

STORAGE AND CONDITION OF BIOMASS INFLUENCE TO
BIOSORPTION OF LEAD (II) AND ZINC(II) BY
Saccharomyces cerevisiae BIOMASS

Pengaruh Lama dan Kondisi Penyimpanan Biomassa terhadap Biosorpsi Timbal (II) dan Seng (II) oleh Biomassa Saccharomyces cerevisiae

JASMIDI

Chemistry Dept., Fac. of Mathematics and Natural Sciences, Faculty of Education, Medan,
Medan

EKO SUGIHARTO, MUDJIRAN

Chemistry Dept., Fac. of Mathematics and Natural Sciences, GMU, Yogyakarta

ABSTRACT

The influence of length and condition of Biomass Storage on the biosorption of lead and zinc that present together in a solution by *Saccharomyces cerevisiae* biomass were studied.

In this experiment, variables of length and condition of biomass storage were Examined. Concentration of lead and zinc were determined by atomic absorption spectrophotometric (AAS) using air-acetylene as atomizing flame. Loading of lead and zinc on the biomass were determined as the difference between the initial and the final concentration of lead and zinc in the solution.

Biosorption of lead and zinc were influenced by condition and storage of the biomass. Storage of biomass in the room temperature for one week cause an increasing uptake. Storage for longer period result in decrease of lead and zinc uptake. Storage of biomass in a freezer up to 2 weeks increased the uptake of lead, but did not influence the uptake of zinc. Storage for longer period decreased the uptake of both of lead and zinc. For all condition the uptake of lead higher than the uptake of zinc by *Saccharomyces cerevisiae*.

Key words: biosorption, lead, zinc, *Saccharomyces cerevisiae*.

PENDAHULUAN

Berbagai jenis industri merupakan sumber pencemar logam berat ke lingkungan, diantaranya adalah logam timbal dan seng. Pencemar logam berat di dalam lingkungan perairan berbeda sifatnya dengan pencemar zat organik, pencemar logam ini tidak dapat dirusak [5].

Sebagian besar pencemar logam yang terdapat dalam perairan bersifat toksik bagi lingkungan dan hanya dapat ditolelir pada kadar mikrogram, oleh karenanya air buangan yang mengandung logam berat perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke perairan. Pada dasarnya logam berat dalam air limbah dapat dipisahkan dengan berbagai cara, yaitu cara fisika, kimia dan biologi. Pengolahan air limbah secara kimia yang diikuti cara fisika dan secara osmosis maupun elektrolisis menunjukkan kurang efektif dan kurang efisien, oleh karena itu perlu dikembangkan beberapa cara lain, diantaranya pemanfaatan kemampuan beberapa mikroorganisme dalam menyerap logam berat.

Penelitian penggunaan spesies mikroorganisme untuk menyerap ion-ion logam telah dilakukan oleh Strandberg, dkk (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, keberadaan kation divalen, diantaranya Ca^{2+} , mempengaruhi penyerapan uranium, sedang keberadaan kation K^+ tidak mempengaruhi serapan. Volesky dan May Philips (1995), meneliti penyerapan beberapa logam berat dan radionuklida oleh biomassa *S. cerevisiae*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi pertumbuhan kultur dapat mempengaruhi kapasitas penyerapan logam, yaitu khamir strain baker's hidup dan mati: $U > Zn > Cd > Cu$, khamir strain baker's mati $Zn > Cd > U > Cu$, khamir strain baker's hidup $Zn > Cu \approx Cd > U$. serapan *S. cerevisiae* hidup dan mati sama terhadap uranium dan seng. Avery dan Tob (1992), mempelajari penyerapan strontium oleh *S. cerevisiae* strain baker's dan labor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa

penyerapan Sr^{2+} oleh permukaan sel hidup lebih besar pada strain brewer's dibandingkan strain labor, untuk kedua strain tingkat penyerapan lebih besar pada biomassa mati. Serapan *S. cerevisiae* strain brewer's yang berasal dari limbah segar pembuatan bir hasilnya sama dengan serapan brewer's yang di laboratorium. Mahan, dkk (1989) telah meneliti penyerapan beberapa logam berat oleh biomassa yang berasal dari beberapa spesies alga dalam campuran multi komponen. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa penyerapan oleh *Chlorella pyrenoidosa* terjadi dengan afinitas berkurang Dengan urutan :

Pb>Fe>Cu>Cd>Zn>Mn>Mo>Sr>Ni>V>Se>As >Co pada konsentrasi 4 mg/liter.

Mikroorganisme seperti alga, fungi, yeast dan bakteri secara efisien dapat menyerap logam-logam berat dan radionuklida dari lingkungannya [4]. Penyerapan logam berat oleh mikroorganisme yang tidak tergantung pada metabolisme terjadi pada permukaan sel.

Dinding sel *S. cerevisiae* terdiri dari α -manan dan α -glukan, protein. Lipid, zat organik terutama fosfat, chitin dan chitosan [6]. Chitin terdapat dalam jumlah besar pada dinding sel dan sangat efektif sebagai penyerap logam dan radionuklida. Chitosan merupakan derivat chitin, juga mempunyai kemampuan yang cukup berarti sebagai penyerap ion logam [4].

Protein mempunyai gugus aktif yang dapat mengikat logam melalui ujung amino dan karboksilat, rantai peptida yang terprotonasi dan dengan rantai samping residu asam amino.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lama dan kondisi penyimpanan biomassa terhadap serapan timbal dan seng yang berada bersama-sama dalam larutan oleh *Saccharomyces cerevisiae*.

EKSPERIMEN

Media pertumbuhan YEP (*yeast extract peptone*) dibuat dari 10 gram ekstrak khamir dan 20 gram pepton lalu dilarutkan dalam aquades bebas ion hingga volume 1 liter. Larutan dekstrosa 40% dibuat dengan melarutkan 40 g dekstrosa dalam aquades bebas ion sampai volume 100 ml. Masing-masing larutan yang terbentuk dimasukkan dalam tabung erlenmeyer, kemudian ditutup dengankapas dan kertas payung, lalu disterilisasi pada suhu 120 °C selama 15 menit.

Media pertumbuhan YEPD (*yeast extract peptone dextrose*) dibuat dengan cara menambahkan larutan dekstrosa ke dalam larutan YEP, sehingga diperoleh konsentrasi dekstrosa akhir 2 %.

Penanaman (inokulasi) kultur *S. cerevisiae* menggunakan media YEPD dilakukan dalam ruang inokulasi yang dijaga tetap steril, dengan sistem udara tersaring, kemudian diinkubasi dalam inkubator berputar dengan kecepatan 175 rpm selama 24 jam pada suhu 30 °C.

Setelah sel berkembang dimatikan dengan cara dipanaskan dalam penangas air pada suhu 80 °C selama 25 menit. Sesudah dingin sel biomassa ini dipisahkan dari mediana dengan cara disentrifugasi dengan kecepatan, suhu dan waktu yang sama. Biomassa yang diperoleh sebagian disimpan pada ruangan kerja (suhu kamar) dan di pendingin beku dan sebagian lagi segera digunakan.

Untuk dapat digunakan dalam penelitian, pada setiap perlakuan ke dalam biomassa ditambahkan lagi aquades bebas ion dengan volume tertentu. Suspensi yang diperoleh selanjutnya diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang (λ) 600 nm, sebagai dasar pengambilan volume sesuai dengan berat keringnya.

Dua puluh lima mililiter larutan yang mengandung 40 mg Pb/l dan 40 mg Zn/l dibuat dari larutan induk, pH larutan diatur 6,5 dengan menggunakan larutan HNO_3 atau NH_4OH . Kemudian dicampur dengan 41,3 mg biomassa yang masih baru dipanen dalam tabung erlenmeyer 100 ml, selanjutnya ditutup dan digojog dalam inkubator berputar selama 45 menit. Suspensi analit dari perlakuan di atas selanjutnya dipisahkan dengan cara disentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 20 menit. Larutan yang terpisah ditentukan konsentrasi logam timbal dan sengnya dengan spektrofotometer serapan atom (AAS), untuk mengetahui konsentrasi logam timbal dan seng yang tidak diserap oleh biomassa atau konsentrasi pada saat seimbang. Perbedaan konsentrasi logam sebelum dan sesudah perlakuan merupakan jumlah ion yang terserap oleh biomassa.

Perlakuan yang sama dilakukan pula terhadap biomassa setelah disimpan 1, 2 dan 3 minggu pada kondisi penyimpanan suhu kamar dan di pendingin beku.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengaruh lama dan kondisi penyimpanan biomassa terhadap serapan timbal dan seng oleh *S. cerevisiae* disajikan dalam Gambar 1, 2 dan 3. Ditinjau dari lama dan kondisi penyimpanan biomassa *S. cerevisiae* terhadap serapan timbal disajikan dalam Gambar 1. Sedang bila dilihat dari lama dan kondisi penyimpanan biomassa *S. cerevisiae* terhadap serapan seng seperti yang disajikan dalam Gambar 2.

Secara umum penyimpanan biomassa pada suhu kamar menunjukkan kenaikan serapan pada penyimpanan 1 minggu, penyimpanan lebih lama menunjukkan penurunan baik untuk timbal maupun seng. Penyimpanan biomassa sampai 2 minggu di pendingin beku menunjukkan sedikit kenaikan serapan untuk timbal, sedangkan untuk seng serapan relatif lebih stabil, penyimpanan sampai minggu ketiga menunjukkan penurunan serapan, baik untuk timbal maupun seng.

Fakta ini dapat dijelaskan sebagai berikut: Menurut Dube (1978), struktur sel *S. cerevisiae* terdiri dari dinding sel, membran plasma, inti sel, vakuola, granula, volutin, minyak glubolin dan glikogen. Menurut Hough dkk. (1982), dinding sel *S. cerevisiae* terdiri dari α -manan dan α -glukan, protein, lipid, zat anorganik terutama fosfat, chitin dan chitosan. Sementara itu menurut Hughes dan Poole (1989), protein dan polisakarida merupakan sumber gugus fungsi yang berperan penting dalam mengikat ion logam. Gugus ligan yang tersedia merupakan gugus bermuatan negatif seperti karboksilat, fosfat, fosfodiester dan thiolat atau gugus amida yang berkoordinasi dengan atom pusat logam melalui pasangan elektron bebas.

Menurut Pelczar dkk (1976), pada keadaan fisik yang menguntungkan terutama pada kisaran suhu 7 sampai 60 °C, protein akibat aktivitas mikroorganisme proteolitik akan berubah menjadi asam amino, amin, amonia dan hidrogen sulfida sedang pada suhu 0 °C atau lebih rendah dapat menghambat pertumbuhan dan kegiatan metabolik mikroorganisme untuk jangka waktu lama. Menurut Darmono (1995), ditinjau dari ikatan antara logam dengan asam amino sederhana seperti glisin dan alanin dasar perlekatan dengan logam ada dua titik, yaitu karboksilat dan kelompok amina. Pada senyawa dipeptida setiap peptida saling berkaitan sehingga ada dua titik perlekatan yang mencegah oksigen atau nitrogen

mengikat logam lain pada waktu yang bersamaan. Dipeptida yang sederhana seperti alanilglisin tempat perlekatan yang dapat digunakan ada tiga titik. Dengan demikian apabila protein tersebut putus menjadi berbagai asam amino, kemampuan mengikat logam akan menjadi lebih besar karena bertambahnya titik-titik perlekatan untuk mengikat logam. Hal inilah diperkirakan penyebab dengan menyimpan biomassa pada suhu kamar mengakibatkan serapan meningkat untuk satu minggu sementara dengan penyimpanan di pendingin bekuserapan relatif stabil sampai minggu kedua. Terjadinya penurunan serapan untuk minggu-minggu berikutnya diperkirakan sebagian penyusun dinding sel sudah mengalami dekomposisi lebih lanjut. Hal ini ditandai dengan terjadinya bau yang kurang sedap terutama pada biomassa yang disimpan pada suhu kamar.

Serapan timbal lebih tinggi dibanding serapan seng oleh *S. cerevisiae* seperti yang terlihat pada Gambar 3. Perbedaan serapan timbal dan seng oleh *S. cerevisiae* tidak dapat dijelaskan berdasarkan kekuatan pembentukan kompleks antara ion logam dengan ligan. Kekuatan pembentukan kompleks ini antara lain bergantung pada kemampuan mempolarisasi dari ion-ion logam tersebut, yaitu perbandingan antara muatan dan jari-jari ionnya. Kation dengan kemampuan mempolarisasi yang tinggi merupakan pusat muatan positif berkepadatan tinggi menghasilkan interaksi yang kuat dengan ligan (Hughes dan Poole, 1989). Sanderson (1964), menyatakan hal senada bahwa antara ion berukuran kecil bermuatan tinggi akan memiliki kekuatan ikatan yang makin besar daripada antar ion berukuran besar bermuatan rendah. Timbal yang bermuatan +2 jari-jari ionnya 1,20 Å atau $1,20 \times 10^{-10}$ m dan seng bermuatan +2 jari-jari ionnya 0,74 Å atau $0,74 \times 10^{-10}$ m (Sienko dan Plane, 1996). Pada penelitian ini ion timbal dan seng yang dicobakan masing-masing bermuatan +2. Jari-jari ion timbal lebih besar (kira-kira 1,62 kali) dibanding jari-jari ion seng, karena jari-jari ion seng lebih kecil dan bermuatan sama, maka ion seng akan mempunyai kemampuan mempolarisasi lebih tinggi akibatnya interaksi ion seng dengan ligan-ligan pada dinding sel *S. cerevisiae* jauh lebih kuat daripada ion timbal, namun kenyataannya tidak demikian. Fakta ini dapat diterangkan berdasarkan sifat keasaman logam tersebut.

Menurut Hughes dan Poole (1989), hubungan antara kemampuan mempolarisasi

kation dengan tingkat pembentukan kompleks tidak selalu berbanding lurus. Interaksi antara ion logam dengan ligan dapat ditinjau dari perbandingan keasaman. Secara umum kation yang bersifat asam kuat akan berinteraksi kuat dengan ligan yang bersifat basa kuat, sebaliknya kation yang bersifat asam lemah akan berinteraksi kuat dengan ligan yang bersifat basa lemah. Ion timbal bersifat asam lemah sedang ion seng bersifat asam antara [7], dengan demikian Pb^{2+} akan berinteraksi lebih kuat dengan ligan basa lemah yang terdapat dalam dinding sel biomassa seperti gugus $-SH$, CN^- dan ligan basa lemah lainnya, dengan demikian interaksi terhadap Pb^{2+} lebih kuat dibanding Zn^{2+} .

Berdasarkan pembahasan di atas dapat dipahami mengapa ion timbal lebih banyak diserap oleh biomassa *S. cerevisiae* dibanding ion seng. Hal ini sesuai dengan penelitian Mahan, dkk (1989), pada penyerapan beberapa logam berat oleh *Chlorella pyrenoidosa* ditemukan afinitas relatif untuk setiap elemen menurun dengan urutan

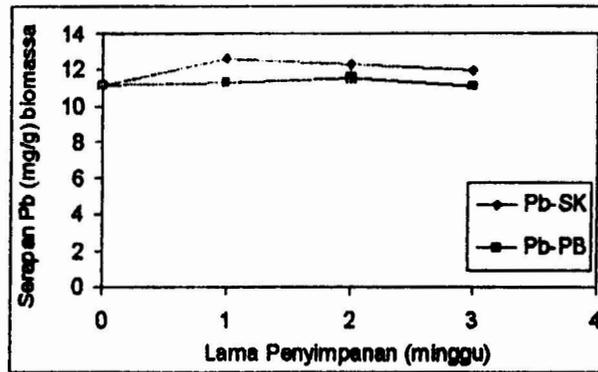
$Pb > Fe > Cu > Cd > Zn > Mn > Mo > Sr > Ni > U > Se > As > Co$ pada konsentrasi 4 mg/l.

KESIMPULAN

1. Lama dan kondisi penyimpanan biomassa mempengaruhi serapan timbal dan seng oleh *S. cerevisiae*. Penyimpanan biomassa 1 minggu pada suhu kamar menyebabkan serapan timbal dan seng naik, penyimpanan lebih lama menyebabkan serapan menurun.
2. Penyimpanan biomassa di pendingin beku sampai 2 minggu menyebabkan serapan timbal naik, sedang serapan seng relatif stabil, penyimpanan lebih lama menyebabkan serapan timbal dan seng menurun.
3. Pada semua kondisi, serapan timbal lebih besar dibanding serapan seng oleh biomassa *S. cerevisiae*.

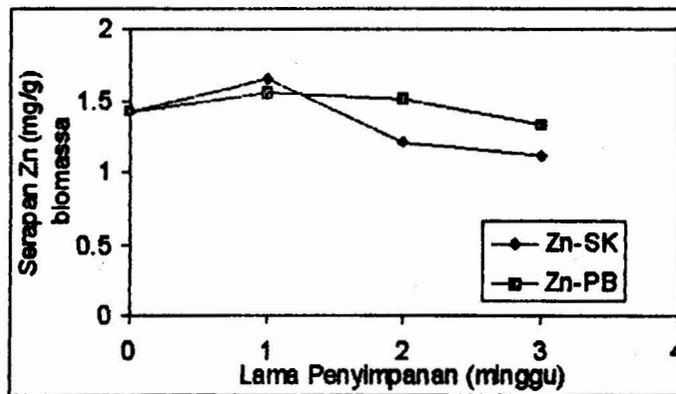
DAFTAR PUSTAKA

1. Avery, S.V., and Tobin, Z.M., 1992, Mechanism of Strontium Uptake by Laboratory and Brewing strains of *Saccaromyces cerevisiae*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 58: 3883-3889.
2. Darmono., 1995, *logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*, UI-Press, Jakarta.
3. Dube, H.C., 1978. *Fungi, Bacteria and Viruses*, Vikas Publishing House PUT LTD, New Delhi.
4. 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., and Watson-Craik, I.A., (eds), Society for General Microbiology Symposium, Cambridge University Press, UK, pp. 59-88.
5. Hancock, I.C., 1996, 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.
6. Hough, J.S., Stevens, R., and Young, T.W., 1982, *Malting and Brewing Science*, Vol. II Hopped Wort and Beer, Second Edition, Chapman and Hall, London.
7. Hughes, M.N., and Poole, R.K., 1989, *Metals and Microorganisms*, Chapman and Hall, London.
8. Mahan, C.A., Majidi, V., and Holcombe, J.A., 1989, Evaluation of The Metal Uptake of Several Algae Strains in a Multicomponent Matrix Utilizing Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry for Trace Metal Preconcentration, *Anal. Chem.*, 61: 624-627.
9. Pelczar, Jr., M.J., Reid, R.D., and Chan, E.C.S., 1976, *Elements of Microbiology*, Mc. Graw-Hill Book Company, New York.
10. Sanderson, R.T., 1964, Principles of Chemical Reaction, *J. of Chem. Ed.*, 41: 13-22.
11. Seinko, M.J., and Plane, R.A., 1996, *Chemistry: Principles and Properties*, Mc. Graw-Hill Book Company, New York.
12. Strandberg, G.W., Shumate II, S.E., and Parrot, Jr., J.R., 1981, Microbial Cells as Biosorbents for heavy Metals: Accumulation of Uranium by *Saccaromyces cerevisiae* and *Pseudomonas aeruginosa*, *Appl. Environ. Microbiol.*, 41: 237-245.
13. Volesky, B., and May Phillips, H.A., 1995, Biosorption of Heavy Metal by *Saccaromyces cerevisiae*, *Appl. Microbiol. Biotechnol.*, 42:797-806.

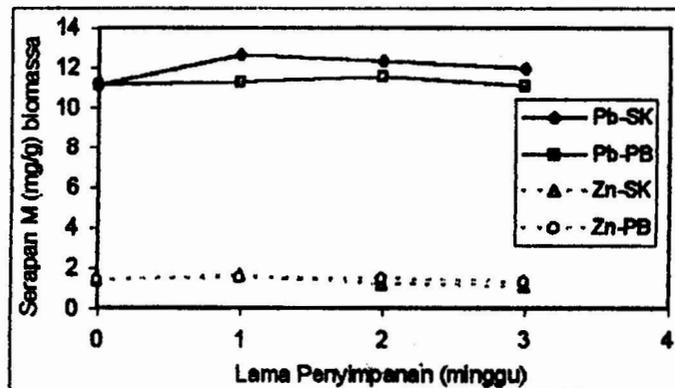


Keterangan : SK = Serapan oleh biomassa *S. cerevisiae* yang disimpan pada suhu kamar
 PB = Serapan oleh biomassa *S. cerevisiae* yang disimpan di pendingin beku

Gambar 1. Pengaruh lama dan kondisi penyimpanan biomassa terhadap serapan timbal oleh *S. cerevisiae* (untuk 25 mL larutan; konsentrasi timbal 40 mg/L; konsentrasi seng 40 mg/L; berat biomassa 41,3 mg; pH 6,5; waktu kontak 45 menit)



Gambar 2. Pengaruh lama dan kondisi penyimpanan biomassa terhadap serapan seng oleh *S. cerevisiae* (untuk 25 mL larutan; konsentrasi timbal 40 mg/L; konsentrasi seng 40 mg/L; berat biomassa 41,3 mg; pH 6,5; waktu kontak 45 menit)



Gambar 3. Pengaruh lama dan kondisi penyimpanan biomassa terhadap serapan timbal dan seng oleh *S. cerevisiae* (untuk 25 mL larutan; konsentrasi timbal 40 mg/L; konsentrasi seng 40 mg/L; berat biomassa 41,3 mg; pH 6,5; waktu kontak 45 menit)