

## **PENGARUH DERAJAD KEASAMAN (pH) PADA KESETIMBANGAN KOMPLEKS Zn(II)-EDTA OLEH ADSORBEN KITOSAN**

**F. Widhi Mahatmanti**

Jurusan Kimia  
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam  
UNNES Semarang

### **ABSTRAK**

*Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh derajat keasaman (pH) terhadap kesetimbangan kompleks Zn(II)-EDTA oleh adsorben kitosan. Adsorpsi oleh adsorben kitosan dilakukan pada pH buffer 2-10 dengan waktu interaksi 3 hari. Analisis hasil Zn(II)-EDTA yang teradsorpsi digunakan Spektroskopi Serapan Atom (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada pH = 6, khelat Zn(II)-EDTA mayoritas terdapat dalam bentuk  $ZnL^{2-}$  sehingga akan berinteraksi dengan kitosan melalui interaksi elektrostatik menurut persamaan reaksi:  $RcNH_3^+ + ZnL^{2-}$  menjadi  $RcNH_3^+ ZnL^{2-}$ .*

**Kata Kunci:** Derajat Keasaman (pH), Kompleks Zn(II)-EDTA, Kitosan.

## **THE INFLUENCE OF pH ONTO COMPLEXES BALANCE Zn(II)-EDTA BY CHITOSAN**

### **ABSTRACT**

*Experiment was carried out as a function of the pH to balance of Zn (II)-EDTA by chitosan. In sorption experiment, which the buffer pH 2-10 for 3 days. The aqueous phase concentration of Zn(II) chelates was analyzed using a atomic absorption spectrometer. This result showed that pH reaches a maximum at pH=6. It was reported that the bicharged species  $ZnL^{2-}$  dominates at pH=6 which is due to a stronger electrostatic attraction between the ammonium groups and  $ZnL^{2-}$ . The reaction  $RcNH_3^+ + ZnL^{2-}$  afforded  $RcNH_3^+ ZnL^{2-}$ .*

**Key Words:** pH, complexes of Zn(II)-EDTA, chitosan

### **PENDAHULUAN**

Kesulitan dalam mengendalikan limbah logam berat dari industri tidak hanya dialami oleh Indonesia, sebagai negara yang sedang berkembang, tetapi juga dialami oleh negara-negara maju di dunia. Berbagai upaya untuk mengolah limbah yang mengandung logam berat telah dilakukan. Salah satu metoda yang digunakan oleh metoda pengendapan. Metoda pengendapan ini praktis dan murah harganya tetapi hasilnya kurang memuaskan, karena tidak mampu mengendapkan logam dari larutannya jika konsentrasi logam sangat kecil. Kelemahan yang lain pada metode pengendapan adalah bila dalam larutan terdapat agen pengkompleks yang kuat seperti EDTA (Asam etilendiamin tetraasetat), NTA (Asam Nitrilo triasetat), Asam Sitrat, dan lain-lain akan membuat pengendapan menjadi tidak efektif. Cara lain yang terus

dikembangkan adalah penggunaan padatan, baik sintesis maupun yang banyak tersedia di alam, sebagai adsorben untuk memisahkan ion-ion logam berat dari larutan. Menurut Wuntu (2001), terdapat banyak material yang diketahui memiliki permukaan yang khas dan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben, di antaranya adalah asam humat, tanah diatomeae, serta adsorben-adsorben lain yang umum dipakai seperti karbon aktif, alumina, silica gel, dan zeolit (Oscik, 1982). Adsorben-adsorben ini kemudian dimodifikasi lebih lanjut agar kemampuan adsorpsinya meningkat, misalnya dengan perlakuan asam, pengaturan kondisi adsorpsi, dan impregnasi suatu bahan tertentu.

Sumber pencemaran yang mengandung ion logam berat maupun agen pengkompleks di antaranya adalah industri pelapisan logam, sisa pencucian dari minyak yang terkontaminasi

logam, dan lain-lain. Industri tersebut di atas merupakan industri yang sangat potensial di Indonesia sehingga air buangnya perlu ditangani lebih lanjut. Berdasarkan kenyataan bahwa air buangan dari industri tersebut secara perlahan akan menaikkan BOD secara nyata dan merusak lingkungan, maka air buangan industri tersebut harus segera ditangani.

Alternatif lain yang diajukan adalah memanfaatkan kitosan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi kompleks logam Zn(II)-EDTA dari dalam larutan. Kitosan adalah kitin yang terdeasetilasi dengan menggunakan NaOH konsentrasi tinggi (Muzzarelli, 1977). Kitin tersebar luas di alam dan merupakan senyawa organik kedua yang melimpah di bumi setelah selulosa. Muzzarelli (1977) menggunakan kitosan sebagai pengikat logam transisi dan sebagai fasa diam dalam kromatografi kolom untuk memisahkan merkuri dari larutannya.

Widhi (2001), menggunakan kitosan yang disintesis dari kulit udang untuk mengadsorpsi ion logam Zn(II) dan Pb(II) dalam larutan berair. Penelitian mengenai adsorpsi kompleks Zn(II)-EDTA dengan menggunakan kitosan belum pernah dilakukan. Yang baru diteliti adalah kesetimbangan adsorpsi Cu(II)-EDTA pada film kitosan yang diikat silang dengan poliamin (Juang, dkk, 1997).

Upaya bagaimana agar limbah industri tidak menimbulkan kerusakan pada lingkungan dan kesehatan makhluk hidup perlu mendapat jawaban yang jelas sehingga pengendalian terhadap bahan-bahan yang potensial sebagai polutan dan kontaminan di lingkungan mutlak diperlukan. Salah satu cara yang berguna dalam pengendalian pencemaran air akibat adanya ion logam dan agen pengkhelet adalah metode adsorpsi (penyerapan). Mc Kay, dkk (1988) menyatakan bahwa adsorpsi merupakan salah satu metode pengolahan limbah industri yang menghasilkan air kualitas tinggi. Karena itu perlu kiranya untuk mempelajari kemampuan

kuantitatif kitosan sebagai adsorben dalam mengadsorpsi kompleks Zn(II)-EDTA sebagai salah satu alternatif menurunkan tingkat pencemaran logam berat. Sehubungan dengan itu, maka perumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: Bagaimana pengaruh derajat keasaman (pH) pada kesetimbangan adsorpsi kompleks Zn(II)-EDTA oleh adsorben kitosan.

## **METODE PENELITIAN**

### **Populasi dan Sampel**

Penelitian ini dilakukan melalui pengamatan di lapangan maupun eksperimen langsung di laboratorium. Dalam penelitian ini kitosan yang digunakan adalah kitosan SIGMA dengan derajat deasetilasi 85%. Karena populasi bersifat homogen maka sampel dalam penelitian ini adalah cuplikan-cuplikan yang diambil secara acak. Sebagai model limbah dibuat campuran yang sama perbandingan molnya antara ZnCl<sub>2</sub> dengan EDTA.

### **Variabel Penelitian**

Sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai maka variabel yang akan dipelajari dalam penelitian ini adalah komposisi kitosan sebagai variabel bebas dan jumlah ion logam Zn(II) yang diserap kitosan sebagai variabel terikat. Adapun jumlah ion logam Zn(II) yang diserap kitosan ditunjukkan dengan mempelajari pengaruh pH pada larutan kompleks Zn(II)-EDTA.

### **Metode Pengumpulan Data**

Semua data yang diperlukan dalam penelitian ini diperoleh secara langsung melalui pengujian langsung di laboratorium. Data spektra kitosan diperoleh melalui pengujian dengan menggunakan Spektroskopi Infra Merah di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Gadjah Mada Yogyakarta, sedangkan data konsentrasi larutan Zn(II) sisa diperoleh dengan pengujian menggunakan Spektroskopi UV-Vis yang dilakukan di laboratorium Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang. Alat dan bahan serta cara

penelitian untuk memperoleh data disajikan di bawah ini:

#### **Alat Penelitian**

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas (gelas ukur, labu takar, labu Erlenmeyer, pipet tetes, pengaduk, corong), kertas saring, neraca analitik kapasitas 100 gram dengan ketelitian 0,0001 gram, pengaduk magnetic, penggojok merk Resch 110 rpm, botol polietilen, pH meter, Spektroskopi Infra Merah FTIR 8201 PC dengan  $\lambda = 400-800$  nm, Spektroskopi Serapan Atom dengan  $\lambda = 213,8$  nm.

#### **Bahan Penelitian**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan SIGMA dengan derajat deasetilasi 85%, pH larutan buffer dengan pH 2,3,4,5,6,8,9, Zn(II)-EDTA dengan perbandingan mol yang sama, akuades.

#### **Penetapan jumlah Zn(II)- EDTA yang diserap kitosan**

Sebanyak 0,1 gram kitosan ditambah dengan 50 mL larutan kompleks Zn(II)-EDTA dengan berbagai variasi pH. Pengaturan pH dilakukan dengan cara menambahkan sejumlah tertentu pH larutan buffer sesuai dengan yang dikehendaki. Interaksi dilakukan dengan penggojokan pada 110 rpm selama tiga hari dengan suhu yang dibuat tetap. Setelah selesai interaksi, filtrat dan endapan dipisahkan dengan cara disentrifuge. Filtrat yang diperoleh diukur dengan menggunakan Spektroskop Serapan Atom pada  $\lambda = 213,8$  nm.

Adapun parameter yang akan dipelajari adalah sebagai berikut:

- a. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer pH = 2 dan digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.
- b. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer pH = 3 dan

digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.

- c. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer pH = 4 dan digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.
- d. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer pH = 5 dan digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.
- e. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer pH = 6 dan digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.
- f. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer sehingga pH = 7 dan digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.
- g. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer pH = 8 dan digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.
- h. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer pH = 9 dan digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.
- i. 0,1 gram kitosan + 50 mL larutan Zn(II)-EDTA + 10 mL larutan buffer pH = 10 dan digojok dengan penggojok 110 rpm selama 3 hari.

#### **Analisis Data**

Data hasil penelitian selanjutnya dianalisis secara deskriptif. Data jumlah ion Zn (II) yang terserap oleh kitosan diolah dengan menggunakan persamaan  $q_e = V(C_o - C_e)/W$  di mana  $C_o$  adalah konsentrasi awal kompleks logam ( $\text{mol}/\text{m}^3$ ) dan  $C_e$  adalah konsentrasi kesetimbangan kompleks logam ( $\text{mol}/\text{m}^3$ ),  $V$  volume larutan ( $\text{m}^3$ ), dan  $W$  adalah berat adsorben yang digunakan (kg). Dari persamaan di atas dapat di- hitung harga  $q_e$  untuk masing-

masing pH larutan kemudian bisa dibuat kurva hubungan antara  $q_e$  (mol/kg) dengan pH larutan.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penetapan Jumlah Zn(II)-EDTA yang diserap kitosan. dilakukan dengan menggunakan metode analisis data maka banyaknya Zn(II)-EDTA yang teradsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus  $q_e = (C_0 - C_e) / W$

$C_0$  = konsentrasi kesetimbangan Zn(II)-EDTA

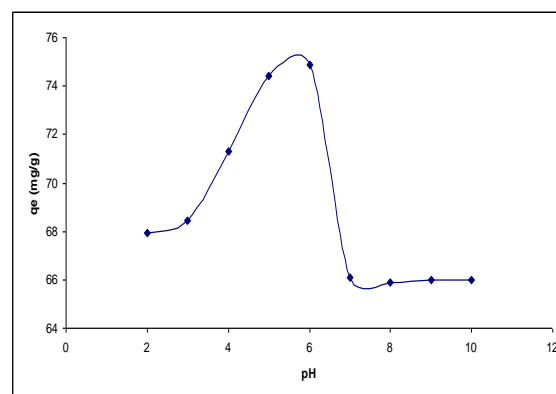
$C_e$  = konsentrasi Zn(II)-EDTA

Jumlah logam Zn(II)-EDTA yang diserap dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hubungan pH dengan Zn(II)-EDTA yang teradsorpsi

No.	pH larutan buffer	$C_0$ (ppm)	$C_e$ (ppm)	$Q_e$ (mg/g)
1.	2	123,575	0,05691	67,9349
2.	3	124,795	0,3902	68,4225
3.	4	130,76	1,1545	71,2823
4.	5	136,445	1,0975	74,4411
5.	6	137,4	1,2873	74,8619
6.	7	120,695	0,5122	66,1005
7.	8	120,17	0,2276	65,8793
8.	9	120,325	0,3821	65,9689
9.	10	120,46	0,523	65,9667

Gambar 1 memperlihatkan pengaruh pH terhadap banyaknya penyerapan ion logam zn (II) yang diberi tanda  $q_e$ . Harga  $q_e$  akan naik dengan naiknya pH dan mencapai optimum pada pH = 6, kemudian menurun secara tajam dengan semakin meningkatnya pH. Menurut Muzzarelli (1977), gugus amino pada kitosan bereaksi dengan  $H^+$  menurut persamaan reaksi:  $RcNH_2 + H^+$  menjadi  $RcNH_3^+$  log  $K_p = 6,9$ . Kurang lebih 20% dari gugus amino pada kitosan diprotonasi pada daerah dekat pH = 6,9. hal ini berarti bahwa khelat ion zn(II)- EDTA diadsorpsi oleh kitosan melalui interaksi elektrostatis (Yoshida *et al*, 1993).



Gambar 1. Hubungan antara pH dengan Zn(II)-EDTA yang teradsorpsi.

Pada campuran larutan Zn(II) dan larutan EDTA dengan perbandingan mol yang sama diketahui spesies  $ZnL^{2-}$  mendominasi pada pH = 3 -12 dan spesies  $ZnHL^-$  pada pH < 3 disebabkan oleh lemahnya interaksi elektrostatis antara  $RcNH^+$  pada kitosan dengan  $ZnHL^-$  dibandingkan dengan  $ZnL^{2-}$ . Alasan lain yang bisa dilaporkan adalah bahwa pada pH < 3, terjadi kompetisi antara ion  $H^+$  dengan gugus  $RcNH_3^+$  pada kitosan sehingga menyebabkan adsorpsi tidak sempurna. Penurunan yang tajam pada pH di atas 6 disebabkan adanya kompetisi reaksi  $OH^-$  dan  $RcNH_3^+$  dengan khelat Zn(II)-EDTA.

### KESIMPULAN

Dari hasil yang diperoleh dari penelitian dapat disimpulkan bahwa derajat kesamaan (pH) berpengaruh terhadap kesetimbangan kompleks Zn(II)-EDTA oleh adsorben kitosan. Penelitian menunjukkan bahwa pH = 6 diperoleh adsorpsi yang optimum sebab pada pH = 6 khelat Zn(II)-EDTA mayoritas terdapat dalam bentuk  $ZnL^{2-}$  sehingga akan berinteraksi dengan kitosan melalui interaksi elektrostatis menurut persamaan reaksi:  $RcNH_3^+ + ZnL^{2-}$  menjadi  $RcNH_3^+ ZnL^{2-}$

### DAFTAR PUSTAKA

Juang, R.S; and Ju Ching-Yun, 1997, Equilibrium Sorption of Copper(II)-Ethylenediaminetetraacetic Acid Chelates onto Cross-Linked, Polyaminated Chitosan Beads, *Ind. Eng. Chem. Res*; vol. 36, no. 12.

- McKay, G; El Geundi, M.S; and Abdul Wahab, M.Z; 1988, Two Resistance Mass Transfer Model for the Adsorption of Dyes onto Baggase Pith, *J. Water, Air and Soil Pollution*, 42, 33-46.
- Muzzarelli, R.A.A, 1977, *Chitin*, Pergamon Press.
- Oscik, J, 1982, *Adsorption*, Ellis Horwood Limited, England.
- Vogel, 1994, *Kimia Analisis Kuantitatif Anorganik*, Alih Bahasa: Hadyana Pudjaatmaka Edisi 4, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Widhi Mahatmanti, F, 2001, Studi Adsorpsi Ion Logam Seng(II) dan Timbal(II) Pada Kitosan dan Kitosan-sulfat dari Cangkang Udang Windu (*Penaus monodon*), *Tesis S-2*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Wuntu, D.A; 2001, Selektivitas 2-Merkaptobenzotiazol Terimpregnasi pada Aluminosilikat untuk Adsorpsi Tembaga(II), Seng(II), dan Kadmium(II), *Tesis S-2*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Yoshida, et al, 1993, Adsorption of Acid dye on Cross -linked Chitosan Fibers: Equilibria. *Chem . Eng. Sci.* 48, 2267-2272