

**KAJIAN ADSORPSI KROM(III)
PADA BIOMASSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT**

**THE STUDY OF ADSORPTION Cr(III)
FROM EMPTY FRUIT BUNCHES BIOMASS**

Radna Nurmasari

Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km 35,8 Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714
e-mail : radna_mazaya@yahoo.com

ABSTRAK

Kajian adsorpsi Cr(III) pada biomassa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) telah dilakukan. Karakterisasi gugus fungsi biomassa TKKS dianalisis menggunakan FTIR. pH dan waktu optimum ditentukan berdasarkan jumlah maksimum Cr(III) yang dapat diadsorpsi oleh TKKS. Adsorpsi Cr(III) dilakukan dalam sistem *batch* selama satu jam pada variasi konsentrasi ion logam. Ion logam yang teradsorpsi dihitung dari selisih konsentrasi ion logam dalam larutan setelah dan sebelum adsorpsi berdasarkan analisis dengan metode SSA. Adsorpsi Cr(III) secara optimum dicapai pada pH 4 (88%), dengan waktu kontak optimum 60 menit (70,79%). Persen *recovery* Cr(III) dari biomassa TKKS pada metode *batch* sebesar 34%, sedangkan pada metode kolom sebesar 25,93%.

Kata kunci : Adsorpsi, biomassa, tandan kosong kelapa sawit (TKKS), Cr(III)

ABSTRACT

The study of adsorption Cr(III) from empty fruit bunches (EFB) biomass have been done. The characteristics of functional groups of EFB biomass have analyzed with spectrophotometer FTIR. The optimum of pH and adsorption time calculated based on the maximum of amount Cr(III) adsorbed by EFB. The adsorption of Cr(III) was conducted in a batch system for one hour at variation of metal ion concentration. The adsorbed metal ion was calculated from differences of metal ion concentration before and after adsorption based on the analysis with AAS method. The optimum adsorption of Cr(III) raised at pH 4 (88%), with optimum time contact 60 minutes (70,79%). The prosen recovery of Cr(III) from EFB biomass with batch method was 34%, the other side with coloumn method was 25,93%.

Key words : Adsorption, biomass, empty fruit bunches (EFB), Cr(III)

PENDAHULUAN

Salah satu komoditi pertanian yang paling penting di Indonesia adalah kelapa sawit karena terbukti dapat menunjang perekonomian negara dengan baik. Hasil devisa yang diperoleh dari kelapa sawit ini cukup besar. Indonesia merupakan salah satu produsen utama minyak kelapa sawit. Hasil produksi kelapa sawit yang melimpah juga dapat merugikan lingkungan karena limbah yang dihasilkan juga begitu banyak baik itu berupa limbah padat, limbah cair, dan limbah gas (Setiyawati, dkk., 2006).

Salah satu jenis limbah padat industri kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Limbah padat ini mempunyai ciri khas pada komposisinya. Komponen terbesar dalam limbah padat ini adalah selulosa. Komponen lain meskipun kecil seperti abu, hemiselulosa dan lignin (Fauzi, 2003).

Di lain pihak, tercemarnya lingkungan oleh logam berat selalu menjadi problem lingkungan terutama di negara-negara berkembang. Hal ini mengingat banyaknya penggunaan logam-logam tersebut dalam berbagai industri. Karena itulah, upaya mengatasi pencemaran oleh logam berat di lingkungan menjadi sangat penting. Salah satu logam berat yang berbahaya

bagi kesehatan adalah kromium (Palar, 1994). Keracunan krom dapat mengakibatkan kanker paru-paru, luka bernanah yang kronis dan merusak selaput tipis hidung (Klaesen, dkk., 1986).

Kromium merupakan elemen berbahaya di permukaan bumi dan dijumpai dalam kondisi oksida antara Cr(II) sampai Cr(VI), tetapi hanya kromium bervalensi tiga dan enam memiliki kesamaan sifat biologinya. Kromium bervalensi tiga umumnya merupakan bentuk yang umum dijumpai di alam, dan dalam material biologis kromium selalu berbentuk tiga valensi, karena kromium enam valensi merupakan salah satu material organik pengoksidasi tinggi. Pada bahan makanan dan tumbuhan mobilitas kromium relatif rendah dan diperkirakan konsumsi harian komponen ini pada manusia di bawah 100 µg, kebanyakan berasal dari makanan, sedangkan konsumsinya dari air dan udara dalam level yang rendah (Shanker, dkk., 2005). Sebagian besar pencemar logam yang terdapat dalam perairan bersifat toksik bagi lingkungan dan hanya dapat ditolerir pada kadar mikrogram, oleh karenanya air buangan yang mengandung logam berat perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Mengingat faktor resiko yang

ditimbulkan oleh pencemaran logam krom(III), maka pengambilan ion-ion logam dari lingkungan baik yang bersifat toksik maupun yang mempunyai nilai ekonomi tinggi, penting untuk segera dilakukan. (Jasmidi, dkk., 2001).

Beberapa metode telah dilakukan untuk pengambilan logam dari lingkungan perairan, misalnya pengendapan logam berat sebagai hidroksida logam. Namun logam-logam berat tersebut tidak dapat mengendap dengan sempurna. Kekurangan ini dapat diatasi dengan menggunakan teknik elektrodeposisi, akan tetapi teknik yang mutakhir ini menjadi mahal karena membutuhkan peralatan yang relatif mahal dan sistem monitoring yang terus menerus (Raya dkk, 2001).

Telah dilakukan berbagai penelitian tentang kemampuan biomassa untuk menyerap logam dari lingkungan. Teknik eliminasi logam berat dengan menggunakan biomassa ini sangat efektif, karena selain kemampuannya dalam pengikatan ion-ion logam berat juga pengambilan kembali (desorpsi) ion-ion logam yang terikat pada biomassa relatif mudah, serta penggunaan kembali biomassa (yang sudah dilakukan desorpsi) sebagai biosorben yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah. Biosorpsi biomassa dipengaruhi oleh

waktu dan derajat keasaman (pH). Pada rentang waktu tertentu akan terjadi kesetimbangan antara adsorben (biomassa) dan adsorbat (logam), dimana waktu yang diperlukan untuk mencapai keadaan setimbang ini disebut sebagai waktu optimum penyerapan logam berat. Sedangkan derajat keasaman akan mempengaruhi proses adsorpsi logam di dalam larutan, karena pH akan mempengaruhi muatan pada situs aktif atau ion H^+ akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif (Lestari, dkk.,2003).

Penelitian ini merupakan alternatif untuk memanfaatkan TKKS sebagai biosorben dalam mengadsorpsi ion krom(III), mengingat komponen tandan kosong kelapa sawit yaitu selulosa dan lignin yang mengandung gugus-gugus fungsional seperti karboksil dan hidroksil yang dapat berinteraksi dengan logam. Selain itu juga sumber bahan bakunya sangat melimpah seiring dengan meningkatnya area perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Selatan. Dipilihnya tandan kosong kelapa sawit sebagai biosorben karena potensi daerah yang mendukung. Selain itu juga untuk mengurangi limbah kelapa sawit berupa tandan kosong terhadap lingkungan dan

pencemaran lingkungan terhadap logam berat terutama krom(III).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui : pH adsorpsi Cr(III) optimum, pengaruh waktu adsorpsi Cr(III), kapasitas adsorpsi dan kemampuan *recovery* Cr(III) dan gugus-gugus fungsional pada TKKS.

METODE PENELITIAN

Pengumpulan TKKS dan Preparasi Biomassa

Tandan kosong kelapa sawit yang digunakan diambil langsung dari perkebunan kelapa sawit yang berada di Sungai Danau Kabupaten Tanah Bumbu Kalimantan Selatan. Tandan kosong kelapa sawit dipanaskan dengan otoklaf pada suhu 121°C, selama 15 menit. Biomassa tersebut dihaluskan, dan disaring dengan ukuran saringan 120 mesh dan disimpan pada suhu dingin ($\pm 5^\circ\text{C}$). Biomassa telah siap untuk digunakan dalam penelitian.

Aktifasi Biomassa

Preparasi biomassa dilakukan dengan merendam biomassa menggunakan HCl 0,1 M sampai terbentuk pasta. Perendaman ini dilakukan sebanyak 2 kali yang diikuti dengan sentrifugasi dengan kecepatan 2800 rpm selama 5 menit. Endapan disaring dengan kertas saring, dicuci

dengan akuades hingga biomassa bebas ion Cl^- . Biomassa dikeringkan dalam oven dengan suhu 60°C selama 5 jam, disimpan dalam desikator sampai beratnya konstan, kemudian disaring kembali menggunakan saringan 120 mesh. Biomassa telah siap digunakan untuk prosedur selanjutnya.

Penentuan pH Adsorpsi Cr(III) Optimum

Sebanyak 0,5 gram biomassa dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 50 ml larutan Cr(III) dengan konsentrasi 20 mg/l yang telah diatur pH larutannya dengan penambahan HCl 0,01 M dan NaOH 0,01 M sehingga pH larutan berturut-turut menjadi 2, 3, 4, 5, dan 6. Kemudian diaduk selama 60 menit dan disentrifugasi pada 2800 rpm selama 5 menit. Endapan disaring dengan kertas saring Whatman 42, supernatan dan konsentrasi awal larutan Cr(III) diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 0,5 gram biomassa dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 50 ml larutan Cr(III) dengan konsentrasi 20 mg/l yang telah diatur pH larutannya pada pH optimum. Larutan diaduk selama waktu kontak 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90 dan 120 menit kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 2800 rpm selama 5 menit.

Endapan disaring dengan kertas saring Whatman 42, supernatan dan konsentrasi awal larutan Cr(III) diukur dengan SSA.

Recovery Cr(III) dari TKKS

Sebanyak 0,5 gram biomassa dimasukkan ke dalam Erlenmeyer yang berisi 50 ml larutan logam yang telah diatur pada pH optimum. Supernatan diambil setelah waktu kontak optimum. Endapannya dilarutkan kembali menggunakan 50 ml HCl 0,1 M dan dikontakkan selama waktu kontak optimum. Supernatan diambil kembali. Konsentrasi awal dan supernatan diukur dengan SSA.

Imobilisasi Biomassa dengan Silika Gel

Imobilisasi biomassa dilakukan dengan mencampurkan biomassa dan silika gel, dengan perbandingan 1:12,5 gram. Selanjutnya pada campuran dibasahi dengan akuades sampai terbentuk pasta dan dikeringkan dalam oven. Perlakuan *wetting* (pembasahan) ini dilakukan sebanyak tiga kali pada suhu yang sama. Briket silika-biomassa yang dihasilkan kemudian digerus dan disaring dengan ukuran 120 mesh.

Eksperimen Kolom

Sebanyak 3,0 gram biomassa terimobilisasi pada silika gel dimasukkan ke dalam kolom. Kemudian

pada kolom dielusikan larutan buffer dengan pH optimum. Setelah didapatkan pH optimum, selanjutnya dielusikan sebanyak 50 ml larutan logam 20 mg/l yang telah diatur pada pH optimum dengan laju alir 2 ml/menit. Konsentrasi awal larutan Cr(III) dan efluen diukur dengan SSA. Logam yang terakumulasi dalam biomassa kemudian dilakukan *recovery* dengan mengalir 50 ml HCl 0,1 M pada kolom dengan laju alir 2 ml/menit. Efluen ditampung kemudian diukur dengan SSA.

Identifikasi Gugus Fungsi

Untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada biomassa dan gugus fungsi yang berinteraksi dengan ion logam Cr(III) dilakukan analisis dengan spektroskopi inframerah. Masing-masing $\pm 1,00$ mg sampel biomassa dan biomassa yang telah dikontakkan dengan Cr(III) dibuat pelet dengan menggunakan KBr kering. Hasil pelet masing-masing selanjutnya dianalisis menggunakan Spektrofotometer Inframerah (Shimadzu model FTIR-8201 P).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi dan Imobilisasi Biomassa

Preparasi biomassa meliputi proses pengaturan ukuran partikel dan proses demineralisasi. Preparasi diawali dengan mengeringkan tandan kosong kelapa sawit (TKKS), kemudian menghaluskan dan menyaring hingga diperoleh ukuran partikel 120 mesh (125 μm). Proses demineralisasi selanjutnya dilakukan terhadap biomassa yaitu dengan merendam biomassa menggunakan HCl 0,1 M sebanyak 2 kali. Perendaman ini dimaksudkan untuk mendesorpsi logam-logam yang telah terikat pada dinding sel biomassa melalui proses pertukaran ion. Hal ini akan menambah situs aktif pada biomassa yang dapat digunakan untuk mengikat logam.

Biomassa yang telah direndam dengan HCl selanjutnya dicuci dengan akuades hingga bebas dari ion Cl^- . Keberadaan ion Cl^- dapat dideteksi dengan penambahan AgNO_3 pada air pencucian biomassa yang membentuk endapan putih AgCl . Jika pada air pencuci tidak terbentuk endapan putih lagi maka biomassa sudah bebas dari ion Cl^- . Biomassa ini selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 5 jam yang diikuti penyaringan hingga ukuran 120 mesh. Penyaringan ini bertujuan untuk menambah luas permukaan biomassa yang akan

digunakan untuk mengikat ion logam dengan metode *batch*.

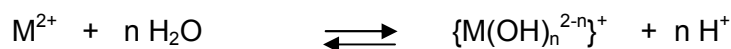
Penggunaan biomassa sebagai biosorben memiliki beberapa kelemahan diantaranya; ukurannya kecil, menimbulkan kesulitan teknis dalam penggunaannya serta mudah rusak karena dekomposisi oleh mikroorganisme. Kelemahan ini dapat diatasi dengan cara imobilisasi, sehingga biomassa yang terimobilisasi memiliki kekuatan partikel, porositas dan ketahanan kimia yang tinggi. Selain itu, mengimobilisasi biomassa juga akan memudahkan pemisahan dengan supernatan, dan dapat diatur ukuran butirannya sehingga dapat digunakan sebagai pengisi kolom (Lestari *et al.*, 2003).

Imobilisasi biomassa dilakukan dengan mencampurkan biomassa dan silika gel, dengan perbandingan 1:12,5 gram (Fatmawati, 2006). Campuran biomassa-silika dibasahi dengan akuades sampai terbentuk pasta biomassa-silika lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C . Perlakuan *wetting* (pembasahan) dilakukan sebanyak 3 kali agar kontak antara permukaan biomassa dan silika gel maksimal, dengan demikian efisiensi imobilisasi akan bertambah. Briket biomassa-silika yang terbentuk disaring kembali dengan ukuran 120 mesh

(Raya, *et al.*, 2001). Biomassa yang telah diimobilisasi akan digunakan untuk mengikat logam dengan metode kolom.

pH Adsorpsi Cr(III) Optimum Pada Biomassa TKKS

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi adsorpsi logam oleh biomassa. pH akan mempengaruhi muatan situs aktif yang terdapat pada



Untuk mempelajari pengaruh pH terhadap interaksi antara Cr(III) dengan biomassa TKKS, larutan Cr(III)

biomassa. Selain itu, pH juga akan mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan sehingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan situs aktif dari biomassa (Lestari *et al.*, 2003; Horsfall & Spiff, 2004). Ion-ion logam dalam larutan sebelum teradsorpsi oleh adsorben terlebih dahulu mengalami hidrolisis, menghasilkan kompleks hidroksida logam seperti reaksi berikut :

diinteraksikan dengan biomassa pada beberapa titik pH, yaitu 2, 3, 4, 5 dan 6 seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Jumlah Cr(III) yang teradsorpsi oleh biomassa pada berbagai pH

pH	[Cr(III)] teradsorpsi(%)
2	46,21
3	75,64
4	88
5	57,64
6	69,50

Sumber : Data primer yang diolah

Tabel 1 menunjukkan bahwa pada pH 2-4 adsorpsi Cr(III) meningkat, dengan adsorpsi optimal terjadi pada pH 4 dimana Cr(III) teradsorpsi sebesar 88%. Telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya bahwa logam dapat berikatan dengan beberapa asam organik yang memiliki ligan karboksil. Pada pH lebih rendah, gugus karboksil

di permukaan biomassa mengalami protonasi sehingga biomassa bermuatan positif. Pada pH lebih tinggi (pH>4), gugus karboksil mengalami deprotonasi mengakibatkan permukaan biomassa menjadi bermuatan negatif (COO⁻) sehingga ion logam akan tertarik pada biomassa dan terjadi interaksi elektrostatis antara muatan negatif dari

gugus fungsi dengan muatan positif ion logam (Baig *et al.*, 1999). Sehingga semakin tinggi nilai pH maka semakin banyak gugus karboksil biomassa yang akan bertindak sebagai ligan dalam pembentukan kompleks dengan ion logam.

Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Adsorpsi Cr(III) oleh Biomassa

Umumnya, tumbuhan memiliki waktu retensi (waktu yang diperlukan untuk mengadsorpsi ion logam hingga jenuh) yang berbeda-beda. Biomassa dapat mengikat ion logam dalam rentang waktu yang spesifik, dimana proses adsorpsi terjadi selama permukaan biomassa belum mencapai

titik jenuh. Tiap jenis biomassa memiliki kemampuan untuk mengikat ion logam hingga mencapai maksimum. Namun setelah batas maksimum telah dilewati dan permukaan biomassa menjadi terlalu jenuh untuk mengadsorpsi ion logam, maka biomassa dinyatakan telah melampaui batas toleransi (Yudistri, 2007). Pengaruh waktu kontak terhadap adsorpsi Cr(III) oleh biomassa dapat dilihat pada tabel 2. Adsorpsi Cr(III) meningkat seiring dengan bertambah lama waktu kontak antara ion logam dengan biomassa, yaitu 5–60 menit, kemudian adsorpsi menurun pada waktu kontak lebih dari 60 menit.

Tabel 2 Jumlah Cr(III) yang terjerap oleh biomassa pada berbagai waktu kontak

Waktu kontak (menit)	[Cr(III)] teradsorpsi(%)
5	48,60
10	50,00
15	53,93
20	57,87
25	61,24
30	63,48
60	70,79
90	64,61
120	61,24

Dari tabel 2 dapat diketahui bahwa adsorpsi optimum Cr(III) oleh biomassa TKKS terjadi pada waktu kontak 60 menit dengan jumlah ion

logam yang teradsorpsi 70,79%. Relatif lajunya adsorpsi Cr(III) oleh biosorben kemungkinan besar disebabkan karena interaksinya merupakan interaksi pasif

yang tidak melibatkan proses metabolisme (Lestari *et al.*, 2003). Proses ini terjadi ketika ion logam terikat pada dinding sel biosorben. Mekanisme pasif dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pertama dengan pertukaran ion dimana ion pada dinding sel biosorben digantikan oleh ion-ion logam; dan kedua adalah pembentukan senyawa kompleks antara ion logam dengan gugus fungsi seperti karbonil, amino, tiol, hidroksil, fosfat dan hidroksi-karboksil secara bolak balik dan cepat.

Recovery Logam

Proses *recovery* berkaitan dengan proses pelepasan ion logam yang terikat pada biomassa sehingga dapat digunakan kembali untuk pengikatan ion logam. *Recovery* ion logam dilakukan dengan dua metode

yaitu metode *batch* dan kolom. Seperti halnya proses adsorpsi, *recovery* juga menggunakan biomassa tanpa imobilisasi yang dikontakkan dengan larutan logam untuk metode *batch* dan biomassa yang terimobilisasi pada silika gel untuk metode kolom.

Menurut Ahalya *et al.* (2005) *recovery* dapat dilakukan menggunakan asam-asam mineral encer seperti HCl, H₂SO₄, HNO₃ dan CH₂COOH untuk mendesorpsi logam dari biomassa. Asam mineral dengan konsentrasi di atas 0,1 M tidak cocok digunakan untuk meregenerasi biomassa karena akan merusak biomassa (Susanti *et al.*, 2004). Pada penelitian ini digunakan HCl 0,1 M untuk proses *recovery* ion logam yang teradsorpsi pada biomassa TKKS .

Tabel 3 Persen adsorpsi Cr(III) dan *recovery* ion logam dari biomassa pada metode *batch* dan kolom

Metode	Cr(III)	
	Adsorpsi (%)	Recovery (%)
<i>Batch</i>	84,54	34
Kolom	86,40	25,93

Sumber : Data asli yang diolah

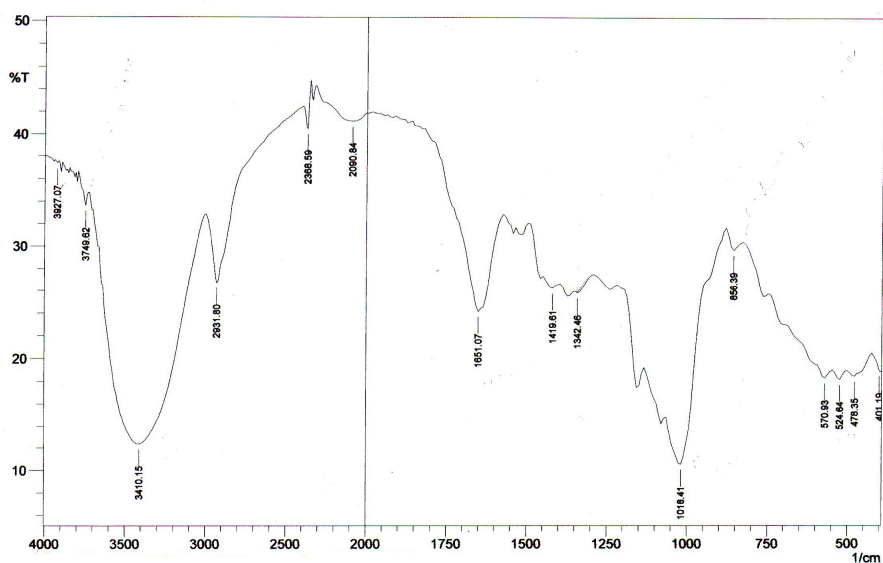
Data pada Tabel 3 memperlihatkan perbedaan kuantitas hasil adsorpsi Cr(III) dan *recovery* Cr(III) dari biomassa pada kedua metode. Kemampuan biomassa untuk

mengadsorpsi Cr(III) lebih baik dengan menggunakan metode kolom yaitu 86,40%, daripada metode *batch* yang hanya mengikat sebanyak 84,54%.

Larutan HCl pada proses ini merupakan sumber ion H^+ yang akan melepaskan ion logam yang terikat pada gugus fungsi biomassa melalui mekanisme pertukaran ion $Cr(III)$ yang diperoleh kembali hanya 34% pada metode *batch* dan 25,93% pada metode kolom. Ini disebabkan karena pada metode *batch* waktu kontak antara biomassa dengan larutan logam lebih lama dari pada metode kolom.

Identifikasi Gugus Fungsi

Identifikasi gugus fungsi yang terdapat pada biomassa TKKS dilakukan dengan menganalisis hasil spektra inframerah yang diperoleh dari Spektrofotometer Inframerah (Shimadzu model FTIR-8201 P). Spektra yang dihasilkan tersaji pada Gambar 1.



Gambar 1 Spektra inframerah dari biomassa TKKS

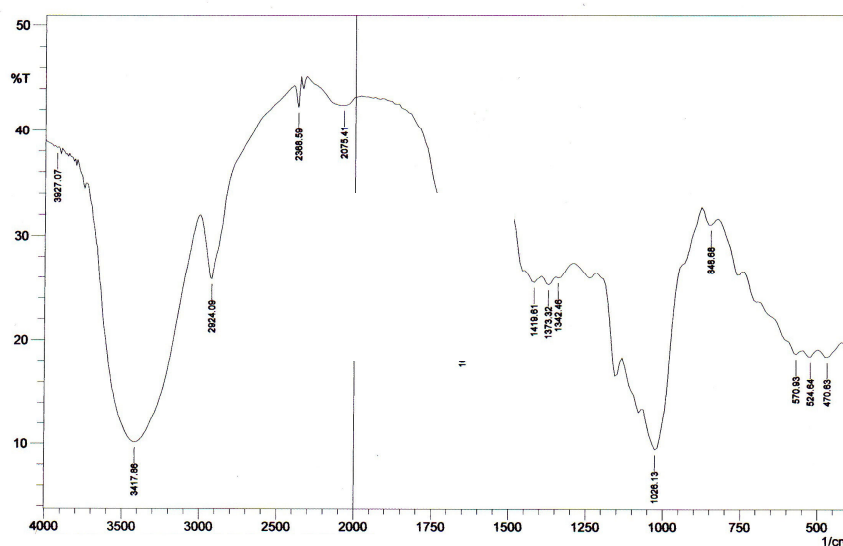
Berdasarkan hasil spektra inframerah pada Gambar 1 menunjukkan bahwa biomassa TKKS memiliki gugus OH yang ditandai oleh puncak serapan yang sangat karakteristik pada spektra asam karboksilat yaitu munculnya serapan pada bilangan gelombang 3410,15 dan 3749,62 cm^{-1} sebagai vibrasi ulur O–H

dan N–H. Pada bilangan gelombang 2931,80 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur C–H sp^3 . Vibrasi ulur karbonil ditunjukkan pada bilangan gelombang 1651,07 cm^{-1} . Vibrasi ulur C–C (aril) sp^2 , asam sulfonat (S=O) dan C–O atau C–N secara berturut-turut ditunjukkan pada bilangan gelombang 1419,61; 1342,46; dan 1018,41 cm^{-1} . Pita

serapan yang tampak pada spektra dari biomassa TKKS menunjukkan adanya gugus fungsi seperti gugus karbonil (C=O), dan gugus hidroksil (OH).

Untuk mengetahui gugus-gugus fungsi yang berperan dalam pengikatan Cr(III), maka biomassa diinteraksikan dengan ion Cr(III) kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer

inframerah. Spektra inframerah yang diperoleh dibandingkan dengan spektra inframerah biomassa seperti yang tampak pada Gambar 1 untuk mengetahui pergeseran serapan yang terjadi. Berikut spektra inframerah dari biomassa yang diinteraksikan dengan Cr(III).



Gambar 2 Spektra inframerah dari biomassa yang sudah dikontakkan dengan Cr(III)

Spektra inframerah yang tersaji pada Gambar 2 memperlihatkan terjadinya interaksi antara ion logam dengan gugus fungsi pada biomassa. Hal ini ditunjukkan oleh adanya pergeseran serapan pada beberapa bilangan gelombang. Pergeseran bilangan gelombang $3410,15 \text{ cm}^{-1}$ menjadi $3417,86 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi ulur O–H. Vibrasi ulur C–

H sp^3 bergeser dari bilangan gelombang $2931,80 \text{ cm}^{-1}$ menjadi $2931,80 \text{ cm}^{-1}$. Vibrasi ulur C–O atau C–N bergeser dari bilangan gelombang $1018,41 \text{ cm}^{-1}$ menjadi $1026,13 \text{ cm}^{-1}$. Adanya pergeseran yang terjadi pada pita serapan dari suatu gugus fungsi menunjukkan bahwa biomassa TKKS mampu mengikat Cr(III), yaitu melalui gugus hidroksil.

Tabel 4 Perbandingan serapan biomassa TKKS, biomassa TKKS yang telah dikontakkan dengan Cr(III)

Biomassa TKKS (cm^{-1})	Biomassa TKKS yang telah dikontakkan dengan Cr(III) (cm^{-1})	Perkiraan gugus fungsi
3410,15	3417,86	Vibrasi ulur -OH
2931,80	2931,80	Rangkaian C-H sp^3

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh beberapa kesimpulan sebagai berikut : adsorpsi Cr(III) oleh biomassa TKKS optimum pada pH 4 (88%), adsorpsi Cr(III) oleh biomassa TKKS optimum pada waktu kontak 60 menit (70,79%), persen *recovery* biomassa terhadap Cr(III) pada metode *batch* sebesar 34% sedangkan dengan metode kolom sebesar 25,93%, dan gugus-gugus fungsional penting pada TKKS yang mengalami interaksi dengan Cr(III) adalah hidroksil (-OH).

Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang adsorpsi biomassa TKKS dengan konsentrasi yang lebih besar dan terhadap logam lain serta aplikasinya terhadap sampel limbah.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Elliza Ulfah dan

Elisdayani Nainggolan yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N., T.V. Ramachandra & R.D. Kanamadi. 2005. Biosorption of Heavy Metals. *Res. J. Chem. Environ*, 7(4) : 71-79
- Baig, T.H., A.E. Garcia, K.J. Tiemann, & J.L. Gardea-Torresdey. 1999. *Adsorption of Heavy Metal Ions by the Biomass of Solanum elaeagnifolium (Silverleaf nightshade)*. Proceedings of the 1999 Conference on Hazardous Waste Research :131 – 142.
- Fatmawati. 2006. *Kajian Adsorpsi Cd(II) oleh Biomassa Potamogeton mobianus yang Terimobilkan pada Silika Gel. Skripsi*. Progam Sarjana Strata-1 FMIPA. Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Fauzi, Y., E., Widyastuti, Satyawibawa, i., & R. Hartono, 2003, *Kelapa Sawit*, Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Horsfall Jnr, M., & Ayebaemi I. Spiff. 2004. Studies on The Effect of pH on The Sorption of Pb^{2+} and Cd^{2+} Ions From Aqueous Solutions by *Caladium bicolor (Wild Cocoyam) Biomass*. *Electronic Journal of Biotechnology ISSN*, Vol. 7 No. 3: 0717-348.

- Jasmidi, Eko Sugiharto, & Mudjiran. 2002. Pengaruh Lama dan Kondisi Penyimpanan Biomassa terhadap Biosorpsi Timbal (II) dan Seng (II) oleh Biomassa *Saccharomyces cerevisiae*. *Indonesian Journal of Chemistry*: 11-14.
- Kleasen, C.D., Amdus, M.O., dan Doull, J. 1986. *Toxicology the Basic Science of Poisson 3rd ed. MC Millan*, New York.
- Lestari, S., E. Sugiharto & Mudasir. 2003. Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa *Saccharomyces Cerevisiae* yang Terimobilkan Pada Silika Gel terhadap Tembaga (II). *Teknosains 16A (3)* : 357-371.
- Palar, H. 1994. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Rineka Cipta. Jakarta
- Raya, I., Narsito, & B. Rusdiarso. 2001. Kinetika Adsorpsi Ion Logam Aluminium (III) dan Kromium (III) oleh Biomassa *Chaetoceros calcitrans* yang Terimobilkan pada Silika Gel. *Indonesian Journal of Chemistry*, 1 (1): 1-6.
- Shanker, A.K, Carlos C, Herminia L.T, & S. Avudainayagam. 2005. A Review Article Chromium Toxicity in Plants. *Environment International 31* :739-753.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme: Suatu Kajian Kepustakaan. *Bioteknologi untuk Indonesia abad 21. Vol. 1*:1-9.
- Susanti, E., Y. Utomo & N. Zakia. 2004. Biosorpsi Ion Logam Berat oleh Ragi Roti. *Forum Penelitian*, 1 : 37-50
- WHO. 1981. *Guidelines for Drinking Water Quality: Health Criteria and Other Supporting Information*. 84-89, 111-118, 262-263.
- Yudistri, A. 2007. *Adsorpsi Cr(III) oleh Biomassa Jamur Aspergillus niger*. Skripsi, Progam Sarjana Strata-1 FMIPA, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.