

Kinetika Adsorpsi Ion Logam Cu^{+2} Menggunakan *Tricalcium Phosphate* Sebagai Adsorben

Siti Chotijah¹⁾, Ahmad Fadli²⁾, Komalasari²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia Teknik Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5, Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

¹⁾Email :siti_chotijah12@yahoo.com

ABSTRACT

The methods used for reducing the level of heavy metals have been developed. One of the methods used for reducing the level of Cu metal wastes in waters is the adsorption process. The purpose of this research is to observe the effects of the initial Cu^{+2} metal ion concentration and the mass of the adsorbent on the capability of tricalcium phosphate (TCP) to adsorb, and also to establish a suitable model of the adsorption kinetics. Add a 500 mL solution of Cu (3 mg/L, 9 mg/L, and 15 mg/L) to tricalcium phosphate (TCP) (1 gram, 2 gram, and 3 gram) in a beaker glass, stirred with a speed of 300 rpm at 30°C. Take the solution of Cu^{2+} at 0; 30; 1; 1.5; 2; 2.5; 3; and 3.5 minutes, and then analyze the solution of dicentrifuge Cu and Cu by using the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS). The research shows that the smaller the concentration of the adsorbent and the bigger the mass of the adsorbent, the bigger the capability of the Cu^{+2} metal ion to adsorb. The research also obtains the value of the kinetics, with a concentration of 3 mg/L, of 1 gram adsorbent (4.3721 g/mg.min), 2 gram adsorbent (5.4432 g/mg.min), and 3 gram adsorbent (5.4925 g/mg.min). With a concentration of 9 mg/L, 1 gram adsorbent (0.9926 g/mg.min), 2 gram adsorbent (1.1154 g/mg.min), and 3 gram adsorbent (1.4401 g/mg.min). With a concentration of 15 mg/L, 1 gram adsorbent (0.1390 g/mg.min), 2 gram adsorbent (0.2490 g/mg.min), and 3 gram adsorbent (0.4805 g/mg.min). The minimum value of the adsorption kinetics is obtained at 1 gram adsorbent with a concentration of 15 mg/L (0,1390 g/mg.min) and the maximum value of adsorption kinetics constants is obtained at 3 gram adsorbent with a concentration of 3 mg/L (5.4925 g/mg.min).

Keyword : kinetic, adsorption, cuprum, tricalciumphosphate (TCP) .

1. Pendahuluan

Keberadaan logam berat di lingkungan seperti tembaga, kadmium, dan timbal merupakan masalah lingkungan yang perlu mendapat perhatian serius, mengingat dalam konsentrasi tertentu dapat memberikan efek toksik yang berbahaya bagi kehidupan manusia dan lingkungan di sekitarnya. Salah

satu habitat yang mudah tercemar logam berat adalah perairan, dimana air merupakan kebutuhan pokok manusia dan organisme lainnya.

Salah satu ion logam berat yang sering mencemari lingkungan perairan ialah ion logam Cu^{+2} . Logam Cu^{+2} banyak digunakan dalam industri tekstil pada proses pewarnaan dan pencetakan,

kemudian penggunaan air yang tergolong tinggi dalam proses basah dapat menimbulkan limbah cair dalam jumlah yang signifikan apabila efisiensi proses tidak optimal (Andarani dan Dwina, 2009).

Air merupakan kebutuhan pokok manusia dan makhluk hidup lainnya, batas konsentrasi dari unsur ini yang mempengaruhi pada air berkisar antara 1 – 5 mg/L merupakan konsentrasi tertinggi (Yulfiana, 2010). Toksisitas (daya racun) logam berat tergantung dari jenis, kadar dan sifat fisik – kimianya. Semakin besar kadar logam berat maka daya toksisitasnya semakin besar (Santoso, 2012). Luasnya penggunaan logam Cu^{+2} ini menyebabkan kemungkinan tercemarnya perairan. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan No. 907/MENKES/SK/VII/2002 untuk konsentrasi yang aman bagi manusia tidak boleh lebih dari 1 ppm, jika melebihi batas aman tersebut sangat beracun pada sistem syaraf dan mempengaruhi kinerja ginjal.

Ion logam Cu^{+2} tidak dapat dihancurkan oleh mikroorganisme dan dapat terakumulasi dalam tubuh manusia. Pada umumnya proses yang dilakukan untuk menangani limbah ion logam Cu^{+2} adalah dengan proses adsorpsi, pertukaran ion (*ion exchange*), pemisahan dengan membran dan pengendapan. Proses adsorpsi lebih banyak digunakan karena memiliki banyak keuntungan diantaranya bersifat ekonomis dan tidak menimbulkan efek samping yang beracun dan sangat efektif untuk menyerap ion logam berat

dibandingkan dengan proses lainnya (Erdem dkk, 2004).

Penggunaan patrikel keramik *Tricalcium Phosphate* (TCP) dan *Hydroxyapatit* (HA) ini bisa menjadi adsorben karena memiliki situs aktif untuk menyerap yaitu P-OH, dan juga memiliki kapasitas jerap yang tinggi yang dapat digunakan untuk menyerap berbagai logam berat seperti Cr, Co, Cu, Cd, Zn, Ni, Pb, As, Sb, U, dan V (Mobasherpour dkk, 2012).

Keunggulan menggunakan *tricalcium phosphate* sebagai adsorben adalah ukuran partikel lebih kecil (*nano* atau *micrometer*), harga relatif murah, mempunyai kestabilan kimia yang baik, dan densitas rendah.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan baku

Bahan baku penelitian meliputi Tembaga Sulfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) (Merck, Germany), aquades, dan *Tricalcium Phosphate* $Ca_3(PO_4)_2$.

2.2 Peralatan yang digunakan

Alat utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah labu ukur, botol sampel, motor dan pengaduk, pipet tetes, kertas saring, corong, termometer air raksa, *beaker glass*, pemanas, dan *stopwatch*.

2.3 Prosedur Penelitian

Penelitian terdiri dari dua tahap yaitu tahap pertama pembuatan larutan standar tembaga (Cu). Tembaga Sulfat ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$) ditimbang sebanyak 0.255 gram dilarutkan dengan aquades dalam *beaker glass*, lalu dimasukkan ke

dalam labu ukur 1000 mL dengan konsentrasi yaitu 1000 mg/L. Larutan tersebut diencerkan terlebih dahulu menjadi konsentrasi 100 mg/L. Larutan dengan konsentrasi 100 mg/L diencerkan lagi menjadi 3 mg/L, 9 mg/L, 15 mg/L dalam labu ukur 500 mL dengan menambahkan aquades sampai tepat tanda batas. Lalu larutan tersebut dianalisa terlebih dahulu menggunakan AAS dengan panjang gelombang (λ) yaitu 324.8 nm.

Tahap kedua yaitu Proses Adsorpsi. Variasi Massa Adsorben ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), pada tahap ini menggunakan massa adsorben adalah *Tricalcium Phosphate* $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, dengan massa berat 1 gram, 2 gram dan 3 gram.

Variasi Konsentrasi adsorbat (Cu). Pada tahap ini digunakan konsentrasi larutan Cu (3 mg/L) sebanyak 500 mL dalam *beaker glass* 1000 mL, kemudian ditambahkan TCP sebanyak 1 gram, lalu diaduk dengan kecepatan 300 rpm pada temperatur 30°C. Sampel larutan diambil dengan selang waktu 0,5 menit pada 0 menit pertama setelah itu ke menit 30, 1, 15, 2, 2.5, 3 dan 3.5 dan larutan diambil sebanyak 10 mL lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan *dicentrifuse* selama 5 menit. Hasil *centrifuse* menghasilkan endapan (*Tricalcium Phosphate* $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) dan sampel (Tanpa endapan *Tricalcium Phosphate*) diambil menggunakan pipet tetes dimasukkan kedalam botol sampel. Tahapan yang sama juga dilakukan pada konsentrasi 9 mg/L dan 15 mg/L terhadap massa adsorben.

Sampel yang telah difiltrat akan dianalisa kadar Cu dengan menggunakan *Atomic Adsorption Spectroscopy* (AAS).

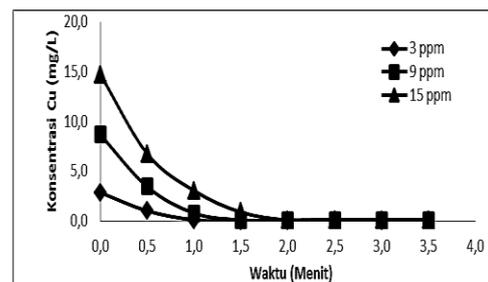
2.4 Analisa Hasil

Analisa yang diperoleh nilai perubahan konsentrasi Cu setiap waktu reaksi. Data yang diperoleh digunakan dalam perhitungan kinetika reaksi untuk variasi massa adsorben dan konsentrasi adsorbat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Waktu terhadap Konsentrasi Cu yang Tidak Terjerap

Tricalcium phosphate (TCP) mempunyai kemampuan untuk menjerap ion-ion logam yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan antara Konsentrasi awal Cu yang terjerap (C_0) terhadap waktu t (menit) pada massa adsorben 3 gram.

Larutan logam Cu dibuat dengan melarutkan ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) dengan aquades pada konsentrasi logam Cu adalah 3 mg/L, 9 mg/L, dan 15 mg/. Larutan tersebut ditambahkan *tricalciumphosphate* dan seiring berlangsungnya proses adsorpsi maka akan terjadi

penurunan konsentrasi logam Cu setiap waktunya.

3.2 Pengujian Orde Reaksi Adsorpsi

Konsentrasi logam Cu terhadap waktu untuk persamaan orde dua dengan variasi konsentrasi dan massa adsorben.

Variasi konsentrasi untuk massa adsorben 3 gram. Model yang digunakan untuk persamaan orde dua mengikuti persamaan :

$$\frac{t}{q_t} = \frac{1}{k_2 q_e^2} + \frac{1}{q_e} t \dots\dots\dots (4.2)$$

dimana q_e adalah kapasitas keseimbangan adsorpsi (mg/g), q_t adalah jumlah adsorbat yang terjerap pada adsorben pada waktu t

(min)(mg/g), dan k_2 adalah konstanta laju adsorpsi.

Model kinetika adsorpsi yang sesuai untuk adsorpsi ion logam Cu terhadap adsorben TCP adalah model kinetika adsorpsi order dua semu, dengan parameter nilai regresi linier (R^2) paling tinggi yaitu 0,978 dengan nilai %SSE paling rendah 5,397 dan nilai konstanta kinetika adsorpsi 5,4925 g/mg.min dapat dilihat pada konsentrasi 3 ppm dan massa adsorben 3 gram dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Parameter Model Order dua Semu terhadap Pengaruh Konsentrasi

Konsentrasi	3 mg/L			9 mg/L			15 mg/L		
	K_2 (g/mg.min)	R^2	%SSE	K_2 (g/mg.min)	R^2	%SSE	K_2 (g/mg.min)	R^2	%SSE
1	4.3721	0.968	6.389	0.9926	0.945	8.230	0.1390	0.877	18.223
2	5.4432	0.974	5.841	1.1154	0.958	7.317	0.2490	0.9443	10.889
3	5.4925	0.978	5.397	1.4401	0.970	6.364	0.4805	0.9640	9.083

4. Simpulan

Proses adsorpsi Cu^{2+} terlarut didalam air menggunakan *tricalciumphosphate* sebagai adsorben dipengaruhi oleh besarnya nilai k terhadap kecepatan

penyerapan disebabkan oleh jumlah molekul adsorbat (zat yang diadsorpsi) yang teradsorpsi meningkat dengan bertambahnya luas permukaan.

Daftar Pustaka

Andarani, P., dan Dwina, R., 2009, *Profil Pencemaran Logam Berat (Cu, Cr, dan Zn) pada Air Permukaan dan Sedimen di Sekitar Industri Tekstil PT. X Sungai Cikijing*, Skripsi, Institut

Teknologi Bandung.
Bandung.

Erdem, E., Karapinar, N., and Donat, R., 2004, *The Removal Heavy Metal Cations by Natural Zeolites*, Journal of Colloid and Interface Science.

Mobasherpour, T., Salahi, E., dan Pazouki, M., 2012,

- Comparative of The Removal of Pb^{2+} , Cd^{2+} and Ni^{2+} by Nano Crystallite Hydroxyapatite from Aqueous Solutions : Adsorption Isotherm Study*, Arabian Journal of Chemistry.
- KEPMENKES No. 907/MENKES/SK.VII, 2002, *Tentang Standar Baku Mutu Air Minum.*
- Santoso., 2010, *Preparasi dan Aplikasi Komposit Hidroksiapatit/ Kitosan Sebagai Adsorben Logam Berat*, Skripsi, Universitas Indonesia. Jakarta.
- Yulfiana, S., 2010, *Penentuan Kinetika Adsorpsi Bentonit Terhadap Ion Cu (II)*, Skripsi, Universitas Riau. Pekanbaru.