

PEMANFAATAN ALGA LAUT
Chaetomorpha crassa.Kütz (*Chlorophyta*)
UNTUK PENYERAPAN ION LOGAM TEMBAGA
DAN KADMIUM SECARA STATIS

TESIS

OLEH

YUNAFRIZAL. YR
06 207 028



PROGRAM PASCA SARJANA
UNIVERSITAS ANDALAS

2008

PEMANFAATAN ALGA LAUT
***Chaetomorpha crassa* Kütz (*Chlorophyta*) UNTUK PENYERAPAN ION**
LOGAM TEMBAGA DAN KADMIUM SECARA STATIS

Oleh

Yunafrizal. YR (06 207 028)

(Dibawah bimbingan Rahmiana Zein dan Edison Munaf)

RINGKASAN

Pencemaran lingkungan perairan oleh logam-logam berat beracun seperti raksa, timbal, tembaga, kadmium dan lain-lain sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Dilaporkan bahwa penyakit minamata dan itai-itai yang pernah berjangkit di Jepang tahun 1955 dan 1956 ternyata disebabkan oleh pencemaran logam Hg dan Cd di wilayah perairan Jepang (Soemarwoto, 1997).

Beberapa metoda telah dilakukan orang untuk mengatasi pencemaran logam berat di lingkungan perairan seperti adsorpsi menggunakan resin sintetik atau karbon aktif. Akan tetapi metoda ini membutuhkan biaya yang besar, karena itu orang beralih kepada yang lebih murah (low cost sorbent) yakni menggunakan bahan-bahan alam (biomassa) diantaranya algal dan fungal (Kapor, 1997). Alga baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati, mempunyai kemampuan yang tinggi sebagai biosorben untuk mengadsorpsi ion-ion logam berat beracun, (Putra, 2006).

Berbagai mekanisme telah dipostulasikan untuk memahami ikatan antara logam dengan biomassa seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks koordinasi, penyerapan secara fisik, dan pengendapan mikro. Hal ini dimungkinkan karena adanya gugus-gugus aktif yang terdapat pada dinding sel dari biomassa tersebut (Munaf, 1997).

Penelitian ini mempelajari pemanfaatan biomassa alga *Chaetomorpha crassa*. Kütz (*Chlorophyta*) sebagai biosorben bagi ion tembaga dan kadmium dari sistem cairnya. Larutan ion tembaga dan kadmium dibuat dengan melarutkan garam $\text{Cu}(\text{SO}_4) \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan CdCl_2 dalam HNO_3 . Hal yang hendak ditentukan adalah seberapa besar kapasitas dan efisiensi penyerapan biosorben terhadap kedua ion logam, serta kondisi optimum penyerapan yang meliputi pH larutan ion logam, ukuran partikel biomassa, konsentrasi larutan ion logam, suhu pemanasan biosorben, dan lama waktu kontak.

Proses penyerapan dilakukan menggunakan metoda statis (metode batch) Adsorben ditambahkan pada larutan sehingga terjadi kontak langsung antara adsorbat dan adsorben, mereka diaduk selama beberapa saat sehingga konsentrasi ion logam dalam larutan akan menurun karena terserap oleh adsorben, kemudian mereka dipisahkan dengan cara penyaringan dan eluat yang diperoleh diukur menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

Dari data hasil penelitian diketahui bahwa biomassa *Chaetomorpha crassa*. Kütz dapat digunakan sebagai biosorben bagi ion logam Cu^{+2} dan Cd^{+2} dari larutan, akan tetapi kapasitas dan efisiensi penyerapannya relatif lebih rendah dibanding biomassa lain yang telah pernah diteliti orang.

Untuk penyerapan ion tembaga, kondisi optimum penyerapan terjadi pada pH 5, ukuran partikel biomassa 180 μm , konsentrasi larutan ion $\text{Cu}(\text{II})$ 100 ppm, waktu kontak 90 menit, dan suhu pemanasan biomassa 50 °C. Pada kondisi ini kapasitas dan efisiensi penyerapannya adalah 0,285 mg/g dan 15,97%

Untuk penyerapan ion kadmium, kondisi optimum penyerapan terjadi pada pH 5, ukuran partikel biomassa 150 μm , konsentrasi larutan ion $\text{Cd}(\text{II})$ 100

ppm, waktu kontak 60 menit, dan suhu pemanasan biomassa 70 °C. Pada kondisi ini kapasitas dan efisiensi penyerapannya adalah 0,297 mg/g dan 16,70%

Pada larutan multikomponen, kapasitas dan efisiensi penyerapan alga *Chaetomorpha crassa*.Kütz terhadap suatu ion logam pada kondisi optimumnya selalu lebih tinggi dibanding ion logam lain. Pada kondisi optimum penyerapan ion logam Cu(II), kapasitas dan efisiensi penyerapan alga terhadap ion Cu^{+2} dalam larutan multikomponen adalah 0,165 mg/g dan 10,51% sementara untuk ion Cd(II) hanya 0,121 mg/g dan 7,95%. Demikian pula pada kondisi optimum penyerapan ion logam Cd(II), kapasitas dan efisiensi penyerapan terhadap ion Cd^{+2} dalam larutan multikomponen adalah 0,192 mg/g dan 12,01%, sementara untuk ion Cu(II) hanya 0,102 mg/g dan 6,74%.

Kapasitas dan efisiensi penyerapan biomassa *Chaetomorpha crassa*.Kütz terhadap ion logam Cu(II) dan Cd(II) dalam sampel limbah laboratorium Kimia Analitik Lingkungan jauh lebih kecil dibanding pada masing-masing larutan standarnya. Untuk ion Cu(II) kapasitas dan efisiensi penyerapannya adalah 0,087 mg/g dan 5,79%, sementara untuk ion Cd(II) adalah 0,099 mg/g dan 6,56%.

Berdasarkan hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa ternyata daya serap biomassa alga laut *Chaetomorpha crassa*.Kütz terhadap ion Cd(II) lebih tinggi dibanding Cu(II) namun relatif masih jauh lebih rendah dibanding biosorben yang telah diteliti orang untuk ion logam yang sama. Oleh karena itu bagi para peneliti yang mau menggunakan alga laut *Chaetomorpha crassa*.Kütz sebagai biosorben dengan cara statis disarankan untuk mencoba memodifikasinya dengan material lain.

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kemajuan dunia industri untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia akan barang dan jasa telah menyebabkan meningkatnya pencemaran limbah domestik di lingkungan perairan. Limbah domestik mengandung logam-logam berat beracun yang berbahaya bagi kesehatan manusia seperti tembaga, kadmium, raksa, timbal, dan lain-lain sebagainya.

Pada tahun 1955 dunia dihebohkan oleh laporan adanya penyakit misterius yang mengerikan menyerang manusia dan hewan di teluk Minamata Jepang. Dunia menyebutnya penyakit minamata. Manusia yang terserang menderita sakit dengan gerakan yang tidak terkontrol dan akhirnya mengalami kematian. Ikan mengambang di permukaan laut, burung-burung jatuh dari udara, ayam, anjing, babi banyak yang menjadi gila.

Kemudian tahun berikutnya, 1956, di Jepang muncul lagi laporan penyakit baru yang dikenal dengan penyakit itai-itai, menyerang penduduk kota Toyama Jepang yang mengakibatkan penderita mengalami kerapuhan tulang. Akhirnya pada tahun 1968 kerajaan Jepang secara resmi mengumumkan bahwa logam Hg merupakan penyebab penyakit minamata dan Cd merupakan penyebab penyakit itai-itai. Kedua logam tersebut berasal dari limbah industri dan domestik (Soemarwoto, 1997).

Ada banyak metoda yang dapat digunakan untuk mengatasi pencemaran logam berat di lingkungan perairan seperti adsorpsi dengan menggunakan resin sintetik atau karbon aktif. Akan tetapi metoda tersebut membutuhkan biaya yang

besar, karena itu orang berusaha mencari metoda penyerapan alternatif dengan biaya yang lebih murah (low cost sorbent), yaitu menggunakan bahan-bahan alam (biomassa) seperti sekam padi untuk menyerap ion logam tembaga dan kadmium (Munaf dan Zein, 1997), tumbuhan kangkung air untuk menyerap ion logam kadmium (Zein dan Munaf, 2002), tumbuhan kalayau sawah untuk menyerap ion logam kadmium, lumut (Deswati, 2000), jamur, serbuk gergaji, dan lain-lain sebagainya.

Pemisahan ion logam-logam berat oleh biomassa terjadi sebagai hasil interaksi kimia antara ion logam dengan gugus fungsi yang terdapat pada bioselular alga seperti karboksil, hidroksil, sulfidril, amino, imodazol, sulfat, dan sulfonat yang terdapat di dalam dinding sel (Klimek, 2001). Berbagai mekanisme telah dipostulasikan untuk memahami ikatan antara logam dengan biomassa seperti pertukaran ion, pembentukan kompleks koordinasi, penyerapan secara fisik, dan pengendapan mikro. Tetapi hasil penelitian akhir-akhir ini menunjukkan bahwa mekanisme pertukaran ion (ion exchange) merupakan mekanisme yang lebih dominan, hal ini dimungkinkan karena adanya gugus aktif yang terdapat pada dinding sel dari biomassa tersebut.

Dari berbagai jurnal dan laporan penelitian diketahui beberapa spesies alga baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati, mempunyai kemampuan yang tinggi sebagai biosorben untuk mengadsorpsi ion-ion logam berat beracun, (Putra, 2006). Misalnya dari hasil penelitian menggunakan Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrophotometry (ICPOES) diketahui bahwa alga hijau (*Chlorophyceae*) memiliki kemampuan akumulasi yang tinggi terhadap ion-ion logam berat dari sistim cairnya (Mahan, 1989). Alga

mucor rouxii untuk menarik ion logam Cd (Yan, and Viraraghavan, 2001), *Aspergillus*, *Mucor*, dan *Penicillium* untuk menyerap ion logam tembaga (Kapor and Viraraghavan.,1997), *Chlamydomonas* (Xue, 1988), *Laminaria japonica* (Yin, 2001), *Sargassum* (Antunes, 2003), *Chlorococcum. sp*, *Fischerella. sp*, *Chlorella vulgaris. var. scenedesmus actus* (Inthorn, 2002), alga hijau *Chlorophyceae* (Mahan, 1989), *Pueraria lobata ohwl* (Brown, 2000), ternyata kesemuanya memiliki kemampuan yang baik untuk menyerap ion logam tembaga, kadmium, besi, dan seng dari sistem cairnya dengan kapasitas penyerapan dan efisiensi yang cukup tinggi.

Kemampuan alga mengabsorpsi berbagai ion logam ini selanjutnya telah diaplikasikan untuk mengendalikan konsentrasi ion logam dalam air dan sistem cair (Xue, 1988). Terutama pada industri, penanggulangan masalah limbah yang selama ini dilakukan secara konvensional melalui pengendapan, pertukaran ion, dan proses elektrokimia sering terkendala oleh alasan teknik dan ekonomi (Munaf dan Zein, 1997). Oleh karena itu teknologi penanggulangan menggunakan biosorpsi biomaterial (fungal dan algal) merupakan alternatif pertimbangan yang lebih efektif dan ekonomis (Kapor and Viraraghan, 1997).

Chaetomorpha crassa.Kütz adalah salah satu spesies dari 900 spesies alga hijau (*chlorophyta*) yang ada di laut. Alga ini banyak dijumpai di laut di sepanjang pantai kabupaten Pesisir Selatan. Sejak dahulu masyarakat setempat menggunakannya sebagai bahan makanan selingan yang disebut agar-agar. Pada penelitian ini kita akan mencoba melihat bagaimana kemampuan alga *Chaetomorpha crassa*.Kütz sebagai biosorben untuk menyerap ion logam tembaga dan kadmium dari larutannya.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan terhadap penyerapan ion tembaga dan kadmium oleh Biomassa alga laut *Chaetomorpha crassa*.Kütz dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Biomassa alga laut *Chaetomorpha crassa*.Kütz dapat digunakan sebagai bahan penyerap ion logam Cu^{+2} dan Cd^{+2} dari larutannya akan tetapi kapasitas dan efisiensi penyerapannya relatif lebih rendah dibanding biomassa lain yang telah pernah diteliti orang.
2. Kondisi optimum penyerapan alga laut *Chaetomorpha crassa*.Kütz terhadap ion logam tembaga terjadi pada pada pH 5, ukuran partikel biomassa 180 μm , konsentrasi larutan ion Cu(II) 100 ppm, waktu kontak 90 menit, dan suhu pemanasan biomassa 50 °C. Pada kondisi ini kapasitas dan efisiensi penyerapan ion Cu(II) adalah 0,285 mg/g dan 15,97%
3. Kondisi optimum penyerapan alga laut *Chaetomorpha crassa*.Kütz terhadap ion logam Cd (II) oleh 0,5 g biomassa terjadi pada pH 5, ukuran partikel biomassa 150 μm , konsentrasi larutan ion Cd(II) 100 ppm, waktu kontak 60 menit, dan suhu pemanasan biomassa 70 °C. Pada kondisi ini kapasitas dan efisiensi penyerapan ion Cd(II) adalah 0,297 mg/g dan 16,70%.
4. Pada larutan multi komponen, kapasitas dan efisiensi penyerapan alga *Chaetomorpha crassa*.Kütz terhadap suatu ion logam pada kondisi optimumnya selalu lebih tinggi dibanding ion logam lain. Pada kondisi optimum penyerapan ion logam Cu(II), kapasitas dan efisiensi penyerapan

alga terhadap ion Cu^{+2} adalah 0,165 mg/g dan 10,51%, sementara untuk ion Cd(II) hanya 0,121 mg/g dan 7,95%. Demikian pula pada kondisi optimum penyerapan ion logam Cd(II), kapasitas dan efisiensi penyerapan terhadap ion Cd^{+2} adalah 0,192 mg/g dan 12,01%, sementara untuk ion Cu(II) hanya 0,102 mg/g dan 6,74%.

5. Kapasitas dan efisiensi penyerapan biomassa *Chaetomorpha crassa*.Kütz terhadap ion Cu^{+2} dan Cd^{+2} dalam sampel limbah laboratorium Kimia Analitik Lingkungan jauh lebih kecil dibanding pada masing-masing larutan standarnya. Untuk ion Cu(II) kapasitas dan efisiensi penyerapannya adalah 0,087 mg/g dan 5,79%, sementara untuk ion Cd(II) adalah 0,099 mg/g dan 6,56%.

5.2 Saran

Bagi para peneliti yang akan menggunakan alga laut *Chaetomorpha crassa*.Kütz sebagai biosorben dengan cara statis disarankan untuk mencoba memodifikasinya dengan material lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Z. 1994. *Pengantar Botani algae*, IKIP Padang Press.
- Antunes, W, M. 2003. An Evaluation of Copper Biosorption by a Brown Seaweed Under Optimized Condition. Vol. 6, No. 3.
- Brown, P, A. 2000. The Application of Kudzu as a Medium for The Adsorption of Heavy Metals From Dilute Aqueous Wastestreams. *Departement of Chemical Engineering.*, The Queen's University of Belfast. David Keir Building. Bioresarch Technology. 78 . 195-201.
- Cotton, A. 1989. *Kimia Anorganik Dasar*. UI Press. Jakarta. Hal. 397-402.
- Day, R.A. 1994. Interaction of Metals and Protons with Algae, Ion exchange vs Adsorption Models and a Reassessment of Scatchard Plot; Ion-Exchange Rates and Equilibria Compared with Calcium Alginate. *Departement of Chemistry*. Georgetown University. Washington DC. Vol. 28, No. 11.
- Delgado, A. L. A.M. Anserlmo, J.M. Novais. 1998. Heavy Metal Biosorption by Dried Powdered Mycelium of *Fusarium falciparum*. *J. Water Res.* 70 (3): 370-374
- Deswati. 2000. *Pemanfaatan Lumut (Musci) Sebagai Penyerap ion Logam Besi, Kadmium, Tembaga, Kromium, dan Seng Dalam Air Limbah*, Universitas Andalas. Vol. 6, No. 1, hal. 15-17.
- Emriadi. 2006. *Kimia Koloid dan Permukaan*. Andalas University Press. Padang. Hal. 67-69
- Inthorn. 2002. Sorption of Mercury, Cadmium, and Lead by Microalgae. *Science Asia*. 28:253-261.
- Kapor, A. and Viraraghavan, T. 1997. Biosorption of Heavy Metals on *Aspergillus niger* : Effect of Pretreatment. *Biores. Techhnol.* 63: 109-113.
- Klimmek. 2001. Comparative analysis of the biosorption of cadmium, lead, nickel, and zinc by algae. *Environ. Sci. Techhnol.* 35: 4283-4288.
- Mahan, C, A. 1989. Evaluation of Metal Uptake of Several Algae Strains a Multicomponent Matrix Utilizing Inductively Coupled Plasma Emission Spectrometry. *Departement of Chemistry*, Texas University. Austin. Vol. 61, No. 6.
- Mathejckal, J.T. 1996. Cu (II) Binding by *Ecklonia Radiata* Biomaterial. *School of Environmental Engineering*. Griffith University. Queensland Australia.