

ADSORPSI LOGAM Cd, Cu DAN Pb DENGAN MENGGUNAKAN HIDROKSIAPATIT (HA) SEBAGAI ADSORBAN

Kendro Prasetyo¹⁾, Yelmida Azis²⁾, Komalasari²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Laboratorium Dasar Teknik II

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

E-mail: kendro.prasetyo@student.unri.ac.id

ABSTRACT

This study investigated the ability of hydroxyapatite (HA) to adsorb aqueous Cd²⁺, Pb²⁺ and Cu²⁺ metal ions from single-metal and multi-metal ions reaction systems. Hydroxyapatite as adsorbent made from wasted-eggshell through precipitate calcium carbonate (PCC) processes. Based on AAS as instrumentation, show that in single metal ions adsorption, the sorption affinity of HA for Pb(II) is always higher than that for Cu(II) and for Cd(II); the sorption maxima for the Cd²⁺, Pb²⁺ and Cu²⁺ metal ions follow the order Pb²⁺ > Cu²⁺ > Cd²⁺. The greatest sorption percentage of Pb(II) is 99,338% ; Cu(II) is 95,403% and Cd(II) is 86,343%. The sorption affinity of HA for metal ions follow the order Pb²⁺ > Cu²⁺ > Cd²⁺, this could be inversely proportional to the hydrated ionic radii as Pb²⁺ (4.01 Å) < Cu²⁺ (4.19 Å) < Cd²⁺ (4.26 Å).

Keywords: *hydroxyapatite (HA), Cd, Pb, Cu, competitive adsorption, adsorption selectivity, hydrated ionic radii*

1. PENDAHULUAN

Limbah yang dihasilkan dari proses produksi umumnya mengandung ion-ion logam berat yang dapat menjadi sangat berbahaya karena tidak dapat terdegradasi dan akan terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup, menyebabkan penyakit dan disfungsi organ (Zamani, et al., 2013). Zinc [Zn(II)], timbal [Pb(II)] dan tembaga [Cu(II)] merupakan logam berat yang berbahaya bagi tubuh. Metode pemisahan ion logam yang terlarut dalam limbah cair industri telah dikembangkan beberapa tahun terakhir. Metode seperti *chemical precipitation*, *coagulation precipitation* dan *ion exchange* yang digunakan untuk pemisahan logam terlarut ternyata menghasilkan jumlah buangan *sludge* yang banyak sehingga tidak efektif untuk air limbah dengan kandungan ion logam yang sedikit (Khraisheh, et al., 2004; Yavuz, et al., 2003; Alemayehu & Lennartz, 2010). Metode lainnya lagi seperti *membrane*

filtration, *reverse osmosis*, *electro dialysis*, *membrane electrolysis* dan *electrochemical precipitation* membutuhkan biaya material dan biaya operasi yang tinggi (Alemayehu & Lennartz, 2010). Aplikasi pemisahan ion logam terlarut dalam limbah cair harus selektif dengan biaya operasi yang murah. Adsorpsi merupakan salah satu teknologi pemisahan ion logam terlarut dalam limbah cair yang mudah penanganannya dan sangat efektif (Ponnusamy, 2013). Adsorban seperti *activated carbon* (Zaini, et al., 2010), *clay* (Abu-Eishah, 2008), *activated alumina* (Bishnoi, et al., 2004), *chitosan* (Paulino, et al., 2007), *silica* (Aguado, et al., 2009), *zeolite* (Motsi, et al., 2011) dan hidroksiapatit (Liao, et al., 2010) sudah digunakan untuk pemisahan ion logam dalam limbah cair. Salah satu adsorban yang dikembangkan adalah hidroksiapatit (HA) karena dapat dibuat dari limbah cangkang telur (Wardani, et al., 2015). Hidroksiapatit (HA) adalah bentuk mineral alami dari

kalsium apatit dengan rumus $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, namun biasanya ditulis $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$. Ion OH^- dapat diganti dengan fluorida, klorida dan karbonat. Bubuk hidroksiapatit murni berwarna putih. HA merupakan salah satu senyawa kalsium fosfat, oleh karena itu sintesis senyawa hidroksiapatit dapat diperoleh dengan mencampurkan prekursor kalsium dengan prekursor fosfat (Wardani, et al., 2015).

2. BAHAN DAN METODOLOGI

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah larutan logam dengan konsentrasi 10 ppm dan adsorban hidroksiapatit. Larutan logam dibuat dengan mencampurkan air demineralisasi dengan logam dalam senyawa nitratnya yaitu $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Alat yang digunakan untuk pembuatan bahan dan proses adsorpsi meliputi timbangan digital, cawan arlogi, labu ukur, gelas piala, pengaduk magnetik, gelas ukur, pipet ukur beserta *bulb*, *stopwatch*, tabung reaksi dan instrumentasi AAS.

2.2 Proses Adsorpsi

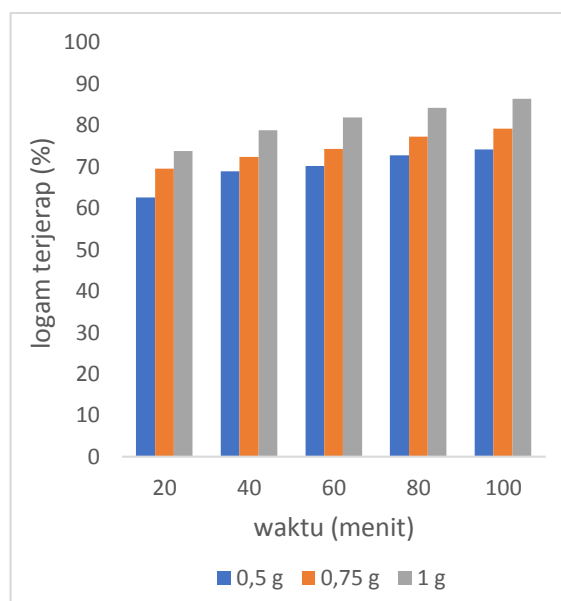
Masing - masing larutan logam (Cd, Cu, Pb) dengan konsentrasi 10 ppm dimasukkan secara terpisah ke dalam gelas piala sebanyak 250 mL dan dicampurkan dengan massa adsorban HA (0,5g; 0,75g; 1,0g) yang telah disediakan. Gelas piala diletakkan pada *hot plate* yang dilengkapi dengan pengaduk magnetik. Kecepatan pengadukan diatur pada 200 rpm dan lama pengadukan adalah 100 menit. Pengambilan sampel uji dilakukan setiap 20 menit sekali. Sampel diambil sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sampel kemudian diuji dengan alat spektrofotometer (AAS) untuk mengetahui konsentrasi logam setelah penjerapan dari panjang gelombangnya. Proses adsorpsi logam campuran dilakukan dengan metodologi yang sama dengan proses adsorpsi masing – masing logam. Sebanyak 250 mL larutan yang mengandung 10 ppm logam Cd, Cu dan Pb dimasukkan ke dalam gelas piala. Larutan logam tersebut

dicampurkan dengan adsorban hidroksiapatit dengan massa yang sudah ditentukan (0,5g; 0,75g; 1,0g). Gelas piala diletakkan pada *hot plate* yang dilengkapi dengan pengaduk magnetik. Kecepatan pengadukan diatur pada 200 rpm dan lama pengadukan adalah 100 menit. Pengambilan sampel uji dilakukan setiap 20 menit sekali. Sampel diambil sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Sampel kemudian diuji dengan alat spektrofotometer (AAS) untuk mengetahui konsentrasi logam setelah penjerapan dari panjang gelombangnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Massa Hidroksiapatit dengan Penjerapan Logam

Data hasil uji logam sisa menunjukkan bahwa semakin banyak massa hidroksiapatit yang ditambahkan maka semakin sedikit logam yang tersisa di dalam larutannya. Waktu adsorpsi juga berpengaruh kepada kandungan logam yang tersisa, dimana semakin lama waktu adsorpsi maka semakin sedikit logam yang tersisa di dalam larutannya. Semakin sedikit logam yang



Gambar 1. Pengaruh Massa Hidroksiapatit dengan Penjerapan Ion Logam Cd^{2+}

tersisa dalam larutannya menandakan semakin banyak logam tersebut berhasil

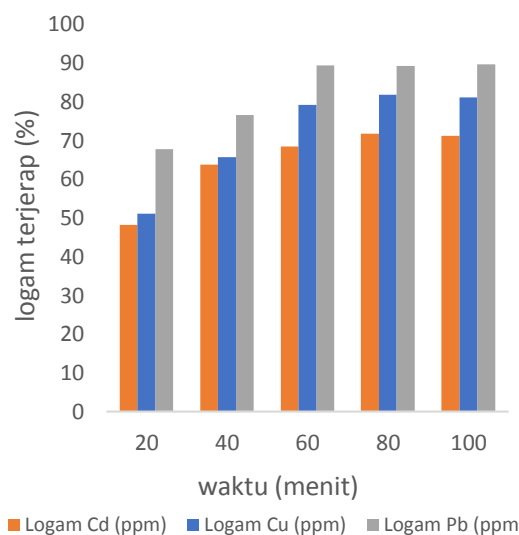
terjerap oleh adsorbannya. Grafik penjerapan logam Cd dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 menunjukkan semakin lama waktu adsorpsi dilakukan maka semakin banyak logam Cd yang berhasil terjerap. Sama halnya dengan massa juga berbanding lurus dengan jumlah logam yang terjerap, dimana semakin banyak massa adsorban maka semakin banyak juga logam Cd yang terjerap. Untuk massa adsorban 0,5; 0,75 dan 1,0 gram lama penjerapan efektif adalah di atas 100 menit. Banyaknya logam Cd yang berhasil terjerap pada massa adsorban 0,5 gram adalah 74,12%; pada massa adsorban 0,75 gram adalah 79,17% dan pada massa adsorban 1,0 gram adalah 86,34%.

Hal yang sama juga dihasilkan pada penjerapan logam Cu dan Pb, dimana semakin banyak massa adsorban yang digunakan maka penjerapan ion logam menjadi lebih banyak. Banyaknya logam Cu yang berhasil terjerap pada massa adsorban 0,5 gram adalah 81,23%; pada massa adsorban 0,75 gram adalah 92,56% dan pada massa adsorban 1,0 gram adalah 95,40%. Sedangkan logam Pb yang berhasil terjerap pada massa adsorban 0,5 gram adalah 87,77%; pada massa adsorban 0,75 gram adalah 93,45% dan pada massa adsorban 1,0 gram adalah 99,44%.

3.2 Penyerapan Logam Campuran Cu, Cd dan Pb dengan Adsorban Hidroksiapatit

Data hasil uji sisa logam campuran juga menunjukkan bahwa semakin banyak massa hidroksiapatit yang ditambahkan maka semakin sedikit logam campuran yang tersisa di dalam larutannya. Waktu adsorpsi juga berpengaruh kepada kandungan logam yang tersisa, dimana semakin lama waktu adsorpsi maka semakin sedikit logam yang tersisa di dalam larutannya. Semakin sedikit logam yang tersisa dalam larutannya menandakan semakin banyak logam tersebut berhasil terjerap oleh adsorbannya. Gambar 2 menunjukkan perbandingan banyak logam campuran yang berhasil terjerap dengan massa adsorban 1,0 gram.



Gambar 2.Penyerapan Logam Campuran Cu, Cd dan Pb dengan Adsorban Hidroksiapatit

Untuk massa adsorban 1,0 gram, waktu penjerapan yang efektif untuk logam Cd dan Cu adalah pada 80 menit sedangkan untuk logam Pb adalah 60 menit. Banyak logam Cd yang berhasil terjerap adalah 71,17%; banyak logam Cu yang berhasil terjerap adalah 81,17 dan banyak logam Pb yang berhasil terjerap adalah 89,73%. Jika dibandingkan dengan logam yang lain, Pb merupakan logam yang paling banyak terjerap oleh adsorban hidroksiapatit, diikuti dengan logam Cu dan logam Cd. Hasil yang sama juga ditunjukkan pada penggunaan massa adsorban 0,5g dan 0,75g dimana potensi penjerapan logam mengikuti pola $Pb > Cu > Cd$, pola ini berbanding terbalik dengan besar jari – jari logam terlarut dari Cd, Cu dan Pb yaitu $Cd (4,26\text{\AA}) > Cu (4,19\text{\AA}) > Pb (4,01\text{\AA})$. Hillel (1998) menjelaskan semakin banyak jumlah elektron valensi serta semakin kecil jari – jari ion logam, maka semakin kuat pula ikatan dari logam terhadap adsorbannya. Hal yang sama juga disimpulkan Chen, dkk (2010) bahwa adsorpsi logam Cd, Cu dan Pb dengan menggunakan hidroksiapatit pada pH 7,2 adalah mengikuti pola $Pb > Cu > Cd$ (Chen, et al., 2010).

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu hidroksiapatit dapat

digunakan sebagai media adsorpsi (adsorban) untuk mengadsorpsi logam Cu, Cd dan Pb. Massa adsorban mempengaruhi banyaknya adsorbate yang dapat dijerap. Semakin banyak massa adsorban maka semakin banyak pula ion – ion logam (adsorbate) yang terjerap. Dari penelitian ini massa adsorban yang paling banyak adalah 1,0 gram. Berdasarkan hasil penelitian, logam yang paling banyak dijerap oleh hidroksiapatit sebagai adsorban mengikuti pola $Pb > Cu > Cd$, yaitu $99,44\% > 95,40\% > 86,34\%$ pola ini berbanding terbalik dengan besar jari – jari logam terlarut dari Cd, Cu dan Pb yaitu $Cd (4,26\text{\AA}) > Cu (4,19\text{\AA}) > Pb (4,01\text{\AA})$.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing dan yang bersangkutan karena telah memberikan masukan dan arahan serta bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Eishah, S. I. (2008). Removal of Zn, Cd, and Pb Ions from Water by Sarooj Clay. *Applied Clay Science*, 42, 201-205.
- Aguado, J., Arsuaga, J. M., Arencibia, A., Lindo, M., & Gascon, V. (2009). Aqueous Heavy metals Removal by Adsorption on Amine-Functionalized Mesoporous Silica. *Journal of Hazardous Materials*, 163, 213-221.
- Alemayehu, E., & Lennartz, B. (2010). Adsorptive Removal of Nickel from Water Using Volcanic Rocks. *Applied Geochemistry*, 25, 1596-1602.
- Bishnoi, N. R., Bajaj, M., Sharma, N., & Gupta, A. (2004). Adsorption of Cr(VI) on Activated Rice Husk Carbon and Activated Alumina. *Bioresource Technology*, 91(3), 305-307.
- Khraisheh, M. A., Al-degs, Y. S., & McMinn, W. A. (2004). Remediation of Wastewater Containing Heavy Metals Using Raw and Modified Diatomite. *Chemical Engineering Journals*, 99, 177-184.
- Liao, D., Zheng, W., Li, X., Yang, Q., Yue, X., Guo, L., & Zeng, G. (2010). Removal of Lead(II) from Aqueous Solutions Using Carbonate Hydroxapatite Extracted from Eggshell Waste. *Journal of Hazardous Materials*, 177, 126-130.
- Motsi, T., Rowson, N. A., & Simmons, M. J. (2011). Kinetic Studies of the Removal of Heavy Metals from Acid Mine Drainage by Natural Zeolite. *International Journal of Mineral Processing*, 101, 42-49.
- Paulino, A. T., Guilherme, M. R., Reis, A. V., Tambourgi, E. B., Nozaki, J., & Muniz, E. C. (2007). Capacity of Adsorption of Pb and Ni from Aqueous Solution by Chitosan Produced from SilkWorm Chrysalides in Different Degree of Deacetylation. *Journal of Hazardous Materials*, 147, 139-147.
- Ponnusamy, S. K. (2013). Adsorption of Zn(II) Ions from Aqueous Environment by Surface Modified Strychnos Potatorum Seeds, A Low Cost Adsorbent. *Polish Journal of Chemical Technology*, 15(3), 35-41.
- Wardani, N. S., Fadli, A., & Irdoni. (2015). Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Telur dengan Metode Presipitasi. *JOM FTEKNIK*, 2, 1-6.
- Yavuz, O., Altunkaynak, Y., & Guzel, F. (2003). Removal of Copper, Nickel, Cobalt and Manganese from Aqueous Solution by Kaolinite. *Water Research*, 37(4), 948-952.
- Zaini, M. A., Amano, Y., & Machida, M. (2010). Adsorption of Heavy Metals onto Activated Carbons Derived from Polyacrylonitrile Fiber. *Journal of Hazardous Materials*, 180, 552-560.
- Zamani, S., Salahi, E., & Mobasherpour, I. (2013). Removal of Nickel from Aqueous Solution by Nano Hydroxyapatite Originated from Persian Gulf Corals. *Canadian Chemical Transactions*, 1(3), 173-190.