

Pemanfaatan Kitosan Sebagai Adsorben Ion Logam Fe Pada Air Gambut Yang Akan Digunakan Sebagai Air Minum

Karelius

(Dosen Prodi. Pendidikan Kimia, FKIP Univ. Palangkaraya)

Abstrak: Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mengetahui dosis optimum kitosan dan cara teknis adsorpsi terbaik. Kajian yang dilakukan pada penelitian ini meliputi isolasi kitosan dari kulit udang serta kajian tentang kondisi optimum adsorpsi. Kitosan yang akan digunakan diisolasi dari limbah kulit udang yang dibuat melalui tiga tahap yakni tahap deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi. Penentuan kondisi optimum dilakukan dengan variasi dosis kitosan 0,5; 1,0; 1,5; 2 gram, serta variasi cara teknis adsorpsi terbaik yaitu dengan cara *shaker*, *stirrer* dan dengan cara didiamkan selama 60 menit. Proses adsorpsi terhadap sampel air gambut dilakukan dengan menggunakan sistem batch selama 60 menit pada suhu kamar dengan cara teknis adsorpsi terbaik dan dosis optimum kitosan.

Dosis optimum kitosan yang digunakan adalah 1,5 gram dengan jumlah ion Fe yang mampu diadsorpsi sebesar 0.669 mg/L dengan efektivitas 92,65%. Cara teknis adsorpsi terbaik yang digunakan yaitu dengan cara *shaker* dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,045 mg Fe/gram kitosan efektivitas 93,75%. Hasil aplikasi kitosan terhadap air gambut, kitosan efektif mereduksi ion logam Fe pada sampel KLP 1 dan KLP 2 hingga konsentrasi Fe sisa pada sampel air gambut adalah 0,05 mg/L dan 0,298 mg/L sehingga dikatakan layak digunakan sebagai air minum.

Kata kunci : kitosan, air gambut, besi.

PENDAHULUAN

Air merupakan sumber daya alam untuk memenuhi hajat hidup orang banyak sehingga perlu dilindungi agar dapat tetap bermanfaat bagi hidup dan kehidupan manusia serta makhluk hidup lainnya. Air yang kualitasnya buruk akan mengakibatkan kondisi lingkungan hidup menjadi buruk sehingga akan mempengaruhi kondisi kesehatan dan keselamatan manusia serta kehidupan makhluk hidup lainnya. Penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumber daya air yang pada akhirnya akan menurunkan kekayaan sumber daya alam (*natural resources depletion*) (Alaerts, 1987).

Pada dasarnya air gambut adalah air permukaan yang banyak terdapat di daerah berawa atau dataran rendah yang mempunyai ciri-ciri umum yaitu intensitas warna tinggi (kuning atau merah kecoklatan) yang disebabkan oleh bahan-bahan humus dalam air tersebut. Tingginya kandungan besi (Fe) pada air gambut pada dasarnya bukanlah disebabkan karena pencemaran tetapi cenderung kepada kondisi alamiah lahan gambut dengan kandungan senyawa besi yang tinggi, seperti senyawa pirit (FeS) yang akan terlarut dalam bentuk ion logam Fe terutama pada saat kondisi badan sangat asam (pH 2-4) (Pahlevi, 2009)

Konsentrasi besi dalam air minum dibatasi maksimum 0.3 mg/L (sesuai Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002), hal ini berdasarkan alasan masalah warna, rasa serta timbulnya kerak yang menempel pada sistem perpipaan. Dengan dasar ini standar air minum WHO untuk Eropa menetapkan kadar besi dalam air minum maksimum 0.1 mg/L sedangkan USEPA menetapkan kadar maksimum dalam air yaitu 0.3 mg/L. (Arifin, 2007; Eaton et al., (2005) dan Said, 2003). Pada air permukaan biasanya kandungan zat besi relatif rendah yakni

jarang melebihi 1 mg/L, tetapi untuk air tanah dalam kandungan zat besinya sangat bervariasi dari konsentrasi yang rendah sampai konsentrasi tinggi (10-100 mg/L) dengan kadar oksigen rendah (Effendi, 2003).

Beberapa metode yang digunakan untuk mengurangi beban pencemaran logam berat yaitu ion-exchange, adsorpsi pengompleksan, presipitasi sistem membrane (Wu et al., 2007). Dibandingkan metode-metode lain, adsorpsi merupakan metode yang efektif, praktis dan ekonomis untuk membuang polutan logam berat dari limbah air. Kitin mempunyai gugus aktif OH dan NHCOCH_3 sedangkan kitosan mempunyai gugus aktif OH dan NH_2 sehingga dapat digunakan sebagai adsorben logam berat (Robert, 1992).

METODE

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini antara lain seperangkat alat refluks, penangas listrik (*hot plate*), pengaduk magnetik (*magnetic stirrer*), neraca analitik, ayakan 200 mesh, blender, kertas saring, kertas pH universal, seperangkat alat gelas, peralatan sampling air, wadah sampel air, *sheker*, dan Spektrofotometer Serapan Atom.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain kulit dan kepala udang (*Panaeus monodon*), minyak goreng, akuades, NaOH, HCl pekat, asam cuka perdagangan, asam nitrat encer (HNO_3 0,01 M), air gambut pedalaman.

Prosedur

Isolasi Kitosan dari Kulit dan Kepala Udang

Kulit dan kepala udang (*Panaeus monodon*) dibersihkan dengan air bersih kemudian dijemur di bawah sinar matahari sampai kering. Kulit dan kepala udang (*Panaeus monodon*) yang kering, dihaluskan menggunakan blender kemudian diayak menggunakan ayakan 200 mesh agar diperoleh serbuk tepung yang halus dan homogen. Selanjutnya kitosan diisolasi melalui tiga tahapan yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi.

Penentuan Dosis Optimum Kitosan

Penentuan dosis optimum kitosan dilakukan dengan cara sebanyak 0 g, 0,5 g, 1 g, dan 1,5 g, 2,0 g kitosan, masing-masing ditambahkan ke dalam 100 mL air gambut. Adsorpsi dilakukan pada suhu kamar selama 60 menit dengan menggunakan alat *sheker* dengan kecepatan 100 rpm (*rotation per minutes*), setelah itu campuran disaring dan filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer.

Penentuan Cara Teknis Adsorpsi Terbaik

Penentuan cara teknis adsorpsi terbaik oleh kitosan dilakukan dengan cara sejumlah kitosan pada dosis optimum ditambahkan ke dalam 100 mL air gambut, lalu cara teknis yang bervariasi menggunakan alat *sheker*, *magnetic stirrer* dengan kecepatan 100 rpm (*rotation per minutes*) dan dengan cara didiamkan selama 60 menit. Setelah itu campuran disaring dan filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer.

Aplikasi Kitosan Sebagai Adsorben Ion Logam Fe pada Air Gambut

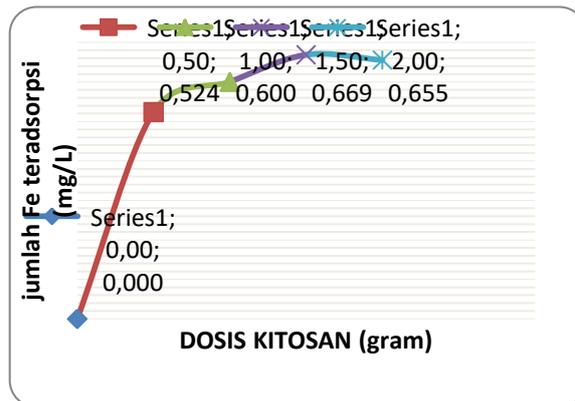
Sejumlah tertentu kitosan sesuai dosis optimum ditambahkan ke dalam 100 mL 3 (tiga) sampel air gambut yang mengandung ion logam Fe yang telah diukur konsentrasinya

dengan spektrofotometer. Setelah itu campuran dari masing-masing air gambut disaring dan filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

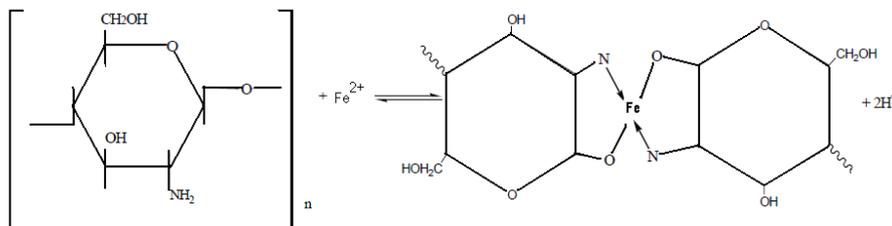
Penentuan Dosis Optimum Kitosan

Pada proses adsorpsi dosis kitosan yang digunakan sangat berperan, karena dosis kitosan akan menentukan seberapa besar jumlah ion logam Fe yang dapat diadsorpsi secara optimal oleh kitosan.



Gambar 1. Kurva Pengaruh Dosis Kitosan terhadap Jumlah ion Logam Fe yang diadsorpsi Adsorben

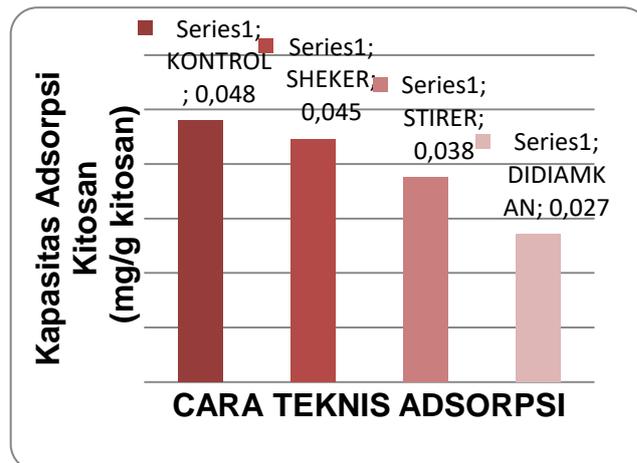
Berdasarkan kurva tersebut secara umum semakin banyak kitosan yang digunakan maka akan semakin banyak pula ion logam Fe yang dapat diadsorpsi, dan akan mencapai optimum pada dosis tertentu yaitu pada penambahan kitosan sebanyak 1,5 gram dengan jumlah ion logam Fe yang dapat diadsorpsi yaitu sebesar 0,669 mg/L dari larutan kontrol dengan konsentrasi ion logam Fe sebesar 0,722 mg/L atau 92,65% ion logam Fe dapat diadsorpsi pada dosis tersebut. Hal ini dapat terjadi karena semakin banyak kitosan yang ditambahkan pada air gambut sehingga jarak antar partikel kitosan akan semakin dekat atau rapat sehingga menghalangi ion logam Fe yang untuk berikatan dengan sisi aktif dari kitosan. sehingga tidak semua ion logam Fe pada air gambut dapat diadsorpsi oleh kitosan.



Gambar 2. Pengikatan Ion Logam Fe oleh Kitosan R. Schmuehlet al. (2001).

Penentuan Cara Teknis Adsorpsi Terbaik

Cara teknis adsorpsi sangat berperan pada proses adsorpsi yang digunakan, karena cara teknis adsorpsi akan menentukan besarnya kemampuan adsorpsi kitosan terhadap ion logam Fe.



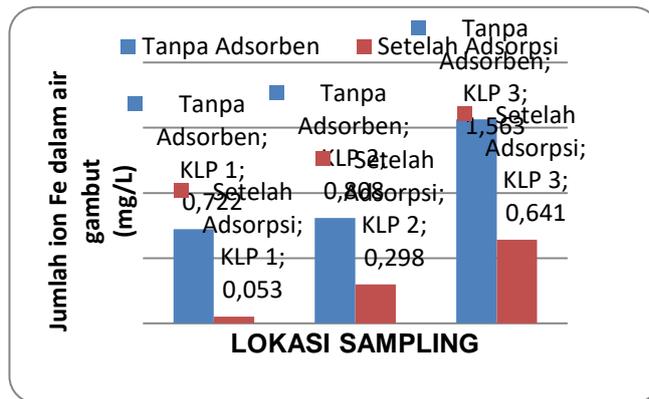
Gambar 3. Pengaruh Cara Teknis Adsorpsi terhadap Jumlah Ion Logam Fe yang Diadsorpsi oleh Kitosan

Berdasarkan kurva tersebut secara umum jumlah ion logam Fe yang mampu diadsorpsi dengan cara teknis *sheker* lebih besar jika dibandingkan dengan jumlah ion logam Fe yang mampu diadsorpsi dengan cara teknis stirer dan didiamkan pada waktu yang sama yaitu 60 menit. Pada penggunaan cara teknis adsorpsi *sheker*, jumlah ion logam Fe yang mampu diadsorpsi oleh kitosan yaitu sebesar 0,045 mg/g kitosan dari larutan kontrol jika dianggap ion logam Fe teradsorpsi seluruhnya sebesar 0,048 mg/g kitosan, adalah kapasitas adsorpsi kitosan terbesar pada dosis kitosan 1,5 gram atau dengan efektivitas sebesar 93,75%.

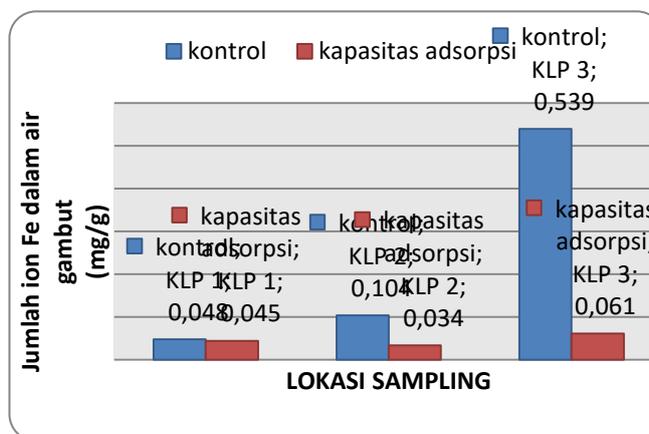
Perbedaan jumlah ion logam Fe yang mampu diadsorpsi kitosan dengan cara teknis yang berbeda-beda lebih diakibatkan karena cara teknis adsorpsi akan membantu terjadinya proses pengikatan ion logam Fe dengan sisi aktif (NH_2 dan OH^-) dari kitosan. Proses pengikatan antara permukaan adsorben dengan ion logam ternyata tidak hanya tergantung pada reaktifitas sisi aktif permukaan kitosan. Tegangan permukaan partikel-partikel ion logam Fe juga berperan penting pada pembentukan *monolayer* (pelapisan ion logam pada permukaan adsorben). Kelebihan energi akibat adanya ikatan antara ion logam Fe dengan permukaan kitosan dapat menyebabkan pertumbuhan kompleks ion logam Fe-kitosan tidak hanya sebatas satu lapisan saja, tetapi berkembang menjadi tiga lapisan atau bahkan mampu membentuk kristalin pada permukaan (Laksono, 2008).

Aplikasi Kitosan Sebagai Adsorben Ion Logam Fe pada Air Gambut

Setelah diketahui dosis optimum kitosan dan cara teknis adsorpsi terbaik, selanjutnya dilakukan adsorpsi ion logam Fe pada 3 (tiga) sampel air gambut pedalaman pada lokasi berbeda.



Gambar 4. Aplikasi Kitosan Pada Sampel Air Gambut Kalamangpan



Gambar 5. Kapasitas Adsorpsi Kitosan pada Sampel Air Gambut

Kemampuan kitosan dalam mengadsorpsi ion logam Fe dalam sampel air gambut akan sangat dipengaruhi oleh konsentrasi awal ion logam Fe pada masing-masing sampel air gambut. Semakin tinggi konsentrasi awal ion logam Fe pada sampel air gambut maka akan mengurangi kemampuan (kapasitas adsorpsi) kitosan. Hal ini dipengaruhi jumlah sisi aktif (NH_2 dan OH^-) pada kitosan apabila seluruh sisi aktif kitosan tersebut sudah jenuh atau berikatan seluruhnya dengan ion logam, maka kitosan tersebut sudah tidak dapat lagi mengadsorpsi ion logam Fe dalam sampel air gambut tersebut. Hal lain yang mempengaruhi kemampuan adsorpsi kitosan terhadap ion logam Fe dalam sampel air gambut adalah pH. Gugus amina pada kitosan dapat bertindak sebagai basa lewis yang dapat mendonorkan pasangan elektron bebasnya, sehingga pH rendah/asam akan memungkinkan terdapat banyak ion H^+ yang berikatan dengan NH_2 menjadi NH_3^+ . Pada air gambut dengan pH rendah yang bervariasi dengan jumlah ion H^+ sangat banyak dapat memungkinkan terjadi kompetisi antara ion logam Fe dengan ion hidrogen (H^+) untuk menempati sisi aktif NH_2 (Suhardi, 1993), sehingga tidak semua ion logam Fe pada air gambut dapat diadsorpsi oleh kitosan.

Konsentrasi ion logam Fe dalam lingkungan terutama pada air gambut dan air tanah yang akan digunakan sebagai air minum merupakan salah satu parameter yang mempengaruhi air tersebut selain parameter pendukung lainnya. Konsentrasi besi dalam air minum dibatasi maksimum 0,3 mg/L (sesuai Kepmenkes RI No. 907/MENKES/SK/VII/2002). Berdasarkan

baku mutu tersebut selanjutnya dapat dibandingkan dengan konsentrasi ion logam Fe hasil adsorpsi yang masih terdapat dalam air gambut. Berdasarkan Gambar 7 terlihat bahwa setelah adsorpsi dengan menggunakan kitosan jumlah ion logam Fe yang tersisa pada masing-masing sampel air gambut KLP 1, KLP 2 dan KLP 3 berturut-turut adalah air gambut adalah 0,053 mg/L, 0,28 mg/L dan 0,641 mg/L. Jika dibandingkan dengan baku mutu di atas dengan konsentrasi tersebut maka sampel gambut KLP 1 dan KLP 2 sudah dapat dikatakan layak untuk digunakan sebagai air minum jika ditinjau dari parameter kandungan ion logam Fe dalam air gambut. Sedangkan sampel air gambut KLP 3 belum dapat dikatakan layak digunakan sebagai air minum jika ditinjau dari parameter kandungan ion logam Fe dalam air gambut, akan tetapi sampel air gambut tersebut mungkin dapat digunakan untuk keperluan lain, misalnya pada bidang perikanan dan pertanian.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Dosis optimum kitosan sebagai adsorben ion logam Fe pada air gambut adalah sebanyak 1,5 gram kitosan yaitu dapat mengadsorpsi ion logam Fe pada sampel air gambut sebesar 0,668 mg/L atau dengan efektivitas sebesar 92,65%.
2. Cara teknis adsorpsi terbaik pada penelitian ini adalah dengan cara *shaker*, yakni dapat mengadsorpsi sebesar 0,045 mg/g kitosan dari larutan kontrol jika ion logam Fe dianggap teradsorpsi seluruhnya sebesar 0,048 mg/g kitosan atau dengan efektivitas 93,75%.
3. Kitosan dapat mengadsorpsi ion logam Fe dari sampel air gambut KLP 1 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0.045 mg Fe/g kitosan; dari sampel air gambut KLP 2 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0.034 mg Fe/g kitosan dan dari sampel air gambut KLP 3 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0.061 mg Fe/g kitosan.
4. Aplikasi kitosan sebagai adsorben ion logam Fe pada air gambut, sampel air gambut KLP 1 dan KLP 2 dikatakan layak untuk air minum dengan konsentrasi ion logam Fe setelah adsorpsi masing-masing adalah 0,053 mg/L, 0,28 mg/L. Sedangkan sampel air gambut KLP 3 belum dapat dikatakan layak untuk digunakan sebagai air minum dengan konsentrasi ion logam Fe setelah adsorpsi adalah 0,641 mg/L

Saran-saran yang diajukan untuk kelanjutan penelitian ini adalah :

1. Perlu dipelajari kemampuan bahan lain seperti karbon aktif sebagai adsorben ion logam Fe pada air gambut yang akan digunakan sebagai air minum.
2. Perlu dipelajari selektivitas kitosan terhadap ion logam lain, dengan melakukan uji adsorpsi kompetitif dengan beberapa ion logam secara simultan.
3. Perlu dipelajari proses desorpsi ion logam Fe dari kitosan setelah adsorpsi, sehingga kitosan tersebut dapat digunakan kembali (diregenerasi).

DAFTAR RUJUKAN

- Alaerts, G. 1987. *Metoda Penelitian Air*. Surabaya : Usaha Nasional.
- Arifin. 2007. *Tinjauan dan Evaluasi Proses Kimia (Koagulasi, Netralisasi, Desinfeksi) di Instalasi Pengolahan Air Minum Cikokol, Tangerang*. Tangerang : PT. Tirta Kencana Cahaya Mandiri.

- Eaton, Andrew. Etal., 2005. *Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 21st Edition. Marryland – USA* : American Public Health Association.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI. No. 907/MenKes/SK/VII/2002. Lampiran II, Tentang Kualitas Air Minum.
- Pahlevi, M.R. 2009. *Analisis Kadar (Fe) dan Mangan Dari Air Gambut Setelah Dijernihkan Dengan Penambahan Tulang Ayam*. Medan : Pascasarjana – Universitas Sumatera Utara (USU).
- Roberts, G. A. F. 1992. *Chitin Chemistry*. The Macmilan Press. Ltd. London.
- Said, Nusa Idaman. 2003. *Metoda Praktis penghilangan Zat besi dan Mangan Di Dalam Air Minum*. Jakarta : Kelair – BPPT
- Schmuhl, HM Krieg dan K Keizer. 2001. *Adsorption of Cu (II) and Cr (II) ions by Chitosan : Kinetics and Equilibrium Studies*. University for Christian Higher Education. South Africa. <http://www.wrc.org.za> (Vol.27 No. 1 January 2001)
- Suhardi. 1993. *Kitin dan Kitosan, Buku Monograf*, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.
- Kipper, Gregory, *Investigator's Guide Steganography*. Aurbach Publications. Florida. 2004
- Munir, Rinaldi, *Pengolahan Citra Digital dengan Pendekatan Algoritmik*. Penerbit Informatika. Bandung. 2004
- Pitas, I., *Digital Image Processing Algorithms*. Prentice Hall International (UK) Ltd. Cambridge. 1993
- Reyzin, Leonid and Scott Russell, *More Efficient Provably Secure Steganography*. Department of Computer Science Boston University. 2003
- Available <http://citeseer.ist.psu.edu/reyzin03more.html> [2006, April 24]
- The International Telegraph and Telephone Consultative Committee (CCITT), *Recommendation T.81*. 1992
- Vanda, Y., *Digital Image Watermarking (DIW) yang Tahan Terhadap Transformasi Geometris*. Tesis. Program Pascasarjana Univeritas Gadjah Mada. Yogyakarta. 2004
- Zhao, Jian & Koch, Eckhard, *Embedding Robust Labels into Images for Copyright Protection*. Fraunhofer Institute for Computer Graphics. Germany. 1995.