

KARAKTERISASI PERTUKARAN ION TIMBAL (II) DENGAN KALSIUM PADA PROSES BIOSORPSI ALGA HIJAU *CLADOPHORA FRACTA*

Adewirli Putra^{1*}, Wiya Elsa Fitri²

^{1*} Universitas Mohammad Natsir, Bukittinggi, Indonesia

² Sekolah Tinggi Kesehatan Syedza Saintika, Padang, Indonesia

email : adewirliputra@gmail.com

Submitted: 16-05-2016, Reviewed: 17-05-2016, Accepted: 24-05-2016

<http://dx.doi.org/10.22216/jit.2016.v10i2.421>

Abstract

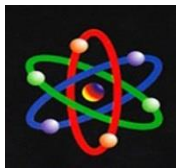
Characterization of Pb^{2+} ion exchange with Ca^{2+} ions using the process biosorption with green algae biomass *Cladophora fracta* been investigated. This study aims to determine the selectivity of the exchange ion exchange Pb^{2+} ions with Ca^{2+} and otherwise, Effect of pH eluent to desorption of ions Pb^{2+} and adsorption of ions Ca^{2+} , Characterization desorption of ions Ca^{2+} and Ion Pb^{2+} with a solution of HNO_3 0.1 M and H_2O will be observed in this study. The results obtained showed that the Ca^{2+} ion exchange process with Pb^{2+} ions more readily than Pb^{2+} ion exchange with Ca^{2+} . Desorption of Pb^{2+} ion is relatively low at the same eluent pH with a pH optimum biosorption Pb^{2+} ions (pH 4.0). At pH 5.0 the possibility of deposition of lead (II) hydroxide ($Pb(OH)_2$). Ca^{2+} absorption, contained in the eluent, greater in the higher (pH 5.0). Desorption of Pb^{2+} ions with a solution of 0.1 M HNO_3 and H_2O showed different results (respectively 28.10% and 15.56%), while the desorption of Ca^{2+} ions with a solution of 0.1 M HNO_3 and H_2O showed no significant different (each respectively 37.91% and 34.75%), so that a solution of 0.1 M HNO_3 as eluent pendesorpsi Pb^{2+} ions from biosorbent more effective than eluent H_2O .

Keyword: Alga Green *Cladophora fracta*; Biosorpsi; calcium (Ca); Timbal (Pb).

Abstrak

Karakterisasi pertukaran ion Pb^{2+} dengan Ion Ca^{2+} dalam larutan menggunakan proses biosorpsi dengan biomassa alga hijau *Cladophora fracta* telah diteliti. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui selektifitas pertukaran pertukaran ion Pb^{2+} dengan ion Ca^{2+} dan sebaliknya, Pengaruh pH eluen terhadap desorpsi ion Pb^{2+} dan adsorpsi Ion Ca^{2+} , Karakterisasi desorpsi Ion Ca^{2+} dan Ion Pb^{2+} dengan larutan HNO_3 0,1 M dan H_2O akan diamati pada penelitian ini. Hasil penelitian yang diperoleh memperlihatkan bahwa proses pertukaran ion Ca^{2+} dengan ion Pb^{2+} lebih mudah terjadi dibandingkan pertukaran ion Pb^{2+} dengan Ca^{2+} . Desorpsi ion Pb^{2+} relatif rendah saat pH eluen sama dengan pH optimum biosorpsi ion Pb^{2+} (pH 4,0). Pada pH 5,0 kemungkinan terjadi endapan timbal (II) hidroksida ($Pb(OH)_2$). Penyerapan ion Ca^{2+} , yang terdapat dalam eluen, lebih besar terjadi pada pH yang lebih tinggi (pH 5,0). Desorpsi ion Pb^{2+} dengan larutan HNO_3 0,1M dan H_2O memperlihatkan hasil yang berbeda (masing-masing 28,10% dan 15,56%), sedangkan desorpsi ion Ca^{2+} dengan larutan HNO_3 0,1M dan H_2O tidak memperlihatkan berbeda yang signifikan (masing-masing 37,91% dan 34,75%), sehingga larutan HNO_3 0,1M sebagai eluen pendesorpsi ion Pb^{2+} dari biosorben lebih efektif dibandingkan eluen H_2O .

Kata kunci: Alga Hijau *Cladophora fracta*; Biosorpsi; Kalsium (Ca); Timbal (Pb).



PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin pesat telah memberikan kemakmuran bagi masyarakat, terutama dibidang industri. Namun perkembangan industri tersebut, juga dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan yaitu limbah industri, antara lain limbah cair. Limbah cair

tersebut mengandung limbah anorganik berupa logam-logam berat yang bersifat toksik. Meningkatnya kandungan logam berat didalam limbah cair, merupakan masalah yang cukup serius terhadap lingkungan. Salah satunya limbah cair yang mengandung logam berat timbal (Pb) sangat berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup.

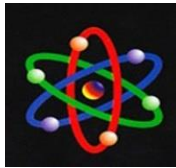
Perlakuan yang umum dilakukan untuk memisahkan logam-logam berat dari limbah cair adalah pengendapan secara kimia, yaitu dengan menambahkan bahan kimia yang dapat mengendapkan logam berat sebagai hidroksidanya, pertukaran ion, adsorpsi, teknologi membran, osmosis terbalik, proses elektrokimia dan ekstraksi pelarut (Mahan dan Holcombe, 1992; (Preetha & Viruthagiri, T, 2005). Salah satu cara pemisahan logam berat dari limbah cair yang banyak mendapat perhatian dan dikembangkan saat ini adalah kemungkinan memanfaatkan kemampuan akumulasi logam-logam berat oleh material-material organik (*biomaterial*) yang relatif lebih ekonomis dan mudah diperoleh, seperti alga, ragi, ampas kelapa dan dedak padi, yang dari komposisi senyawa-senyawa penyusunnya, diperkirakan dapat berfungsi sebagai bahan penyerap ion-ion logam berat. Beberapa biomassa alga juga telah digunakan sebagai biosorben untuk penyerapan ion-ion logam berat.

Pengolahan limbah logam berat menggunakan adsorpsi merupakan pengolahan yang sederhana namun menghasilkan efisiensi yang tinggi. Metode adsorpsi menggunakan biomassa disebut juga biosorpsi, yaitu menggunakan adsorben dari biomassa sebagai penyerap ion logam yang terkandung dalam limbah sehingga kandungan ion logam dalam air limbah menjadi turun.

Menurut Iva Melcakova et al., (2010) Penyerapan Zn^{2+} menggunakan biomassa alga, *Chlorella vulgaris*, dan ganggang hijau *Spirogyra* sp. Mawardi et al., (2011) telah meneliti biosorpsi kation Cu^{2+} dan Zn^{2+} dalam larutan berair dan air limbah menggunakan biomassa ganggang hijau *Spirogyra*. Suwari et al., (2013) menggunakan biomassa alga hijau yang telah diaktifkan dengan Ca^{2+} untuk meneliti kemampuan absorpsi logam berat ion Cd^{2+} di lingkungan perairan. Mawardi et al., (2014) telah menggunakan biomassa alga hijau *Spirogyra subsalsala* sebagai biosorben dalam pemisahan ion Cr^{3+} dan Cr^{3+} dalam larutan. Mawardi (2000) telah mempelajari karakteristik biosorpsi logam Pb oleh biomassa Alga mat (*Chlorophyta*).

Biosorpsi terjadi melalui proses ion exchange dan adsorpsi yang melibatkan gugus fungsi pada makromolekul seperti karboksil, hidroksil, dan amina. Kemudian pengembangan penelitian dalam bidang biosorpsi pada saat ini adalah bagaimana cara memberikan alternative pada proses pertukaran ion selain menggunakan resin, yang mana biomassa alga hijau dapat dijadikan biosorbent dalam pertukaran ion.

Dalam penelitian ini dipelajari karakteristik pertukaran kation pada proses biosorpsi logam Timbal (II) dan Kalsium (II) oleh biomassa alga hijau *Cladophora fracta*.



METODE PENELITIAN

Bahan Kimia

Alga hijau yang diperoleh dari perairan Sungai Air Dingin Kodya Padang dan telah diidentifikasi di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Universitas Andalas, kristal $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, kristal $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, HNO_3 pa (65 %), aquadest, NH_3 pa.

Penyiapan Biomassa

Alga hijau yang digunakan dalam penelitian ini adalah kelompok *Cladophora fracta*, yang diperoleh dari Batang Air Dingin, Lubuk Minturun di Kodya Padang. Alga hijau dipisahkan dari medium tumbuhnya kemudian dicuci dengan aquadest, setelah bersih dikeringkan di udara terbuka (tanpa kena cahaya matahari langsung). Biomassa yang telah kering diblender dengan ukuran 250 μm . Setelah itu dicuci dengan HNO_3 encer (1 %), dibilas dengan aquadest sampai hasil penyucian netral. Kemudian biomassa dikeringkan dengan cara yang sama. Biomassa yang kering siap digunakan sebagai biosorben.

Perlakuan Penelitian Selektifitas dan Pertukaran Ion Terhadap Ion Ca^{2+} dan Ion Pb^{2+}

Biomasa alga hijau *Cladophora fracta* dikemas kedalam 3 buah kolom masing-masingnya sebanyak 1 gram. Kedalam masing-masing kolom tersebut dielusikan 25 ml larutan Pb^{2+} 150 ppm, pH 4 dengan laju alir 1,5 ml/menit. Eluet ditampung untuk menentukan konsentrasi logam Pb^{2+} terserap. Biomassa alga hijau *Cladophora fracta* yang menyerap Pb^{2+} (yang dipacking dalam kolom) dielusikan dengan 25 ml larutan Ca^{2+} 150 ppm, masing-masing dengan pH 3, 4, 5 dengan laju alir 1,5 ml/menit. Eluet ditampung masing-masing 5 ml dalam vial untuk menentukan konsentrasi logam Pb^{2+} yang terdesorpsi dan Ca^{2+} yang teradsorpsi

Pengaruh pH Eluen Terhadap Desorpsi Ion Pb^{2+} dan Adsorpsi Ion Ca^{2+}

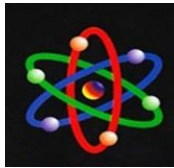
Biomasa alga hijau *Cladophora fracta* dikemas kedalam 3 buah kolom masing-masingnya sebanyak 1 gram. Kedalam masing-masing kolom tersebut dielusikan 25 ml larutan Ca^{2+} 150 ppm, pH 4 dengan laju alir 1,5 ml/menit. Eluet ditampung untuk menentukan konsentrasi logam Ca^{2+} terserap. Biomassa alga hijau *Cladophora fracta* yang menyerap Ca^{2+} (yang dipacking dalam kolom) dielusikan dengan 25 ml larutan Pb^{2+} 150 ppm, masing-masing dengan pH 3, 4, 5 dengan laju alir 1,5 ml/menit. Eluet ditampung masing-masing 5 ml dalam vial untuk menentukan konsentrasi logam Ca^{2+} yang terdesorpsi dan Pb^{2+} yang teradsorpsi

Karakterisasi Desorpsi Ion Ca^{2+} dan Ion Pb^{2+} dengan Larutan HNO_3 0,1 M dan H_2O

Biomasa alga hijau *Cladophora fracta* dikemas kedalam 4 buah kolom masing-masingnya sebanyak 1 gram, 2 kolom dimasukan biomassa yang telah dikontakan dengan logam Ca^{2+} dan 2 kolom dimasukan biomassa yang telah dikontakan dengan logam Pb^{2+} . Kedalam masing-masing kolom tersebut dielusikan 25 ml larutan HNO_3 0,1 M dan H_2O dengan laju alir 1,5 ml/menit. Eluet ditampung masing-masing 5 ml dalam vial untuk menentukan konsentrasi logam Ca^{2+} dan logam Pb^{2+} yang terdesorpsi.

Analisis Data Penelitian

Penelitian ini adalah eksperimental, menggunakan alat Spektofotometer Serapan Atom (SSA). Jumlah logam yang diserap adalah selisih antara konsentrasi logam sebelum dan sesudah perlakuan (konsentrasi logam tak terserap saat setimbang) dan banyaknya logam pengganti yang dapat menggantikan logam semula yang telah

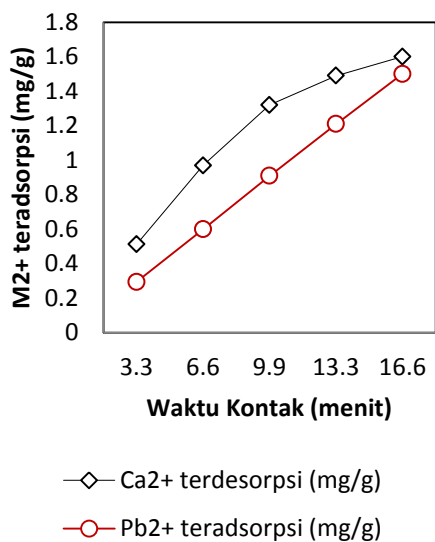


terikat dalam biosorben. (Elmer, Perkin (1994)

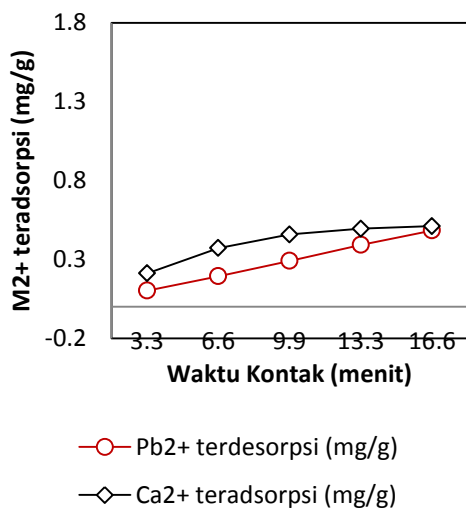
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Selektifitas dan Pertukaran Ion Terhadap Ion Ca^{2+} dan Ion Pb^{2+}

Dari sifat selektifitas dan pertukaran ion antara gugus-gugus fungsi yang terkandung dalam makromolekul penyusun biomassa Alga Hijau *Cladophora fracta* terhadap ion Ca^{2+} dan ion Pb^{2+} terlihat pada Gambar 1.



(a)



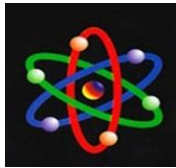
(b)

Gambar 1. Selektifitas dan pertukaran ion pada biomassa alga hijau *Cladophora fracta* yang dimuat dengan ion Ca^{2+} kemudian dielusi dengan larutan ion Pb^{2+} (a) dan sebaliknya (b). (1,0 g biomassa, 25 ml larutan logam dengan konsentrasi 150 ppm, pH 4,0 dengan laju alir 1,5 mL/menit).

Hasil yang diperoleh memperlihatkan terjadinya pertukaran ion Ca^{2+} , yang merupakan unsur golongan utama dan bersifat asam keras dengan ion Pb^{2+} yang merupakan unsur logam berat dan bersifat asam *intermediate*. Dari data juga terlihat bahwa, secara selektif lebih mudah terjadi pertukaran ion Ca^{2+} (asam keras) dengan ion Pb^{2+} (asam *intermediate*) dibandingkan pertukaran ion Pb^{2+} dengan Ca^{2+} .

Biomassa alga hijau yang telah mengikat ion Ca^{2+} sebesar 3,125 mg/g, setelah dielusi dengan larutan ion Pb^{2+} 150 ppm (mengandung ion Pb^{2+} sekitar 3,25 mg/g) menyebabkan ion Ca^{2+} yang terdesorpsi sebesar 1,595 mg/g (sekitar 51,04%), sedangkan ion Pb^{2+} teradsorpsi sebesar 1,60 mg/g. Perlakuan sebaliknya, pada Gambar 1 (b), dimana biomassa alga hijau *Cladophora fracta* yang memuat ion Pb^{2+} sebesar 2,67 mg/g dielusi dengan larutan ion Ca^{2+} 150 ppm (mengandung sekitar 3,25 mg/g ion Ca^{2+}), menyebabkan ion Pb^{2+} yang terdesorpsi hanya sebesar 0,48 mg/g (sebesar 17,98 %), dan pada saat yang sama ion Ca^{2+} teradsorpsi sebesar 0,51 mg/g.

Menurut Rani (2007) dalam Alga Hijau *Cladophora fracta* terkandung gugus-gugus fungsi seperti karboksil, amina, amida, amino, karbonil dan hidroksil. Oleh sebab itu diharapkan proses biosorpsi ion logam oleh Alga hijau *Cladophora fracta* akan melibatkan mekanisme pertukaran ion, disamping bentuk interaksi lain, seperti pembentukan kompleks yang secara keseluruhan melibatkan interaksi ionik,



interaksi polar atau interaksi gabungan, antara ion logam dengan gugus fungsi. Menurut Chojnacka (2005) mekanisme biosorpsi yang terjadi melalui pertukaran ion, terutama terjadi dengan melibatkan gugus-gugus karboksil dan fosfat, disamping sebagian kecil, juga melibatkan gugus hidroksil dan amina.

Menurut Mawardi (2008), Ion Pb^{2+} yang bersifat asam *intermediate* diharapkan dapat membentuk ikatan yang lebih kuat dengan gugus fungsi yang bersifat basa *intermediate* dalam biomassa seperti gugus amina dan amida, dibanding gugus karboksil dan hidroksida yang bersifat basa keras dan gugus karbonil yang bersifat basa lunak. Sementara ion Ca^{2+} , yang bersifat asam keras, diharapkan akan berikatan lebih kuat dengan gugus karboksil dan hidroksida yang bersifat basa keras dibandingkan dengan gugus amina dan amida, yang bersifat basa *intermediate*. Pearson (1963)

mengemukakan suatu prinsip yang disebut *Hard and Soft Acid Bases (HSAB)*. Ligan-ligan dengan atom yang sangat elektronegatif dan berukuran kecil merupakan basa kuat, sedangkan ligan-ligan dengan atom yang elektron terluarnya mudah terpolarisasi akibat pengaruh ion dari luar merupakan basa lemah. Sedangkan ion-ion logam yang berukuran kecil namun bermuatan positif besar, elektron terluarnya tidak mudah terpengaruh oleh ion dari luar, ini dikelompokkan ke dalam asam kuat, sedangkan ion-ion logam yang berukuran besar dan bermuatan kecil atau nol, elektron terluarnya mudah terpengaruh oleh ion lain, dikelompokkan ke dalam asam lemah.

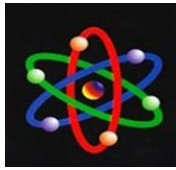
Menurut Wood dan Wang, (1983). Menjelaskan bahwa kemampuan ion logam membentuk kompleks tergantung pada daya mempolarisasi yang ditentukan oleh perbandingan muatan dan jari-jari ion dimaksud. Suatu kation dengan daya

mempolarisasi tinggi “disenangi” oleh ligan sebagai pusat muatan positif berkepadatan tinggi, sehingga menghasilkan interaksi yang lebih kuat.

2. Pengaruh pH Eluen Terhadap Desorpsi Ion Pb^{2+} dan Adsorpsi Ion Ca^{2+}

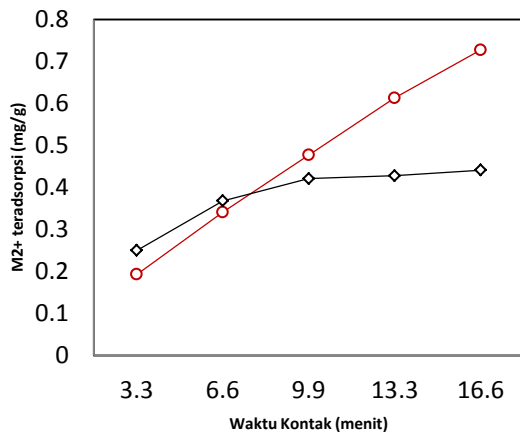
Berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa terdesorpsi ion Pb^{2+} dalam biosorben dan teradsorpsi ion Ca^{2+} dipengaruhi oleh pH larutan. Secara umum terlihat bahwa semakin tinggi pH larutan eluen, maka ion Pb^{2+} terdesorpsi semakin berkurang, sebaliknya ion Ca^{2+} yang teradsorpsi semakin meningkat. Desorpsi ion Pb^{2+} relatif rendah saat pH eluen sama dengan pH optimum biosorpsi ion Pb^{2+} (sekitar pH 4,0). Pada pH 5,0 kemungkinan terjadi endapan timbal (II) hidroksida ($Pb(OH)_2$). Penyerapan ion Ca^{2+} , yang terdapat dalam eluen, lebih besar terjadi pada pH yang lebih tinggi (pH 5,0). Data ini memperkuat dugaan bahwa ion Ca^{2+} lebih cenderung berikatan ionik, karena pada pH yang lebih tinggi gugus fungsi dalam biomassa bersifat asam lemah, seperti gugus karboksilat, akan lebih dominan berbentuk anion, sehingga interaksi ionik antara ion Ca^{2+} dengan biomassa semakin meningkat. Berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa peningkatan jumlah ion Ca^{2+} yang terserap pada pH 4,0 dan 5,0 relatif tidak mempengaruhi jumlah ion Pb^{2+} yang terdesorpsi.

Hal ini berarti bahwa gugus fungsi dalam biomassa alga hijau *Cladophora fracta* yang terlibat dalam biosorpsi masing-masing kation bersifat spesifik dan selektif. Menurut Chojnacka, (2005), keberadaan pusat aktif anion atau kation menyebabkan dinding sel alga bersifat amfoter, sehingga apakah gugus-gugus tersebut terprotonasi atau terdeprotonasi tergantung pada pH



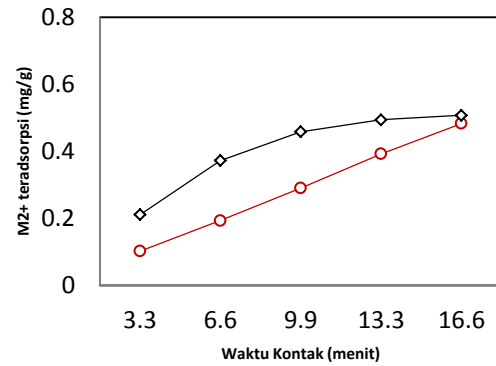
larutan. Pengaruh pH larutan ion Ca^{2+} , sebagai eluen terhadap desorpsi ion Pb^{2+} , seperti terlihat pada Gambar 2 (a,b,c).

Gambar 2. Pengaruh pH larutan ion Ca^{2+} sebagai eluen, terhadap karakterisasi desorpsi ion Pb^{2+} (1g biomassa / 25 ml larutan, konsentrasi 150 ppm, waktu kontak 60 menit, dengan laju alir 1,5 ml/mnt)



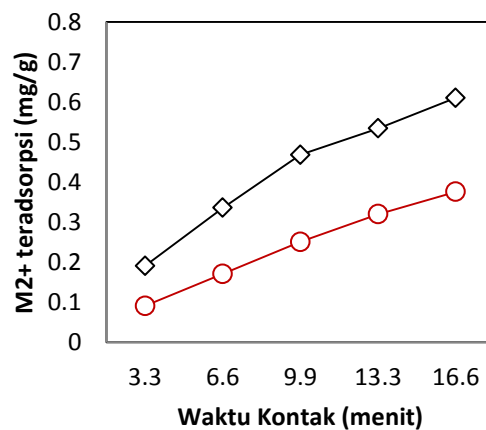
—○— Pb²⁺ terdesorpsi (mg/g)
—◇— Ca²⁺ teradsorpsi (mg/g)

(a) pH 3,0



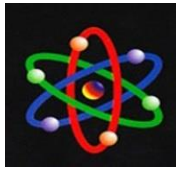
—○— Pb²⁺ terdesorpsi (mg/g)
—◇— Ca²⁺ teradsorpsi (mg/g)

(b) pH 4,0



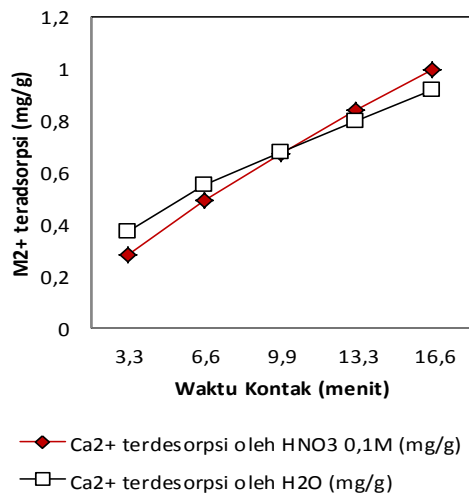
—○— Pb²⁺ terdesorpsi (mg/g)
—◇— Ca²⁺ Teradsorpsi (mg/g)

(c) pH 5,0

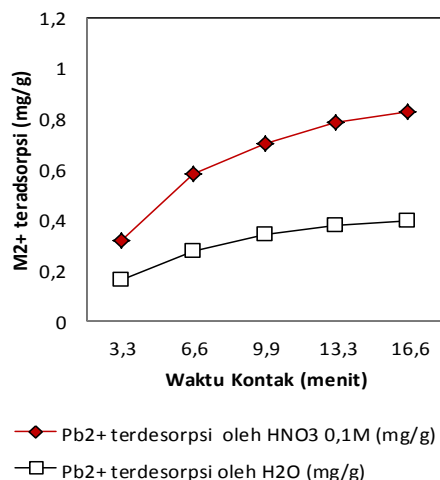


3. Karakterisasi Desorpsi Ion Ca^{2+} dan Ion Pb^{2+} dengan Larutan HNO_3 0,1 M dan H_2O

Karakterisasi desorpsi untuk perolehan kembali ion logam yang telah termuat dalam biomassa Alga Hijau *Cladophora fracta* dengan larutan asam nitrat (HNO_3 0,1 M) dan H_2O sebagai eluen, seperti terlihat pada Gambar 3



(a)



(b)

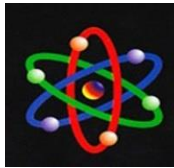
Gambar 3. Pertukaran ion Ca^{2+} (pH 4, konsentrasi 150 ppm) dengan (a) HNO_3 0,1

M dan (b) H_2O (1g biomassa / 25 ml larutan, waktu kontak 60 menit, dengan laju alir 1,5 ml/mnt).

Data yang diperoleh memperlihatkan bahwa elusi biomassa Alga Hijau *Cladophora fracta* yang memuat ion Ca^{2+} dengan larutan HNO_3 0,1 M, menyebabkan terdesorpsinya ion Ca^{2+} sekitar 37,91% (sebesar 0.997 mg/g dari 2.63 mg/g ion Ca^{2+} yang termuat dalam biomassa). Sementara elusi biomassa Alga Hijau *Caldophora fracta* yang memuat ion Pb^{2+} dengan larutan HNO_3 0,1 M, dapat mendesorpsi ion Pb^{2+} sekitar 28,10% (0.830 mg/g dari sekitar 2.955 mg/g ion Pb^{2+} yang teradsorpsi dalam biomassa). Dimana pH larutan masing-masing eluet naik dari pH 1,1 dan 1,2 menjadi pH 3,6 dan 3,5. Dengan naiknya pH eluet disebabkan karena, pada pH rendah (konsentrasi H^+ tinggi) sebagian pusat aktif yang ditinggalkan oleh kation awal menjadi terprotonasi, sehingga konsentrasi H^+ dalam larutan menurun.

Elusi biomassa, masing-masing memuat ion Ca^{2+} dan ion Pb^{2+} , dengan H_2O menyebabkan terdesorpsinya masing-masing ion sebesar 34,75% untuk ion Ca^{2+} (0,914 mg/g dari 2,88 mg/g yang termuat dalam biomassa) dan hanya sekitar 15,56% untuk ion Pb^{2+} (sebesar 0.398 mg/g dari 2.557 mg/g yang termuat dalam biomassa). pH eluen H_2O , masing-masing berubah dari pH 6,7 dan 6,8 menjadi pH 6,3 dan 6,2.

Dari Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa desorpsi ion Ca^{2+} dengan larutan HNO_3 dan H_2O relatif tidak berbeda (masing-masing 37,91% dan 34,75%), sedangkan desorpsi ion Pb^{2+} dengan larutan HNO_3 dan H_2O memperlihatkan hasil yang relatif berbeda (masing-masing 28,10% dan 15,56%), sehingga larutan HNO_3 sebagai eluen pendesorpsi ion Pb^{2+} dari biosorben lebih efektif dibandingkan eluen H_2O .



Mawardi (2008), menjelaskan bahwa interaksi antara ion Ca^{2+} (asam keras) dengan pusat aktif bersifat basa keras seperti gugus karboksilat, membentuk interaksi ionik, sehingga lebih mudah terionisasi, baik dalam pelarut H_2O maupun larutan HNO_3 . Sedangkan ion Pb^{2+} (asam *intermediate*) akan berinteraksi

lebih kuat dengan pusat aktif berupa gugus fungsi yang bersifat basa *intermediate*, seperti gugus amina dan amida, disamping dengan adanya gugus fungsi yang bersifat basa keras, seperti gugus karboksil dan hidroksida, maupun gugus yang bersifat basa lemah, seperti gugus karbonil membentuk kompleks, sehingga relatif sulit terdesorpsi dengan eluen H_2O dibanding eluen larutan HNO_3 0,1M. Menurut Person (1963), Interaksi asam kuat dengan basa kuat merupakan interaksi ionik, sedangkan interaksi asam lemah dengan basa lemah, interaksinya lebih bersifat kovalen

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

Secara selektif lebih mudah terjadi pertukaran ion Ca^{2+} (asam keras) dengan ion Pb^{2+} (asam *intermediate*) dibandingkan pertukaran ion Pb^{2+} dengan Ca^{2+} .

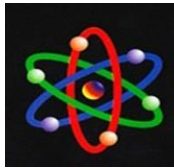
Desorpsi ion Pb^{2+} relatif rendah saat pH eluen sama dengan pH optimum biosorpsi ion Pb^{2+} (sekitar pH 4,0). Pada pH 5,0 kemungkinan terjadi endapan timbal (II) hidroksida ($\text{Pb}(\text{OH})_2$). Penyerapan ion Ca^{2+} , yang terdapat dalam eluen, lebih besar terjadi pada pH yang lebih tinggi (pH 5,0).

Desorpsi ion Ca^{2+} dengan larutan HNO_3 0,1M dan H_2O relatif tidak berbeda (masing-masing 37,91% dan 34,75%), sedangkan desorpsi ion Pb^{2+} dengan larutan HNO_3

0,1M dan H_2O memperlihatkan hasil yang relatif berbeda (masing-masing 28,10% dan 15,56%), sehingga larutan HNO_3 0,1M sebagai eluen pendesorpsi ion Pb^{2+} dari biosorben lebih efektif dibandingkan eluen H_2O .

DAFTAR PUSTAKA

- Amun Amri, Supranto dan M Fuhrurozi, (2004). Kesetimbangan Adsorpsi Optional Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) dengan Zeolit Alam Terimpregrasi 2-merkaptobenzotiazol. *Jurnal Natur Indonesia* 6(2) : 111-116.
- Elmer, Perkin,(1994). *Analytical Methods For Atomic Absorption Spectrofotometry*. Perkin Elmer Corps. USA.
- Fessenden & Fessenden, (1997). *Kimia Organik Jilid 1*. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Gardea-Torresdey, J.I, et.al.,(1990). Effect of Chemical Modification Of Algae Carboxyl Groups On Metal Ion Binding. *Environ. Sci. Technol.* 24, 9, 1372-1378.
- Hawley, Gassner.G.,(1981). *The Condensed Chemical Dictionary*. Tenth Edition. Von Nostrand Rein Hold Company, New York.
- Hendayana, Sumar (1994). *Kimia Analitik Instrumen*. Edisi IKIP Semarang Press, Semarang.
- Khopkar, S.M. (1990). *Konsep Dasar Kimia Analitik* (terjemahan Saptoraharjo), UI-Press, Jakarta.
- Lee, Hak Sung and Bohumil Volesky,(1999). Interference of Aluminium in Copper Biosorption by an Alga Biosorbent. *Water Quality Research Journal of Canada*. 34 (3) : 519-531.



- Lundbland, R.L and Noyes, C.M.,(1984). The Modification of Carboxyl Group. CRC, Chemical Reagents For Protein Modification. Boca Raton Florida. Vol. 2 :269-273.
- Mawardi, E., Munaf, S., Kosela dan W., Widayanti. 2014. Separation of ion Chromium (III) and Chromium (IV) in solution using Green Algae biomass *Spirogyra subsalsa* as biosorbent. *Reaktor*, 15 : 27-36
- Mawardi.,2011.Biosorption of Cupper (II) and Zinc (II) Cations By Green Algae *Spirogyra subsalsa*. *Biota*. 16 (2): 269-277
- Mawardi,(2008). *Kajian Biosorpsi Ion-ion Logam Berat oleh Biomassa Alga Hijau (Spirogyra Subsalsa)*. Disertasi, Pasca Serjana Universitas Indonesia.
- Mawardi,(2001). *Biosorpsi Logam Timbal oleh Biomassa Alga Hijau (Chlorophyta)*. Laporan Penelitian. Universitas Negeri Padang, Padang.
- Mawardi,(2001). *Biosorpsi Logam Kadmium oleh Biomassa Alga Hijau (Chlorophyta)*. Laporan Penelitian Proyek Peningkatan Sumber daya Manusia, Padang.
- M.,Iva and R.,Tomáš.,2010.Biosorption of zinc from Aqueous solution using algae and plant Biomass., *Nova Biotechnologica 10-1*
- Naja G., Diniz V., Bohumil Volesky.,(2004). *Predicting Metal Biosorption Performance*. Departemen Of Chemistry, Lebanese University (online).
- Niu, Hiu and Bohumil Volesky.,(2001). *Biosorption of Anionic Metal Complexes*. Departemen of Chemical Engineering, McGill University, Canada (online).
- Preetha, B Viruthagiri, T., (2005). Biosorption of zinc (II) by *Rhizopus arrhizus* : equilibrium and kinetic modelling. *African Journal of Biotechnology* Vol. 4 (6), pp. 506-508, June 2005
- Rani, (2007). *Kinetika Biosorpsi Kation Cu(II) Oleh Biomassa Cladophora Fracta Yang Telah Dimodifikasi*.Laporan Penelitian Strata Satu,Jurusan Kimia, FMIPA, UNP, Padang.
- Rita, (2007). *Kinetika Biosorpsi Kation Pb(II) Oleh Biomassa Cladophora Fracta Yang Telah Dimodifikasi*.Laporan Penelitian Strata Satu,Jurusan Kimia, FMIPA, UNP, Padang.
- Smith, Gilbert M.,(1933). *The Freshwater Algae of The United States*. First Edition. Standford University. McGraw-Hill Book Company, Inc, New York.
- Strandberg, G.W.,et.al.,(1981). Microbial Cells as Biosorbents for Heavy Metals : Accumulation of Uranium by *S.cerevisiae* and *Pseudomonas Aeruginosa*, *Applied and Environt.Microbiology*, 41, 237-245.
- Suwari, Yoksen I. Nitbani, and Yohanes Buang.,(2013). The Green Algae Extracts Activated by Calcium Are Potential Biomass as Heavy Metal Absorbent. *Journal of Applied Chemical Science*, 2 (2): 259-266