

Kinetika Adsorpsi pada Penjerapan Ion Timbal Pb^{2+} Terlarut dalam Air Menggunakan Partikel *Hydroxyapatite*

Fernando Susilo¹⁾, Ahmad Fadli²⁾, Silvia Reni Yenti³⁾

¹⁾Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia S1, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas KM 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293
E-mail: Fernandosusilo@gmail.com

ABSTRACT

This research are to observe the effect of mass adsorbent (hydroxyapatite) and temperature in adsorption of metal ions Pb^{2+} using adsorbent hydroxyapatite (HAp) and determine a suitable adsorption kinetics model. Pb^{2+} solution 9,982 mg/L of 500 mL where mixed with variation of mass HAp (0.3 g, 0.5 g and 0.9 g) in a glass beaker while stirred with rate 100 rpm at variation temperature (27, 40, and 50 °C). Pb^{2+} solution was taken at a certain time, then the solution filtered and analyzed by atomic absorption spectrophotometer (AAS). The result showed that the adsorption of metal ions is pseudo second order reaction with the higher mass of adsorbent and with lower temperature. In this research maximum constant value of adsorption kinetic was 0.2758 g/mg.min obtained with mass of adsorbent 0.9 g and temperature of 27 °C. While minimum value of adsorption kinetics constant 0.0389 g/mg.min obtained with mass of adsorbent 0.3 g and temperature of 50 °C.

Keywords: Adsorption, Hydroxyapatite, Kinetic, Timbale.

1. PENDAHULUAN

Pencemaran yang dapat ditimbulkan oleh limbah ada bermacam - macam bentuk. Limbah - limbah yang sangat beracun pada umumnya merupakan limbah kimia. Senyawa kimia yang sangat beracun bagi organisme hidup dan manusia adalah senyawa-senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam - logam berat. Keberadaan logam berat di lingkungan dapat menyebabkan masalah lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius, dikarenakan dalam konsentrasi tertentu dapat memberikan efek toksik (Zamani, et al., 2013).

Metode pemisahan ion logam yang terlarut dalam limbah cair industri telah dikembangkan beberapa tahun kebelakang. 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 (Alemayehu dan 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 dan Lennartz, 2010).

Adsorpsi sebagai suatu metoda yang lebih efektif untuk menyerap logam berat dari air limbah. Pengembangan adsorban yang murah dan berdaya adsorpsi tinggi sangat penting untuk teknologi pemisahan ion logam berat dalam limbah cair (Prasetyo, et al., 2018), *Hydroxyapatite* (HAp) adalah bentuk mineral alami dari kalsium apatit dengan rumus $Ca_5(PO_4)_3OH$, namun biasanya ditulis $Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2$ untuk menunjukkan bahwa sel satuan kristal terdiri dari dua entitas. Ion OH^- dapat diganti dengan fluorida, klorida dan karbonat (Wardani, et al., 2015). Beberapa keunggulan menggunakan *hydroxyapatite* sebagai adsorban adalah ukuran diameter pori yang kecil, kapasitas penyerapan yang tinggi, kelarutan dalam air yang rendah dan stabilitas kimia termal yang tinggi. *Hydroxyapatite* telah banyak diterapkan dalam penyerapan logam-logam berat (Prasetyo, et al., 2018).

Tujuan dari penelitian ini adalah mempelajari pengaruh HAp sebagai adsorban terhadap penjerapan ion timbal (Pb^{2+}) dengan memvariasikan massa HAp dan temperature dan menentukan model kinetika adsorpsi yang sesuai.

2. BAHAN DAN METODOLOGI

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah larutan logam dengan konsentrasi 10 ppm dan adsorban *hydroxyapatite*. Larutan logam dibuat dengan mencampurkan air demineralisasi dengan logam dalam senyawa nitratnya yaitu $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. 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

Larutan logam dengan konsentrasi 10ppm dimasukkan secara terpisah ke dalam gelas piala sebanyak 1000 mL dan dengan massa adsorban HAp 0.3 g yang telah disediakan. Gelas piala diletakkan pada *hot plate* yang dilengkapi dengan pengaduk magnetik. Kecepatan pengadukan diatur pada 100 rpm. Sampel larutan diambil dengan selang waktu 1 menit pada 5 menit pertama setelah itu selang 5 menit sampai menit ke 20 dan larutan diambil sebanyak 10 mL lalu dimasukkan ke botol sampel dan disaring. Untuk tahapan variasi 0.5 g dan 0.9 g tahapannya sama dengan 0.3 g. Untuk variasi temperature hampir sama dengan tahap pada variasi massa adsorban, hanya saja larutan sampel Pb^{2+} divariasikan temperatur menjadi (27, 40, dan 50 °C) yang merupakan variabel bebas dengan waktu pengambilan sampel larutan diambil sesuai selang waktu 1 menit pada 5 menit pertama setelah itu selang 5 menit sampai menit ke 20 dan larutan diambil sebanyak 10 mL lalu dimasukkan ke botol sampel dan disaring, kemudian filtrat dianalisa dengan AAS.

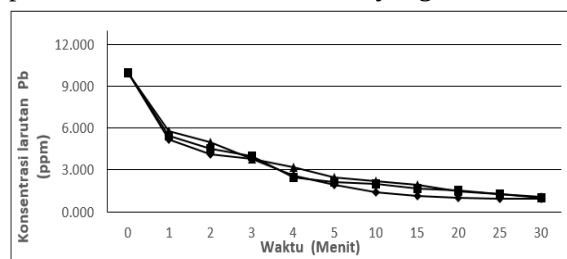
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengaruh Waktu terhadap Konsentrasi Pb^{2+}

Larutan logam Pb dibuat dengan melarutkan $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dengan aquades dengan konsentrasi logam Pb yang diperoleh adalah 9.982 mg/L. Larutan tersebut ditambahkan *hydroxyapatite* untuk menyerap ion timbal yang terlarut. Seiring berlangsungnya proses adsorpsi maka akan terjadi penurunan konsentrasi logam Pb setiap waktunya yang dapat dilihat pada Gambar 3.1.

Gambar3.1. Perubahan Konsentrasi Logam Larutan

Konsentrasi awal larutan adsorbat sebesar 9,982 mg/L terus mengalami penurunan, namun pada menit ke-10 konsentrasi adsorbat bersifat konstan, dimana tidak ada lagi perubahan konsentrasi reaktan yang terkonversi



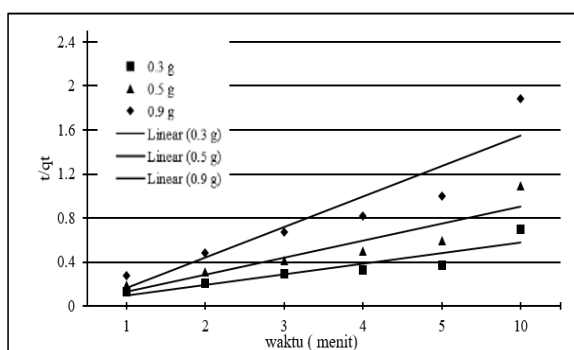
menjadi produk. Dari gambar 3.1 terlihat seiring waktu adsorpsi maka konsentrasi logam Pb menurun. Pada waktu adsorpsi menit ke-1 menuju menit ke-2 masih terjadi penurunan konsentrasi logam Pb yang signifikan. Pada waktu adsorpsi menit ke-3 menuju menit ke-4 selisih penurunan konsentrasi sudah tidak terlalu jauh, Sehingga pada menit ke-4 menuju menit ke-5 konsentrasi logam Pb sudah mendekati konstan. Pada menit ke-10, konsentrasi Pb sudah konstan sehingga waktu ini merupakan waktu kesetimbangan. Jumlah konsentrasi logam adsorbat terkecil yang masih terdapat didalam filtrat pada menit ke-10 dengan kondisi proses pada suhu 27°C dengan massa HAp yaitu 0.9 g dan mendapatkan konsentrasi adsorbat sebesar 0.411 mg/L. Sama halnya dengan massa 0.3 g dan 0.5 g juga mengalami penurunan seiring waktu adsorpsi berlangsung dengan masing-masing konsentrasi akhirnya sebesar 1.425mg/L dan 0,817mg/L. ini membutuhkan nilai adsorpsi meningkat seiring dengan meningkatnya massa dari adsorban. Tetapi lain halnya untuk temperatur, peningkatan pada temperatur larutan menyebabkan kapasitas penyerapan semakin kecil. Menurut Ismadji dan Bhatia (2000), suhu memainkan peranan penting dalam adsorpsi, umumnya memiliki pengaruh pada jumlah yang terjerap. Seiring dengan naiknya suhu, kelarutan adsorbat juga naik, gaya tarik antara zat terlarut dengan pelarut menjadi lebih kuat dari pada zat terlarut dengan adsorban, akibatnya zat terlarut lebih sulit untuk diserap.

3.2 Pengujian Orde Kinetika Adsorpsi

Proses adsorpsi dilakukan pada variasi massa yaitu HAp 0.3, 0.5 dan 0.9 g pada konsentrasi larutan 9.982 mg/L. Kinetika adsorpsi mengikuti model kinetika order dua

semu, untuk melihat pengaruh massa terhadap konstanta laju adsorpsi penyerapan

Berdasarkan Gambar 3.2 terlihat bahwa konsentrasi logam Pb didalam larutan pada temperatur 27, 40, dan 50 °C dan massa HAP 0.3, 0.5, dan 0.9 g pada penelitian ini dibandingkan model yang digunakan menunjukkan ralat sebesar 5.59% sampai 24.54%



Gambar 3.2. Hubungan Konsentrasi Logam Pb Terhadap Waktu Pada Temperatur 27 °C Untuk Orde 2 semu

4. KESIMPULAN

Proses adsorpsi Pb^{2+} yang terlarut dalam air direaksikan menggunakan *hydroxyapatite* dipengaruhi oleh massa dan temperatur. Model kinetika adsorpsi yang sesuai untuk proses penyerapan ion logam Pb^{2+} oleh *hydroxyapatite* sebagai adsorban mengikuti model kinetika adsorpsi order dua semu dengan nilai regresi linier paling tinggi (R^2) yaitu 0,94 dengan nilai %SSE paling rendah 5.59 dan konstanta kinetika adsorpsi 0.2758 g/mg.min pada massa 0.9 g dengan temperatur 27 °C.

DAFTAR PUSTAKA

Alemayehu, E., & Lennartz, B. (2010). Adsorptive Removal of Nickel from Water Using Volcanic Rocks. *Applied Geochemistry*, 25, 1596-1602.

Bhattacharyya, K. D., & Gupta S. S., (2007). Adsorptive Accumulation of Cd(II), Co(II), Cu(II), Pb(II) and Ni(II) from Water on Montmorillonite: Influence of Acid Activation. *Journal of Colloid and Interface Science*, 310, 411-424.

Ismadji, S., & Bhatia, S. K., (2000). Adsorption of Flavor Esters on Granular Activated Carbon. *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, 78, 892-901.

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.

Lestari, S., (2010). Pengaruh Berat & Waktu Kontak Untuk Adsorpsi Timbal (II) Oleh Adsorban dari Kulit Batang Jambu Biji (*Psidium Guajava L.*). *Jurnal Kimia Mulawarman*. 1(8), 7-10.

Musah, M., (2011). Kinetic Study of the Adsorption of Pb^{2+} and Cr^{3+} Ions on Palm Kernel Shell Activated Carbon. Department of Chemistry. Niger State of Education. Nigeria.

Prasetyo K., P., Azis, Y., & Komalasari., K., (2018). Adsorpsi Logam Cd, Cu & Pb Dengan Menggunakan Hidroksiapatit (HA) Sebagai Adsorban. *JOM FTEKNIK*, 5(2)

Ramesh, N. Rameshbabu, R. Gandhimathi, P. V. Nidheesh, M. Srikanth Kumar., (2012). Kinetics and equilibrium studies for the removal of heavy metals in both single and binary systems using hydroxyapatite. *Application Water Science*, 2, 187-197.

Wardani, N. S., Fadli, A., & Irdoni. (2015). Sintesis Hidroksiapatit dari Cangkang Telur dengan Metode Presipitasi. *JOM FTEKNIK*, 2, 1-6.

Yang, Y., Ong, J.L., & Tian, J., (2002). Rapid Sintering of Hydroxyapatite by Microwave Processing. *Journal of Materials Science Letters*, 21, 67-69.

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.

Zhang, X., & Vecchio, K.S. (2007). Hydrothermal Synthesis of Hydroxyapatite Rods. *Journal of Crystal Growth*, 308, 133-140.