

## KAPASITAS ADSORPSI KOMPOSIT BESI OKSIDA KITOSAN TERHADAP Ion Logam Cd(II) DALAM MEDIUM CAIR

Mita Rahayu Prastiwi, Agung Purwanto, dan Erdawati  
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta Jl. Pemuda No. 10  
Rawamangun. Jakarta Indonesia

Corresponding Author : miethar.p3005@gmail.com

### Abstrak

Sintesis komposit besi oksida kitosan dilakukan dengan memodifikasi kitosan dengan senyawa besi oksida. Komposit besi oksida kitosan dikarakterisasi dengan FTIR, XRD, SAA, FESEM. Hasil karakterisasi komposit besi oksida sebelum diadsorpsi telah terimobilisasi pada permukaan kitosan dengan munculnya bilangan gelombang pada  $543,67\text{ cm}^{-1}$  yang karakteristik dengan ikatan Fe-O dan setelah diadsorpsi masih terlihat puncak pada bilangan gelombang  $3472,02\text{ cm}^{-1}$  yang karakteristik masih adanya gugus amina, namun memiliki intensitas yang lebih rendah dan pada bilangan  $452,33\text{ cm}^{-1}$  karakteristik masih adanya ikatan Fe-O juga memiliki intensitas yang lebih rendah. Hasil analisis difraksi sinar-x (XRD) dan Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM), menunjukkan bahwa komposit besi oksida kitosan memiliki bentuk ukuran diameter kecil yang berbeda-beda. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa adsorpsi optimum ion Cd(II) terjadi pada pH 7,0; waktu kontak 20 menit dan konsentrasi awal larutan Cd(II) 50 ppm dengan kapasitas adsorpsi sebesar 48,44 mg/g adsorben.

### Abstract

*Synthesis of iron oxide composite chitosan done by modification chitosan with iron oxide compound. Chitosan composite iron oxide characterized by FTIR, XRD, SAA, FESEM. Characterization of iron oxide composite outcome before diadsorpsi been immobilized on the surface of chitosan with the advent of wave numbers at  $543.67\text{ cm}^{-1}$  are characteristic of the Fe-O bond and after adsorbed still visible peaks at wave numbers  $3472.02\text{ cm}^{-1}$  which is characteristic of the group amine, but has a lower intensity and the number  $452.33\text{ cm}^{-1}$  characteristic is the Fe-O bond also has a lower intensity. The results of x-ray diffraction analysis (XRD) and Field Emission Scanning Electron Microscope (FESEM), indicating that the iron oxide composite chitosan has the form of a small diameter size different. The results showed that the optimum ion adsorption of Cd (II) occurs at pH 7.0; 20 minutes contact time and initial concentration of a solution of Cd (II) 50 ppm with the adsorption capacity of 48.44 mg / g of adsorbent.*

*Keywords : Chitosan, Composite iron oxide, adsorption, Cd metals*

### 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan yang mempunyai 17.508 pulau dan memiliki luas sebesar enam juta mil persegi, dua per tiga diantaranya laut. Wilayah perairan Indonesia, khususnya di Jakarta banyak dimanfaatkan masyarakat sekitar, untuk kebutuhan sehari-hari. Namun saat ini, sungai-sungai di Jakarta sudah mulai tercemar adanya logam berat. Salah satunya adalah sungai Cakung yang berlokasi di daerah Jakarta Timur. Keberadaan di sungai ini, dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan limbah industri.

Salah satu logam berat yang keberadaan dalam sungai ini adalah logam Cadmium (Cd). Cadmium berpengaruh terhadap kesehatan

manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Oleh sebab itu, penanganan logam berat Cd dalam sungai perlu dilakukan untuk mengurangi kadar logam berat tersebut.

Pada penelitian ini bertujuan untuk menurunkan kandungan logam cadmium dilakukan dengan metode adsorpsi. Metode adsorpsi merupakan metode yang melibatkan interaksi antar analit (adsorbat) dengan permukaan zat padat (adsorben). Saat ini, para peneliti mulai mengembangkan adsorben dalam bentuk komposit untuk meningkatkan daya adsorpsi. Komposit ialah material baru yang terbuat dari dua atau lebih material berbeda yang bila digabungkan memiliki sifat

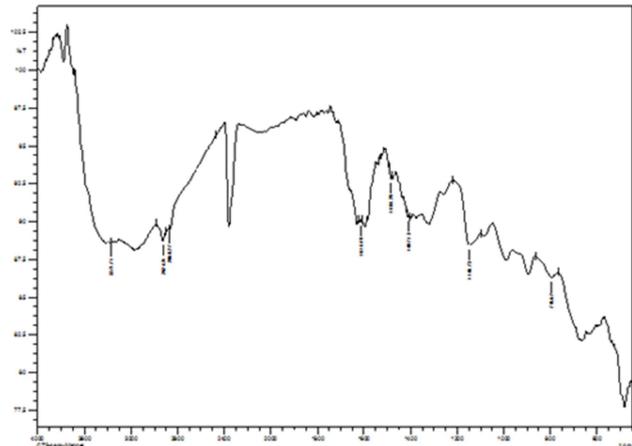
lebih baik dari material asli. Salah satu contohnya adalah kitosan yang dikomposit dengan oksida besi yang telah digunakan untuk mengadsorpsi ion Fe(II) dan Fe(III), Co(II), zat warna, dan furosemide. Hasil uji terhadap kapasitas adsorpsi kitosan dan komposit oksida besi kitosan, menunjukkan bahwa penambahan komposit oksida besi pada kitosan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi.

Sampel air yang diteliti berasal dari air sungai Cakung yang didalamnya mengandung ion logam Cd. Saat ini, penelitian mengenai adsorpsi dengan komposit besi oksida belum banyak dilaporkan, tetapi komposit besi oksida kitosan akan mudah terpisahkan dari medium adsorbat apabila didekatkan dengan magnet. Oleh sebab itu, pada penelitian ini diteliti beberapa aspek yang berkaitan yaitu penentuan pH dan waktu kontak adsorpsi logam Cd(II) pada sampel air sungai Cakung menggunakan komposit besi oksida kitosan sehingga dapat diketahui kapasitas adsorpsinya serta karakteristik adsorpsinya dengan persamaan isoterm adsorpsi *Langmuir* dan isoterm adsorpsi *Freundlich*.

## 2. Metodologi Penelitian

Komposit besi oksida kitosan yang digunakan sebagai adsorben dibuat dengan cara mereaksikan antara larutan kitosan dengan  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ . Larutan kitosan dibuat dengan melarutkan 2 gr serpihan kitosan dalam 100 mL pelarut asam asetat,  $\text{CH}_3\text{COOH}$  1%. Sedangkan komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , diperoleh mencampurkan ion  $\text{Fe}^{+2}$  dan ion  $\text{Fe}^{+3}$  dalam suasana basa (pH 10-10,4), pada suhu  $80^\circ\text{C}$  dan diberi aliran gas  $\text{N}_2$ , 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, kemudian dikarakterisasi dengan FTIR, XRD, FESEM.

Metode adsorpsi yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan metode *batch*.



Gambar 1 . Hasil Pengukuran Spektra FTIR Komposit Besi Oksida Kitosan

## 3. Hasil dan Pembahasan

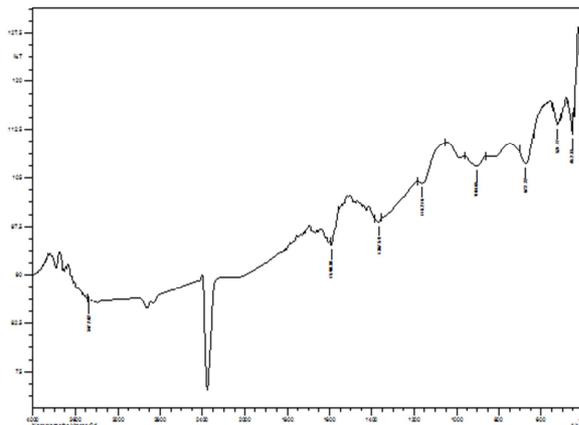
### Analisis FTIR

Spektra FTIR Komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 1. Gambar tersebut 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 komposit  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ; pita serapan pada bilangan gelombang  $1614,49 \text{ cm}^{-1}$ , menunjukkan adanya getaran 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  $3472,02 \text{ cm}^{-1}$  tidak mengalami pelebaran, hal ini dikarenakan gugus  $-\text{OH}$  menyerap logam kadmium, sehingga memiliki intensitas yang lebih rendah.

### Analisis XRD

Analisis XRD diujikan untuk komposit besi oksida kitosan yang ditunjukkan pada Gambar 3. Peralatan XRD yang digunakan untuk uji analisis struktur sampel pada penelitian ini menggunakan sumber radiasi monokromatis  $\text{Cu K}\alpha$  dengan panjang gelombang  $1.540598 \text{ \AA}$  dan dianalisis dengan rentang  $0^\circ$ - $75^\circ$  ( $2\theta$ ). Dalam Gambar 3, dapat disimpulkan bahwa

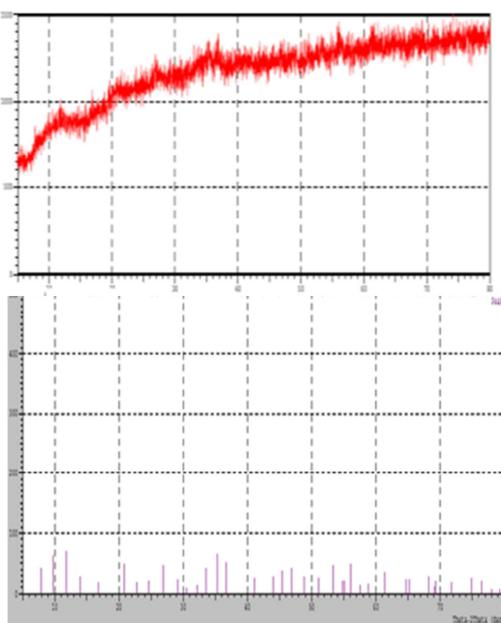
komposit besi oksida kitosan yang dihasilkan mengandung  $Fe_3O_4$ ,  $Fe(OH)_3$ ,  $Fe_2O_3$ .



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

**Analisis FESEM**

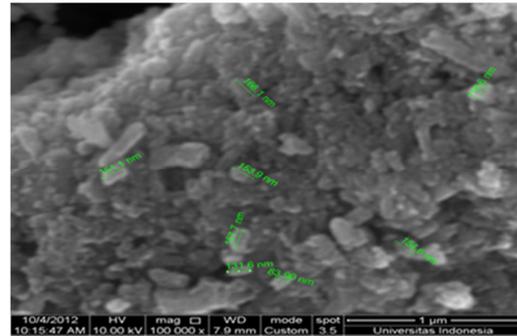
Sedangkan dari hasil analisis FESEM dapat dilihat morfologi permukaan dari komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 4. dapat dilihat bahwa komposit besi oksida kitosan memiliki ukuran pori yang tidak seragam, berkisar antara 83,90 nm sampai 166,1 nm.



Gambar 3. Pola XRD Komposit Besi Oksida Kitosan

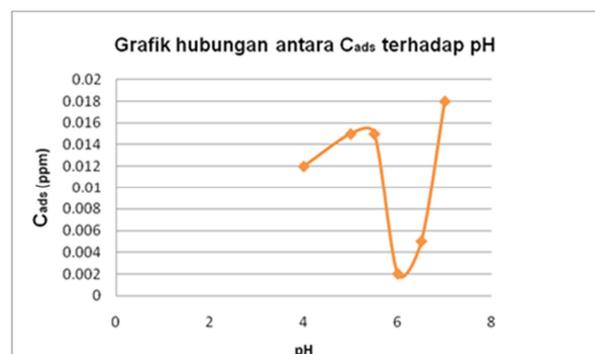
**Keseimbangan Adsorpsi**

Pengaruh pH terhadap adsorpsi ion logam Cd(II) dengan komposit besi oksida kitosan



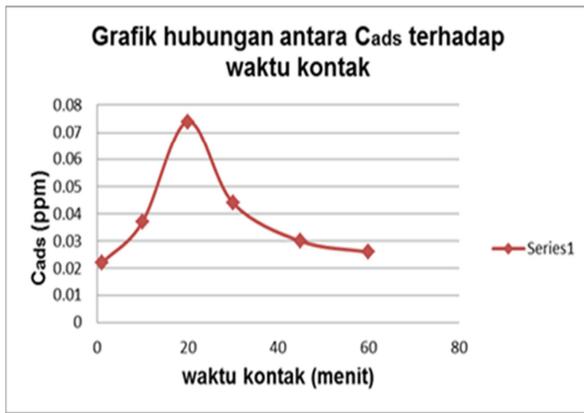
Gambar 4. Hasil FESEM Komposit Besi Oksida Kitosan

ditunjukkan dalam Gambar 5. Dalam Gambar 5, menunjukkan bahwa terjadi peningkatan konsentrasi ion logam Cd(II) seiring dengan meningkatnya pH sampel. Banyaknya konsentrasi ion logam Cd(II) yang dijerap maksimum terjadi pada pH 7,0 yaitu sebesar 0,015 ppm dengan efisiensi penurunan mencapai 27,27 %. Terjadinya peningkatan konsentrasi ion logam Cd(II) yang dijerap hingga pH 7,0 disebabkan komposit besi oksida kitosan merupakan polielektrolit yang mengandung electron dari gugus amina. Pada kondisi pH yang rendah, ion  $H^+$  di larutan lebih banyak dibandingkan jumlah ion logam Cd(II) sehingga situs aktif pada amina akan menyerap ion  $H^+$  yang menjadikan komposit besi oksida kitosan lebih bermuatan positif dan mengurangi daya jerap terhadap ion logam Cd(II).



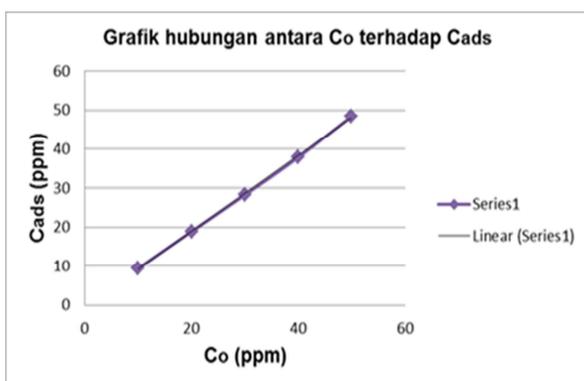
Gambar 5. Grafik Pengaruh pH

Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi ion logam Cd(II) dengan komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 6. Dalam



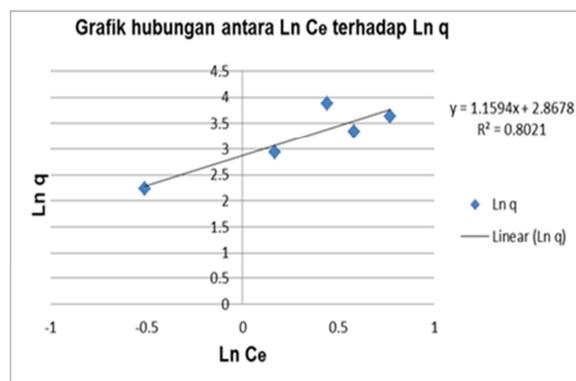
Gambar 6. Grafik Penentuan Waktu Kontak

Gambar 6, menunjukkan adanya hubungan konsentrasi ion logam Cd(II) yang dijerap (C<sub>ads</sub>) dengan waktu kontak. Hal ini terlihat adanya peningkatan konsentrasi ion logam Cd(II) yang dijerap seiring dengan meningkatnya waktu kontak antara komposit besi oksida kitosan dengan larutan sampel. Waktu kontak yang diperlukan untuk menyerap maksimum konsentrasi ion Cd(II) yaitu 20 menit dengan efisiensi penurunan sebesar 96,10%, kemudian setelah diatas waktu 20 menit hingga 60 menit konsentrasi ion logam Cd(II) yang dijerap berangsur turun. Penurunan daya jerap ini disebabkan adanya ikatan yang melemah antara situs aktif dengan ion logam Cd(II) dan juga adanya persaingan ion senama dalam perebutan situs aktif. Oleh karena itu, ikatan yang lemah tersebut membuat terlepasnya ikatan yang terjadi antara situs aktif dengan ion logam Cd(II).



Gambar 7. Grafik Pengaruh Konsentrasi Awal Larutan

Pengaruh konsentrasi awal terhadap adsorpsi ion logam Cd(II) dengan komposit besi oksida kitosan ditunjukkan dalam Gambar 7. Dalam Gambar 7, menunjukkan bahwa hubungan antara banyaknya konsentrasi ion logam Cd(II) yang dijerap (C<sub>ads</sub>) terhadap konsentrasi awal, dari konsentrasi 10 ppm hingga 50 ppm banyaknya konsentrasi ion logam Cd(II) yang dijerap terus mengalami peningkatan dengan kapasitas adsorpsi sebesar 48,44 mg/g adsorben. Hal ini dikarenakan banyaknya frekuensi tumbukan yang terjadi antara molekul adsorben dan adsorbat.



Gambar 8. Kurva Isotherm Adsorpsi Freundlich Ion Logam Cd(II)

### Isotherm 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 Freundlich. Berikut persamaan isotherm Freundlich :

$$LnQ = LnK + \frac{1}{n} LnC_{eq}$$

isotherm Freundlich dapat dibuat dengan memplotkan Ln Ce terhadap Ln q. Dengan menggunakan kemiringan kurva linier pada Gambar 8, maka konstanta kapasitas adsorpsi maksimum, K, komposit besi oksida kitosan terhadap ion logam Cd(II) yang diperoleh sebesar 1,054 mg/g adsorben, sedangkan konstanta adsorpsi Freundlich, n sebesar 0,86.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa adsorben komposit besi oksida kitosan dapat digunakan untuk mengurangi kandungan ion logam Cd pada air sungai Cakung yang terdapat di belakang kawasan industri Pulogadung.

Kondisi optimum yang dibutuhkan komposit besi oksida kitosan untuk mengadsorpsi ion logam Cd(II) adalah pada pH 7,0 dengan waktu kontak selama 20 menit dan konsentrasi awal 50 ppm dengan kapasitas

adsorpsi untuk kondisi optimum sebesar 48,44 mg/g adsorben. Kapasitas adsorpsi maksimum pada proses adsorpsi ion logam Cd(II) menggunakan adsorben komposit besi oksida kitosan sebesar 1,054 mg/g adsorben.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Dr. Agung Purwanto, M.Si dan Ibu Dr. Erdawati serta staf jurusan kimia Universitas Negeri Jakarta. Juga kepada teman-teman kimia 2009, serta seluruh pihak yang telah membantu selama penelitian.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Juang, S.R, Wu, C.F, Tseng, L.R. 2002. *Use of Chemically Modified Chitosan Beads for Sorption And Enzyme Immobilization*. Advances In Environmental Research. Taiwan.
- [2] Kusumaningsih, T., Masykur, Usman. 2004. Pembuatan Kitosan dari Kitin Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*). *Biofarmasi 2*: 64-68.
- [3] Lestari, I., A.Sanova. 2011. *Penyerapan Logam Berat Kadmium (Cd) Menggunakan Khitosan Hasil Transformasi Khitin dari Kulit Udang (Penaeus Sp)*. Skripsi Program Sarjana. Jurusan PMIPA, Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi.
- [4] Shriver, E.F., P.W.Atkins. 1990. *Inorganic Chemistry*. Oxford: Oxford University Press.
- [5] Williams D.H and L. Fleming. 1987. *Spectroscopic Methods in Organic Chemistry*. 4th edition. London: Mc Grow-Hill Book Company (UK) Limited.