

KAPASITAS ADSORPSI KOMPOSIT BESI OKSIDA KITOSAN TERHADAP ION LOGAM Pb(II) DALAM MEDIUM CAIR

Rizqi Meidani Fajari, Agung Purwanto, dan Erdawati

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta Jl. Pemuda No. 10 Rawamangun Jakarta Indonesia

Corresponding Author: rizemirha09@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi komposit besi oksida kitosan terhadap logam Pb(II) dalam sampel air limbah pada pH dan waktu kontak optimum. Metode yang digunakan untuk mengadsorpsi logam Pb(II) adalah metode batch. Penelitian dilakukan dengan mensintesis komposit besi oksida kitosan dengan ukuran partikelnya adalah 83,90 nm - 166,1 nm. Karakterisasi adsorben dengan menggunakan FTIR menunjukkan bahwa pada pita serapan 3371.71 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus -NH bending dari kitosan, dan serapan 566.84 cm^{-1} menunjukkan vibrasi regangan dari ikatan logam-oksigen (ikatan Fe-O dari gugus Fe_3O_4). Karakterisasi dengan XRD menunjukkan bahwa intensitas spektra tertinggi tercapai pada saat $2\theta=35.3537^\circ$. Kondisi optimum yang dibutuhkan komposit besi oksida kitosan untuk mengadsorpsi ion logam Pb(II) pada pH 5,5, waktu kontak 40 menit dan konsentrasi awal 50 ppm dengan kapasitas adsorpsi untuk kondisi optimum sebesar 46,4509 mg/g adsorben.

Abstract

This research aims to determine the adsorption capacity of iron oxide composite chitosan for Pb(II) in wastewater samples at optimum pH and contact time. The adsorption used batch method. This research carried out by synthesizing iron oxide composite chitosan with particle size is 83,90 nm – 166,1 nm. Characterization of adsorbent using FTIR showed that on absorption band 3371.71 cm^{-1} indicate the presence of the-NH bending of chitosan, and on absorption band 566.84 cm^{-1} showed the of metal-oxygen bond (Fe-O bond of the group Fe_3O_4). Characterization by XRD showed that the intensity highest spectra is reached at $2\theta = 35.3537^\circ$. Optimum conditions that required of iron oxide composite chitosan to adsorb metal ions Pb(II) at pH 5.5, contact time of 40 minutes and the initial concentration of 50 ppm with adsorption capacity to conditions optimum is 46.4509 mg / g adsorbent.

Keywords: Adsorption, Chitosan, Iron Oxide Composite Chitosan, Pb(II)

1. Pendahuluan

Secara alamiah, unsur-unsur logam berat terdapat di alam. Kadar logam berat akan meningkat bila limbah perkotaan, pertambangan, pertanian, dan perindustrian yang banyak mengandung logam berat masuk ke dalam lingkungan perairan seperti sungai, danau, dan laut. Unsur logam berat dalam jumlah yang berlebih akan bersifat racun (Komari *et al.*, 2012).

Salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan adalah Pb. Sumber dari Pb antara lain dari pabrik plastik, percetakan, peleburan timah, pabrik karet, pabrik baterai, kendaraan bermotor, pabrik cat, dan tambang timah. Efek yang ditimbulkan dari keracunan timbal adalah gangguan metabolisme vitamin D dan kalsium

sebagai unsur pembentuk tulang, gangguan ginjal secara kronis, dan dapat menembus plasenta sehingga mempengaruhi pertumbuhan janin (Komari *et al.*, 2012). Oleh karena itu, penanganan limbah logam timbal perlu dilakukan.

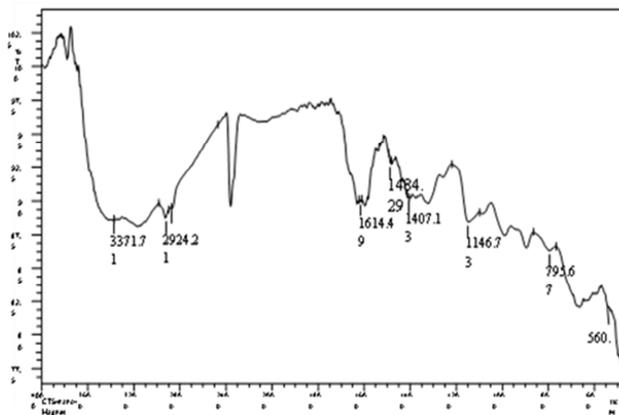
Pada penelitian ini untuk menurunkan kandungan logam timbal dilakukan dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi melibatkan interaksi antara adsorbat dengan adsorben. Adsorben yang banyak digunakan berasal dari bahan organik seperti karbon aktif, biomassa alga yang diimobilisasi silika gel, dan kitosan. Kitosan memiliki beberapa kelebihan, antara lain biodegradable, mudah diperoleh, harganya lebih murah, tidak bersifat toksik, dan aman bagi lingkungan (Qi and Xu, 2004). Oleh karena sifatnya yang tidak larut dalam air

dan bebera jenis asam mineral, maka sangat menguntungkan apabila difungsikan sebagai adsorben. Penggunaan kitosan sebagai adsorben telah dilakukan oleh beberapa peneliti, (Sun *et al.*, 2006) menggunakan kitosan untuk adsorpsi ion logam Pb(II) pada pH optimum 5,0-6,0.

Komposit besi oksida merupakan aplikasi yang baik untuk mengatasi limbah logam timbal. Perkembangan yang baru untuk mendapatkan komposit besi oksida dengan luas permukaan dan kapasitas adsorpsi yang tinggi dapat dilakukan dengan mengkombinasikan kitosan dengan partikel Fe_3O_4 . Salah satu modifikasi tersebut yaitu penggunaan adsorben komposit besi oksida kitosan. Oleh karena itu, pada penelitian ini diteliti beberapa aspek yang berkaitan yaitu penentuan pH dan waktu kontak adsorpsi logam Pb pada sampel air sungai pondok ungu menggunakan besi oksida kitosan sehingga dapat diketahui kapasitas adsorpsinya.

2. Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini komposit besi oksida kitosan yang digunakan sebagai adsorben dibuat dengan cara mereaksikan antara larutan kitosan dengan Fe_3O_4 . Larutan kitosan dibuat dengan melarutkan 2 gr serpihan kitosan dalam 100 mL pelarut asam asetat, CH_3COOH 1%. Sedangkan komposit Fe_3O_4 , diperoleh mencampurkan ion Fe^{+2} dan ion Fe^{+3} dalam suasana basa (pH 10-10,4), pada suhu 80°C dan diberi aliran gas N_2 , sehingga terbentuk suspensi hitam, kemudian dicuci dengan aquademineralisasi hingga suspensi mencapai pH 7. Setelah sudah mencapai pH netral, dicuci dengan etanol dan dikeringkan dalam oven. Serbuk yang dihasilkan berwarna hitam, kemudian adsorben dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD), *Field-emission Scanning Electron Microscope* (FESEM). Metode adsorpsi yang digunakan yaitu metode *batch*.

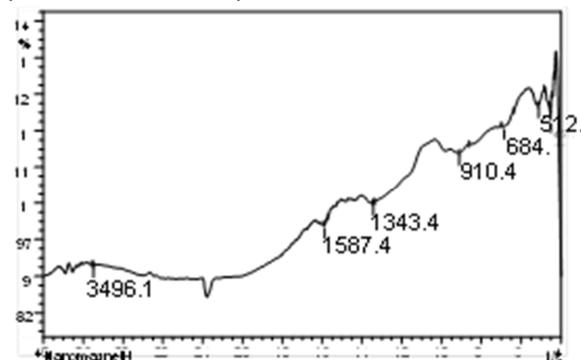


Gambar 1. Hasil Pengukuran Spektra FTIR Komposit Besi Oksida Kitosan

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis Adsorben dengan FTIR

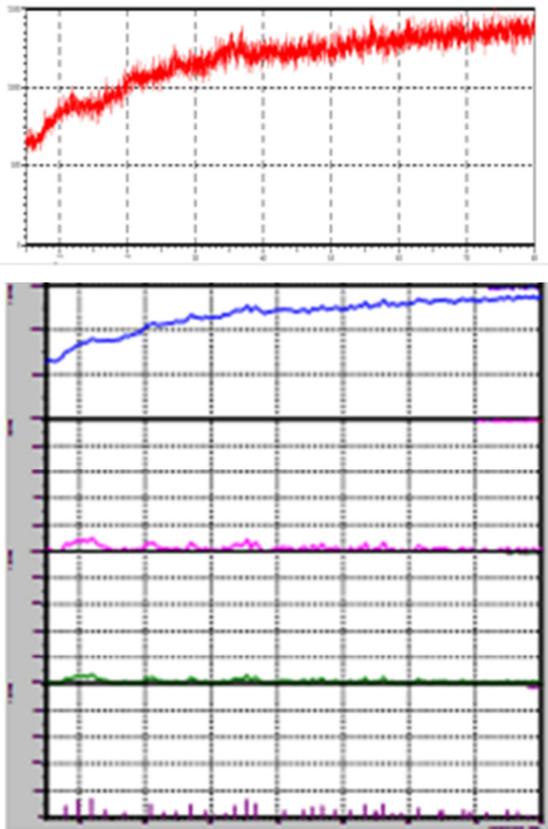
Spektra FTIR Komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 1, memperlihatkan puncak-puncak pita serapan gugus-gugus fungsional komposit besi oksida kitosan, bahwa pita serapan pada bilangan gelombang $3371,71 \text{ cm}^{-1}$, menunjukkan adanya gugus $-\text{OH}$ dari partikel Fe_3O_4 ; pita serapan pada bilangan gelombang $1614,49 \text{ cm}^{-1}$, menunjukkan adanya vibrasi tekuk N-H dari amina ($-\text{NH}_2$). Sedangkan pada Gambar 2, hasil pengukuran spektra FTIR komposit besi oksida kitosan setelah adsorpsi, memperlihatkan pita serapan $3496,13 \text{ cm}^{-1}$ tidak mengalami pelebaran, hal ini dikarenakan gugus $-\text{OH}$ telah bereaksi dengan kation logam melalui mekanisme pembentukan kompleks.



Gambar 2. Hasil Pengukuran Spektra FTIR Komposit Besi Oksida Kitosan setelah adsorpsi

Analisis Adsorben dengan XRD

Analisis XRD diujikan untuk komposit besi oksida kitosan yang ditunjukkan pada Gambar



Gambar 3. Pola XRD Komposit Besi Oksida Kitosan

3. Peralatan XRD yang digunakan untuk uji analisis struktur sampel pada penelitian ini menggunakan sumber radiasi monokromatis Cu K α dengan panjang gelombang 1.540598 Å dan dianalisis dengan rentang 0 $^{\circ}$ -75 $^{\circ}$ (2 θ). Dalam Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa komposit besi oksida kitosan yang dihasilkan mengandung Fe $_3$ O $_4$, Fe $_2$ O $_3$, Fe(OH) $_3$.

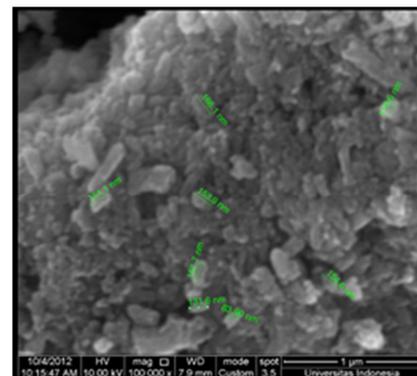
Analisis Adsorben dengan FESEM

Hasil uji FESEM terhadap komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 4. memperlihatkan bentuk partikel yang ada pada komposit besi oksida kitosan, bentuk partikel dari hasil komposit besi oksida kitosan berbentuk bulat. Komposit besi oksida tersebut tidak terlihat jelas bentuk porusnya, hal ini dikarenakan dalam kandungan komposit besi oksida kitosan terdapat kandungan besi dan sifat magnetnya, sehingga mempengaruhi hasil dari analisis komposit besi oksida kitosan pada FESEM. Dari gambar

dapat diukur diameter partikel komposit besi oksida kitosan yaitu berkisar antara 83,90nm-166,1nm.

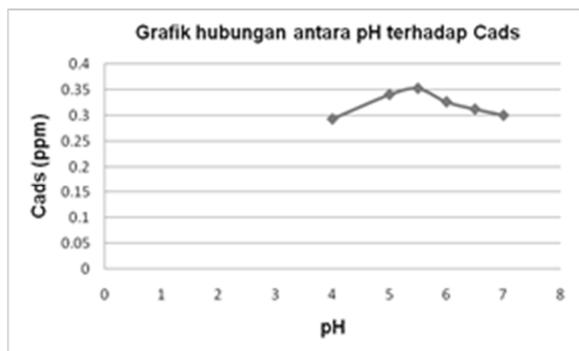
Kesetimbangan Adsorpsi

Pengaruh pH terhadap adsorpsi ion logam Pb(II) dengan komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 5. Berdasarkan grafik hubungan antara banyaknya konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap (Cads) terhadap pH sampel pada Gambar 5, menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi ion logam Pb(II) seiring dengan meningkatnya pH sampel. Banyaknya konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap maksimum terjadi pada pH 5,51 yaitu sebesar 0,3524 ppm dengan efisiensi adsorpsi mencapai 85,40%.



Gambar 4. Hasil FESEM Komposit Besi Oksida Kitosan

Terjadinya peningkatan konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap hingga pH 5,51 dikarenakan komposit besi oksida kitosan mengandung elektron dari gugus amina. Pada kondisi pH yang rendah, ion H $^+$ di larutan lebih banyak dibandingkan jumlah ion logam Pb(II) sehingga sisi aktif pada amina akan menyerap ion H $^+$ yang menjadikan komposit besi oksida kitosan lebih bermuatan positif dan mengurangi daya serap terhadap ion logam Pb(II). Pada pH di atas 5,51 kapasitas adsorpsi komposit besi oksida kitosan terhadap ion logam Pb(II) kembali menurun, hal ini dikarenakan ion logam Pb(II) mulai membentuk endapan Pb(OH) $_2$.



Gambar 5. Grafik Pengaruh pH

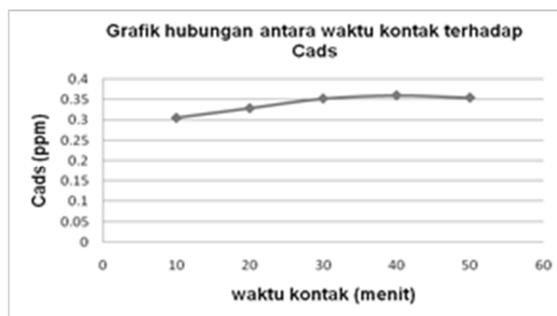
Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam Pb(II) dengan komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 6. Berdasarkan grafik hubungan antara banyaknya konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap (Cads) terhadap waktu kontak pada Gambar 6, menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap seiring dengan meningkatnya waktu kontak antara komposit besi oksida kitosan dengan larutan sampel. Banyaknya konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap maksimum terjadi pada waktu kontak selama 40 menit yaitu sebesar 0,3702 ppm dengan efisiensi adsorpsi mencapai 97,27%, kemudian di atas 40 menit hingga 50 menit konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap berangsur turun.

Terjadinya peningkatan konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap dikarenakan sisi-sisi aktif komposit besi oksida kitosan yang berinteraksi dengan ion logam Pb(II) semakin bertambah seiring dengan bertambahnya waktu. Setelah sisi-sisi tersebut jenuh maka proses adsorpsi cenderung menurun. Penurunan daya serap ini dapat terjadi karena ikatan yang melemah antara sisi aktif dengan ion logam Pb(II) sehingga membuat mudah terlepasnya ikatan yang terjadi antara sisi aktif dengan ion logam Pb(II).

Pengaruh konsentrasi awal terhadap adsorpsi ion logam Pb(II) dengan komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 7. Berdasarkan grafik hubungan antara banyaknya konsentrasi ion logam Pb(II) yang

diserap (Cads) terhadap konsentrasi awal pada Gambar 7, dapat dilihat dari konsentrasi 9,6305 ppm hingga 49,4207 ppm banyaknya konsentrasi ion logam Pb(II) yang diserap terus meningkat hingga 46,4509 ppm dengan kapasitas adsorpsi sebesar 46,4509 mg/g adsorben dan dapat dikatakan bahwa komposit besi oksida kitosan sebanyak 0,1 g masih belum jenuh menyerap ion logam Pb(II).

Bertambahnya konsentrasi ion logam Pb(II) dalam larutan mengakibatkan semakin tinggi pula kapasitas adsorpsi yang terjadi. Hal ini dikarenakan semakin banyaknya frekuensi tumbukan yang terjadi antara molekul adsorben dan adsorbat. Namun karena jumlah adsorben yang digunakan jumlahnya tetap maka suatu saat kapasitas adsorpsi akan menjadi menurun.



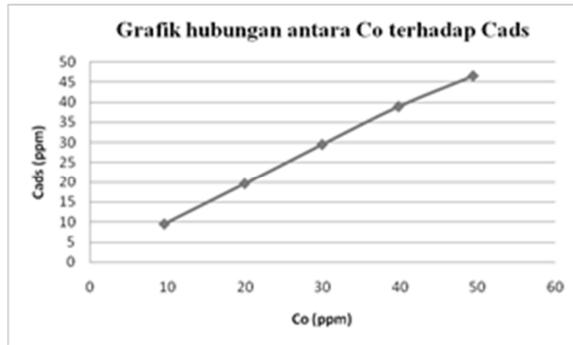
Gambar 6. Grafik Penentuan Waktu Kontak

Isoterm Adsorpsi

Adsorpsi molekul atau ion pada permukaan padatan umumnya terbatas pada lapisan satu molekul (monolayer). Salah satu isotherm adsorpsi yang digunakan dalam penelitian ini adalah isotherm Langmuir. Pada isotherm Langmuir berikut persamaanya:

$$\frac{C_e}{q} = \frac{1}{q_m} C_e + \frac{1}{q_m K}$$

isotherm Langmuir dapat dibuat dengan memplotkan C_e terhadap C_e/q . Dengan menggunakan kemiringan kurva linier pada Gambar 8, maka kapasitas adsorpsi maksimum komposit besi oksida kitosan terhadap ion logam Pb(II) yang diperoleh sebesar 55,56 mg/g adsorben.



Gambar 7. Grafik Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan

4. Kesimpulan

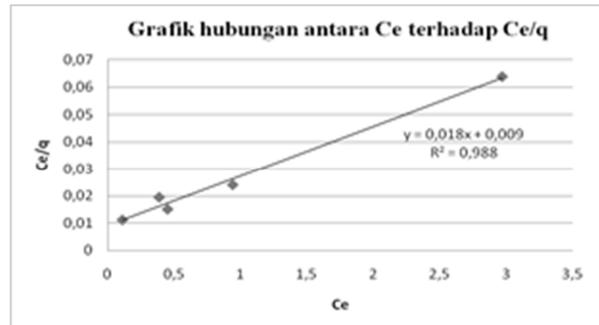
Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa adsorben komposit besi oksida kitosan dapat digunakan untuk mengurangi kandungan ion logam Pb pada pengolahan air limbah sungai pondok ungu.

Kondisi optimum yang dibutuhkan komposit besi oksida kitosan untuk

mengadsorpsi ion logam Pb(II) adalah pada pH 5,5 waktu kontak selama 40 menit dan konsentrasi awal 50 ppm dengan kapasitas adsorpsi untuk kondisi optimum tersebut

sebesar 46,4509 mg/g adsorben.

Kapasitas adsorpsi maksimum pada proses adsorpsi ion logam Pb(II) limbah menggunakan adsorben komposit besi oksida kitosan sebesar 55,56 mg/g adsorben.



Gambar 8. Kurva Isoterm Adsorpsi Langmuir Ion Logam Pb(II)

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing yakni Bapak Dr. Agung Purwanto, M.Si dan Ibu Dr. Erdawati serta dosen-dosen jurusan kimia Universitas Negeri Jakarta. Terima kasih kepada teman-teman kimia 2009. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu selama ini.

Daftar Pustaka

- [1] Baoqiang Li, Dechang Jia, Yu Zhou, Qiaoling Hu, and Wei Cai. 2006. "In situ hybridization to chitosan/ magnetite nanocomposite induced by magnetic field". Journal of magnetism and Magnetite materials, November 2006, 306 (2), pg. 223-227.
- [2] Komari, Junaidi, Hendriani. 2012. *Kajian Biosorpsi Biomassa Bekatul Terhadap Timbal(II): Kalsel*. FMIPA Universitas Lambung Mangkurat.
- [3] Marganof. 2003. *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium dan Tembaga) di Perairan*. Makalah Pribadi. Bogor: IPB.
- [4] Oscan, A. S. dan A. Ozcan. 2004. *Adsorption of Acid Dyes from Aqueous Solution onto Acid-Activated Bentonite*. J.Colloid Interface Sci. 276: 39-46.
- [5] Qi, L., and Xu, Z. 2004. *Lead Sorption From Aqueous Solution on Chitosan Nanoparticles*. J.Colloids and Surfaces A: Physicochem. Eng. Aspects, Vol 251, Issues 1-3, December 2004, pg. 183- 190.