

Adsorpsi Pb^{2+} dan Zn^{2+} pada Biomassa *Imperata cylindrica*

Noer Komari, Umi Baroroh Lili Utami, Noor Malinda

Program studi kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan
noerkomari@yahoo.com

Abstrak

Metode alternatif untuk mengatasi pencemaran logam berat adalah biosorpsi menggunakan biomassa sebagai adsorben. Telah dilakukan penelitian kajian adsorpsi campuran Pb^{2+} dan Zn^{2+} pada biomassa *Imperata cylindrica* sebagai adsorben. Tujuan penelitian adalah mengetahui kemampuan biomassa mengadsorpsi Pb^{2+} dan Zn^{2+} . Preparasi biomassa dilakukan dengan aktivasi menggunakan asam nitrat dan amonium hidroksida. Adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch*. Parameter yang diukur adalah pH optimum, waktu kontak optimum, kapasitas adsorpsi dan *recovery* ion logam. Analisis kadar logam dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS). Hasil penelitian menunjukkan pH optimum adsorpsi Pb^{2+} dan Zn^{2+} masing-masing pada pH 5 dan pH 6. Waktu kontak optimum adsorpsi Pb^{2+} dan Zn^{2+} masing-masing pada 40 menit dan 30 pertama. Kapasitas adsorpsi Pb^{2+} dan Zn^{2+} pada konsentrasi awal 10 ppm masing-masing adalah 90,95% dan 43,60%. *Recovery* Pb^{2+} dan Zn^{2+} masing-masing 84,45% dan 57,13%.

Kata Kunci : *I. cylindrica*, adsorpsi, biomassa, Pb^{2+} , Zn^{2+}

Abstract

An alternative method to handle the heavy metal pollution is biosorption techniques using biomass as adsorbent. The aims of this studies to evaluate the adsorption of a mixture of Pb^{2+} and Zn^{2+} on *I. cylindrica* biomass as an adsorbent. The research objective was to determine the ability of biomass adsorbed Pb^{2+} and Zn^{2+} . Biomass preparation is done by using the activation of nitric acid and ammonium hydroxide. Carried out by batch adsorption systems. The parameters measured were pH optimum, optimum contact time, adsorption capacity and recovery of metal ions. Metal content analysis carried out using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results showed a pH optimum adsorption of Pb^{2+} and Zn^{2+} respectively at pH 5 and pH 6. The optimum contact time on adsorption of Pb^{2+} and Zn^{2+} respectively at 20 minutes. Adsorption capacity of Pb^{2+} and Zn^{2+} on the initial concentration of 10 ppm respectively, are 90.95% and 43.60%. Recovery Pb^{2+} and Zn^{2+} respectively 84.45% and 57.13%.

Keywords : *Imperata cylindrica*, adsorption, biomass, Pb^{2+} , Zn^{2+}

I. PENDAHULUAN

Beberapa metode telah dilakukan untuk menarik logam dari lingkungan perairan. Metode pengendapan logam sebagai hidroksida biasa dilakukan. Namun logam Hg, Cd, Pb dan Zn umumnya tidak mengendap sempurna. Kekurangan ini diatasi dengan teknik elektrodeposisi. Teknik ini membutuhkan

peralatan relatif mahal dan sistem monitoring yang terus menerus (Raya et al., 2001).

Metode yang relatif mudah adalah biosorpsi. Metode ini menggunakan biomassa tumbuhan sebagai adsorben logam berat. Metode ini efektif, karena selain kemampuannya dalam pengikatan ion-ion logam juga pengambilan kembali (desorpsi) ion-ion logam yang terikat relatif mudah (Lestari et al., 2003).

Salah satu tumbuhan yang dapat digunakan sebagai biosorben adalah *I. cylindrica* atau alang alang. Alang alang mengandung biopolimer selulosa berupa polisakarida yang membentuk komponen serat dinding sel tumbuhan. Selain itu alang alang juga mengandung protein dengan gugus fungsi: karboksilat, hidroksil, dan gugus amino yang dapat berinteraksi dengan ion logam. Dilihat dari senyawa yang terdapat di dalamnya maka, *I. cylindrica* dapat digunakan sebagai biomassa untuk menyerap logam berat.

Beberapa faktor yang berpengaruh pada proses biosorpsi antara lain pH dan waktu kontak. pH akan mempengaruhi situs aktif biomassa untuk berinteraksi dengan kation. pH juga mempengaruhi spesies logam dalam larutan sehingga mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan situs aktif adsorben (Lestari et al., 2003). Selain pH, faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah waktu kontak. Umumnya pengikatan ion logam oleh adsorben terjadi pada awal reaksi dan pada reaksi selanjutnya akan berjalan seragam, atau bahkan bisa terjadi penurunan karena dinding sel biomassa sudah mengalami dekomposisi lebih lanjut (Jasmidi et al., 2002). Bila ion logam macamnya lebih dari satu jenis dalam larutan yang akan dikontakkan dengan biomassa, umumnya akan terjadi persaingan antar ion logam pada proses biosorpsi.

Penelitian persaingan adsorpsi logam berat pada biomassa telah banyak dilakukan. Gardea-Torresdey et al., (1998) menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi logam oleh biomassa *Medicago sativa* (Alfalfa) secara berurutan adalah Pb(II)>Cr(III)>Cd(II)>Zn(II). Hasil penelitian Filipovic-Kovacevic et al., (2000), menunjukkan bahwa kemampuan biosorpsi *Aspergillus niger* terhadap beberapa logam secara berurutan adalah Cu(II)>Zn(II)>Ni(II)>Cr(VI). Penelitian ini menggunakan biomassa *I. cylindrica* sebagai adsorben Pb²⁺ dan Zn²⁺ untuk mengetahui persaingan adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ pada biomasa.

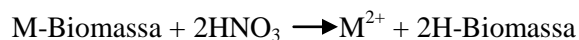
II. METODE PENELITIAN

Preparasi biomassa

Biomassa dikumpulkan dari semua bagian tumbuhan *I. cylindrica*. Sampel dicuci

dengan air lalu dikeringkan. Sampel dihaluskan sampai ukuran 100 mesh dan disimpan dalam desikator. Sebanyak 500,0 g biomassa direndam dalam 250,0 ml HNO₃ 0,3 M selama 24 jam. Sampel dicuci dengan akuades dan dilarutkan dalam 250,0 ml NH₄OH 1,0 M. Sampel dicuci lagi dengan akuades dan disentrifuge pada 3000 rpm selama 5 menit (Horsfall et al., 2004). Endapan biomassa dikeringkan dalam oven pada 60°C selama 2 jam.

Preparasi biomassa dilakukan dengan mengambil sampel bagian akar, batang dan daun tumbuhan *I. cylindrica*. Sampel biomassa direndam dalam HNO₃ 0,3 M selama 24 jam untuk melepaskan pengotor atau ion logam yang masih terikat pada dinding sel biomassa melalui pertukaran ion. Reaksi pelepasan ion logam sebagai berikut :



Setelah dilakukan perendaman dalam HNO₃, biomassa dicuci lagi dengan akuades. Kemudian dilarutkan dalam NH₄OH 1,0 M dengan tujuan untuk melepaskan pengotor yang menyumbat pori-pori permukaan biomassa, sehingga luas permukaannya bertambah.

Penentuan pH optimum

Sebanyak 1,0 g biomassa dimasukkan ke dalam 5 buah Erlenmeyer dan ditambahkan masing-masing 200 ml HCl 0,01 M untuk memperoleh konsentrasi 5,0 mg/ml. pH larutan dibuat menjadi 2, 3, 4, 5 dan 6 dengan menambahkan NaOH. Larutan disentrifuge pada 2800 rpm selama 5 menit dan supernatan dipisahkan, dan endapan yang didapat dikumpulkan.

Sebanyak 200,0 ml larutan campuran Pb²⁺/Zn²⁺ (20,0:20,0 ppm) diatur pH nya 2, 3, 4, 5 dan 6. Larutan campuran tersebut ditambahkan kepada masing-masing endapan dengan pH yang sama. Semua tabung dikocok selama satu jam, kemudian dilakukan sentrifuge pada 2800 rpm selama 5 menit dan supernatan yang dihasilkan dipisahkan dari endapan. Supernatan dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

Derajat keasaman (pH) merupakan faktor yang sangat mempengaruhi proses adsorpsi ion logam dalam larutan, karena keberadaan ion H⁺ dalam larutan akan

berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif. Selain itu pH juga akan mempengaruhi spesies ion yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion dengan situs aktif adsorben (Lestari dkk., 2003). Penentuan pH optimum adsorpsi dilakukan dengan mengontakkan biomassa dengan larutan Pb²⁺ dan Zn²⁺ yang sudah diatur pH nya menjadi 2, 3, 4, 5 dan 6.

Penentuan Variasi konsentrasi adsorpsi

Biomassa ditimbang sebanyak 1,0 g dalam 5 buah Erlenmeyer kemudian ditambahkan 200,0 ml CH₃COONa untuk memperoleh suatu konsentrasi 5,0 mg/ml. Setelah diatur pada pH optimum, larutan disentrifuge pada 2800 rpm selama 5 menit dan supernatan dibuang.

Sebanyak 200,0 ml masing-masing larutan campuran Pb²⁺/Zn²⁺ (10,0:10,0 ppm); Pb²⁺/Zn²⁺ (15,0:15,0 ppm); Pb²⁺/Zn²⁺ (20,0:20,0 ppm) ; Pb²⁺/Zn²⁺ (25,0:25,0 ppm); Pb²⁺/Zn²⁺ (30,0:30,0 ppm) diatur pH nya pada pH optimum dengan menggunakan buffer CH₃COONa. Larutan campuran tersebut ditambahkan pada masing-masing endapan dan dikocok selama satu jam. Larutan disentrifuge pada 2800 rpm selama 5 menit. Supernatan dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

Penentuan waktu kontak optimum

Biomassa ditimbang sebanyak 1,0 g dalam 5 buah Erlenmeyer kemudian ditambahkan 200,0 ml CH₃COONa untuk memperoleh suatu konsentrasi 5,0 mg/ml. Setelah diatur pada pH optimum, larutan disentrifuge pada 2800 rpm selama 5 menit dan supernatan dibuang.

Sebanyak 200,0 ml larutan campuran Pb²⁺/Zn²⁺ (20,0:20,0 ppm) diatur pH optimum dan konsentrasi optimum. Larutan campuran tersebut ditambahkan kepada masing-masing endapan. Semua tabung dibiarkan selama interval waktu 20, 30, 40, 50 dan 60 menit, kemudian dilakukan sentrifuge pada 2800 rpm selama 5 menit. Supernatan dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

Recovery ion logam

Sebanyak 200,0 ml HCl 0,1 M ditambahkan pada biomassa yang telah

teradsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ (endapan). Endapan yang digunakan dalam penelitian ini adalah endapan yang dikondisikan pada pH, kapasitas adsorpsi dan waktu optimum adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺. Endapan dibiarkan bereaksi dengan asam selama waktu optimum adsorpsi, kemudian dilakukan sentrifuge. Supernatan dianalisis dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

Perolehan kembali (*recovery*) dihitung dengan menggunakan rumus :

$$R(\%) = \frac{C_R}{C_o - C_a} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Dimana,

R = Perolehan kembali atau *recovery* (%)

C_o = konsentrasi ion logam sebelum adsorpsi (ppm)

C_a = konsentrasi ion logam setelah adsorpsi (ppm)

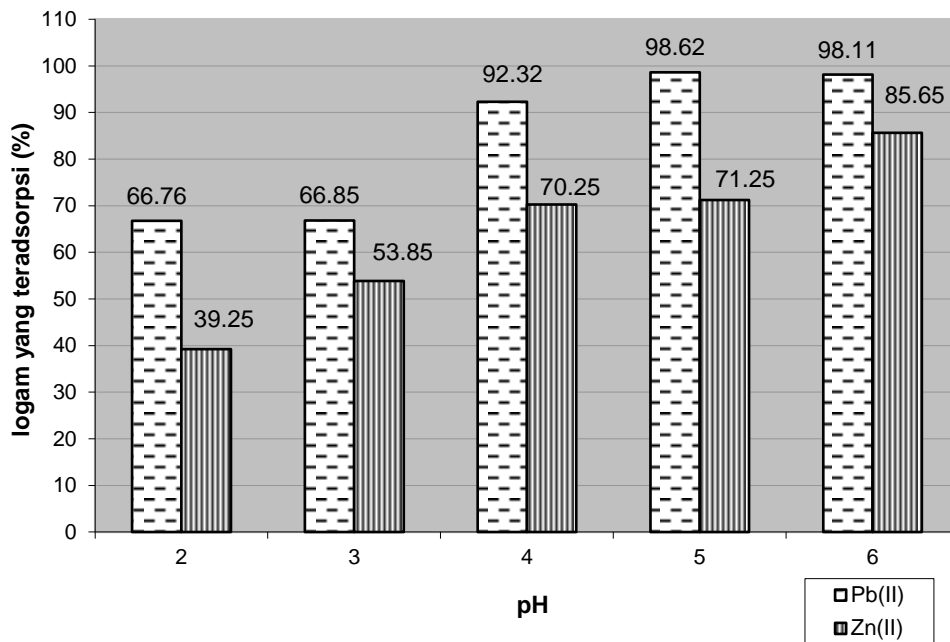
C_R = konsentrasi ion logam dari proses *recovery* (ppm)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

pH optimum

Hasil penentuan pH dapat dilihat pada Gambar 1. Gambar 1 menunjukkan bahwa pada pH 2, Pb²⁺ dan Zn²⁺ sudah mulai teradsorpsi oleh biomassa. Peningkatan pH menyebabkan adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ semakin bertambah. Jumlah Pb²⁺ yang teradsorpsi tidak terjadi peningkatan yang tajam pada pH 2-3, tetapi pada pH 4 adsorpsi meningkat tajam.

Adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ akan terus bertambah seiring dengan meningkatnya pH, tetapi pada suatu saat akan terjadi kesetimbangan adsorpsi yaitu pada saat pH optimum. Gambar 1 menunjukkan bahwa jumlah Pb²⁺ yang teradsorpsi pada biomassa optimum pada pH 5 sebesar 98,62%. Jumlah Zn²⁺ yang teradsorpsi pada biomassa optimum pada pH 6 sebesar 85,65%. Hal ini sesuai dengan penelitian Gardea-Torresday et al., (1998) tentang adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ pada biomassa *Medicago sativa* yang menunjukkan bahwa adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ mencapai pH optimum pada kisaran pH 5-6.

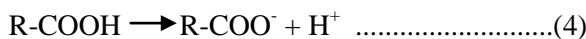


Gambar 1. Pengaruh pH terhadap adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ pada biomassa *I. cylindrica*

Pada pH rendah, permukaan dinding sel dari biomassa terprotonasi atau bermuatan positif, sehingga adsorpsi logam yang terjadi sangat kecil, karena gugus karboksilat cenderung berada dalam bentuk netral, dengan reaksi :



Pada pH tinggi, permukaan dinding sel biomassa bermuatan negatif, sehingga adsorpsi logam menjadi lebih besar. Semakin tinggi pH juga akan membuat semakin banyak gugus R-COO⁻ biomassa yang dapat bertindak sebagai ligan dalam pembentukan kompleks juga semakin banyak, dengan reaksi :



Adanya muatan negatif ini akan menimbulkan interaksi antara logam yang bermuatan positif dengan situs aktif pada permukaan dinding sel yang bermuatan negatif. Pada saat yang sama, ligan permukaan akan berkompetisi dengan OH⁻ dalam mengikat kation logam, sehingga akan mengakibatkan terjadinya peningkatan adsorpsi logam oleh biomassa.

Selain berpengaruh terhadap muatan situs aktif pH juga berpengaruh pada spesies logam dalam larutan. Ion-ion logam dalam larutan sebelum teradsorpsi oleh adsorben

terlebih dulu mengalami hidrolisis, menghasilkan proton dan kompleks hidroksido logam seperti reaksi berikut :



Dimana M²⁺ adalah Pb²⁺ atau Zn²⁺ (Horsfall & Spiff, 2004).

Pada penelitian ini tidak dilakukan variasi pH di atas pH 6 karena pada kondisi pH tersebut baik Pb²⁺ maupun Zn²⁺ mulai mengendap sehingga adsorpsi logam oleh adsorben pada pH tersebut tidak dapat dilaporkan. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu pada *Solanum elaeagnifolium* (Baig et al., 1999).

Pengaruh konsentrasi awal ion logam

Konsentrasi awal Pb²⁺ dan Zn²⁺ yang dikontakkan biomassa berpengaruh pada proses adsorpsi. Variasi konsentrasi ini bertujuan untuk memperoleh konsentrasi maksimum Pb²⁺ dan Zn²⁺ yang teradsorpsi pada biomassa. Jika konsentrasi logam yang teradsorpsi sudah mencapai maksimum, maka jumlah logam yang teradsorpsi akan relatif konstan. Hasil pengukuran pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi disajikan pada Gambar 2.

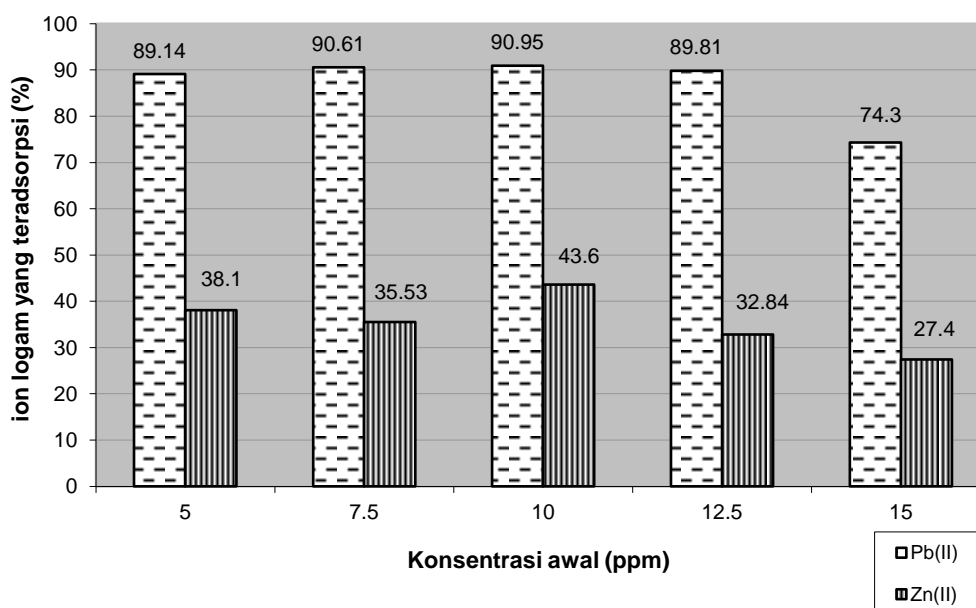
Gambar 2 menunjukkan jumlah Zn²⁺ yang teradsorpsi pada biomassa meningkat

seiring dengan bertambahnya konsentrasi Zn²⁺ dan Pb²⁺. Kadar Zn²⁺ meningkat cukup tajam mulai dari konsentrasi 5 ppm hingga 10 ppm. Selanjutnya, setelah konsentrasinya mencapai 10 ppm, kenaikan konsentrasi Zn²⁺ relatif tidak banyak menaikkan jumlah logam yang teradsorpsi, bahkan cenderung turun. Pada ion Pb²⁺ peningkatan yang relatif tajam terjadi pada konsentrasi 5 ppm sampai 12,5 ppm dan setelah itu adsorpsi Pb²⁺ relatif konstan. Kapasitas adsorpsi biomassa konsentrasi awal 10 ppm sebesar 9,095 ppm untuk Pb²⁺ dan 4,36 ppm untuk Zn²⁺.

Gambar 2 memperlihatkan perbedaan jumlah Pb²⁺ yang teradsorpsi lebih banyak dibandingkan jumlah Zn²⁺ yang teradsorpsi. Perbedaan ini tidak dapat dijelaskan berdasarkan kekuatan pembentukan kompleks antara logam dengan ligan. Kekuatan pembentukan kompleks ini salah satunya bergantung pada kemampuan polarisasi dari ion-ion tersebut yaitu perbandingan antara muatan dan jari-jari ionnya. Timbal mempunyai jari-jari ion 1,20 Å sedangkan ion seng jari-jari ionnya 0,74 Å. Menurut Jasmidi et al., (2002) ion yang berukuran lebih kecil akan menghasilkan interaksi yang kuat dengan ligan karena mempunyai kemampuan polarisasi yang tinggi. Pada penelitian ini hal itu tidak terjadi Pb²⁺ yang

jari-jari ionnya lebih besar lebih banyak teradsorpsi pada biomassa *I. cylindrica* dibandingkan ion seng yang jari-jari ionnya lebih kecil. Fakta ini dapat dijelaskan berdasarkan sifat keasaman logam tersebut.

Amri et al., (2004) mengemukakan prinsip HSAB (*Hard and Soft Acid Bases*) dengan mengklasifikasikan asam basa Lewis menurut sifat kuat dan lemahnya. Kation yang bersifat asam kuat akan berinteraksi kuat dengan ligan yang bersifat basa kuat. Sebaliknya kation yang bersifat asam lemah akan berinteraksi kuat dengan ligan yang bersifat basa lemah. Ion timbal dan ion seng bersifat asam antara, tetapi Pb²⁺ cenderung bersifat lebih asam lemah dibandingkan dengan Zn²⁺. Berdasarkan prinsip tersebut Pb²⁺ akan berinteraksi lebih kuat dengan ligan basa lemah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Pb²⁺ lebih banyak teradsorpsi pada biomassa sehingga dapat dikatakan bahwa ligan yang terdapat dalam dinding sel biomassa bersifat basa lemah. Oleh karena itu jumlah Pb²⁺ yang teradsorpsi pada biomassa lebih besar daripada Zn²⁺. Hal ini sesuai dengan penelitian Jasmidi et al., (2002) tentang biosorpsi Pb(II) dan Zn(II) oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae*. Penelitian Igwe et al., (2005) juga menyatakan bahwa Pb²⁺ lebih banyak teradsorpsi dibanding Zn²⁺ dan Cd²⁺.



Gambar 2. Pengaruh konsentrasi awal terhadap adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ pada biomassa *I. cylindrica*

Pengaruh Waktu kontak optimum

Faktor lain yang juga sangat berpengaruh terhadap adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ pada biomassa adalah waktu. Untuk mencapai keadaan kesetimbangan (adsorpsi maksimum) logam oleh adsorben, maka diperlukan rentang waktu. Pada rentang waktu tertentu akan terjadi kesetimbangan antara adsorben (biomassa) dan adsorbat (logam), di mana waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan kesetimbangan ini disebut sebagai waktu optimum penyerapan logam berat (Lestari et al., 2003).

Jumlah logam yang teradsorpsi meningkat seiring pertambahan waktu sampai pada suatu titik, dimana seluruh situs aktif pada biomassa telah jenuh oleh logam, maka jumlah logam yang teradsorpsi tidak mengalami perubahan yang signifikan. Untuk mempelajari pengaruh waktu terhadap adsorpsi logam dengan biomassa maka diinteraksikan larutan dengan biomassa pada beberapa variasi waktu, yaitu pada 20, 30, 40, 50 dan 60 menit, yang ditunjukkan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan Pb²⁺ dan Zn²⁺ sudah dapat teradsorpsi pada biomassa dalam waktu yang relatif singkat, yaitu 20 menit pertama. Pada 20 menit pertama sudah terjadi lonjakan adsorpsi yang relative tinggi. Adsorpsi Pb²⁺ pada biomassa terus meningkat sampai 40 menit dan adsorpsi Zn²⁺ pada 30 menit, kemudian mengalami penurunan setelah interaksinya stabil. Adsorpsi maksimum untuk Pb²⁺ terjadi pada 40 menit sedangkan untuk Zn²⁺ terjadi pada waktu 30 menit. Waktu yang diperlukan pada proses adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ oleh biomassa relatif singkat. Hal ini disebabkan interaksi yang terjadi merupakan interaksi pasif yang tidak melibatkan proses metabolisme (Lestari et al., 2003). Pada waktu 20 menit Pb²⁺ yang teradsorpsi sebesar 94.77% sedangkan Zn²⁺ yang teradsorpsi sebesar 49.90%. Adsorpsi maksimum Pb²⁺ pada biomassa sebesar 96.54% pada 40 menit dan adsorpsi maksimum Zn²⁺ sebesar 50.20% pada 30 menit.

Berdasarkan Gambar 3 diatas, setelah melewati waktu optimum, maka interaksi akan berjalan stabil. Berdasarkan penelitian Susilawati (2006) menunjukkan bahwa waktu

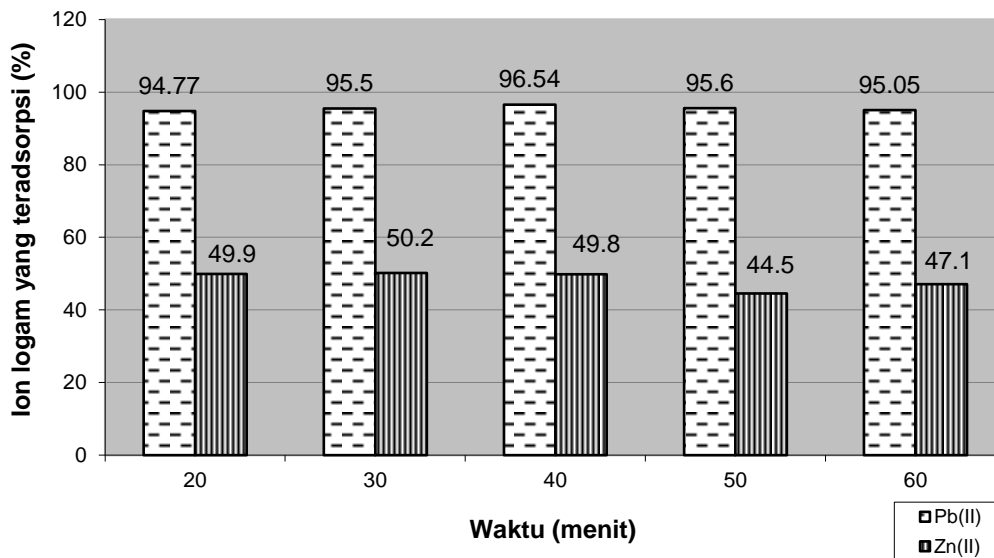
optimum adsorpsi Cu²⁺ pada biomassa *Hydrilla verticillata* terjadi pada waktu 15 menit dan adsorpsi maksimum terjadi pada waktu 30 menit. Hasil penelitian tersebut tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa waktu optimum biomassa untuk adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ masing masing terjadi pada waktu 40 menit dan 20 menit.

Pengikatan ion logam umumnya terjadi pada awal-awal reaksi dan pada reaksi selanjutnya akan berjalan seragam, atau bahkan bisa terjadi penurunan karena dinding sel biomassa sudah mengalami dekomposisi lebih lanjut (Jasmidi et al., 2002). Adsorpsi ion logam pada dinding sel biomassa disebabkan karena terjadinya ikatan pada permukaan dinding sel (*surface-binding*), melalui mekanisme fisika dan kimia, seperti pertukaran ion dan pembentukan kompleks.

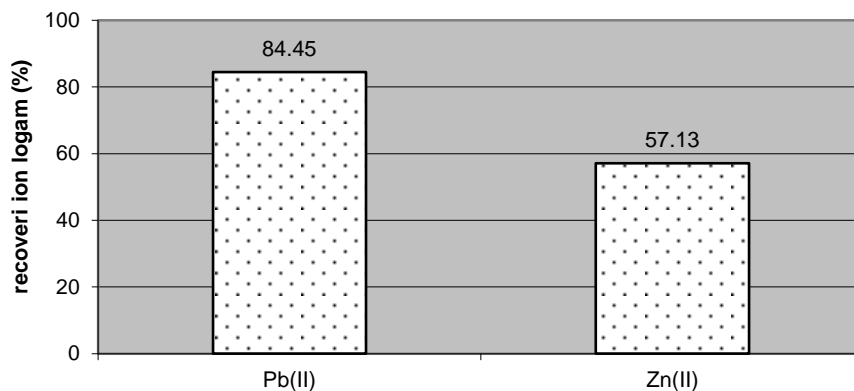
Data yang diperoleh menunjukkan bahwa jumlah Pb²⁺ dan Zn²⁺ yang teradsorpsi pada biomassa sangat berbeda jauh. Berarti terjadi persaingan antara Pb²⁺ dan Zn²⁺ untuk dapat teradsorpsi pada biomassa. Ion Pb²⁺ lebih banyak teradsorpsi daripada ion Zn²⁺, hal ini dapat dijelaskan berdasarkan perbandingan keasamannya. Secara umum, kation yang bersifat asam kuat akan berinteraksi kuat dengan ligan yang bersifat basa keras, sebaliknya kation yang bersifat asam lemah akan berinteraksi kuat dengan ligan yang bersifat basa lemah (Amri et al., 2004). Ion timbal bersifat asam yang lebih lemah dibandingkan ion seng, sehingga ion timbal akan dengan mudah berinteraksi dengan ligan basa lemah yang terdapat dalam dinding sel biomassa.

Recovery ion logam

Proses *recovery* berkaitan dengan proses pelepasan ion logam (Pb²⁺ dan Zn²⁺) yang terikat pada biomassa. Proses *recovery* dilakukan dengan melarutkan biomassa yang telah terikat logam dalam larutan asam encer yaitu HCl 0,1 M. Penggunaan HCl dengan konsentrasi di atas 0,1 M dapat merusak biomassa (Susanti et al., 2004). Hasil perolehan kembali (*recovery*) adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ pada biomassa dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 3. Pengaruh waktu terhadap adsorpsi Pb²⁺ dan Zn²⁺ pada biomassa *I. cylindrica*



Gambar 4. Hasil *recovery* Pb²⁺ dan Zn²⁺ yang teradsorpsi pada biomassa *I. cylindrica*.

Konsentrasi Pb²⁺ dan Zn²⁺ yang dapat diperoleh kembali (*recovery*) dapat dilihat pada Gambar 4. Jumlah Zn²⁺ yang dapat diperoleh kembali hanya 57,13%, berarti hanya sebagian saja Zn²⁺ yang dapat terlepas dari biomassa *I. cylindrica*. Jumlah Pb²⁺ yang dapat diperoleh kembali adalah 84,45%, berarti Pb²⁺ dapat terlepas dengan mudah dari biomassa *I. cylindrica* setelah perlakuan dengan HCl. Perlakuan dengan HCl pada proses ini bertujuan untuk melepaskan ion logam yang terikat pada dinding sel biomassa melalui mekanisme pertukaran ion. Proses terikatnya Pb²⁺ pada dinding sel biomassa *I. cylindrica* terjadi melalui

mekanisme pertukaran ion saja sehingga dapat dengan mudah lepas dari dinding sel tersebut melalui pertukaran ion H⁺.

Hal ini juga dapat dijelaskan berdasarkan kemampuan polarisasinya. Menurut Jasmidi et al., (2002), menyatakan bahwa kation dengan kemampuan polarisasi yang tinggi merupakan pusat muatan positif yang berkepadatan tinggi menghasilkan interaksi yang kuat dengan ligan dan ion yang berukuran kecil bermuatan tinggi akan memiliki kekuatan ikatan yang makin besar daripada ion yang berukuran besar bermuatan rendah. Timbal yang bermuatan +2 jari-jari ionnya 1,20 Å dan seng bermuatan

+2 jari-jari ionnya 0,74 Å, karena jari-jari ion seng jauh lebih kecil timbal maka ion seng mempunyai kemampuan polarisasi yang lebih tinggi akibatnya interaksi ion seng dengan ligan-ligan pada dinding sel biomassa *I. cylindrica* lebih kuat daripada ion timbal. Oleh karena itu ion seng lebih sulit untuk dilepaskan dari dinding sel hanya melalui proses pertukaran ion saja.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah dipaparkan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. pH optimum adsorpsi biomassa *I. cylindrica* terhadap Pb²⁺ adalah pH 5 dan Zn²⁺ adalah pH 6 .
2. Kapasitas adsorpsi biomassa *I. cylindrica* terhadap Pb²⁺ dan Zn²⁺ pada konsentrasi awal 10 ppm masing-masing adalah 90.95% dan 43.60%.
3. Waktu optimum adsorpsi biomassa *I. cylindrica* terhadap Pb²⁺ terjadi pada 40 menit dan Zn²⁺ terjadi pada waktu 20 menit.
4. Perolehan kembali (*recovery*) adsorpsi campuran Pb²⁺ dan Zn²⁺ masing-masing adalah 84,45% dan 57,13%.

DAFTAR PUSTAKA

1. Amri, A., Supranto, & M. Fahrurrozi. 2004. Kesetimbangan Adsorpsi Optional Campuran Biner Cd(II) dan Cr(III) dengan Zeolit Alam Terimpregnasi 2-merkaptobenzotiazol. *Jurnal Natur Indonesia* 6(2) : 111 – 117.
2. Baig, T.H., A.E. Garcia, K.J. Tiemann, & J.L. Gardea-Torresdey. 1999. Adsorption of Heavy Metal Ions by the Biomass of *Solanum elaeagnifolium* (Silverleaf nightshade). *Proceedings of the 1999 Conference on Hazardous Waste Research* : 131 - 142.
3. Filipovic-Kovacevic, Z., L. Sipos, & F. Briski . 2000. Biosorption of Chromium, Copper, Nickel and Zinc Ions onto Fungal Pellets of *Aspergillus niger* 405 from Aqueous Solution. *Food, Technology, Biotechnology*, 38 (3) : 211-216.
4. Gardea-Torresdey, J.L., J.H. Gonzalez, K.J. Tiemann, & O. Rodriguez. 1998. Biosorption of Cadmium, Chromium, Lead, and Zinc By Biomass of *Medicago sativa* (Alfalfa). *Journal of Hazardous Materials*, 57: 29-39.
5. Horsfall, M & A.I. Spiff. 2004. Studies on The Effect of pH on The Sorption of Pb²⁺ and Cd²⁺ Ions from Aqueous Solutions by *Caladium bicolor* (Wild cocoyam) Biomass. *Electronic Journal of Biotechnology*, 7 (3) : 313-323.
6. Igwe J.C, D.N. Ogunewe, & A.A. Abia. 2005. Competitive adsorption of Zn(II), Cd(II) and Pb(II) Ions from Aqueous and Non-aqueous Solution by Maize Cob and Husk. *African Journal of Biotechnology*, 4 (10) : 1113-1116.
7. Jasmidi, E. Sugiharto, & Mudjiran. 2002. Pengaruh Lama dan Kondisi Penyimpanan Biomassa terhadap Biosorpsi Timbal (II) dan Seng (II) oleh Biomassa *Saccharomyces cerevisiae*. *Indonesian Journal of Chemistry* : 11-15.
8. Lestari, S., E. Sugiharto, & asir. 2003. Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang Terimobilkan pada Silika Gel terhadap Tembaga (II). *Teknosains*, 16A (3): 357-371.
9. Raya, I., Narsito, & B. Rusdiarso. 2001. Kinetika Adsorpsi Ion Logam Aluminium (III) dan Kromium (III) oleh Biomassa *Chaetoceros calcitrans* yang Terimobilkan pada Silika Gel. *Indonesian Journal of Chemistry*, 1 (1) : 1-6.
10. Susanti, EN Zakia & Y Utomo. 2004. Biosorpsi Ion Logam Berat oleh Ragi Roti. *Forum Penelitian Kependidikan* 16(1): 37-50.
11. Susilawati, E. 2006. Kajian adsorpsi Cu²⁺ pada biomassa *Hydrilla verticillata*. Skripsi. Fmipa Unlam.