

**KARAKTERISASI ADSORBEN SELULOSA DAN SELULOSA-ASAM MERKAPTOASETAT (AMA) TERMODIFIKASI UNTUK MENGADSORPSI LOGAM BERAT Cu (II)****Soerja Koesnarpadi<sup>1)</sup>, Ahmad Fatoni<sup>1)</sup>, Nurlisa Hidayati<sup>2)</sup>**<sup>1)</sup>Program Studi Kimia, Fakultas MIPA Universitas Mulawarman  
Jln. Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua Samarinda 75123.  
e-mail : [soerja74@yahoo.com](mailto:soerja74@yahoo.com)<sup>2)</sup>Program Studi Kimia, Fakultas MIPA Universitas Sriwijaya  
Jln. Palembang-Indralaya Km.32, Ogan Ilir Sumatera Selatan**Abstrak**

Telah dilakukan penelitian tentang Karakterisasi Adsorben Selulosa dan Selulosa-Asam Merkaptasetat (AMA) Termodifikasi Untuk Mengadsorpsi Logam Berat Cu(II). Tujuan Penelitian ini adalah mengetahui karakterisasi adsorben Selulosa dan Selulosa yang telah dimodifikasi dengan Asam Merkaptasetat (AMA) serta mengetahui kemampuan adsorpsi maksimum terhadap logam berat Cu(II) dari kedua adsorben tersebut. Karakterisasi dilakukan untuk mengetahui gugus fungsional dengan menggunakan alat FT-IR dan struktur morfologi permukaan dengan menggunakan SEM. Sedangkan untuk menentukan adsorpsi maksimum ion logam Cu(II) dilakukan pada konsentrasi 100 mg/L menggunakan metode shaker dengan variasi pH tertentu dan waktu kontak 120 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karakterisasi adsorben selulosa dan selulosa-Asam Merkaptasetat (Selulosa-AMA) mempunyai perbedaan gugus fungsi yang terlibat dalam proses penyerapan serta struktur morfologi permukaannya. Dan untuk kemampuan adsorpsi ion logam Cu(II), maka adsorben selulosa-AMA mempunyai kemampuan adsorpsi lebih besar yakni sebesar 95% dibandingkan dengan adsorben selulosa sebesar 94%.

Kata kunci : Karakterisasi, Adsorpsi, Selulosa, Selulosa-AMA, Cu(II)

**PENDAHULUAN**

Proses penghilangan logam berat atau bukan logam berat seringkali menggunakan metode adsorpsi. Metode ini efektif menghilangkan logam berat walau hanya dilakukan dengan proses adsorpsi yang relatif sederhana (Filho, dkk, 2007). Proses adsorpsi dapat terjadi secara kimia atau fisika. Pada adsorpsi fisika, adsorpsi disebabkan gaya van der Waals yang ada pada permukaan adsorben, sedangkan pada adsorpsi kimia, terjadi reaksi antara logam yang diserap dengan adsorben (Sukardjo, 1985)

Tetapi, umumnya suatu adsorben tidak bersifat selektif terhadap logam-logam tertentu. Impregnasi permukaan padatan adsorben dengan senyawa organik dapat dilakukan untuk meningkatkan sifat adsorpsi dimana gugus fungsional yang terdapat dalam senyawa organik tersebut dapat menyerap (mengadsorpsi) ion logam. Senyawa organik tertentu dapat digunakan untuk memodifikasi suatu adsorben agar adsorben tersebut lebih selektif dan dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi serta sifat-sifat pertukaran (Dey, dkk, 2006 ; Igwe, J.W and Abia, 2006).

Modifikasi selulosa dilakukan secara kimia melalui cara penempelan (*grafting*) untuk menyisipkan gugus fungsional aktif (Nada, dkk, 2007). Yakni dengan penambahan asam merkaptasetat (HSCH<sub>2</sub>COOH atau AMA) sehingga menjadi adsorben selulosa-AMA. Pada asam merkaptasetat

mempunyai gugus fungsional sulfhidril(-SH) dimana atom S dapat sebagai donor atom untuk membentuk ikatan kovalen koordinasi dengan logam. (Budiman, dkk, 2009 ; Filho, dkk, 2005<sup>a</sup>, Filho, dkk, 2005<sup>b</sup>). Gugus -SH yang terdapat dalam asam merkaptasetat disebut juga sebagai ligan dengan karakter *basa lunak* dan gugus karboksilat yang terdapat dalam asam merkaptasetat merupakan ligan dengan karakter *basa keras* sehingga dapat dimungkinkan untuk berikatan dengan logam-logam yang digolongkan ke dalam *asam lunak atau asam keras atau border line (batas antara sebagai asam lunak dan keras)* (Huheey, dkk, 1993).

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakterisasi adsorben selulosa sebelum dimodifikasi dan adsorben selulosa yang telah dimodifikasi dengan Asam Merkaptasetat yakni Selulosa-AMA dan selanjutnya menguji kemampuan adsorpsi maksimum ion logam Cu(II).

**METODE PENELITIAN**

**Bahan :** Selulosa, kertas saring, aquades, asam merkaptasetat (AMA), dimetilformamid (DMF), 3 kloropropiltrimetoksisilen, 3CdSO<sub>4</sub>.8H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub> dan etanol

**Alat :** Spektroskopi Serapan Atom (SSA), Spektroskopi FT-IR, Scanning electron microscope (SEM), shaker, oven dan peralatan alat gelas standar.

**Prosedur penelitian Sintesa adsorben selulosa- asam merkptoasetat**

Prosedur yang digunakan adalah menurut (de Castro, dkk, 2004).

Aktivasi selulosa dilakukan dengan cara pengeringan dalam oven, suhu 80°C. Selulosa yang telah diaktivasi (30 gr) ditambah 200 mL larutan dimetil formamid dan 15 mL 3-kloropropiltrimetoksisilen. Ketiga campuran tersebut direfluk selama 5-16 jam pada suhu 80-150°C. Setelah direfluk, campuran kemudian disaring, residu dibilas dengan etanol dan dikeringkan dalam oven (75°C). Setelah kering dicampurkan dengan 100 mL larutan dimetil formamid dan 15 mL asam merkptoasetat yang diencerkan dengan 100 mL aquades. Ketiga campuran tersebut digojog dan stirer selama 35 jam pada suhu kamar. Setelah direfluks, disaring dan residu dibilas dengan dimetil formamid dan etanol, selanjutnya dikeringkan dalam oven (75°C). Setelah kering residu tersebut dinamakan *prototipe adsorben selulosa-asam merkptoasetat (selulosa-AMA)*.

**Karakterisasi adsorben selulosa dan selulosa-AMA**

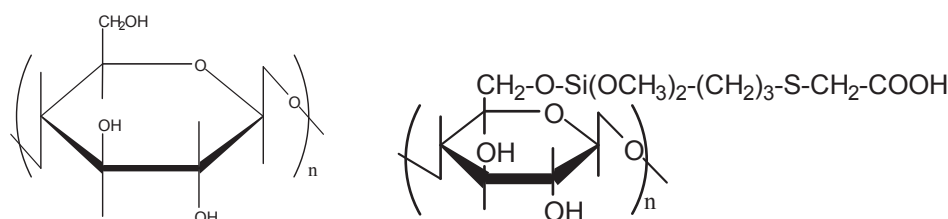
Adsorben selulosa dan selulosa-AMA diuji untuk mengetahui gugus fungsional dengan alat FT.IR dan struktur morfologi permukaan dengan alat *Scanning Electron Microscope (SEM)*

**Adsorpsi ion Cu(II) dengan adsorben selulosa dan selulosa-AMA**

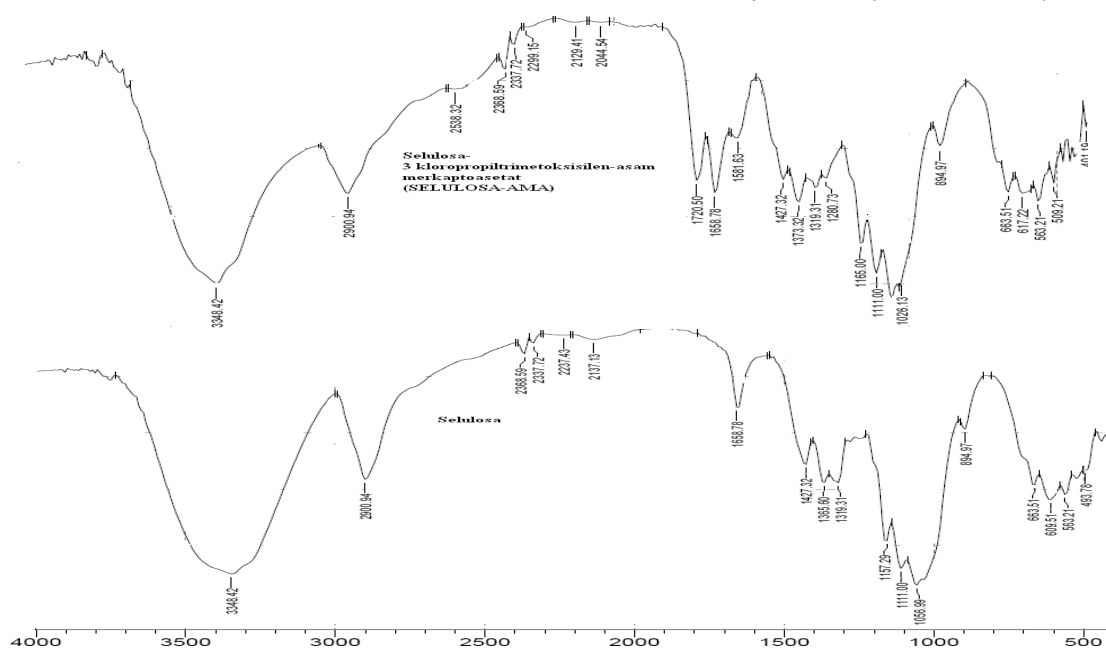
Sejumlah erlenmeyer dimasukkan 10 mL larutan ion logam Cu(II) dengan konsentrasi 100 mg/L, kemudian diatur pHnya menjadi 1 dengan cara menambahkan larutan HCl 0,1 M. Kemudian masing-masing erlenmeyer dimasukkan 0,1 gram adsorben selulosa-AMA dan dikocok dengan dengan shaker selama 120 menit.

Larutan disaring dan supernatan diukur konsentrasinya dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Kadar ion logam Cu(II) yang teradsorpsi oleh adsorben selulosa-AMA dihitung dari perbedaan antara jumlah konsentrasi mula-mula dengan jumlah konsentrasi yang ada dalam supernatan.

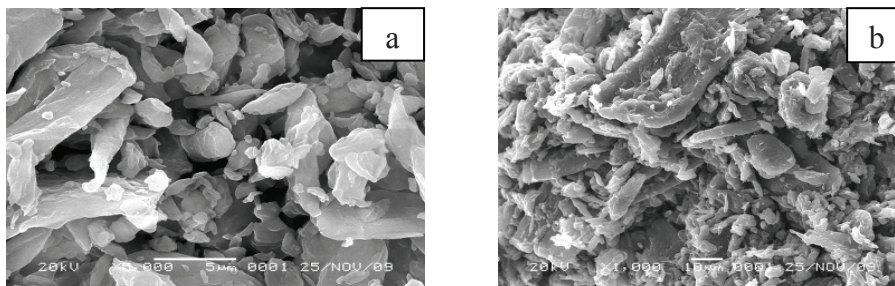
Dengan prosedur yang sama, dilakukan untuk adsorben selulosa dan pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7.



Gambar 1. Adsorben Selulosa dan Selulosa-Asam Merkptoasetat (selulosa-AMA)



Gambar 2. Spektra FT-IR : (a).selulosa, (b).Selulosa-AMA



Gambar 3. Struktur morfologi permukaan (a). selulosa, (b). Selulosa-AMA

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Karakterisasi Adsorben Selulosa dan Selulosa-AMA Spektroskopi FT-IR

Karakterisasi dari kedua adsorben yakni selulosa dan selulosa-AMA menunjukkan adanya perbedaan, spectra yang dihasilkan. Spektra FT-IR selulosa adalah munculnya bilangan gelombang  $3348,42\text{cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi ulur dari gugus fungsi O-H (ikatan hidrogen intermolekul). Gugus fungsi  $\text{-C-H}$ , yakni vibrasi ulur pada  $2900,94\text{cm}^{-1}$ . Gugus fungsi C-O-C, merupakan vibrasi ulur asimetrik muncul pada  $1157,29$  dan  $1111,00\text{cm}^{-1}$ . Gugus fungsional C-O-H, vibrasi tekuk muncul pada  $1427,32\text{cm}^{-1}$ . Gugus fungsional C-O yang merupakan gugus fungsi dari alkohol primer muncul pada bilangan gelombang  $1056,99\text{cm}^{-1}$  dan gugus fungsi C-C yang merupakan vibrasi tekuk muncul sangat lemah pada  $493,78$  dan  $401,19\text{cm}^{-1}$  (Silverstein, dkk, 1991).

Spektra FT-IR adsorben selulosa-AMA adalah munculnya bilangan gelombang  $3348,42\text{cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi ulur dari gugus fungsi O-H (ikatan hidrogen intermolekul) dari selulosa. Gugus fungsi  $\text{-C-H}$ , merupakan vibrasi ulur muncul pada  $2900,94\text{cm}^{-1}$ . Bilangan gelombang  $3749,62\text{cm}^{-1}$  merupakan vibrasi ulur gugus fungsi O-H bebas. Gugus fungsional  $\text{-S-H}$  dari asam merkptoasetat muncul pada bilangan gelombang  $2538,32\text{cm}^{-1}$ . Gugus fungsi  $\text{C=O}$ , adalah vibrasi ulur muncul pada  $1720,50$ ;  $1658,78$  dan  $1581,63\text{cm}^{-1}$  yang merupakan gugus fungsi asam karboksilat dari asam merkptoasetat (Silverstein, dkk, 1991).

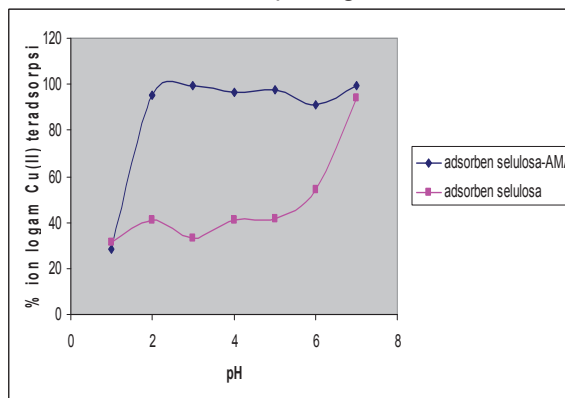
Spektra FT-IR dari adsorben selulosa-AMA setelah diinteraksikan dengan ion logam Cu(II) adalah hilangnya gugus fungsional O-H bebas, gugus  $\text{-S-H}$  dari asam merkptoasetat dan gugus fungsi  $\text{C=O}$  asam karboksilat. Bilangan gelombang yang muncul pada spektra adsorben selulosa-AMA-logam Cu(II) adalah anion karboksilat pada bilangan gelombang  $1651,07\text{cm}^{-1}$  (Nada, dkk, 2007). Sehingga dimungkinkan anion karboksilat telah berinteraksi dengan ion logam Cu(II).

### Scanning Electron Microscope (SEM)

Struktur morfologi permukaan untuk adsorben selulosa dan selulosa-AMA terlihat pada gambar 3. Struktur morfologi permukaan dari kedua adsorben tersebut yakni selulosa dan selulosa-AMA ada suatu perbedaan. Perbedaan struktur morfologi disebabkan penambahan Asam Merkptoasetat, sehingga terlihat lebih padat. Interaksi yang terjadi antara adsorben tersebut dengan ion logam Cu(II) dimungkinkan terjadi adsorpsi (secara) fisika atau kimia.

### Adsorpsi Cu(II) oleh adsorben selulosa dan selulosa-AMA

Kemampuan adsorpsi terhadap ion logam Cu(II) dari adsorben selulosa dan selulosa-AMA terlihat pada gambar 4.



Gambar 4. Grafik antara pH dengan % ion logam Cu(II) yang teradsorpsi adsorben

Pada adsorben selulosa-AMA, Adsorpsi Cu(II) pada pH 3-7 mempunyai kecenderungan tetap yakni diatas 95 %. Hal ini terjadi karena atom sulfur dalam asam merkptoasetat (AMA) disebut sebagai donor atom lunak (*soft donor atom*). (Anderseen, 1984). Menurut teori HSAB (*Hard and Soft Acids Bases*), ion logam Cu(II) merupakan *border line* asam (antara asam lunak dan asam keras), sedang atom S merupakan basa lunak dan ion  $\text{H}^+$  asam keras (Pearson dalam

Huheey, dkk., 1993), maka kecenderungan atom sulfur (S) untuk berikatan dengan ion logam Cu(II) lebih besar dibandingkan untuk berikatan dengan ion H<sup>+</sup> (asam keras). Hal lain yang meningkatkan persentase ion logam Cu(II) yang teradsorpsi oleh adsorben selulosa-AMA karena banyaknya ion logam Cu(II) yang berinteraksi dengan gugus fungsi karboksilat dari adsorben selulosa-AMA melalui mekanisme pertukaran kation.

Pada adsorben selulosa, persentase ion logam Cu(II) yang teradsorpsi oleh adsorben selulosa cenderung lebih rendah dibanding dengan adsorben selulosa-AMA. Hal ini terjadi karena dengan adanya H<sup>+</sup> dalam berikatan dengan gugus -OH dari-CH<sub>2</sub>-OH selulosa.(Babarinde, dkk, 2008). Adsorpsi Cu(II) maksimum untuk adsorben selulosa terjadi pada pH 7, dengan persentase adsorpsi sebesar 94%.

### KESIMPULAN

Ada perbedaan karakterisasi adsorben selulosa dan selulosa-merkptoasetat (Selulosa-AMA). Kemampuan adsorpsi ion logam Cu(II) oleh adsorben selulosa-AMA lebih besar yakni sebesar 95% dibandingkan dengan adsorben selulosa sebesar 94%.

### DAFTAR PUSTAKA

- Andersen, O., 1984, Chelation of Cadmium, *Environmental Health Perspectives*, Vol. 54 : 249-266
- Babarinde, N.A. A.; Babalola, J. O. and Adebisi, O. B., 2008, *International Journal of Physical Sciences*, Vol. 3 (2) : 050-055.
- Budiman, H; Sri, H. K. F and Setiawan, A. H, 2009, *E-Journal of Chemistry*, 6 (1) : 141-150.
- de Castro, G.R; de Alcantara, I.L; Roldan, P. Dos S; Bozano, D de F; Fadhila, P de M; Florentino, A de O and Rocha, J.C, 2004, *Materials research*, Vol.7, No.2:329-334.
- Dey, R.K., Jha, U., Singh, A.C., and Ray, Alok R., 2006, *Analytical Sciences*, Vol.22: 1105-1110.
- Filho , N.C ; Venancia, E.C ; Barriquello , M.F ; Hechenleither , A.W and Pineda,

- E.A.G, 2007, *Ecletica Quimica*, Vol.32(4):63-70
- Filho, N.L.D; do Carmo, D.R; Gressner, F and Rosa, A.H, 2005<sup>a</sup>, *Analytical Sciences*, Vol. 21 : 1309-1316.
- Filho, N.L.D.; do Carmo, D.R.; Caetano, L and Rosa, A.H., 2005<sup>b</sup>, *Analytical Sciences*, Vol. 21 : 1359-1363.
- Huheey, J.E; Keiter, E.A and Keiter, R.L, 1993, *Inorganic Chemistry*, Fourth Edition, HarperCollins College Publisher, New York.
- Igwe, J.W and Abia, A.A, 2006, *Ecletica Quimica*, Vol. 3 No. 3 : 23-29.
- Nada, Abd. A.M.A; Alkady, M.Y and Fekry, H.M, 2007, *BioResources* 3(1) : 46-59.
- Silverstein, R.M., Bassler, G.C., and Morrill, C.T., 1991, *Spectrometric Identification of Organic Compounds*, 5<sup>th</sup> edition, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Sukardjo. 1985. *Kimia Anorganik* , Rineka Cipta , Jakarta

### TANYA JAWAB

Penanya : Canggih Setya B (UGM)

#### **Pertanyaan :**

Situs/bagian sisi mana (-S- atay -COOH) yang mengikat Cu (II) ? terkait spesiasi ion logam, mengapa adsorpsi di atas pH 3 (dengan selulosa-AMA) cenderung konstan ?

#### **Jawaban :**

Gugus S-H = ligan basa lunak, gugus karboksilat = ligan basa keras. Teori HSAB = Cu (II) merupakan border line (antara asam lunak dan asam keras), maka kecenderungan atom S berikatan dengan ion logam Cu(II) lebih dibandingkan ion H<sup>+</sup> (bersifat asam keras), sehingga pada pH besar kemampuan menyerap Cu(II) masih besar. Hal ini Cu(II) dapat berinteraksi dengan gugus karboksilat melalui mekanisme pertukaran. Jadi dengan pH pada pH 3-7 kemampuan adsorpsi Cu(II) cenderung tetap 95%.