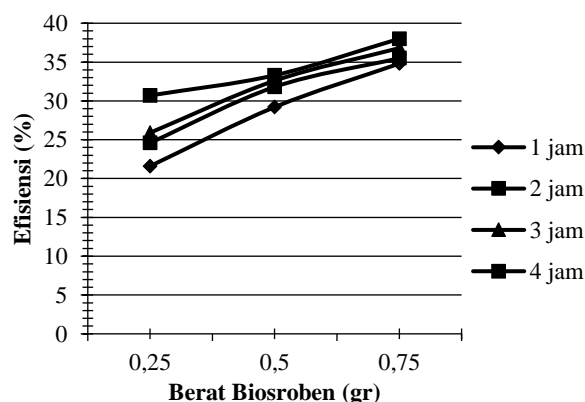
Biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) kering dengan variasi 0,25, 0,5 dan 0,75 gr di ayak menggunakan mesh dengan ukuran 140, kemudian biomassa kering tersebut dimasukkan ke dalam 100 ml limbah cair elektroplating yang mengandung logam Cr dengan konsentrasi 26 ppm pada pH 3,5 dengan suhu 25°C . 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).

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 25°C . 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).

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.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini air limbah diolah menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Percobaan pertama adalah memvariasikan berat biosorben yaitu 0,25 gr, 0,5 gr dan 0,75 gr dengan pH 3,5 dan ukuran 140 mesh pada kecepatan shaker 150 rpm terhadap waktu kontak 1, 2, 3 dan 4 jam. Gambar 1 menunjukkan grafik efisiensi penurunan logam Cr dengan variasi berupa berat biosorben dan waktu kontak.

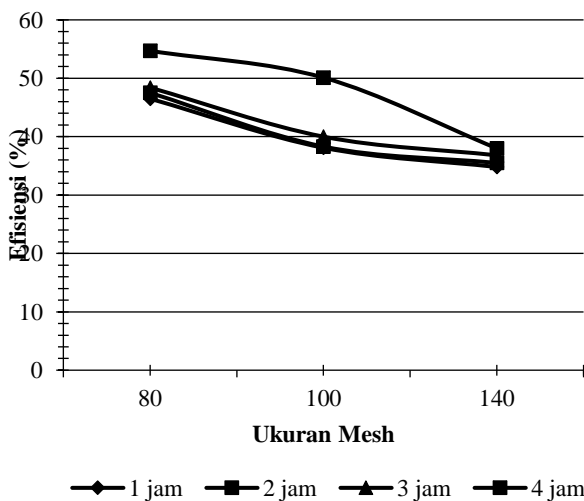


Gambar 1. Grafik Hubungan Antara Berat Biosorben dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi

Pada percobaan ini didapatkan hasil efisiensi tertinggi untuk setiap variasi berat biosorben adalah sebesar 38% untuk 0,75

gr berat biosorben pada waktu kontak 4 jam, sementara berat biosorben 0,25 dan 0,5 gram masing-masingnya sebesar 30,7% dan 33,3% pada waktu kontak 4 jam. Mahmoud dan Mohamed (2015) menyebutkan bahwa seiring dengan bertambahnya berat biosorben, persentase efisiensi juga akan semakin meningkat karena jumlah situs yang tersedia pada permukaan biosorben untuk mengikat logam berat semakin meningkat pula, sehingga hal tersebut dapat menghasilkan efisiensi yang tinggi, namun pada penelitian ini efisiensi yang didapatkan masih rendah yaitu 38% dikarenakan limbah cair yang digunakan adalah limbah industri yang tidak hanya mengandung satu logam tunggal Cr saja melainkan banyak terdapatnya logam-logam lain seperti Ni, Zn yang dapat mempengaruhi proses biosorpsi. Sag (2001) mengatakan bahwa keberadaan ion-ion lain tersebut dapat bersifat antagonistik atau sinergistik dengan logam Cr dan mereka saling berkompetisi dalam mengisi ruang pada pori-pori yang terdapat dalam permukaan biomassa.

Setelah mendapatkan berat biosorben terbaik yaitu 0,75 gr, maka selanjutnya dilakukan pengujian untuk mendapatkan ukuran mesh terbaik. Variasi dari ukuran mesh ini adalah 80 mesh, 100 mesh dan 140 mesh. Hasil percobaan masing-masing variasi ukuran mesh dapat dilihat pada Gambar 2.

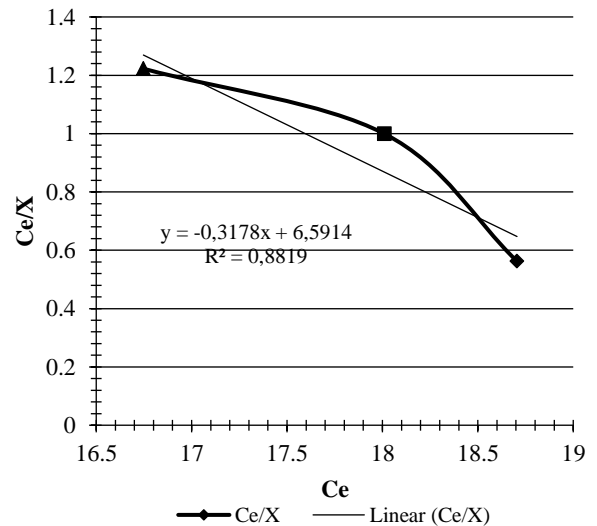


Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Ukuran Mesh dan Waktu Kontak Terhadap Efisiensi

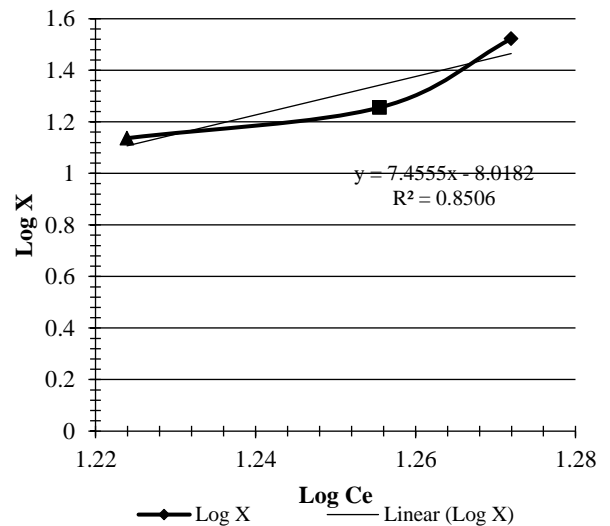
Dari Gambar 2 di atas, didapatkan hasil bahwa penyisihan tertinggi terjadi pada ukuran mesh 80 yaitu sebesar 54,7%, namun terjadi penurunan dari ukuran mesh 100 sampai dengan ukuran mesh 140, dimana masing-masingnya mendapatkan efisiensi sebesar 50,1% dan 38,0%. Hal ini berlawanan dengan teori yang menyebutkan bahwa semakin besar ukuran mesh yang berarti semakin kecil ukuran pori maka semakin besar kemampuan biosorben tersebut dalam menyerap biosorbat, namun dalam kondisi penelitian ini semakin kecil ukuran mesh yang mengindikasikan semakin besar ukuran pori, semakin besar efisiensi yang di dapatkan. Pada ukuran 80 mesh biomassa mampu menyerap Cr sebesar 54,7% dan di atas ukuran 80 mesh kemampuan daya serap menurun sehingga efisiensi yang dihasilkan juga semakin

kecil. Hal ini disebabkan ukuran mesh besar atau ukuran partikel lebih kecil memiliki tingkat kepadatan yang tinggi sehingga masing-masing partikel saling menutup partikel satu sama lain dan akhirnya biosorben tidak terserap dengan baik (Utomo, 2014).

Data yang digunakan pada penentuan isoterm ini hanya diambil dari hasil percobaan yang menentukan konsentrasi Cr maksimum yaitu pada waktu 4 jam dengan berat biosorben 0,75 gr dan ukuran 80 mesh. Hasil penelitian dalam menentukan jenis isoterm adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3. Grafik Linearisasi Isoterm Langmuir



Gambar 4. Grafik Linearisasi Isoterm Freundlich

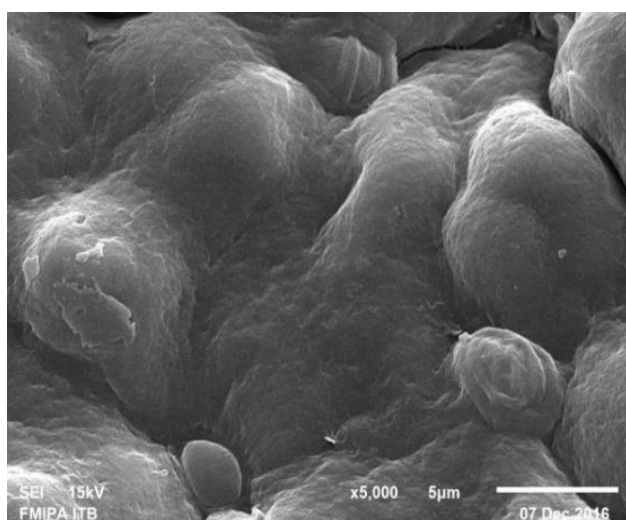
Gambar 3 dan 4 menunjukkan pengujian data dengan menggunakan isoterm model Langmuir dan Freundlich yang menunjukkan garis Linearisasi yang baik untuk penyerapan menggunakan ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*).

Dari koefisien regresi yang dihasilkan oleh masing-masing persamaan tersebut, dapat ditentukan jenis adsorpsi logam krom oleh biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) mengikuti persamaan Langmuir (adsorpsi kimia). Dimana nilai regresi untuk persamaan Langmuir sebesar 0,8819 lebih

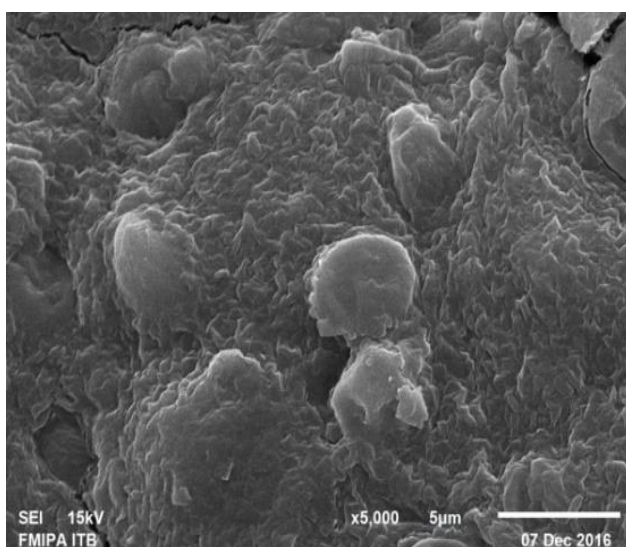
besar dibandingkan dengan nilai regresi persamaan Freundlich yaitu 0,8506. Sesuai dengan teori Langmuir bahwa permukaan adsorben mempunyai situs-situs aktif yang proporsional dengan luas permukaan dan masing-masing situs aktif hanya dapat mengadsorpsi satu molekul saja.

Dalam adsorpsi kimia, partikel melekat pada permukaan dengan membentuk ikatan kimia yaitu ikatan kovalen dan cenderung mencari tempat yang memaksimalkan bilangan koordinasi dengan substrat. Pada keadaan ini lapisan yang terbentuk hanya satu lapisan (monolayer).

Jadi, dapat disimpulkan bahwa isotherm Langmuir sebagai model kesetimbangan menunjukkan mekanisme proses adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben yang homogen sehingga ion logam akan membentuk satu lapisan tunggal (monolayer) pada saat penyerapannya.



(a)



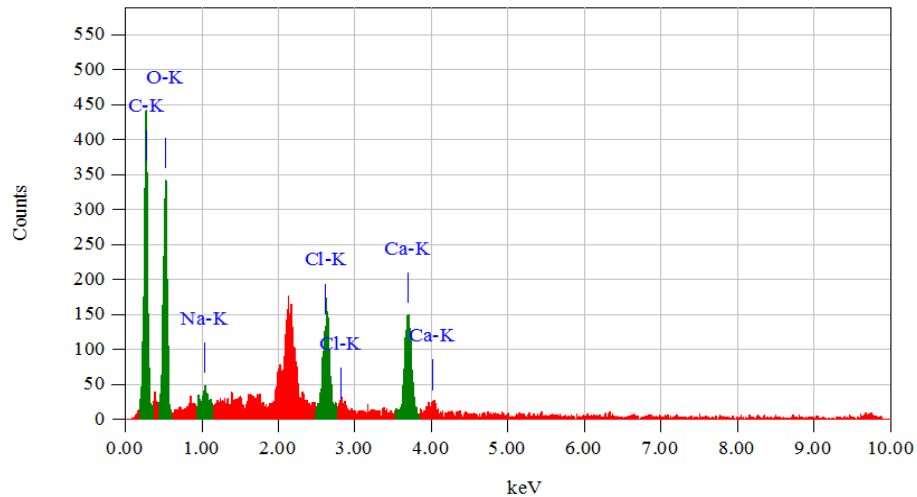
(b)

Gambar 5. Perbedaan Hasil Karakterisasi SEM Biomassa Sebelum dan Sesudah Pengontakan

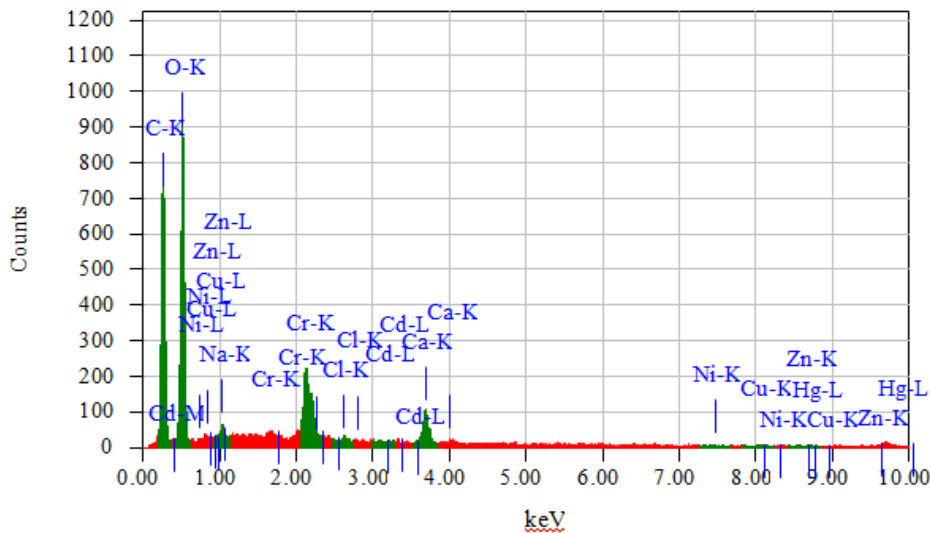
Scanning Electron Microscopy (SEM) dan Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) digunakan untuk melihat bentuk morfologi serta elemen penyusun sampel. Uji SEM-EDS dilakukan pada awal sebelum biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dikontakkan dan setelah biomassa dikontakkan dengan limbah cair elektroplating. Perbandingan hasil uji SEM sebelum dan sesudah dikontakkan dapat dilihat pada Gambar 5 (a) dan (b).

Gambar diatas menunjukkan bahwa efek toksik dari logam kromium (Cr) menyebabkan terjadinya perubahan bentuk morfologi dari biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*). Pada Gambar (a) dengan pembesaran 5000x dan ukuran 5µm menunjukkan adanya aglomerasi partikel dengan ukuran yang tidak seragam. Aglomerasi terjadi akibat adanya suatu ikatan kimia antara logam dengan biosorben. Berdasarkan gambar (a) sebelum pengontakan dengan limbah cair, biomassa tampak halus seperti bulat telur namun setelah dilakukannya pengontakan pada Gambar (b) bentuk morfologi dari biomassa berubah menjadi kasar tidak beraturan dan banyak terdapatnya gelombang yang disebabkan oleh logam kromium (Cr) yang telah menempel pada permukaan biomassa. Dari kedua gambar tersebut dapat dibuktikan bahwa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) mampu menyerap logam kromium (Cr) yang terdapat pada limbah cair elektroplating.

Proses biosorpsi ini diperkuat dengan uji Energy Dispersive Spectroscopy (EDS) yang dilakukan untuk melihat elemen-elemen yang terdapat pada biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) sebelum dan sesudah teradsorpsi. Perbandingan dari hasil uji karakterisasi menggunakan EDS dapat dilihat pada Gambar 6 (a) dan (b). Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat perbedaan keadaan sampel sebelum dan setelah pengontakan dengan limbah cair elektroplating. Pada Gambar (a) dapat diketahui elemen-elemen penyusun sampel yaitu Carbon (C) dengan persentase atom 62,42%, Oksigen (O) 33,84%, Natrium (Na) 0,26%, Clorin (Cl) 1,48% dan Calcium (Ca) 2,00%. Setelah dilakukannya pengontakan terjadi penurunan persentase atom yaitu untuk Carbon (C) menjadi 50,57%, Oksigen (O) 44,35%, Natrium (Na) 0,11%, Clorin (Cl) 0,06% dan Calcium (Ca) menjadi 0,73%. Penurunan nilai ini terjadi karena proses biosorpsi dimana elemen tersebut telah berinteraksi dengan ion logam. Hasil EDS ini juga dapat mendeteksi beberapa logam berat yang muncul setelah pengontakan dengan limbah cair elektroplating, diantaranya yaitu logam Kromium dengan persentase atom 4,12%, Nikel (Ni) 0,05% dan Kadmium (Cd) 0,01%. Hal ini menunjukkan bahwa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) lebih banyak menyerap logam kromium (Cr) dibandingkan dengan logam lainnya yaitu dengan persentase 4,12%.



(a)



(b)

Gambar 6. Perbedaan Hasil Karakterisasi EDS Biomassa Sebelum dan Sesudah Pengontakan

SIMPULAN

Dari hasil penelitian biosorpsi logam kromium (Cr) pada limbah cair industri elektroplating menggunakan biomassa ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) dapat disimpulkan bahwa 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%. 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. Jenis isoterm adsorpsi pada penelitian ini adalah Isoterm Langmuir

yang membentuk lapisan tunggal (monolayer) dengan nilai koefisien korelasi (R2) sebesar 0,8819. Hasil karakterisasi menggunakan instrumen *Scanning Electron Microscopy* (SEM) menunjukkan perbedaan pada bentuk morfologi permukaan biomassa sebelum dan sesudah biosorpsi dan pada uji karakterisasi menggunakan instrumen *Energy Dispersive Spectroscopy* (EDS) tampak jelas titik puncak dari logam kromium (Cr) dengan persentase atom sebesar 4,12%.

REFERENSI

Amri, Amun, Supranto dan M. Fahrurrozi. (2004). Kesetimbangan Adsorpsi Optional Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) Dengan Zeolite Alam Terimpregnasi 2-Merkaptobenzotiazol. *Jurnal Natur Indonesia* 6(2): 111-117

Holan, Z.R, B Volesky dan I. Prasetyo. (1993). Biosorption of Cadmium by Biomass of Marine Algae. *Journal Biotechnology and Bioengineering*. 41(8):819-825.

- Hughes, M.N, and Poole, R.K. (1990). *Metals and Microorganism*. Chapman and Hall. London.
- Kresnawaty, Irna dan Tri Panji, (2007). Biosorpsi logam Zn oleh biomassa *Saccharomyces Cerevisiae*. Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia 75(2), 80-92
- Lestari, Sri, Eko Sugiharto dan Mudasir. (2003). Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang Terimmobilkan pada Silika Gel Terhadap Tembaga(II). *Tekno sains* 16A (3): 357-371.
- Mahmoud, M.S. Mohamed, S.A. (2015). Calcium Alginate as an eco-friendly supporting material for Baker's yeast strain in Chromium Bioremediation. *Housing and Building National Research Center (HBRC) Journal. Egypt*.
- Mawardi, Sugiharto, E.Mudjiran & I.D.Prijambada. (1997). Biosorpsitimbale(II) oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae*. *BPS-UGM*,10(2C), 203-213.
- Mawardi, E. Munaf, S. Kosela dan Widayanti Wibowo. (2014) .Pemisahan Ion Krom (III) dan Krom(VI) dalam larutan dengan menggunakan biomassa alga hijau *Spirogyra Subsalsa* Sebagai Biosorben. *Jurnal Bumi Lestari* 15(1): 27-36.
- 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, dan 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.
- Sag, Y, Yalcuk A, Kautsal T. (2001). Use of a mathematical model for prediction of the performance of the simultaneous biosorption of Cr(VI) and Fe(III) on *Rizhopuz arrhizius* in a semi batch reactor. *Hydrometallurgy* 59:77-87
- Suhendrayatna. (2001). Bioremoval logam berat dengan menggunakan mikroorganisme: 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 Kima. Universitas Muhammadiyah Jakarta. ISSN: 2407-1846.