

Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai Adsorben Ion Logam Besi(III) dan Kromium(III)

Sintya Tunggal Pramesti^a, Khabibi^{a*}, Nor Basid Adiwibawa Prasetya^a

^a Analytical Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang

* Corresponding author: khabibi@live.undip.ac.id

Article Info

Keywords:

chitosan, ascorbic acid, adsorption, iron (III), chromium (III)

Kata kunci:

Kitosan, asam askorbat, adsorpsi, besi (III), krom(III).

Abstract

Research on the utilization of modified ascorbic acid chitosan as heavy metal ion adsorbents, i.e. iron (III) and chromium (III) has been performed. The objective of this study was to obtain the ascorbic acid-modified chitosan, to determine the optimum pH of adsorption on Fe (III) and Cr (III) ions by the ascorbic acid-modified chitosan in various adsorption pH, and to determine the maximum adsorption capacity of ascorbic acid-modified chitosan on Fe(III) and Cr(III). The degrees of chitosan deacetylation were obtained using FTIR. The weight of the chitosan molecule was calculated using the Mark-Houwink equation. Chitosan solubility test was performed using CH₃COOH, HNO₃ and HCl. The morphology of chitosan surface was characterized by SEM. The adsorption of Fe (III) and Cr (III) metal ions was carried out in a solution of pH 2-6 by varying the metal ion concentrations of 50; 100; 150; 200 and 250 ppm. Unadsorbed Fe(III) and Cr(III) metal ions were analyzed with AAS. The maximum adsorption capacity determination was performed using Langmuir's isotherm equation. From the research data, it was obtained the degree of deacetylation of chitosan was 64.74% and molecular weight equal to 39966.85 g/mol. The solubility test of the ascorbic acid-modified chitosan using aqueous acids such as CH₃COOH, HNO₃ and HCl showed a modified chitosan of ascorbic acid relatively insoluble to dilute acids compared to chitosan beads. The surface morphology of the ascorbic acid-modified chitosan indicated the presence of spreading and irregular pores. The optimum pH of adsorption for Fe(III) metal ions was at pH 4 and for Cr(III) at pH 3. The maximum adsorption capacity of Fe(III) was 12.658 mg/g and 13.157 mg/g for Cr(III)

Abstrak

Penelitian pemanfaatan kitosan termodifikasi asam askorbat sebagai adsorben ion logam berat, yaitu besi (III) dan kromium (III) telah dilakukan. Tujuan penelitian ini adalah memperoleh kitosan termodifikasi asam askorbat, menentukan pH optimum adsorpsi ion Fe(III) dan Cr(III) oleh kitosan termodifikasi asam askorbat dengan variasi pH adsorpsi, serta menentukan kapasitas adsorpsi maksimum kitosan termodifikasi asam askorbat terhadap ion logam Fe(III) dan Cr(III). Derajat deasetilasi kitosan diperoleh menggunakan FTIR. Berat molekul kitosan dihitung menggunakan persamaan Mark-Houwink. Uji kelarutan kitosan dilakukan menggunakan CH₃COOH, HNO₃ dan HCl. Morfologi permukaan kitosan dikarakterisasi dengan SEM. Adsorpsi ion logam Fe (III) dan Cr (III) dilakukan dalam larutan pH 2-6 dengan melakukan variasi konsentrasi ion logam adalah 50; 100; 150; 200 dan 250 ppm. Ion logam Fe(III) dan Cr (III) yang tidak terserap dianalisis dengan SSA. Penentuan kapasitas adsorpsi maksimum dilakukan dengan menggunakan persamaan isotherm Langmuir. Dari data penelitian diperoleh derajat deasetilasi kitosan adalah 64,74% dan berat molekul sebesar 39966,85 g/mol. Hasil uji kelarutan terhadap kitosan termodifikasi asam askorbat menggunakan asam-asam encer seperti CH₃COOH, HNO₃ dan HCl menunjukkan kitosan termodifikasi asam askorbat relatif tidak larut terhadap asam-asam encer dibandingkan dengan kitosan beads. Morfologi permukaan kitosan termodifikasi asam askorbat menunjukkan adanya pori yang menyebar dan tidak beraturan. pH optimum adsorpsi untuk ion logam Fe(III) pada pH 4 dan ion logam Cr(III) pada pH 3. Kapasitas adsorpsi maksimum Fe(III) sebesar 12,658 mg/g dan 13,157 mg/g untuk logam Cr(III)

1. Pendahuluan

Ion logam berat, seperti besi(III) dan kromium(III) dapat berasal dari limbah cair yang merupakan hasil samping dari aktivitas industri. Ion logam besi(III) dan kromium(III) dalam jumlah yang sedikit dapat bersifat esensial dalam tubuh, jika berlebihan dapat menimbulkan gangguan.

Besi esensial terdapat dalam hemoglobin, kira-kira 5% terdapat dalam otot (mioglobin), dan kurang dari 1% terdapat dalam sel tubuh sebagai bagian dari enzim oksido-reduktase [1]. Logam besi (Fe) pada konsentrasi tinggi dapat merusak usus, mengiritasi mukosa lambung terutama pada saat perut dalam keadaan kosong [2]. Logam kromium diperlukan dalam jumlah kecil dalam metabolisme gula pada manusia [1]. Logam kromium dalam tubuh biasanya berada dalam bentuk ion Cr(III). Kromium dapat menyebabkan kanker paru-paru dan iritasi pada kulit.

Metode untuk mengurangi dan memisahkan logam berat dari air limbah telah banyak dikembangkan, antara lain metode penukar ion, pengendapan secara elektrolisis, penyerapan (adsorpsi) [3]. Salah satu metode untuk menurunkan kadar logam berat yang banyak digunakan adalah adsorpsi. Pada metode adsorpsi dapat menggunakan biopolimer, seperti kitosan. Kitosan merupakan biopolimer alam turunan dari kitin, dapat berfungsi sebagai adsorben logam berat karena mempunyai gugus aktif amina (-NH₂) dan hidroksil (-OH) yang mampu mengikat limbah logam berat [4].

Pemanfaatan kitosan secara langsung sebagai adsorben ion logam Cd²⁺ dan Cu²⁺, pemanfaatan kitosan sebagai koagulan logam berat limbah cair industri tekstil, dan adsorpsi terhadap zat warna AAVN (*Acid Alizarin Violet N*) dan RB₄ (*Reactive Blue 4*) [5]. Penggunaan kitosan secara langsung sebagai adsorben kurang efektif karena mudah larut dalam asam asetat dan terlarut sebagian dalam asam encer seperti HNO₃, HCl dll. Untuk mengatasinya maka dilakukan modifikasi terhadap kitosan. Penggunaan kitosan yang telah dimodifikasi akan memberikan keuntungan diantaranya kitosan dapat digunakan secara berulang pada proses adsorpsi dan kestabilan kitosan menjadi tinggi. Pada penelitian Varshosaz *dkk*. [6], asam askorbat dan campuran asam askorbat dengan asam palmitat digunakan untuk memodifikasi kitosan, dan hasilnya menunjukkan bahwa asam askorbat yang paling baik untuk meningkatkan stabilitas kitosan.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan modifikasi kitosan dengan asam askorbat kemudian diaplikasikan sebagai adsorben ion logam Fe(III) dan Cr(III). Dalam penelitian ini asam askorbat dipilih karena merupakan salah satu asam organik, tidak beracun, terdapat dalam buah-buahan dan sayuran sehingga mudah didapatkan [7].

2. Metode Penelitian

Alat & Bahan

Gelas beker, labu erlenmeyer, gelas ukur, corong, pipet tetes dan pipet volume, neraca analitik (Kern), cawan porselen, scanning electron microscopy (SEM) (JSM-35C), pengaduk, spektrofotometer FTIR (Shimadzu), oven, kertas saring, spektrofotometri serapan atom (SSA) merk Shimadzu, hot plate, shaker, pH meter. Serbuk kitosan (Brataco); akuades; kertas pH (Merck); aluminium foil; CH₃COOH 2% p.a; NaOH 1M p.a; FeCl₃.6H₂O; CrCl₃.6H₂O p.a; asam askorbat p.a.

Penentuan Derajat Deasetilasi (DD) Kitosan Menggunakan Spektroskopi FTIR

Karakterisasi kitosan dilakukan menggunakan spektroskopi FTIR. Data FTIR yang diperoleh digunakan untuk menentukan derajat deasetilasi kitosan dengan metode Baseline [8].

Penentuan Berat Molekul (BM) Kitosan

Larutan kitosan dibuat variasi konsentrasi 20-100% dalam pelarut asam asetat 0,1 M dan sodium klorida 0,2 M kemudian dimasukkan kedalam viscometer. Data yang diperoleh diplotkan pada grafik η_{sp}/C terhadap C. Berat molekul ditentukan berdasarkan persamaan Mark-Houwink [9].

$$[\eta] = kM^\alpha$$

Keterangan:

$[\eta]$ = viskositas intrinsik

k = konstanta pelarut

α = konstanta

M = berat molekul

Pembuatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat

Serbuk kitosan sebanyak 2,7 g dilarutkan dalam 100 ml larutan asam asetat 2% kemudian diaduk dengan magnetic stirer sampai menjadi homogen, larutan kental yang terbentuk selanjutnya diteteskan dalam larutan NaOH 1M, setelah 24 jam kontak dengan NaOH, kitosan beads yang didapat dicuci dengan akuades sampai pH netral. Selanjutnya direndam dalam larutan asam askorbat 0,5% selama 24 jam, hasil yang didapat dicuci dengan akuades, kemudian dikeringkan pada suhu 250C sampai tercapai berat konstan [6].

Uji Kelarutan Terhadap Asam

Kitosan beads dan kitosan termodifikasi asam askorbat seberat 0,15 g dilarutkan dalam erlenmeyer yang masing-masing berisi asam encer antara lain CH₃COOH, HCl, dan HNO₃ sebanyak 15 mL dengan variasi konsentrasi 0,1 N dan 0,01 N.

Analisis menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM)

Kitosan beads dan kitosan termodifikasi asam askorbat di analisis dengan SEM untuk mengetahui bentuk morfologi permukaan.

Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Ion Logam Fe(III) dan Cr(III)

Masing-masing larutan Fe(III) dan Cr(III) dengan konsentrasi 100 ppm 15 mL diatur keasamannya pada pH 2; 3; 4; 5 dan 6 dengan menggunakan larutan HCl dan NaOH, selanjutnya dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL yang telah berisi 0,15 g adsorben. Masing-masing erlenmeyer di-shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 60 menit, kemudian larutan dibiarkan selama 12 jam, filtrat yang diperoleh dianalisis menggunakan SSA.

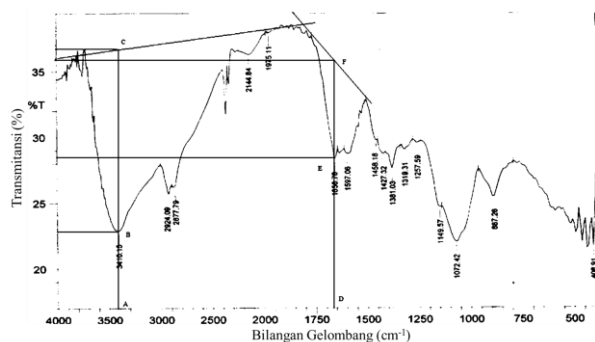
Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Fe(III) dan Cr(III) oleh Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat

Sebanyak 15 mL larutan Fe(III) dan Cr(III) dengan konsentrasi 50; 100; 150; 200 dan 250 ppm dimasukkan kedalam erlenmeyer 250 mL yang telah berisi 0,15 g adsorben pada pH optimum, kemudian larutan di-shaker dengan kecepatan 150 rpm selama 60 menit, selanjutnya dibiarkan selama 12 jam, filtrat yang diperoleh dianalisis dengan SSA.

3. Hasil dan Pembahasan

Penentuan Derajat Deasetilasi (DD) Kitosan Menggunakan Spektroskopi FTIR

Penentuan DD dan identifikasi gugus fungsi dilakukan menggunakan FTIR serbuk kitosan. Derajat deasetilasi (DD) merupakan suatu parameter mutu kitosan yang menunjukkan persentase gugus asetil yang telah diubah menjadi gugus amina. Hasil FTIR pada serbuk kitosan ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR Kitosan

Dari gambar 1 menunjukkan bahwa kitosan yang diperoleh memiliki puncak pada 3410,15 cm⁻¹ yang mengindikasikan adanya uluran N-H dengan transmitansi 22,888 % dan gugus karbonil (C=O) ditunjukkan pada 1658,78 cm⁻¹ dengan transmitansi 28,328 %. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh derajat deasetilasi serbuk kitosan sebesar 64,74 %, yang berarti bahwa serbuk kitosan yang digunakan mengandung 64,74 % gugus amina.

Penentuan Berat Molekul (BM) Kitosan

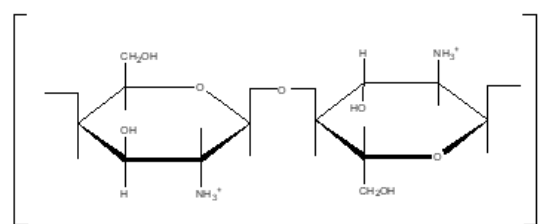
Penentuan berat molekul (BM) berhubungan dengan derajat polimerisasi (DP), yang merupakan jumlah satuan struktur berulang di dalam rantai polimer (n). Polimer dengan DP besar (>10⁴) disebut polimer

tinggi, sedangkan polimer dengan DP rendah (<10⁴) disebut oligomer [10].

Berdasarkan data persamaan garis dan perhitungan dengan persamaan Mark-Houwink diperoleh berat molekul kitosan sebesar 39.966,85 g/mol. Berat molekul kitosan yang diperoleh pada penelitian ini tinggi karena derajat polimerisasi lebih dari 10⁴, sehingga dapat diaplikasikan sebagai adsorben ion logam berat.

Pembuatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat

Sebelum dilakukan modifikasi kitosan menggunakan asam askorbat, serbuk kitosan terlebih dahulu dilarutkan dalam asam asetat 2 % [6]. Asam asetat ini dapat melarutkan kitosan karena memiliki ion H⁺ yang nantinya dapat berinteraksi dengan gugus amina (-NH₂) pada kitosan. Asam asetat dapat berfungsi sebagai pelarut kitosan karena dapat memprotonasi gugus amina menjadi amino kationik (-NH₃⁺).



Gambar 2. Protonasi Gugus Amina pada Kitosan

Kitosan yang telah larut dalam asam asetat membentuk campuran homogen kental yang kemudian ditetaskan pada NaOH, adanya NaOH menyebabkan terbentuknya gugus amina yang memiliki sepasang elektron bebas kembali sehingga dapat terbentuk suatu butiran-butiran kecil (*beads*). Kitosan *beads* yang diperoleh dicuci hingga pH netral (pH=7) dengan akuades untuk menghilangkan NaOH dan asam asetat yang masih terdapat pada permukaan kitosan *beads*.

Kitosan *beads* yang diperoleh direndam selama 24 jam kedalam asam askorbat yang berfungsi sebagai agen modifikasi untuk kitosan. Kitosan yang telah dimodifikasi dengan asam askorbat kemudian dikeringkan untuk menghilangkan air yang masih terdapat pada permukaannya. Kemungkinan interaksi antara kitosan dan asam askorbat adalah terjadinya interaksi hidrogen. Interaksi hidrogen antara gugus amina (-NH₂) pada kitosan dengan gugus hidroksil (-OH) pada asam askorbat.



Gambar 3. Kitosan termodifikasi asam askorbat

Ada beberapa kemungkinan adsorpsi Fe^{3+} dan Cr^{3+} oleh kitosan termodifikasi asam askorbat, diantaranya karena terjadi interaksi elektrostatis yaitu interaksi antara muatan parsial negatif dari gugus amina ($-NH_2$) dan hidroksil ($-OH$) pada kitosan termodifikasi asam askorbat dengan muatan parsial positif dari logam Fe^{3+} dan Cr^{3+} , kemungkinan yang lain adalah pembentukan kompleks ion Fe^{3+} dan Cr^{3+} sebagai atom pusat dan atom O gugus ($-OH$), atom N gugus ($-NH_2$) dari kitosan termodifikasi asam askorbat sebagai ligan.

Uji Kelarutan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat Terhadap Asam

Uji kelarutan merupakan salah satu karakterisasi dari kitosan. Uji kitosan termodifikasi asam askorbat dilakukan menggunakan larutan asam-asam encer seperti CH_3COOH , HNO_3 , dan HCl . Sebagai pembandingan maka dilakukan uji kelarutan pada kitosan *beads*. Hasil uji kelarutan dapat dilihat pada tabel 1 dan 2.

Dari tabel 1 dan 2, dapat diketahui bahwa kitosan termodifikasi asam askorbat, relatif tidak larut terhadap larutan asam-asam encer dibandingkan dengan kitosan *beads*. Hal ini menyatakan bahwa kitosan termodifikasi asam askorbat dapat digunakan sebagai adsorben pada proses adsorpsi yang berjalan pada suasana asam.

Tabel 1: Hasil Uji Kelarutan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat

No	Waktu (menit)	CH_3COOH		HCL		HNO_3	
		0,1N	0,01N	0,1N	0,01N	0,1N	0,01N
1	30	-	-	-	-	-	-
2	60	-	-	-	-	-	-
3	90	-	-	-	-	-	-
4	120	-	-	-	-	-	-
5	150	-	-	-	-	-	-

Keterangan: tanda (-) menyatakan tidak larut

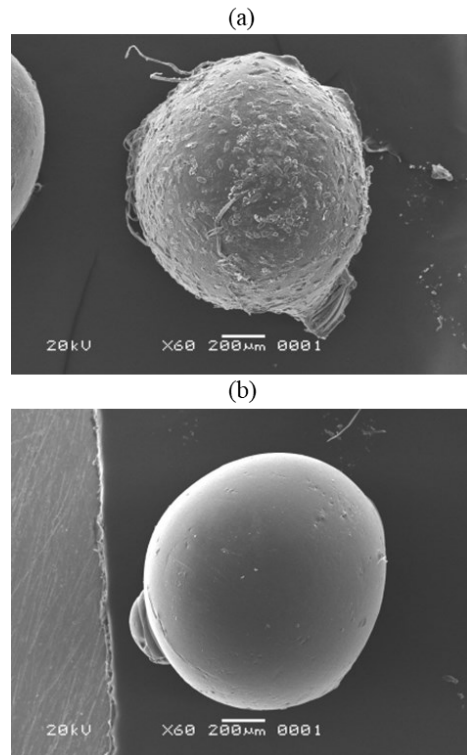
Tabel 2: Hasil Uji Kelarutan Kitosan Beads

No	Waktu (menit)	CH_3COOH		HCL		HNO_3	
		0,1N	0,01N	0,1N	0,01N	0,1N	0,01N
1	30	larut	-	-	-	larut	-
2	60	larut	Larut	-	-	larut	-
3	90	larut	Larut	larut	-	larut	larut
4	120	larut	Larut	larut	larut	larut	larut
5	150	larut	Larut	larut	larut	larut	larut

Keterangan: tanda (-) menyatakan tidak larut

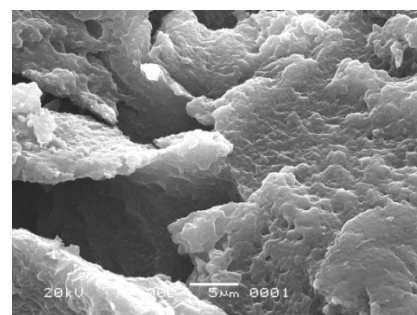
Analisis menggunakan SEM (Scanning Electron Microscopy)

Analisa SEM (Scanning Electron Microscopy) digunakan untuk mengetahui struktur morfologi permukaan dari kitosan termodifikasi asam askorbat. Gambar 4 merupakan hasil analisis SEM menggunakan perbesaran 60X pada kitosan termodifikasi asam askorbat dan kitosan *beads* sebagai pembandingan.



Gambar 4. Pada perbesaran 60X a) morfologi permukaan kitosan termodifikasi asam askorbat, b) kitosan *beads*

Gambar 4 memperlihatkan adanya perbedaan morfologi pada kitosan sebelum dimodifikasi menggunakan asam askorbat dan sesudah dimodifikasi menggunakan asam askorbat. Perbedaan morfologi tersebut, mengindikasikan bahwa kitosan yang telah dimodifikasi dengan asam askorbat mengalami perubahan morfologi yang menunjukkan kemungkinan terdapat perbedaan sifat fisik pada kitosan setelah dimodifikasi menggunakan asam askorbat. Morfologi permukaan kitosan termodifikasi asam askorbat dengan perbesaran 3000X dapat dilihat pada gambar 5.



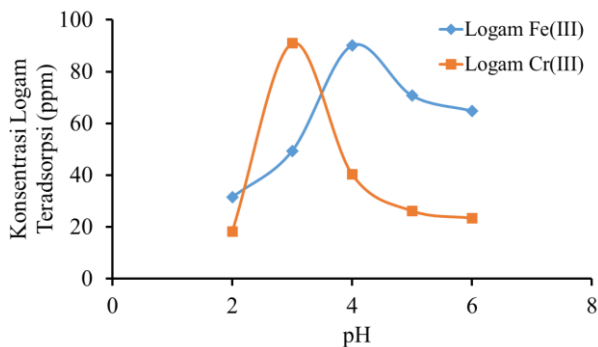
Gambar 5. Pada perbesaran 3000X morfologi permukaan kitosan termodifikasi asam askorbat

Berdasarkan gambar 5 menunjukkan morfologi permukaan kitosan termodifikasi asam askorbat terlihat adanya pori yang menyebar dan tidak beraturan. Hasil SEM pada morfologi permukaan kitosan termodifikasi asam askorbat dengan perbesaran 3000X menunjukkan bahwa kitosan termodifikasi asam askorbat merupakan material berpori yang dapat digunakan sebagai adsorben

ion logam Fe(III) dan Cr(III) karena dapat terjerap pada pori kitosan termodifikasi asam askorbat.

Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Ion Logam Fe(III) dan Cr(III)

Untuk mengetahui pH optimum pada proses adsorpsi ion logam Fe(III) dan Cr(III) dilakukan variasi pH antara 2 sampai dengan 6. Adanya pengaruh pH terhadap adsorpsi ion Fe(III) dan Cr(III) dapat dilihat dari gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan pH dengan konsentrasi logam teradsorpsi (ppm)

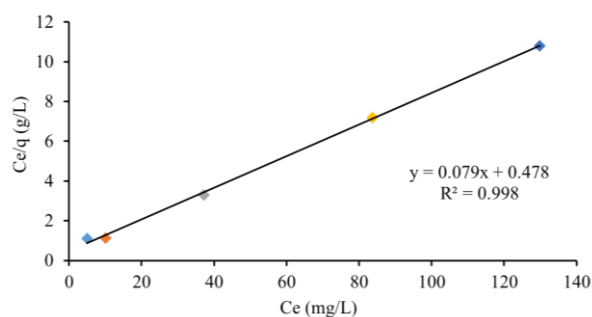
Pada gambar 6 menunjukkan hasil adsorpsi ion logam Fe(III) dan Cr(III). Pada ion logam Fe(III), pada pH 2 spesiasi ion Fe(III) berada sebagai Fe^{3+} ; $[Fe(OH)]^{2+}$; $[Fe(OH)_2]^+$; $[Fe_2(OH)_2]^{4+}$; dan $[Fe_3(OH)_4]^{5+}$ dengan Fe^{3+} sebagai spesies ion Fe(III) yang dominan [11], namun pada pH 2 ini terdapat ion H^+ dengan konsentrasi yang tinggi, sehingga terjadi kompetisi antara ion Fe^{3+} dengan ion H^+ sehingga adsorpsi ion Fe^{3+} pada kitosan termodifikasi asam askorbat rendah. Pada pH 3 terjadi peningkatan adsorpsi ion Fe^{3+} dan mencapai pH optimum pada pH 4 dengan adsorpsi Fe(III) terbanyak sebesar 90,1 ppm, karena jumlah ion H^+ lebih rendah dibandingkan pada suasana pH 2. Pada pH 5 dan 6 terjadi penurunan adsorpsi ion logam Fe^{3+} , walaupun konsentrasi H^+ rendah namun terjadi peningkatan konsentrasi ion OH^- sehingga spesies ion Fe(III) pada tersebut adalah berupa spesies $[Fe(OH)]^{2+}$ dan $[Fe(OH)_2]^+$ [11] yang mempunyai ukuran ion yang relatif lebih besar dibanding spesies Fe^{3+} , sehingga lebih sulit teradsorpsi pada kitosan termodifikasi asam askorbat.

Pada ion logam Cr(III), pada pH 2 spesiasi ion Cr(III) berada sebagai Cr^{3+} dan Cr^{2+} dengan Cr^{3+} sebagai spesies ion Cr(III) yang dominan [12], namun pada pH 2 ini terdapat ion H^+ dengan konsentrasi yang tinggi, sehingga terjadi kompetisi antara ion Cr^{3+} dengan ion H^+ sehingga adsorpsi ion Cr^{3+} pada kitosan termodifikasi asam askorbat rendah. Pada pH 3 terjadi peningkatan adsorpsi ion Cr^{3+} dan mencapai pH optimum pada pH ini dengan adsorpsi Cr(III) terbanyak sebesar 90,9 ppm, karena jumlah ion H^+ lebih rendah dibandingkan pada suasana pH 2. Pada pH 4-6 terjadi penurunan adsorpsi ion logam Cr^{3+} , walaupun konsentrasi H^+ rendah namun terjadi peningkatan konsentrasi ion OH^- sehingga spesies ion Cr(III) pada tersebut adalah berupa spesies $[Cr(OH)]^{2+}$ [12] yang mempunyai ukuran ion yang relatif

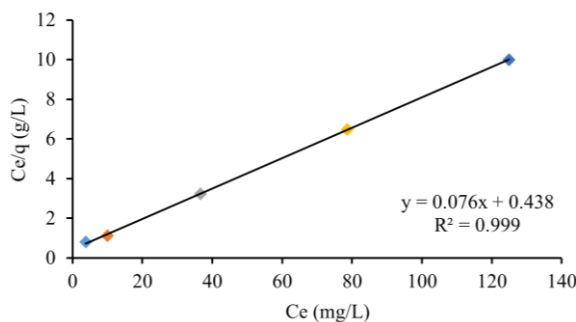
lebih besar dibanding spesies Cr^{3+} , sehingga lebih sulit teradsorpsi pada kitosan termodifikasi asam askorbat.

Penentuan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Fe(III) dan Cr(III) oleh Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat

Adsorpsi dilakukan dengan variasi konsentrasi 50 sampai 250 ppm pada pH optimum ion logam Fe(III) yaitu pH 4 dan pH 3 untuk ion logam Cr(III). Hasil adsorpsi ion logam Fe(III) dan Cr(III) mengalami peningkatan sebanding dengan peningkatan konsentrasi awal larutan logam. Semakin besar konsentrasi larutan logam maka kemampuan adsorpsi kitosan termodifikasi asam askorbat juga semakin besar, karena semakin banyak ion Fe(III) dan Cr(III) yang berinteraksi dengan kitosan termodifikasi asam askorbat. Berdasarkan data adsorpsi pada variasi konsentrasi, dapat diinterpretasikan pada persamaan *isotherm* Langmuir, sehingga kapasitas adsorpsi maksimum dapat ditentukan. Hasilnya dapat dilihat pada gambar 7 dan 8.



Gambar 7. Grafik Isotherm Adsorpsi Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat pada Fe(III)



Gambar 8. Grafik Isotherm Adsorpsi Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat pada Cr(III)

Berdasarkan gambar 7 dan 8, menunjukkan kapasitas adsorpsi maksimum yang diperoleh dari persamaan grafik *isotherm* adsorpsi oleh kitosan termodifikasi asam askorbat untuk logam Fe(III) sebesar 12,658 mg/g, sedangkan untuk logam Cr(III) sebesar 13,157 mg/g. Perbedaan nilai kapasitas adsorpsi antara logam Fe(III) dan Cr(III) kemungkinan dipengaruhi oleh perbedaan konfigurasi elektron. Pada logam Fe(III) konfigurasi elektronnya $[Ar] 3d^5$ dan logam Cr(III) $[Ar] 3d^3$, dari perbedaan konfigurasi elektron ini menyebabkan logam Cr(III) memiliki orbital kosong yang lebih banyak dibandingkan logam Fe(III). Hal ini menyebabkan logam Cr(III) mampu berikatan dengan gugus amina ($-NH_2$) pada kitosan semakin kuat.

Ditinjau dari teori HSAB (*Hard Soft Acid base*) yaitu asam keras akan berikatan kuat dengan basa keras sedangkan asam lemah akan berikatan dengan basa lemah [13]. Logam Cr(III) lebih bersifat asam keras dibandingkan dengan logam Fe(III), sehingga logam Cr(III) akan lebih kuat tertarik oleh sisi aktif dari kitosan yaitu gugus amina ($-NH_2$) dan gugus hidroksil ($-OH$) yang merupakan basa keras.

4. Kesimpulan

Telah dihasilkan modifikasi kitosan menggunakan asam askorbat sebagai adsorben ion logam berat Fe(III) dan Cr(III). pH optimum adsorpsi kitosan termodifikasi asam askorbat untuk logam Fe(III) yaitu pada pH 4, dan logam Cr(III) tercapai pada pH 3. Kapasitas adsorpsi maksimum kitosan termodifikasi asam askorbat terhadap logam Fe(III) sebesar 12,658 mg/g dan pada logam Cr(III) sebesar 13,157 mg/g, sehingga kapasitas adsorpsi kitosan termodifikasi asam askorbat terhadap logam Cr(III) lebih besar dibandingkan terhadap Fe(III).

5. Daftar Pustaka

- [1] Anna Poedjiadi, FM Titin Supriyanti, Dasar-Dasar Biokimia, Universitas Indonesia, Jakarta, 1994.
- [2] Ervan Nur Wahid, Pengaruh Variasi Ketebalan Karbon Aktif Granular (Arang Tempurung Kelapa) Terhadap Penurunan Kandungan Fe Dan Mn Dalam Air Tanah, Departemen Teknik Lingkungan, UII, Yogyakarta
- [3] P Rama Devi, G Rama Krishna Naidu, Enrichment of trace metals in water on activated carbon, *Analyst*, 115, 11, (1990) 1469-1471 <http://dx.doi.org/10.1039/AN9901501469>
- [4] Susan E. Bailey, Trudy J. Olin, R. Mark Bricka, D. Dean Adrian, A review of potentially low-cost sorbents for heavy metals, *Water Research*, 33, 11, (1999) 2469-2479 [http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00475-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00475-8)
- [5] Ming-Shen Chiou, Pang-Yen Ho, Hsing-Ya Li, Adsorption behavior of dye AAVN and RB4 in acid solutions on chemically cross-linked chitosan beads, *Journal of the Chinese Institute of Chemical Engineers*, 34, 6, (2003) 625-634 <http://dx.doi.org/10.6967/JCICE.200311.0625>
- [6] J Varshosaz, H Sadrai, R Alinagari, Nasal delivery of insulin using chitosan microspheres, *Journal of microencapsulation*, 21, 7, (2004) 761-774 <http://dx.doi.org/10.1080/02652040400015403>
- [7] Soejono Tjitro, Juliana Anggono, Pengaruh lingkungan terhadap efisiensi inhibisi asam askorbat (vitamin c) pada laju korosi tembaga, *Jurnal Teknik Mesin*, 1, 2, (2004) pp. 100-107
- [8] Bimbing Herwanto, Eko Santoso, Adsorpsi Ion Logam Pb (II) pada Membran Selulosa Kitosan Terikat Silang, *Akta Kimia Indonesia*, 2, 1, (2006) 9-24
- [9] Emma Rochima, Karakterisasi kitin dan kitosan asal limbah rajungan Cirebon Jawa Barat, *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 10, 1, (2010) <http://dx.doi.org/10.17844/jphpi.v10i1.965>
- [10] Wei Wang, Shuqin Bo, Shuqing Li, Wen Qin, Determination of the Mark-Houwink equation for

chitosans with different degrees of deacetylation, *International Journal of Biological Macromolecules*, 13, 5, (1991) 281-285 [http://dx.doi.org/10.1016/0141-8130\(91\)90027-R](http://dx.doi.org/10.1016/0141-8130(91)90027-R)

- [11] RE Baes, Mesmer, The Hydrolysis of Cations, Wiley, New York, 1976.
- [12] Carl D Palmer, Robert W Puls, Natural attenuation of hexavalent chromium in groundwater and soils, Ann Arbor Press, Inc, Chelsea, Michigan, 1994.
- [13] Ralph G Pearson, Hard and soft acids and bases, *Journal of the American Chemical Society*, 85, 22, (1963) 3533-3539 <http://dx.doi.org/10.1021/ja00905a001>