

**BIOMASSA BATANG PISANG (*Musa paradisiaca* sp.) SEBAGAI BIOSORBEN Cd(II)****Noer Komari, Sujatmiko**

Program Studi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Jl. A. Yani KM 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan 70714

[noerkomari@yahoo.com](mailto:noerkomari@yahoo.com)**ABSTRAK**

Proses industri sering menghasilkan limbah yang mengandung logam berat seperti kadmium (Cd). Salah satu metode untuk mengurangi kadar Cd(II) dalam air adalah biosorpsi. Penelitian ini bertujuan mengkaji kemampuan biosorpsi batang pisang (*Musa paradisiaca* sp.) yang terimobilkan pada kaolin sebagai biosorben untuk mengadsorpsi Cd(II) dalam larutan. Variabel penelitian yang dikaji antara lain pengaruh pH, waktu kontak, kemampuan adsorpsi, dan identifikasi gugus fungsi pada biomassa *Musa paradisiaca* sp. yang terimobilisasi pada kaolin. Hasil penelitian menunjukkan adsorpsi Cd(II) optimum pada pH 6-7. Waktu kontak optimum adsorpsi setelah 120 menit. Jumlah Cd(II) yang dapat teradsorpsi pada biomassa bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi Cd(II) yang dipakai dan optimum sebesar 63,8% pada perbandingan biomassa-kaolin (1:1). Gugus fungsional biomassa *Musa paradisiaca* sp. yang teridentifikasi antara lain gugus hidroksil, karboksil, metil, dan amina. Kajian ini menunjukkan bahwa biomassa *Musa paradisiaca* sp. dan kaolin layak dipakai sebagai biosorben Cd(II) dalam larutan

**Kata kunci : Biosorpsi, Biomassa, Cd(II), *Musa paradisiaca* sp.****ABSTRACT**

Industrial process often yield waste of heavy metal like cadmium (Cd). One of all methods to reduce Cd(II) at the water is biosorption. The aim of this research is to study biosorption capability of banana tree (*Musa paradisiaca* sp.) that immobilized in kaolin as biosorbent agent to adsorb Cd(II) in solution waste. Variabel study of this research are effect of pH, contact time, adsorption capability, and identification of functional group at biomass (*Musa paradisiaca* sp.) immobilized in kaolin. The results of this research shown that optimum adsorption of Cd(II) at pH 6-7. Contact time optimum of adsorption were after 120 minutes. Equal of Cd(II) adsorped by biomass were increas with increas of Cd(II) concentration and optimum were 63,8% with ratio of biomass:kaolin (1:1). Functional group of *Musa paradisiaca* sp. were hidoxil, carboxi l, methil and amine. This study shown that biomass of *Musa paradisiaca* sp. and kaolin can use as biosorbent agent to solution of Cd(II).

**Keywords: Biosoption, Biomass, Cd(II), *Musa paradisiaca* sp.**

## PENDAHULUAN

Kadmium (Cd) merupakan salah satu jenis logam berat yang berbahaya karena elemen ini berisiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Jumlah normal kadmium di tanah berada di bawah 1 ppm. (Suhendrayatna, 2001).

Metode yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar Cd(II) dalam air yaitu dengan biosorpsi. Salah satu tumbuhan yang bisa digunakan sebagai biomassa adalah *Musa paradisiaca sp.* atau umumnya dikenal dengan sebutan pisang. *Musa paradisiaca* merupakan tanaman buah berupa herba yang berasal dari kawasan di Asia Tenggara. Batang tanaman pisang ini dapat dijadikan adsorben dikarenakan pada bagian tersebut mengandung biopolimer, seperti selulosa yang merupakan polisakarida pembentuk komponen serat dari dinding sel tumbuhan dan protein yang mengandung gugus fungsional seperti

gugus karboksilat, hidroksil, dan gugus amino yang dapat berikatan dengan logam (Jasmidi, 2002).

Pemanfaatan kaolin yang melimpah di alam berkaitan dengan sifat-sifat kimia dan fisika meliputi luas permukaan, ukuran partikel, porositas, jarak kisi, stabilitas termal dan ketersediaan situs-situs aktif. Sifat-sifat tersebut merupakan syarat mutlak aplikasi lempung sebagai adsorben, bahan katalis dan sebagai alternatif penyediaan bahan berpori dengan luas permukaan yang relatif tinggi. Hasil immobilisasi biomassa batang pisang dengan kaolin diharapkan memiliki kemampuan yang lebih besar dalam mengadsorpsi ion logam Cd(II). (Anonim, 2005)

Tujuan penelitian adalah mengetahui kemampuan biosorpsi biomassa batang pisang (*Musa paradisiaca sp.*) yang terimobilkan pada kaolin terhadap Cd(II). Beberapa parameter yang akan diukur antara lain pH dan waktu kontak optimum, kemampuan adsorpsi Cd(II) oleh biomassa,

perbandingan berat biomassa dan kaolin, serta gugus fungsi *Musa paradisiaca sp.* dan kaolin yang berinteraksi dengan Cd(II).

## **METODOLOGI**

### **Preparasi biomassa dan kaolin**

Biomassa yang lolos saringan 120 mesh dicuci dengan HCl 0,1 M dan disentrifuge pada 2800 rpm. Endapan disaring dan dicuci dengan aquadest. Endapan dikeringkan dalam oven 60°C selama 2 jam dan disimpan dalam desikator kemudian disaring lagi dengan menggunakan saringan 120 mesh.

Sebanyak 200 gram kaolin alam yang lolos saringan 120 mesh dicampur dengan akuades secukupnya hingga membentuk pasta dan disentrifuse pada 2000 rpm. Lapisan paling atas dipisahkan dan dicampur dengan 2000 ml akuades sambil diaduk dengan pengaduk magnet selama 3-4 jam. Sejumlah 60 ml hidrogen peroksida 30% dimasukkan sedikit demi sedikit dan didiamkan selama semalam. Perlakuan terakhir, campuran disaring

dengan corong buchner sehingga diperoleh padatan kaolin yang dikeringkan dengan oven pada temperatur 70° selama 4-5 jam. Biomassa dan kaolin ini siap digunakan untuk proses selanjutnya.

### **Penentuan pH dan waktu optimum**

Pengaruh pH dan waktu terhadap adsorpsi Cd(II) oleh *Musa paradisiaca sp.* dan kaolin ditentukan dengan cara memasukkan 1 gram biomassa *Musa paradisiaca* dan 1 gram kaolin ke dalam tabung yang berisi 100 ml larutan Cd(II) dengan konsentrasi 100 ppm yang sudah diatur pH nya dengan penambahan HCl 0,01 M sehingga pH larutan berturut-turut menjadi 2, 3, 4, 5, 6, 7. Larutan ini dikocok menggunakan shaker selama 5 jam dan disentrifuge pada 1000 rpm selama 5 menit. Endapan disaring dan supernatant dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) untuk menentukan kadar Cd. Pengaruh waktu kontak ditentukan pada pH optimum. Supernatan yang dihasilkan diambil setelah waktu kontak selama 15, 30, 45, 60, 90, 120 dan 180 menit

### Kemampuan adsorpsi Cd(II) dan perbandingan berat biomassa *Musa paradisiaca sp.* dengan kaolin

Larutan Cd(II) dibuat dengan berbagai konsentrasi yaitu 20, 40, 60, 80, dan 100 ppm sebanyak 100 ml dan dimasukkan dalam Erlenmeyer 250 ml kemudian ditambahkan 1 gram biomassa *Musa paradisiaca* dan 1 gram kaolin. Untuk perbandingan berat, larutan Cd(II) dibuat 4 kali dengan konsentrasi 100 ppm sebanyak 100 ml dan dimasukkan dalam Erlenmeyer 250 ml. Setiap erlenmeyer ditambahkan 1 gram biomassa dan kaolin masing-masing secara berurutan sebanyak 0,5 gram, 1 gram, 2 gram, dan 4 gram. Larutan dikocok selama waktu

kontak optimum dan pH optimum kemudian disentrifuge dengan kecepatan 1000 rpm selama 5 menit. Endapan disaring dengan menggunakan kertas saring Whatman dan supernatant dianalisis dengan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS).

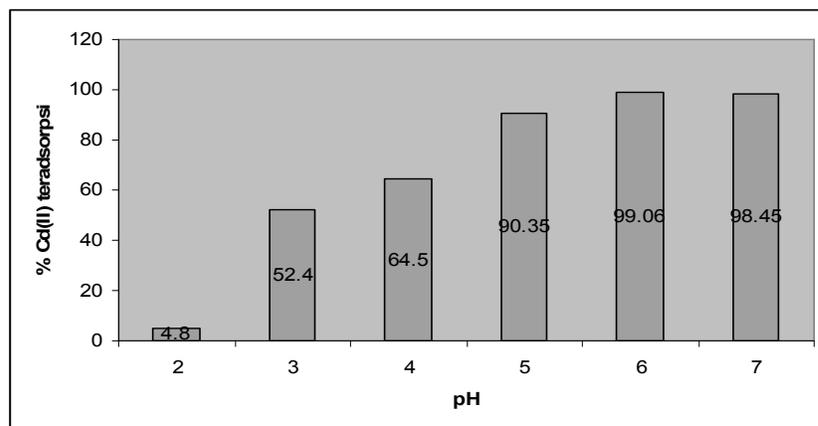
### Identifikasi gugus fungsional

Identifikasi gugus fungsional biomassa dilakukan dengan spektroskopi infra merah terhadap biomassa saja, biomassa yang telah dicampur dengan kaolin dan logam.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh pH Terhadap Adsorpsi Cd(II)

Hasil interaksi biomassa dengan Cd(II) dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Pengaruh pH terhadap konsentrasi Cd(II) yang terjerap biomassa

Gambar 1 menunjukkan bahwa saat pH 2, Cd(II) sudah mulai terjerap oleh biomassa terimobilisasi pada kaolin yaitu sebesar 4,80 %. Selanjutnya dengan meningkatnya pH maka Cd(II) yang terjerap pada biomassa juga semakin bertambah hingga pH mencapai penjerapan maksimum pada rentang pH 5-7. Hal tersebut menunjukkan bahwa pH optimum adsorpsi Cd(II) terjadi pada rentang pH 5-7. Logam Cd(II) yang terjerap akan terus bertambah seiring dengan meningkatnya pH, namun pada rentang pH tertentu akan terjadi kesetimbangan antara adsorben (biomassa) dan adsorbat (logam).

Derajat keasaman (pH) memiliki pengaruh yang sangat besar dalam proses penjerapan logam oleh biomassa. pH akan mempengaruhi muatan situs aktif atau ion  $H^+$  akan berkompetisi dengan kation untuk berikatan dengan situs aktif yang terdapat dalam biomassa. Selain itu pH juga akan mempengaruhi spesies logam yang ada dalam larutan hingga akan mempengaruhi terjadinya interaksi ion logam dengan situs

aktif adsorben (Lestari dkk., 2003; Horsfall & Spiff, 2004).

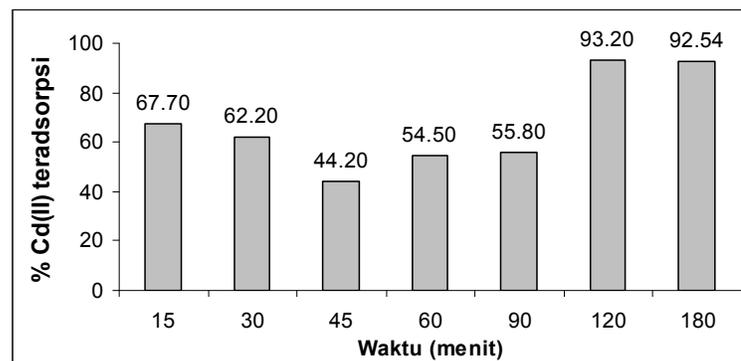
pH mempengaruhi muatan situs aktif, seperti gugus karboksil yang terdapat pada permukaan biomassa. Pada pH yang rendah (asam) mengakibatkan permukaan dinding sel biomassa bermuatan positif, sehingga memperkecil kemungkinannya untuk mengikat ion logam yang bermuatan positif, karena gugus karboksil cenderung bermuatan netral. Sedangkan pada pH tinggi (basa) mengakibatkan permukaan dinding sel biomassa bermuatan negatif, sehingga gugus karboksil dapat mengikat kation logam lebih banyak. Pada umumnya, pengikatan kation logam semakin meningkat dengan meningkatnya pH, karena semakin banyak pula gugus karboksil yang berinteraksi dengan kation logam (Baig *et al.*, 1999).

### **Pengaruh waktu kontak optimum terhadap Adsorpsi Cd(II)**

Biomassa 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 adsorpsi terjadi selama permukaan biomassa belum mencapai kejenuhan. 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 menyerap ion logam, maka biomassa dinyatakan telah melampaui batas toleransi (Ahalya et al.,2005). Pengaruh waktu kontak terhadap jumlah Cd(II) yang dapat teradsorpsi oleh biosorben disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Pengaruh waktu kontak terhadap persen Cd(II) terserap

Gambar 2 menunjukkan Cd(II) sudah dapat teradsorpsi oleh biomassa waktu yang relatif singkat pada 15 menit pertama. Jumlah Cd(II) yang terjerap tidak konstan pada waktu kontak dibawah 90 menit, hal ini terjadi karena pada keadaan tersebut belum tersedia waktu yang cukup untuk terjadinya kesetimbangan antara adsorben dengan adsorbat. Peningkatan

serapan Cd(II) meningkat tajam pada waktu kontak lebih dari 90 menit. Waktu optimum yang diperlukan oleh biomassa yang terimobilisasi untuk menyerap ion Cd(II) pada penelitian ini adalah 120 menit.

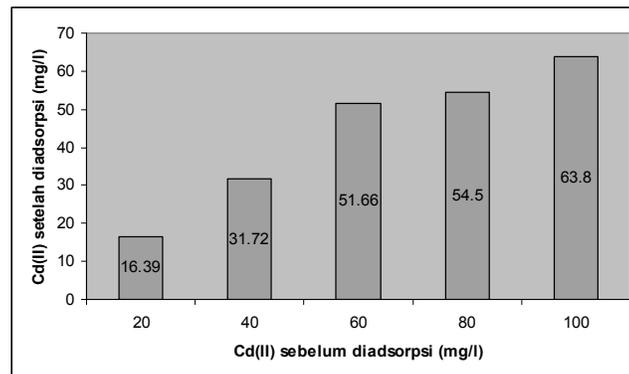
Pengikatan ion logam yang cepat oleh biomassa menunjukkan proses biosorpsi Cd(II) berlangsung hanya pada dinding sel. Hal ini didukung penelitian

Baig et al., (1999) bahwa proses biosorpsi yang cepat menunjukkan mekanisme pengikatan ion logam terjadi secara pasif yang berlangsung di dinding sel, karena biomassa yang digunakan bukan sel hidup. Menurut Suhendrayatna (2001) pengikatan ion logam secara pasif dapat dilakukan dengan dua cara berbeda, pertama pertukaran ion monovalent dan divalent dengan ion logam, dan yang kedua adalah formasi kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus

fungsional seperti karbonil, amino, tiol, hidroksil, fosfat, dan hidroksi-karboksil.

### Penentuan Kapasitas Adsorpsi Cd(II) oleh Biomassa yang Terimobilkan

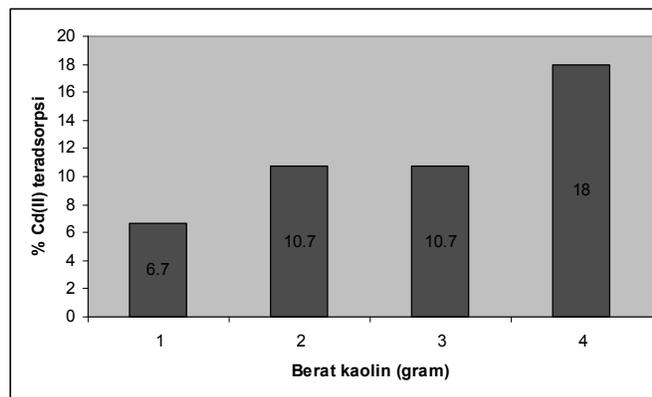
Penentuan kapasitas adsorpsi Cd(II) oleh biomassa batang pisang (*musa paradisiaca*) yang terimobilkan pada kaolin dengan membuat larutan Cd(II) pada berbagai variasi konsentrasi yaitu 20, 40, 60, 80 dan 100 mg/l, kemudian diinteraksikan dengan biomassa yang terimobilkan (1 : 1).



**Gambar 3.** Adsorpsi Cd(II) pada berbagai konsentrasi awal

Gambar 3 menunjukkan bahwa jumlah Cd(II) yang dapat teradsorpsi pada biomassa bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi Cd(II) yang dipakai. Kapasitas adsorpsi ion Cd(II) oleh biomassa meningkat seiring dengan kenaikan konsentrasi logam. Kapasitas adsorpsi pada penelitian ini berkisar antara 16,39 -63,80 mg/g. Peningkatan kapasitas

ini menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi biomassa untuk menyerap logam masih mungkin bertambah jika konsentrasi logam ditingkatkan. Pada penelitian ini belum didapatkan kapasitas adsorpsi maksimum karena masih terjadi kenaikan kapasitas untuk setiap penambahan konsentrasi logam yang diinteraksikan.



Gambar 4. Adsorpsi Cd(II) dengan variasi perbandingan berat kaolin

Gambar 4 menunjukkan bahwa jumlah Cd(II) yang dapat teradsorpsi meningkat dengan perbandingan kaolin 1,0 sampai 4,0 g. Hal tersebut menunjukkan bahwa kaolin juga mampu menyerap logam. Serapan Cd(II) tertinggi sebesar 18% pada perbandingan biomassa 1 g dan kaolin 4

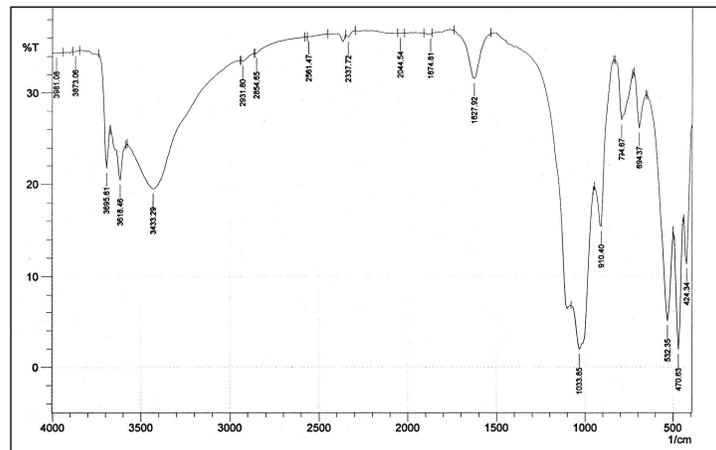
g. Peran imobilisasi kaolin dalam penelitian ini belum terlihat jelas.

#### Identifikasi Gugus Fungsi Biomassa

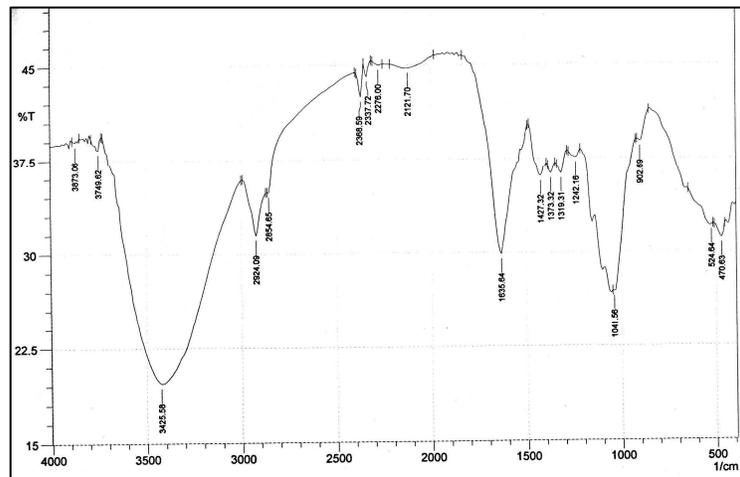
Hasil analisis gugus fungsi biomassa *Musa paradisiaca* yang berupa spektra Inframerah tersebut dapat dilihat pada Gambar (5a) dan (5b).

Spektra Inframerah yang tersaji pada Gambar 5a dan 5b memperlihatkan adanya pergeseran serapan pada beberapa bilangan gelombang, yaitu bilangan gelombang  $3433,29 \text{ cm}^{-1}$  yang lebar mengidentifikasi adanya vibrasi O–H dan N–H yang berikatan hidrogen mengalami pergeseran menjadi  $3425,58 \text{ cm}^{-1}$ . Vibrasi ulur C–H alifatik untuk  $\text{CH}_2$  yang teridentifikasi pada bilangan gelombang  $2931,80 \text{ cm}^{-1}$  dan  $2854,65 \text{ cm}^{-1}$  mengalami pergeseran menjadi  $2924,09 \text{ cm}^{-1}$ . Pada bilangan gelombang  $1627,92$

$\text{cm}^{-1}$  mengalami pergeseran menjadi  $1635,64 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur asimetri anion  $\text{COO}^-$ . Pada bilangan gelombang  $1033,85 \text{ cm}^{-1}$  bergeser menjadi  $1041,86 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan perkiraan gugus fungsi serapan C–C, C–OH dan C–O–C. Adanya pergeseran yang terjadi pada pita serapan dari suatu gugus fungsi menunjukkan bahwa biomassa batang pisang (*Musa paradisiaca sp.*) mampu mengikat Cd(II), yaitu melalui gugus hidroksil, karboksil, metil, dan amina.



**Gambar 5a.** Spektra Inframerah Biomassa *Musa paradisiaca sp.*



**Gambar 5b.** Spektra Inframerah Biomassa *Musa paradisiaca sp.* yang terimmobilkan dan telah dikontakkan dengan Cd(II)

## KESIMPULAN

Kesimpulan penelitian antara lain :

1. pH dan waktu kontak optimum biomassa batang pisang (*Musa paradisiaca sp.*) dan kaolin untuk mengadsorpsi ion logam Cd(II) adalah pada rentang pH 5-7 dan waktu kontak 120 menit.
2. Jumlah Cd(II) yang dapat teradsorpsi pada biomassa yang terimmobilkan bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi Cd(II) yang dipakai kapasitas tertinggi adalah 63,8 mg/g.

3. Adanya pergeseran bilangan gelombang dari identifikasi gugus fungsi pada biomassa yang terimmobilkan dalam larutan Cd(II) menunjukkan mampu mengikat Cd(II), pada gugus fungsi gugus hidroksil, karboksil, metil, dan amina.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N., Ramachandra, T.V. & Kanamadi, RD. (2005). 'Biosorption of Heavy Metals', *Res. J. Chem. Environ*, vol 7(4), pp. 71-79.
- Anonim. 2005. Artikel Kaolin. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara*. <http://www.tekmira.esdm.go.id>.
- Baig, T.H., Garcia, A.E., Tiemann, K.J. & 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. Departemen of Chemistry and Environmental Sciences and Engineering, University of Texas at El Paso, El Paso, pp. 131-142.
- Horsfall, A. & Spiff. 2003. Removal of Cu(II) and Zn(II) Ions from Wastewater by Cassava (*Manihot esculenta* Cranz) Waste Biomass. *African Journal of Biotechnology*. 2 (10): 360-364.
- Jasmidi, E. Sugiharto & Mudjiran. 2002. Pengaruh Lama dan Kondisi Penyimpanan Biomassa terhadap Biosorpsi Timbal (II) dan seng (II) oleh *Biomassa Saccharomyces cerevisiae*, *Indonesian Journal of Chemistry*, pp. 11-14.
- Lestari, S., Eko Sugiharto, Mudasir. 2003. Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa *Saccharomyces cerevisiae* yang Termobilkan pada Silika Gel Terhadap Tembaga (II). *Teknosains* 16A (3): 357 – 371.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Microorganism: Suatu Kajian Kepustakaan. *Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21*. Vol. 1:1 – 9