

**PENGARUH pH AWAL LARUTAN TERHADAP BIOSORPSI Mn(II)  
OLEH BIOMASSA SACCHAROMYCES CEREVISIAE**

Oleh

**Jasmidi**

(Jurusan Kimia, FMIPA-Universitas Negeri Medan)

---

**ABSTRAK**

*Pengaruh pH awal larutan terhadap biosorpsi Mn(II) dalam larutan menggunakan biomassa Saccharomyces cerevisiae hasil biakkan di laboratorium telah dipelajari. Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh pH awal larutan terhadap serapan Mn(II) oleh biomassa S. cerevisiae. Untuk mengetahui besarnya serapan oleh S. cerevisiae, konsentrasi Mn(II) sebelum dan sesudah penyerapan oleh biomassa diukur dengan Spektronik-20 dengan menggunakan pengompleks formaldoksim. Selisih antara konsentrasi sebelum dan sesudah dicampur merupakan konsentrasi Mn(II) yang diserap biomassa S. cerevisiae. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH awal larutan berpengaruh terhadap serapan Mn(II) oleh biomassa S. cerevisiae. Sampai pH larutan 8 semakin tinggi pH larutan penyerapan Mn(II) semakin tinggi. Penyerapan Mn(II) oleh biomassa S. cerevisiae maksimum terjadi pada pH 8.*

*Kata Kunci : Biosorpsi, mangan(II), biomassa Saccharomyces cerevisiae*

**I. PENDAHULUAN**

Perkembangan Industri telah meningkatkan derajat kehidupan manusia, namun dibalik itu berbagai jenis buangan akibat aktifitas industri dengan berbagai produknya telah pula menyebabkan terjadinya pencemaran udara, air, dan tanah. Salah satu buangan yang dapat menyebabkan pencemaran adalah logam berat, sebagai sasaran paling utama dari pencemar logam berat ini adalah sistem perairan, seperti: sungai, danau, dan lain-lain.

Berbagai jenis industri seperti industri penyamakan kulit, pupuk nitrogen, soda, tekstil, pengolahan minyak, pelapisan logam, batere, cat dan pestisida merupakan sumber pencemar berbagai logam berat ke lingkungan, diantaranya adalah logam mangan (Haryadi, 1996). Pencemar logam berat didalam lingkungan perairan berbeda sifatnya dengan pencemar zat organik, pencemar logam ini tak dapat dirusak (Hancock, 1996a).

Oleh karena sebagian besar pencemar logam yang terdapat dalam perairan bersifat toksik bagi lingkungan dan hanya dapat ditolerir pada kadar mikrogram, maka air buangan yang mengandung logam berat perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Menurut Wisjnuprpto (1996), pada dasarnya logam berat dalam air limbah dapat dipisahkan dengan berbagai cara, yaitu cara fisika, kimia dan biologi. Salah satu pengolahan air limbah secara konvensional dilakukan dengan cara pengendapan secara kimia yang diikuti cara fisika yaitu pencemar logam yang terlarut diubah menjadi hidroksida tak larut atau endapan sulfida dan dikumpulkan sebagai sludge lalu dibuang ke dalam tanah, namun cara ini ketoksikan sludge dapat lepas kembali oleh asam dan menunjukkan bahaya lingkungan lebih lanjut dengan masa yang panjang, selain itu konsentrasi logam yang terlepas masih cukup tinggi untuk dapat diterima. Cara lain yang lebih modern adalah secara osmosis dan elektrolisis, namun kedua metode ini membutuhkan energi yang tinggi dan tidak dapat dipakai pada situasi kecepatan alir tinggi. Cara ini juga menghasilkan limbah pekat yang memerlukan pengendapan dan pembuangan ke tanah (Hancock, 1996a). Pengolahan limbah dengan cara-cara di atas menunjukkan kurang efektif dan kurang efisien, oleh karena itu perlu dikembangkan beberapa cara lain, diantaranya pemanfaatan kemampuan beberapa mikroorganisme dalam menyerap logam berat.

Menurut Gadd (1992), mikroorganisme seperti khamir, jamur, bakteri, dan alga secara efisien dapat menyerap logam-logam berat dan radionuklida. Penggunaan mikroorganisme untuk mengolah limbah cair industri yang mengandung logam toksik, selain lebih murah dibandingkan dengan sistem fisiko-kimia, juga lebih aman bagi lingkungan, karena memungkinkan pengunduhan kembali logam yang diikat oleh sel-sel mikroorganisme, serta penggunaan kembali sel-sel tersebut sebagai biosorben (Asmara, 1996).

Penelitian penggunaan spesies mikroorganisme untuk menyerap ion-ion logam telah dilakukan oleh Strandberg, *et al.* (1981) yaitu meneliti penyerapan uranium oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Dilaporkan bahwa uranium terserap pada ekstraselluler dinding sel *S. cerevisiae*, laju dan jumlah serapan dipengaruhi oleh parameter pH larutan awal; suhu dan adanya kation tertentu serapan maksimum diperoleh antara pH 3,0 dan 4,0.

Volesky dan May Philips (1995) meneliti penyerapan beberapa logam berat dan radionuklida oleh biomassa *S. cerevisiae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan uranium, seng, dan tembaga oleh biomassa hidup dan mati terjadi pada pH optimum 4 - 5. Penggunaan *S. cerevisiae* dalam aliran injeksi AAS, untuk prekonsentrasi logam runtu telah diteliti oleh Maquieira, *et al.* (1994) diperoleh hasil bahwa pH sampel mempengaruhi jumlah ion logam yang diikat oleh permukaan sel. Uptake maksimum untuk ion-ion Cu(II), Zn(II), Cd(II), Fe(III), dan Pb(II) berturut-turut adalah pH 6,5; 7,0; 7,5, 6,5; dan 7,5. Semua ion logam yang dicobakan tidak diserap pada pH < 2,0. Pada tahun 1981 Tsezos dan Volesky menggunakan beberapa jenis biomassa antara lain *Rhizopus arrhizus* dan *Aspergillus niger* sebagai penyerap logam uranium dan thorium. Dilaporkan bahwa penyerapan pada pH 2,0 lebih rendah daripada pH 4,0. Tidak ada perbedaan penyerapan antara pH 4,0 dan 5,0 yang merupakan pH optimum. Pada pH 4,0 *R. arrhizus* menunjukkan kapasitas penyerapan tertinggi baik untuk uranium maupun thorium. Kemudian Mawardi (1997) mempelajari biosorpsi timbal menggunakan biomassa *S. cerevisiae*. Diperoleh hasil penelitian bahwa serapan biomassa *S. cerevisiae* dipengaruhi oleh pH larutan awal, pada pH 2,0 tidak terjadi penyerapan ion timbal, penyerapan meningkat dengan tajam pada jangka pH antara 3,0 - 4,0. Penyerapan maksimum terjadi pada pH 6,0 dan Diawati (1997), melakukan hal yang mirip seperti yang dilakukan Mawardi dengan menggunakan logam seng. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penyerapan seng oleh *S. cerevisiae* maksimum terjadi pada pH 7,0.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH awal larutan terhadap penyerapan ion mangan dalam larutan oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae*.

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dua tahap. Tahap pertama adalah penyediaan biomassa *S. cerevisiae*, sedang tahap kedua memperlakukan biomassa *S. cerevisiae* untuk menyerap logam mangan dalam larutan. Adapun tahap pertama dilakukan sebagai berikut.

Penanaman (inokulasi) kultur *S. cerevisiae* menggunakan media YEPD (yeast extract peptone dextrose), kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30 °C. Setelah sel berkembang yang ditandai dengan terjadinya suspensi berwarna putih kekuning-kuningan dimatikan dengan cara dipanaskan dalam penangas air pada suhu 80 °C selama 25 menit. Setelah dingin sel biomassa ini dipisahkan dari mediana dengan cara disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 20 menit, kemudian dicuci tiga kali dengan akuades. Ke dalam biomassa yang telah bersih ditambahkan lagi akuades dengan volume tertentu. Untuk dapat digunakan dalam penelitian, suspensi yang diperoleh selanjutnya diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang ( $\lambda$ ) 600 nm, sebagai dasar pengambilan volume sesuai dengan berat keringnya.

Pada tahap kedua disiapkan masing-masing sebanyak 25 mL larutan yang mengandung 40 mg/L mangan (II), pH larutan diatur 2,0, 4,0, 5,0 6,0, 7,0 dan 8,0 dengan penambahan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau NH<sub>4</sub>OH. Kemudian dicampur masing-masing dengan 50 mg biomassa dalam tabung erlenmeyer 100 mL, selanjutnya ditutup dan digojok dalam shaker dengan kecepatan 175 rpm, selama 30 menit. Suspensi analit dari perlakuan diatas selanjutnya dipisahkan dengan cara disentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 20 menit. Larutan yang terpisah ditentukan konsentrasi logam mangan (II) dengan spektronik-20, dimana larutan mangan (II) dibentuk kompleks dengan menambah 2 ml larutan ammonia (1 : 1) dan 0,5 ml larutan formaldoksim, untuk mengetahui konsentrasi mangan yang tidak diserap oleh biomassa atau konsentrasi pada saat setimbang. Hal yang sama dilakukan terhadap larutan mangan (II) mula-mula. Perbedaan konsentrasi logam sebelum dan sesudah perlakuan merupakan jumlah ion mangan (II) yang terserap oleh biomassa (Hancock,1996b).

### III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pada tahap pendahuluan penelitian yaitu penentuan panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{maks}$ ) dari kompleks yang terbentuk dengan menggunakan alat spektronik-20 ternyata absorbans tertinggi terjadi pada panjang gelombang 460 nm. Oleh karena itu pada pengukuran kompleks mangan-formaldoksim dilakukan pada panjang gelombang 460 nm.

Selanjutnya penentuan kurva kalibrasi standar larutan Mn (II), pada panjang gelombang maksimum ( $\lambda_{maks}$ ) = 460 nm diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 1. Data absorbansi larutan standar Mn(II) untuk penentuan kurva kalibrasi

Konsentrasi Mn(II) (ppm)	Absorbansi
1	0,1871
2	0,3565
3	0,5376
4	0,7212
5	0,8861

Berdasarkan data pada tabel 1, hasil perhitungan regresi linier diperoleh persamaan regresi yaitu :

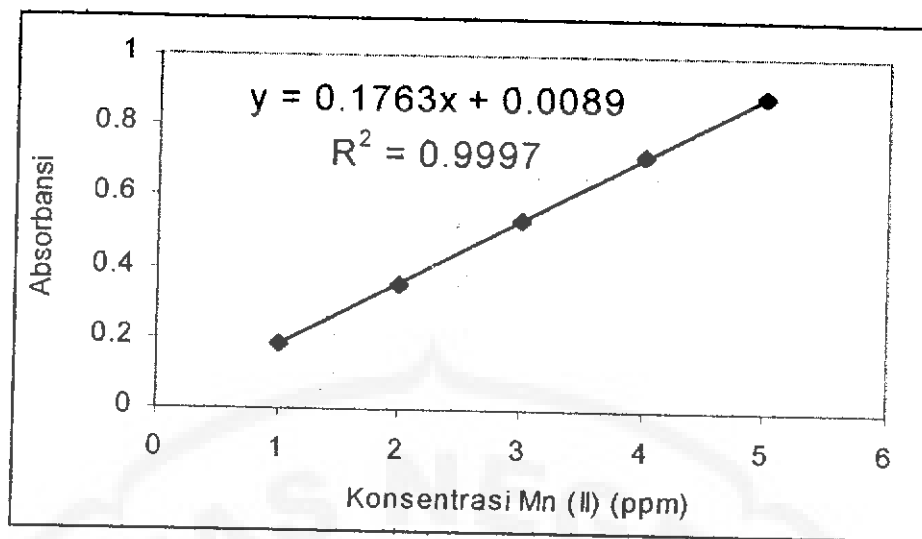
$$Y = 0,1763 X + 0,0089$$

Bila diungkapkan dengan persamaan spektroskopi persamaan akan menjadi :

$$A = 0,1763 C + 0,0089$$

dengan, A adalah absorbansi , dan C adalah konsentrasi.

Persamaan ini digunakan untuk menghitung konsentrasi mangan (II) pada penelitian. Selanjutnya bila disajikan dalam bentuk kurva dapat diperoleh seperti pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1. Kurva kalibrasi standar untuk Mn(II)

Hasil penelitian tentang pengaruh pH awal larutan terhadap serapan Mn(II) oleh biomassa *Saccharomyces cerevisiae*, dengan menggunakan biomassa 50 mg, waktu kontak 30 menit, konsentrasi Mn(II) 40 mg/L dan 25 ml larutan Mn(II) yang pH larutannya divariasikan diperoleh data sebagai berikut :

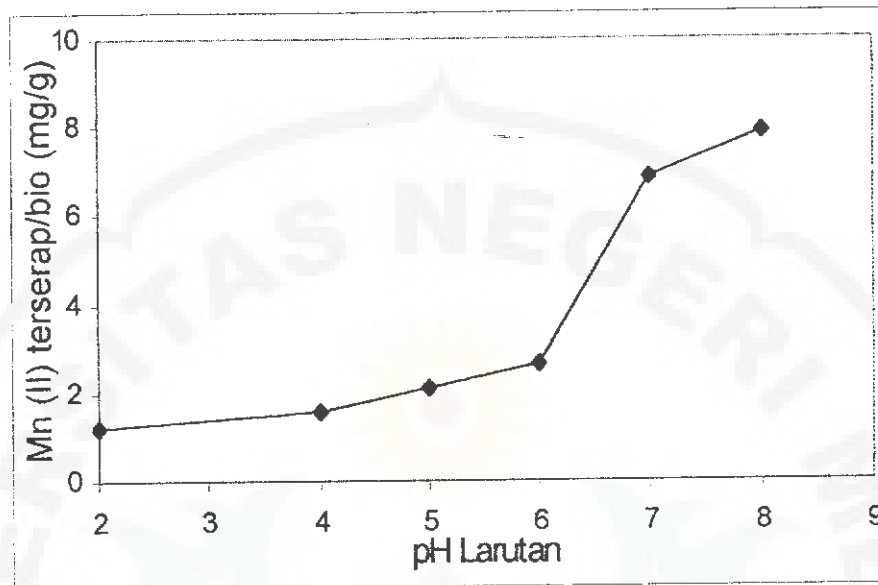
Tabel 2. Pengaruh pH awal larutan terhadap serapan Mn(II) oleh *S. cerevisiae*

pH	$C_{eq}$ (mg/L)	$C_b$ (mg/L)	Mn(II) Terserap (%)	Serapan Mn(II)/bio (mg/g)
2,0	40,85	2,46	5,68	2,84
4,0	40,21	3,10	7,16	3,58
5,0	39,12	4,19	9,67	4,84
6,0	38,02	5,29	12,21	6,11
7,0	29,57	13,74	31,72	15,86
8,0	27,58	15,73	36,31	18,16

Keterangan :  $C_{eq}$  = Konsentrasi Mn(II) dalam larutan saat seimbang  
 $C_b$  = Konsentrasi Mn(II) dalam biomassa



Dari data perlakuan pengaruh pH awal larutan terhadap serapan Mn(II) oleh *S. cerevisiae* yang terdapat pada tabel 2. Bila dibuat grafik diperoleh seperti pada gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2. Pengaruh pH awal larutan terhadap serapan Mn(II) oleh *S. cerevisiae* (biomassa 50 mg; 25 mL larutan 40 mg Mn(II)/L; waktu kontak 30 menit)

Pada gambar 2 terlihat bahwa serapan mangan (II) sangat dipengaruhi oleh pH awal larutan. Serapan mangan (II) naik dengan naiknya pH awal larutan dan meningkat meningkat tajam pada pH 7, peningkatan pH sampai 8 meningkatkan serapan mangan (II), tetapi tidak begitu tajam.

Hasil yang diperoleh ini dapat dijelaskan sesuai dengan pernyataan Tebo (1995), bahwa proses biosorpsi terjadi sebagai konsekuensi dari interaksi antara situs yang bermuatan negatif pada permukaan dinding sel mikroorganisme dan komponen eksopolimer lainnya dengan ion logam yang bermuatan positif atau melalui reaksi antara agen pengompleks ekstraselluler dengan ion logam. Sementara itu Ramelow dan Harris (1990), memperkirakan bahwa muatan titik nol, atau titik isoelektrik gugus fungsi protein penyusun dinding sel mikroorganisme terdapat pada pH 3. Pada pH lebih kecil dari 3, situs aktif

mempunyai muatan bersih negatif. Sedang pada pH lebih besar dari 3, situs aktif mempunyai muatan bersih negatif. Hal ini menyebabkan timbulnya daya tarik elektrostatik antara ion mangan (II) yang bermuatan positif dengan situs aktif pada dinding sel yang bermuatan negatif. Akibatnya terjadi peningkatan penyerapan mangan (II) pada pH lebih besar dari 3. Sedang menurut Maquieira dkk. (1994), penurunan jumlah serapan logam pada pH yang semakin rendah disebabkan terjadi protonasi gugus basa lemah pada permukaan sel khamir.

#### IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. pH awal larutan berpengaruh terhadap serapan Mn(II) oleh biomassa *S. cerevisiae*.
2. Semakin tinggi pH awal larutan maka penyerapan Mn(II) oleh biomassa *S. cerevisiae* semakin tinggi.
3. Penyerapan Mn(II) oleh biomassa *S. cerevisiae* maksimum terjadi pada pH 8.

#### DAFTAR PUSTAKA

Asmara, W. (1996), Bioakumulasi Metal Berat pada Mikroorganisme, *In Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation*, IUC Biotechnology Gadjah Mada University, Yogyakarta, September, 18 – 20, 1996.

Diawati, C. (1997), *Biosorpsi Seng Oleh Biomassa Saccharomyces cerevisiae*, Tesis, Program Pascasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Gadd, G.M. (1992), Microbial Control of Heavy Metal Pollution, *In Microbial Control of Pollution*, Fry, J.C., Gadd, G.M., Herbert, R.A., Jones, R.W. & Watson-Craik, I.A. (eds), Society for General Microbiology Symposium. Cambridge University Press, UK, 59-88.

Gadd, G.M. and White, C. (1993), Microbial Treatment of Metal Pollution a Working Biotechnology?, *Tibtech.*, 11: 353-359.

Hancock, I.C. (1996a), Bioremediation of Heavy Metal Pollution Possibilities and Practicalities, The Current Position, *In Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation*, IUC Biotechnology Gadjah Mada University, Yogyakarta, September, 18-20, 1996.



Hancock, I.C. (1996b), Case Study : The Development of a Bacterial Biosorption Process for Removal of Cadmium from Waste and its Recovery by Elution and Electrolysis, in *Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation*, IUC Biotechnology Gadjah Mada University, Yogyakarta, September, 18-20, 1996.

Harris, O.P. and Ramelow, J.G. (1990), Binding of Metal Ions by Particulate Biomass Derivated from *Chorella vulgaris* and *Scenedesmus quadricauda*, *Environ. Sci. and Tech.*, 24: 220-227.

Haryadi (1996), Heavy Metals Contents in The Industrial Wastes in Indonesia, in *Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation.*, IUC Biotechnology Gadjah Mada University, Yogyakarta, 18-20, 1996.

Hough, J.S., Stevens, R. dan Young, T.W. (1982), *Malting and Brewing Science*, Volume II Hopped wort and Beer, Second Edition, Chapman and Hall, London.

Hughes, M.N. and Poole, R.K. (1990), *Metals and Microorganism*, Chapman and Hall, London.

Mawardi (1997), *Biosorpsi Timbal oleh Biomassa Saccharomyces cerevisiae*, Tesis, Program Pasasarjana, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Strandberg, G.W., Shumate II, S.E., dan Parrot, Jr, J.R. (1981), Microbial Cells as Biosorbents for Heavy Metals : Accumulation of Uranium by *Saccharomyces cerevisiae* and *Pseudomonas aeruginosa*, *App. and Environ. Microbiol.*, 41: 237-245.

Tsezos, M. and Volesky, B. (1981), Biosorpsi of Uranium and Thorium, *Biotech. and Bioeng.*, 23: 583-604.

Tebo, B.M. (1995), Metal Precipitation by Marine Bacteria : Potential for Biotechnological Application, *Genetic Engeneering*, Vol 17, Plenum Press, New York.

Volesky, B. and May Phillips, H.A. (1995), Biosorption of Heavy Metal by *Saccharomyces cerevisiae*, *Appl. Microbiol, Biotechnol*, 42: 797-806.

Wisjnuaprpto (1996), Penyisihan Logam Berat dalam Buangan yang Diaplikasikan di Indonesia, in *Symposium and Workshop on Heavy Metal Bioaccumulation*, IUC, Biotechnology Gadjah Mada University, Yogyakarta, September, 18-20, 1996.