

Pengaruh Penambahan Asam Askorbat Pada Bulu Ayam Sebagai Adsorben Terhadap Kemampuan Adsorpsi Ion Logam Kadmium (Cd^{2+}) Dalam Larutan

Effect of the Addition of Ascorbic Acid Against Rooster Feathers For Adsorbent Adsorption Ability Metal Ion Cadmium (Cd^{2+}) in solution

Wilda Khumairoh, Rum Hastuti, dan Abdul Haris

Laboratorium Kimia Analitik Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Matematika
Universitas Diponegoro

Abstrak

Telah dilakukan penelitian yang berjudul "Pengaruh Penambahan Asam Askorbat pada Bulu Ayam sebagai Adsorben Terhadap Kemampuan Adsorpsi Ion Logam Kadmium (Cd^{2+}) dalam Larutan". Penelitian bertujuan untuk membuat adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat, mengkarakterisasi adsorben bulu ayam sebelum dan setelah modifikasi asam askorbat dengan FTIR dan SAA. Aplikasi adsorpsi terhadap ion logam kadmium dikondisikan dengan variasi waktu kontak 20 - 140 menit; pH 3 - 9; dan konsentrasi 50 - 300 ppm. Karakterisasi dengan spektrofotometer FTIR untuk mengetahui gugus-gugus yang terdapat pada masing-masing adsorben dan untuk mengukur rata-rata pori, luas permukaan serta total volume pori dianalisis dengan SAA. Banyaknya ion logam kadmium yang teradsorpsi dianalisis menggunakan AAS, dan penentuan kapasitas adsorpsi menggunakan persamaan isotherm Langmuir. Hasil penelitian didapatkan adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat masing-masing memiliki karakteristik ukuran rata-rata pori $1,17779.10^2$ dan $3,06246.10^2$; luas permukaan adsorben $1,211 m^2/g$ dan $1,672 m^2/g$; serta total volume pori $4,924.10^{-3} cc/g$ dan $9,269.10^{-3} cc/g$. Aplikasi terbaik adsorpsi ion logam kadmium oleh adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat yaitu pada waktu kontak 60 menit dan 40 menit, dengan pH sama yaitu 7, dan kapasitas adsorpsi sebesar $25,64 mg/g$ dan $26,32 mg/g$.

Kata kunci : Adsorben bulu ayam, asam askorbat, kadmium

Abstract

A study entitled "The Effect of the Addition of Ascorbic Acid as Adsorbents Rooster Feathers Against Metal Ion Adsorption Capability of Cadmium (Cd^{2+}) in Solution". The research aims to create an adsorbent ascorbic acid modified chicken feathers, chicken feathers characterize adsorbents before and after the modification of ascorbic acid by FTIR and SAA. Application of cadmium metal ion adsorption on conditioned by variations in contact time 20-140 minutes; pH 3-9, and the concentration of 50-300 ppm. Characterization by FTIR spectrophotometer to determine the groups that are on each adsorbent and to measure the average pore surface area and total pore volume were analyzed by SAA. The amount of metal ions adsorbed cadmium was analyzed using AAS, and the determination of adsorption capacity using the Langmuir isotherm equation. The results obtained feather adsorbent before and after the modified ascorbic acid each have a characteristic size of the average pore $1,17779.10^2$ and $3,06246.10^2$; adsorbent surface area of $1.211 m^2 / g$ and $1.672 m^2 / g$, and total pore volume $4,924.10^{-3} cc / g$ and $9,269.10^{-3} cc / g$. The best application of cadmium metal ion adsorption by the adsorbent feathers before and after the modified ascorbic acid on contact time of 60 minutes and 40 minutes, with the same pH is 7, and the adsorption capacity of $25.64 mg / g$ and $26.32 mg / g$.

Keywords: Adsorbent feathers, ascorbic acid, cadmium

Pendahuluan

Berbagai industri seperti industri cat, industri peleburan, pelapisan logam, industri baterai kadmium-nikel, pupuk fosfat, pertambangan, pigmentasi, dan industri *alloy* menghasilkan limbah yang mengandung kadmium yang merupakan logam berat pencemar. Kadmium termasuk dalam logam berat bersifat toksik tinggi, untuk itu perlu perhatian khusus pada saat pengolahan limbah yang mengandung logam berat kadmium sebelum dibuang ke lingkungan. Kadmium dapat menyebabkan beberapa penyakit akut dan berbahaya, seperti kerusakan ginjal, *emphyseme*, hipertensi, dan lain-lain (Reynel-Avila dkk, 2009). Hal ini diakibatkan adanya proses biotransformasi dan bioakumulasi kadmium dalam organisme hidup. Di dalam tubuh manusia, kadmium termasuk dalam golongan logam tidak esensial artinya keberadaannya di dalam tubuh belum diketahui manfaatnya bahkan dapat bersifat racun.

Metode sorpsi (serapan) merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah yang baik digunakan, karena material yang digunakan sebagai adsorben tidak banyak dan dapat didegradasi, selain itu pembiayaan yang relatif murah (Tan dkk, 1985). Teknologi aplikasi adsorpsi dengan bahan biomaterial telah banyak dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat, salah satunya adalah bahan-bahan berserat seperti wool, bulu ayam dan rambut. Rambut manusia dilaporkan dapat digunakan sebagai adsorben logam, sehingga mendorong banyak kajian yang menyelidiki kemungkinan penggunaan bahan-bahan berserat keratin. Keratin merupakan serat protein yang banyak terdapat pada lapisan pelindung hewan, seperti kulit rambut atau bulu, sehingga dapat digunakan sebagai substituen yang murah dan sederhana daripada adsorben lainnya, salah satunya adalah penggunaan bulu ayam.

Beberapa penelitian telah

dilakukan, seperti penggunaan bulu ayam untuk menurunkan kadar tembaga dalam larutan telah dilakukan oleh Ni'mah dan Ulfin (2007). Penelitian lain dilakukan oleh Rosa (2008) tentang daur ulang bulu unggas untuk menghilangkan Pb dari air limbah secara kinetika dan ekuilibrium, adsorpsi freundlich dan langmuir isotherm dan kinetika untuk penghapusan *Tetrazine* dari larutan berair menggunakan bulu ayam dilakukan oleh Mittal dkk (2007), Villareal dkk (2011) menggunakan bulu ayam sebagai adsorben dengan metode batch dan studi kolom untuk menghilangkan Zn^{2+} dalam larutan berair, sedangkan Reynel-Avila dkk (2009) menggunakan bulu ayam untuk penghapusan Cd (II) dalam larutan encer.

Bulu ayam mengandung keratin yang merupakan protein penyusun utamanya yaitu protein kasar, lemak kasar dan protein serat. Adsorpsi ion logam oleh bahan-bahan berserat keratin dapat ditingkatkan dengan mengolah bahan-bahan tersebut dengan suatu bahan kimia tertentu seperti dengan penambahan asam askorbat. Asam askorbat dipilih karena melimpah di alam sehingga mudah didapat dan aman digunakan. Selain itu karena sifat keratin berkaitan dengan gugus amina yang akan menyebabkan sifat polielektrolit dengan gugus asam askorbat. Proses penambahan melibatkan gugus fungsional keratin dan asam askorbat, gugus fungsional keratin yang didenaturasi dalam larutan asam akan mengalami perubahan struktur yang awalnya berbentuk tersier menjadi primer, selanjutnya ditambahkan asam askorbat yang berfungsi sebagai agen peng-*crosslinks*, karena perbedaan muatan diantara keduanya memungkinkan terjadi sifat polielektrolit sehingga dapat berperan sebagai penukar ion dan dapat dimanfaatkan sebagai adsorben terhadap logam berat (Tan,1985).

Berdasarkan uraian di atas menunjukkan bulu ayam dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi ion logam berat. Penambahan asam askorbat

pada bulu ayam diharapkan dapat meningkatkan daya adsorpsi untuk mengatasi ion logam kadmium dalam limbah cair industri logam.

Penelitian ini bertujuan untuk membuat adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat, mengkarakterisasi dengan FTIR dan SAA, mengaplikasikan terhadap ion logam kadmium dengan variasi waktu kontak, pH dan konsentrasi.

Metode penelitian

1. Alat dan bahan

1.1 Bahan

Bulu ayam, asam askorbat, HCl, NaOH, $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, detergen, dietil eter, akuades

1.2 Alat

Peralatan gelas, timbangan elektrik, magnetik stirer, blender, penyaring buchner, oven, pH universal, spektrometer FTIR, *Spektrofotometri Serapan Atom* (SSA), *Surface Area Analyzer* (SAA)

2. Cara Kerja

2.1 Pembuatan serbuk bulu ayam

Bulu ayam dicuci bersih dengan air dan deterjen beberapa kali, kemudian dijemur sampai kering dan hilang baunya. Setelah kering, bulu ayam dipotong kecil-kecil kemudian digiling hingga halus. Hasil yang diperoleh adalah serbuk bulu ayam.

2.2 Pencucian serbuk bulu ayam dengan pelarut organik

Serbuk bulu ayam direndam/dicuci dengan dietil eter selama 24 jam kemudian disaring. Residu yang didapat dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C . Hasil yang diperoleh dianalisis dengan FTIR dan SAA, sebagai adsorben bulu ayam siap pakai.

2.3 Modifikasi adsorben bulu ayam

Adsorben bulu ayam siap pakai sebanyak 20 gram dilarutkan dalam 125 mL

HCl 0,5 M hingga mengental, kemudian ditambahkan 2 gram asam askorbat dan 125 mL NaOH 0,5 M. Selanjutnya campuran diaduk dengan magnetic stirer selama 24 jam. Setelah itu dicuci dengan akuades dan dikeringkan pada suhu $50 - 60^\circ\text{C}$. Kemudian hasil yang didapat dianalisis dengan FTIR dan SAA

2.4 Pencarian kondisi terbaik untuk penyerapan ion logam kadmium oleh adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat

a. Waktu kontak

Adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat masing-masing ditimbang sebanyak 0,2 gram kemudian dimasukkan dalam 20 mL larutan kadmium 20 ppm, diaduk diatas shaker dengan variasi waktu 20, 40, 60, 80, 100, 120 dan 140 menit. Larutan disaring dan filtratnya dianalisa dengan AAS.

b. pH

Adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat masing-masing ditimbang 0,2 gram kemudian dimasukkan dalam 20 mL larutan kadmium 20 ppm. Keasaman larutan diatur pada pH 3, 5, 7, dan 9 dengan menambahkan larutan HCl atau NaOH lalu diaduk di atas shaker selama kondisi waktu terbaik. Larutan disaring dan filtratnya dianalisa dengan AAS.

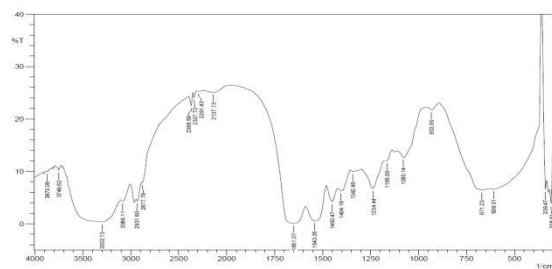
c. Konsentrasi

Adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat masing-masing ditimbang 0,2 gram kemudian dimasukkan dalam 20 mL larutan kadmium dengan variasi konsentrasi 50, 100, 150, 200, 250, dan 300 ppm. Setelah itu diaduk di atas shaker sampai kondisi batas waktu dan pH terbaik. Larutan disaring dan filtratnya dianalisa dengan AAS sedangkan residunya dianalisis dengan FTIR.

Hasil dan Pembahasan

1. Modifikasi Adsorben Bulu Ayam Dengan Asam Askorbat

Bulu ayam yang digunakan adalah bulu ayam boiler, bulu ayam setelah dicuci bersih dan digiling hingga halus, kemudian direndam dengan dietil eter yang berfungsi untuk menghilangkan sisa pengotor yang bersifat lemak (Tan dkk,1985). Selanjutnya dibilas dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 40°C untuk menghilangkan dietil eter yang masih tersisa dan didapatkan adsorben siap pakai. Untuk mengetahui gugus yang ada pada adsorben maka perlu dilakukan analisis dengan menggunakan spektrofotometer FTIR dan diperoleh hasil spektra FTIR seperti pada gambar 1.1



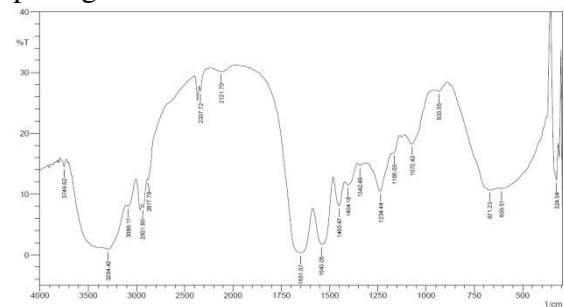
Gambar 1.1 Spektra FTIR adsorben bulu ayam

Tabel IV.1 Bilangan gelombang dan gugus yang ada pada bulu ayam

| Bilangan Gelombang (Cm ⁻¹) | Prediksi Gugus |
|--|-------------------------------|
| 3302.13 | Uluran N-H tumpang tindih O-H |
| 2931.8 | Regangan C-H alifatik |
| 1651.07 | Uluran C=O |
| 1543.05 | Regangan C-C |
| 1234.44 | Regangan C-N |

Gambar 1.1 menunjukkan beberapa puncak pada bilangan gelombang tertentu dan prediksi gugus seperti pada tabel 1.1 yang menunjukkan bahwa hasil yang diperoleh adalah gugus yang terdapat

dalam keratin. Adsorben yang diperoleh selanjutnya dimodifikasi menggunakan asam askorbat, dengan menambahkan HCl pada adsorben yang berfungsi sebagai pendenaturasi dan ditambahkan asam askorbat sebagai agen peng-*crosslinks*. Kemudian ditambahkan NaOH berfungsi untuk menetralkan adsorben. Selanjutnya diaduk selama 24 jam memungkinkan terjadinya sifat polielektrolit sehingga dapat berperan sebagai penukar ion dan dimanfaatkan sebagai adsorben terhadap ion logam berat. Setelah itu dibilas dan dikeringkan kembali, hasilnya dianalisis dengan spektrofotometer FTIR, untuk melihat gugus-gugus dari adsorben setelah dimodifikasi dengan asam askorbat. Spektra hasil analisis FTIR dapat dilihat pada gambar 1.2



Gambar IV.2 Spektra FTIR adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat

Tabel IV.2 Bilangan gelombang dan gugus yang ada pada adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat

| Bilangan Gelombang (Cm ⁻¹) | Prediksi Gugus |
|--|-------------------------------|
| 3294.42 | Uluran N-H tumpang tindih O-H |
| 2931.8 | Regangan C-H alifatik |
| 1651.07 | Uluran C=O |
| 1543.05 | Regangan C-C |
| 1234.44 | Regangan C-N |

Perbedaan antara adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat dapat dilihat dari data spektra FTIR pada gambar IV.1 dan

gambar IV.2. Pada spektra FTIR sebelum dan sesudah dimodifikasi tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini dikarenakan gugus yang ada pada asam askorbat dengan gugus pada bulu ayam hampir sama.

Selanjutnya dianalisis dengan menggunakan instrument BET untuk mengetahui luas permukaan, total volume pori dan ukuran pori dari adsorben sebelum dan sesudah di modifikasi dengan asam askorbat. Perbandingan hasil antara adsorben sebelum dan sesudah dimodifikasi dengan asam askorbat sebagai berikut:

Tabel IV.3 Uji pori adsorben bulu ayam

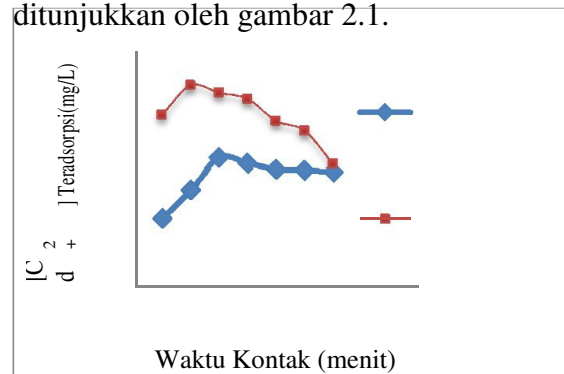
| Uji Perlakuan | Adsorben Sebelum Dimodifikasi | Adsorben Setelah Dimodifikasi |
|--|-------------------------------|-------------------------------|
| Ukuran Rata-rata Pori () | | |
| Luas Permukaan (m ² /g) Total | 1,211 | 1,672 |
| Volume Pori (cc/g) | 4,924.10 ⁻³ | 9,269.10 ⁻³ |

Dari hasil di atas menunjukkan bahwa analisis BET dari adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat memiliki perbedaan nilai ukuran rata-rata pori, luas permukaan dan total volume pori. Adsorben bulu ayam setelah dimodifikasi asam askorbat mempunyai nilai yang lebih besar dibanding adsorben bulu ayam sebelum dimodifikasi.

2. Pencarian Kondisi Terbaik Untuk Penyerapan Ion Logam Kadmium Oleh Adsorben Bulu Ayam Sebelum Dan Setelah Dimodifikasi Asam Askorbat

2.1 Pengaruh waktu kontak

Untuk mengetahui kondisi waktu kontak terbaik pada adsorpsi logam kadmium oleh adsorben bulu ayam sebelum dan sesudah dimodifikasi asam askorbat, dilakukan pada selang waktu 20, 40, 60, 80, 100, 120 hingga 140 menit dengan volume 20 mL larutan kadmium 20 ppm. Hasil adsorpsi ion logam kadmium ditunjukkan oleh gambar 2.1.



Gambar 2.1 Grafik hubungan antara waktu kontak dengan $[Cd^{2+}]$ teradsorpsi

Gambar 2.1 menunjukkan bahwa adsorpsi ion logam kadmium oleh adsorben bulu ayam sebelum dimodifikasi mengalami kenaikan secara perlahan dan mencapai kondisi terbaik pada waktu kontak 60 menit dengan kadmium yang teradsorpsi sebesar 53% dan adsorpsi mulai setimbang pada waktu kontak 80 menit. Sedangkan pada adsorben bulu ayam setelah dimodifikasi asam askorbat pada waktu kontak 20 menit banyaknya kadmium yang teradsorpsi sebesar 70,5%, selanjutnya adsorpsi naik dan mencapai kondisi terbaik pada waktu kontak 40 menit dengan kadmium yang teradsorpsi sebesar 82,5% dan adsorpsi mulai menurun setelah waktu kontak 40 menit.

Pada grafik terlihat bahwa ada perbedaan pada awal adsorpsi, untuk waktu kontak 20 menit pada adsorben bulu ayam sebelum dimodifikasi, ion logam kadmium yang teradsorpsi sebesar 28,25% sedangkan pada adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat lebih besar yaitu 70,5%. Hal ini dapat disebabkan karena pada adsorben bulu ayam

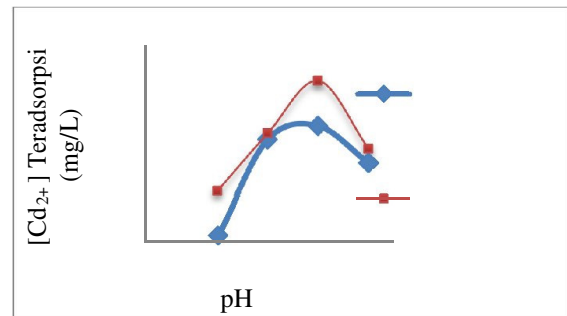
termodifikasi memiliki ukuran rata-rata pori, luas permukaan dan total volume pori yang lebih besar dibandingkan dengan adsorben sebelum dimodifikasi, sehingga ion logam yang teradsorpsi lebih banyak, selain itu kemungkinan pada waktu kontak 20 menit gugus aktif dari adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat belum mencapai kejenuhan, artinya masih banyak gugus aktif yang belum digunakan untuk mengadsorpsi kadmium.

Setelah waktu kontak 60 menit untuk adsorben bulu ayam sebelum dimodifikasi dan waktu kontak 40 menit untuk adsorben bulu ayam setelah dimodifikasi, daya serap mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena gugus aktif pada masing-masing adsorben telah jenuh. Selama waktu kontak didukung proses pengadukan, hal ini difungsikan untuk memberikan variasi tekanan tertentu dalam adsorpsi sehingga mempercepat proses adsorpsi.

2.2 Pengaruh pH

Kondisi pH terbaik pada larutan kadmium dilakukan karena pH dapat mempengaruhi gugus-gugus fungsional dari dinding adsorben bulu ayam yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam berat. Selain itu berpengaruh juga pada kelarutan dari ion logam dalam larutan, sehingga pH merupakan parameter yang penting dalam adsorpsi ion logam dalam larutan (Volesky, 1990).

Variasi pH yang digunakan dalam penelitian ini adalah pH 3, 5, 7, dan 9 dengan waktu kontak terbaik dari adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat yaitu masing-masing 60 dan 40 menit. Banyaknya masing-masing adsorben yang digunakan adalah 0,2 gram dan konsentrasi larutan kadmium yaitu 20 ppm sebanyak 20 mL. Hasil penelitian adsorpsi ion logam kadmium oleh adsorben bulu ayam sebelum dan sesudah dimodifikasi asam askorbat dapat dilihat dalam gambar 2.2



Gambar IV.4 Grafik hubungan antara pH dengan $[Cd^{2+}]$ teradsorpsi

Gambar IV.4 menunjukkan bahwa adsorpsi maksimum logam kadmium terjadi pada pH 7, yang berarti bahwa pH 7 merupakan kondisi pH terbaik untuk adsorpsi kadmium oleh adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat. Adsorpsi ion logam kadmium oleh adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat semakin meningkat dari pH 3 hingga pH 7 dan kemudian adsorpsi menurun setelah pH 7.

Adsorpsi pada pH 3 menghasilkan adsorpsi yang sangat rendah yaitu masing-masing sebesar 3,25% dan 25% ion logam kadmium yang teradsorpsi. Hal ini dikarenakan pada keadaan pH yang rendah permukaan adsorben dikelilingi oleh ion hidrogen (H^+) (karena gugus fungsi yang terdapat pada adsorben terprotonisasi). Dalam kondisi asam permukaan adsorben juga bermuatan positif yang akan menyebabkan terjadinya tolakan antara permukaan adsorben dengan ion logam kadmium sehingga adsorpsinya pun menjadi rendah (Jatmiko, 2005).

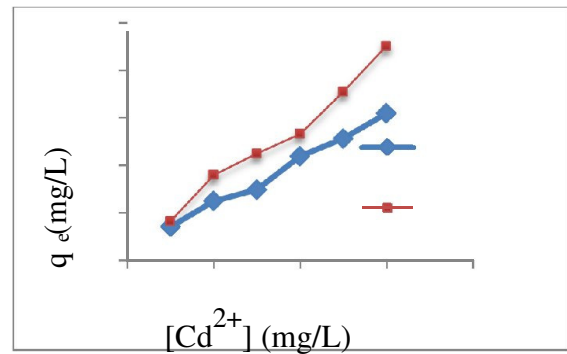
Seiring dengan naiknya pH adsorpsi ion logam kadmium semakin meningkat hingga mencapai kondisi pH terbaik yaitu pH 7, dimana pada pH 7 adsorpsi ion logam kadmium yang teradsorpsi paling banyak yaitu masing-masing sebesar 56,5% dan 78,5%. Namun, pada pH 9 terjadi penurunan menjadi 38,5% dan 45,5% ion logam kadmium yang teradsorpsi. Hal ini disebabkan karena bila bersifat basa struktur dari

keratin dapat berubah. Sehingga kemampuan adsorben dalam mengikat ion logam kadmium menjadi menurun. Selain itu, logam kadmium juga dapat membentuk $\text{Cd}(\text{OH})_2$ didalam larutan. Penurunan dalam mengadsorpsi ion logam kadmium pada pH 9 disebabkan oleh penambahan NaOH pada pengaturan pH kadmium yang mengakibatkan jumlah ion hidroksil lebih banyak, sehingga dimungkinkan terjadi ikatan antara ion logam dengan ion hidroksil. Selain itu juga dipengaruhi oleh ukuran rata-rata pori, luas permukaan dan total volume pori dari masing-masing adsorben yang menyebabkan ion logam yang teradsorpsi lebih sedikit.

2.3 Pengaruh Konsentrasi

Proses analisis dilakukan pada kondisi terbaik analisis sebelumnya yaitu masing-masing pada waktu kontak 60 menit dan 40 menit pH awal larutan 7 dengan volume larutan uji 20 mL serta berat adsorben 0,2 gram, dengan konsentrasi 50, 100, 150, 200, 250, hingga 300 ppm.

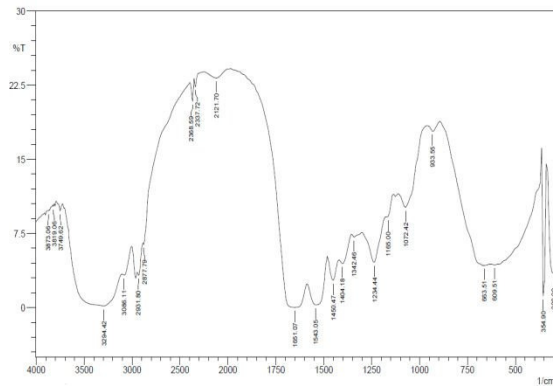
Pada proses adsorpsi kadmium terjadi sesuai dengan teori isoterm Langmuir yang menyatakan bahwa terdapat permukaan sisi aktif penyerap yang proporsional dengan luas permukaan penyerap (adsorben). Sisi aktif hanya dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat (zat teradsorpsi) (Oscik, 1982). Dengan adanya sisi aktif yang proporsional dengan permukaan adsorben ini, jika konsentrasi logam meningkat tetapi luas permukaan adsorben tetap, maka secara linier daya adsorpsi logam meningkat sampai pada konsentrasi tertentu. Hasil adsorpsi ion logam kadmium oleh adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat dapat dilihat pada gambar IV.5



Gambar IV.5 Grafik hubungan antara berat kadmium teradsorpsi (q_e) terhadap $[\text{Cd}^{2+}]$ awal

Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi ion logam kadmium menunjukkan terjadinya peningkatan kemampuan adsorpsi dari adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat dari konsentrasi awal larutan kadmium. Semakin besar konsentrasi ion logam kadmium kemampuan adsorpsi dari adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat cenderung semakin meningkat. Pada grafik dapat dilihat bahwa adsorben bulu ayam setelah dimodifikasi kapasitas adsorpsi lebih tinggi dibandingkan adsorben bulu ayam sebelum dimodifikasi, hal ini disebabkan oleh perbedaan dari ukuran rata-rata pori, luas permukaan dan total volume pori masing - masing adsorben dalam berinteraksi dengan ion logam. Perbedaan ukuran tersebut dikarenakan adanya proses modifikasi yang dilakukan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi untuk logam kadmium masing-masing adalah sebesar 25,64 mg/g dan 26,32 mg/g.

Setelah dilakukan pengamatan kondisi terbaik dalam adsorpsi ion logam kadmium dilakukan kembali analisis FTIR untuk melihat perbedaan antara adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat sebelum dan setelah mengadsorpsi ion logam kadmium. Hasil adsorpsi ion logam kadmium oleh adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat dapat dilihat pada gambar IV.6



Gambar IV.6 Spektra FTIR adsorpsi ion logam kadmium oleh adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat

Tabel IV.4 Bilangan gelombang dan gugus yang ada setelah adsorpsi ion logam kadmium pada adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat

| Bilangan Gelombang (Cm ⁻¹) | Prediksi Gugus |
|--|-------------------------------|
| 3294,42 | Uluran N-H tumpang tindih O-H |
| 2931,80 | Regangan C-H alifatik |
| 1651,07 | Uluran C=O |
| 1543,05 | Regangan C-C |
| 1234,44 | Regangan C-N |

Mengacu dari gambar IV.2 dan Tabel IV.2 bila dibandingkan dengan gambar IV.6 dan tabel IV.4, terlihat tidak terjadi perbedaan spektra yang signifikan hal ini dapat dikarenakan pada FTIR hanya dapat mendeteksi gugus-gugus organik sehingga logam kadmium tidak terbaca.

Adsorben bulu ayam termodifikasi asam askorbat memiliki kandungan gugus amina yang tinggi sehingga dapat menyerap logam. Selain itu juga memiliki gugus karboksilat dan sulfhidril (Lehninger, 1990). Interaksi elektrostatik antara ion logam dengan adsorben bulu ayam kemungkinan terjadi karena adanya gaya van der Waals. Adsorben bulu ayam

bersifat polielektrolit, sedangkan logam berat pada larutan merupakan partikel bermuatan positif. Dengan adanya perbedaan muatan antara adsorben bulu ayam dengan ion logam, maka akan timbul gaya elektrostatik yang menyebabkan menempelnya ion logam pada bulu ayam. Pada adsorpsi ini molekul tidak teradsorpsi secara kimia tetapi hanya secara fisik sehingga ikatan yang terbentuk sangat lemah antara adsorben dengan adsorbat (adsorbat hanya menempel pada adsorben) karena hanya dipengaruhi oleh gaya elektrostatik yang timbul akibat perbedaan muatan.

Kesimpulan

1. Modifikasi adsorben bulu ayam dengan asam askorbat untuk mengadsorpsi ion logam kadmium telah dilakukan.
2. Karakter adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat masing-masing memiliki ukuran rata-rata pori, luas permukaan dan total volume pori sebesar $1,17779 \cdot 10^2$; $1,211 \text{ m}^2/\text{g}$; $4,924 \cdot 10^{-3} \text{ cc/g}$ dan $3,06246 \cdot 10^{-2}$; $1,672 \text{ m}^2/\text{g}$; $9,269 \cdot 10^{-3} \text{ cc/g}$.
3. Aplikasi terbaik pada adsorpsi ion logam kadmium untuk adsorben bulu ayam sebelum dan setelah dimodifikasi asam askorbat yaitu masing-masing pada waktu kontak 60 menit dan 40 menit, dengan pH sama yaitu 7, dan kapasitas adsorpsi masing-masing adsorben sebesar $25,64 \text{ mg/g}$ dan $26,32 \text{ mg/g}$.

Daftar Pustaka

- G. de la Rosa., Reynel A.H.E., Bonilla P.A., Cano Rodriguez I., Velasco Santos C., dan Martinez Hemandes A.L., 2008, Recycling Poultry Feathers for Pb Removal from Wastewater: Kinetic and Equilibrium Studies, *International Journal of Chemical and Biological Engineering*
- JatmikoA., 2005, Studi Awal Pemanfaatan Chitosan Untuk Penurunan Kandungan Logam Berat Chrom(VI) pada Limbah, Laporan Tugas Akhir, Jurusan Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya
- Lehninger A. L., 1990, *Dasar-dasar Biokimia*, Jilid 1, Erlangga, Jakarta
- Mittal, A., Kurup, L., dan Mittal, J., 2007, Freundlich and Langmuir adsorption isotherms and kinetics for the removal of Tartrazine from aqueous solutions using hen feathers, *Journal of Hazardous Materials*, 146, 243-248
- Ni'mah, Y. L. dan Ulfin I., 2007, Penurunan Kadar Tembaga Dalam Larutan Dengan Menggunakan Biomassa Bulu Ayam, *Akta kimindo*, vol 2 no 1, 57-66
- Oscik, J., 1982, *Adsorption*, Ellis Horwood Ltd, England
- Reynel-Avila, H. E., Bonilla-Petriciolet, A., dan G. De la Rosa, 2009, *Removal Of Cd(II) In Aqueous Solutions By Chicken Feathers*, Universidad de Guanajuato, Mexico
- Tan T.C., Chia, C.K., dan Theo, C.K., 1985, *Uptake of Metal by Chemically Treated Human Hairs*, *Water Research*, 19:157-162
- Villarreal, I. A. A., Petriciolet, A.B., Montoya, V.H., Morán, M.A.M., dan Reynel-Avila H.E., 2011, Batch and Column Studies Of Zn²⁺ Removal From Aqueous Solution Using Chicken Feathers As Sorbents, *Chemical*