

# BIOSORPSI Cd<sup>2+</sup> OLEH *Nannochloropsis salina* DALAM MEDIUM CONWY

Neneng Fitri Ani<sup>1)</sup>, Paulina Taba<sup>2)</sup>, dan Yusafir Hala<sup>3)</sup>

Jurusan Kimia, Fakultas MIPA

Universitas Hasanuddin

## ABSTRAK

Penelitian tentang biosorpsi Cd<sup>2+</sup> oleh *Nannochloropsis salina* dalam larutan Medium Conwy telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan memanfaatkan mikroalga *N. salina* sebagai biosorben untuk polutan Cd<sup>2+</sup> di perairan. Pada penelitian ini pemaparan Cd<sup>2+</sup> dengan variasi konsentrasi 5, 10, dan 15 ppm yang dilakukan di awal masa pertumbuhan *N. salina* dalam Medium Conwy pada salinitas 30 ‰, aerasi dan pencahayaan kontinyu, serta suhu ruangan 20 °C. Metode analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dan *Forrier Transformation Infra Red* (FT-IR). Waktu optimum pertumbuhan *N. salina* sebagai kontrol diperoleh pada hari ke-10, sementara pertumbuhan *N. salina* yang dipapar ion logam menunjukkan jumlah populasi *N. salina* berbanding terbalik dengan konsentrasi Cd<sup>2+</sup> yang dipaparkan. Efisiensi penjerapan maksimum Cd<sup>2+</sup> oleh *N. salina* terjadi pada kultur yang terpapar 10 ppm yaitu 59,70 %. Gugus fungsi yang terlibat dalam proses biosorpsi Cd<sup>2+</sup> oleh *N. salina* adalah gugus O-H, C-N dan C-O.

Kata Kunci: Biosorpsi, *Nannochloropsis salina*, Cd<sup>2+</sup>, SSA dan FT-IR

## PENDAHULUAN

Di Indonesia pencemaran perairan oleh logam berat sangat meningkat pada dekade terakhir dan salah satu logam berat yang mengalami peningkatan konsentrasi dalam perairan adalah logam kadmium.

Logam kadmium dalam perairan diduga secara alami berasal dari proses alam seperti abrasi dari sungai yang kemudian terbawa arus sungai hingga laut (Rumahlatu, 2012) dan banyak digunakan dalam industri metalurgi, pelapisan logam, pigmen, baterai, peralatan elektronik, pelumas, peralatan fotografi, gelas, keramik, tekstil dan plastik (Amien, 2010). Kadmium bersifat toksik terhadap organisme perairan (Amien, 2010).

Ada beberapa upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi tingkat pencemaran logam berat di perairan yakni dengan metode kimiawi dan biologi, namun untuk metode kimiawi

membutuhkan biaya yang mahal dibandingkan dengan metode biologi. Pemilihan metode biologi didasarkan atas kemampuan biosorpsi mikroalga terhadap logam berat kadmium, seperti yang dilaporkan oleh Shibi dkk (2012), bahwa mikroalga *Planothidium lanceolatum* dapat dijadikan biosorben logam kadmium dan pada tahun 2006 Ruangsomboon dan Wongrat melaporkan bahwa mikroalga *Chorella vulgaris* juga mampu mengakumulasi kadmium. Selanjutnya biosorpsi kadmium oleh mikroalga *Tetraselmis suecica* dapat digunakan sebagai alternatif untuk mengurangi pencemaran logam kadmium di perairan (Terry dan Stone, 2002) dan penghilangan logam kadmium dari perairan dapat dilakukan dengan memanfaatkan mikroalga *Scenedesmus abundans* (Rama dkk., 2002).

Pada penelitian-penelitian sebelumnya salah satu mikroalga yang dimanfaatkan sebagai alternatif untuk mengurangi pencemaran logam berat karena kemampuannya dalam

mengakumulasi logam berat adalah *Nannochloropsis salina*. Mikroalga ini mempunyai kemampuan untuk menjerap logam berat karena mengandung gugus fungsi yang dapat bertindak sebagai ligand yaitu gugus fungsi -COOH, -CO, -NH<sub>2</sub> dan -CONH<sub>2</sub> sebagai penyusun utama polisakarida dan polipeptida (Sembiring dkk., 2009).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah larutan Medium Conwy, vitamin dengan komposisi yang tertera pada lampiran 1, air laut steril dan biakan murni *N. salina* yang diperoleh dari Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Payau (BPPBAP) Maros, kristal Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O (Merck), larutan HNO<sub>3</sub> p.a (Merck), akuabides, akuades dan aluminium foil.

### Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat gelas yang umum digunakan dilaboratorium, aerator merek Amara, alat pencacah hemositometer merek Marielfield LOT-No 4551, mikroskop Nikon SE dengan perbesaran sampai dengan 125 kali, sentrifus yang merupakan alat pada laboratorium kimia anorganik, AAS merek Buck Scientific model 205 VGP pada laboratorium kimia analitik FMIPA Unhas, oven merek SPNISOSFD pada laboratorium kimia anorganik, FT-IR merek SHIMADZU 820 1PC pada laboratorium kimia terpadu, autoklaf merek All American model No. 1925 pada BPPBAP Maros dan filtrat membran selulosa merek Millipore ukuran 0,45 µm pada BPPBAP Maros.

### Metode

#### Pertumbuhan *N. salina* pada Medium yang Tercemar Logam Cd<sup>2+</sup>

Pertumbuhan *N. salina* pada medium yang tercemar Cd<sup>2+</sup> dilakukan dengan menggunakan air laut steril, dan Medium Conwy, pada

kondisi : salinitas medium 30 ‰, pencahayaan kontinu, aerasi dan suhu ruangan 20 °C.

Air laut steril dimasukkan masing-masing ke dalam 4 stoples 1000 mL, kemudian ditambahkan Cd<sup>2+</sup> dengan konsentrasi masing-masing 5; 10; dan 15 ppm serta satu stoples sebagai kontrol. Selanjutnya masing-masing stoples ditambahkan 2 mL Larutan Conwy dan ditambahkan 0,1 mL vitamin dan 4 mL biakan murni *N. salina* dengan kepadatan awal sekitar 30 x 10<sup>4</sup> sel/mL, lalu volumenya ditambahkan hingga 1000 mL dengan air laut steril. Larutan dikocok dan dihubungkan dengan aerator kemudian stoples ditutup dengan aluminium foil, lalu didiamkan dalam ruangan bersuhu tetap (20 °C) dengan cahaya cukup (40 watt). Pengamatan pertumbuhan *N. salina* dilakukan setiap hari menggunakan mikroskop dan hemositometer.

Pengamatan dampak penambahan Cd<sup>2+</sup> terhadap pertumbuhan fitoplankton *N. salina* dilakukan dengan cara menghitung jumlah sel *N. salina* per milimeter media setiap hari sampai diperoleh pertumbuhan optimum. Sampel diambil menggunakan pipet steril sebanyak 0,1 mL dan diteteskan pada hemositometer. Jumlah kepadatan sel dengan 4 bidang pengamatan (1, 2, 3, dan 4) dan dihitung sesuai dengan persamaan 1 dengan bantuan mikroskop.

$$\Sigma \text{ sel} = \frac{1+2+3+4}{4} \times 10^4 \text{ sel/mL} \dots(1)$$

#### Proses Pengukuran dengan Menggunakan AAS

##### a. Pembuatan Larutan Induk Cd<sup>2+</sup>

Larutan Cd<sup>2+</sup> 10.000 ppm di buat dengan cara melarutkan 13,718 g Cd(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> · 4H<sub>2</sub>O dalam labu ukur 500 mL dengan akuabides. Larutan induk 10.000 ppm dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL untuk membuat larutan baku 1.000 ppm. Larutan induk 1.000 ppm dipipet sebanyak 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL untuk membuat larutan baku 100 ppm.

Larutan standar 0,05; 0,1; 0,5; 1; 1,5; 2; dan 3 ppm dibuat dengan mengencerkan larutan 100 ppm.

b. Proses Pengambilan Filtrat

Konsentrasi  $Cd^{2+}$  dalam medium kultur ditentukan setiap 48 jam dengan menggunakan AAS. Masing-masing medium kultur dipipet sebanyak 5 mL setiap 48 jam, kemudian disentrifugasi sampai filtrat dan residu terpisah. Filtrat kemudian di simpan pada lemari pendingin.

b. Efisiensi Penjerapan  $Cd^{2+}$

Efisiensi penjerapan logam  $Cd^{2+}$  oleh fitoplankton *N. salina* dihitung berdasarkan perbandingan konsentrasi  $Cd^{2+}$  yang terjerap dengan konsentrasi  $Cd^{2+}$  mula-mula. Pengukuran konsentrasi logam dilakukan pada filtrat medium (prosedur b) dengan menggunakan AAS melalui persamaan (2)

$$A = a \cdot b \cdot c \quad \dots\dots(2)$$

dimana c adalah konsentrasi, a adalah absorptivitas (L/g x cm), b adalah panjang medium absorpsi dan A adalah absorbansi. Nilai efisiensi penyerap ( $E_p$ ) diperoleh dari persamaan (4)

$$C_s = C_o - C_f \quad \dots\dots(3)$$

$$E_p = \frac{C_s}{C_o} \times 100 \% \quad \dots\dots(4)$$

dimana  $C_s$  adalah konsentrasi logam terserap,  $C_o$  adalah konsentrasi awal ion logam dan  $C_f$  adalah konsentrasi ion logam dalam filtrat medium.

**Identifikasi Gugus Fungsional dengan Menggunakan FT-IR**

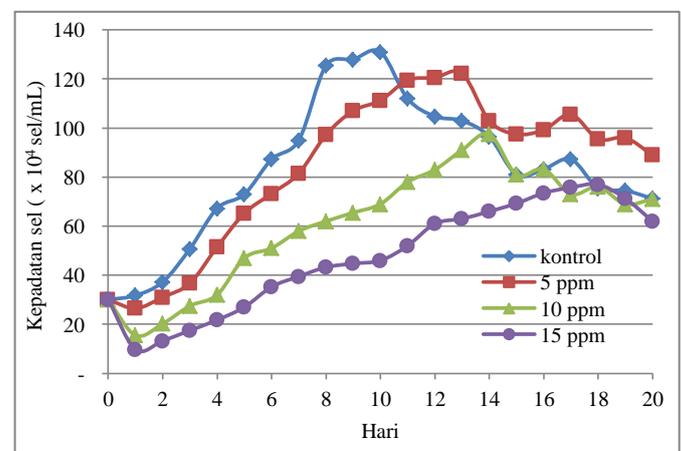
Untuk mengidentifikasi perubahan gugus fungsi sebelum dan sesudah proses biosorpsi  $Cd^{2+}$ , kultivasi kultur fitoplankton dilakukan tanpa dan dengan paparan  $Cd^{2+}$ . Setelah pertumbuhan optimum, fitoplankton kemudian disentrifus, selanjutnya dikeringkan pada suhu 35 °C selama 1 hari. Sekitar 10 mg residu kering *N. salina* kemudian dihaluskan dalam lumpang dan dicampurkan dengan KBr (5-10 % sampel dalam serbuk KBr) lalu ditentukan langsung dengan menggunakan *diffuse reflectance measuring* (DRS-8000). DRS-8000 dipasang

pada tempat sampel lalu serbuk KBr dimasukkan pada *sample pan* dan background ditentukan. Penentuan spektrum sampel dilakukan dengan memasukkan sampel yang telah dicampur dengan KBr pada *sample pan*. Setelah selesai DRS-8000 dibersihkan dan disimpan kembali.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pola Pertumbuhan *N. salina* pada Medium yang Tercemar  $Cd^{2+}$**

Pertumbuhan maksimum *N.salina* pada kontrol terjadi pada hari ke-10 dengan kepadatan sel  $131 \times 10^4$  sel/mL, sedangkan pada kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  pola pertumbuhannya terhambat, di mana semakin tinggi konsentrasi logam dalam medium kultur semakin lambat pembelahan sel terjadi.



Gambar 1. Kurva pola pertumbuhan *N. salina*

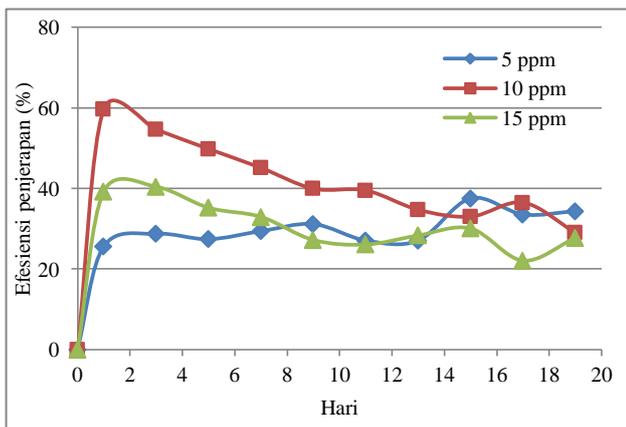
Gambar 1 menunjukkan bahwa pada medium kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  5 ppm pertumbuhan maksimum terjadi pada hari ke-13 dengan jumlah sel  $122,25 \times 10^4$  sel/mL, sedangkan medium kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  10 dan 15 ppm pertumbuhan maksimum terjadi berturut-turut pada hari ke-14 dengan jumlah sel  $97,5 \times 10^4$  sel/mL dan pada hari ke-18 dengan jumlah sel  $77 \times 10^4$  sel/mL.

Penambahan  $Cd^{2+}$  pada kultur akan menyebabkan terhambatnya pembelahan sel, kemudian akan menyebabkan kematian *N. salina*, hal ini disebabkan karena  $Cd^{2+}$  yang berada dalam medium kultur bersifat racun bagi sel. Menurut Purbonegoro (2008),  $Cd^{2+}$  dapat mengganggu proses fotosintesis dalam sel

mikroalga, di mana  $Cd^{2+}$  akan menghambat proses kerja enzim yang berperan dalam fotosintesis yaitu enzim metalotionein, enzim ini banyak mengandung asam amino sistein maka protein ini mengandung gugus tiol dalam jumlah besar yang dapat berikatan dengan baik dengan logam berat bivalen termasuk  $Cd^{2+}$ .

### Efisiensi Penjerapan Logam $Cd^{2+}$ oleh *N. salina*

Gambar 2 menunjukkan nilai efisiensi maksimum penjerapan  $Cd^{2+}$  oleh *N. salina* terjadi pada kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  10 ppm yaitu 59,70 %, sedangkan untuk kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  5 ppm mempunyai nilai Ep yang lebih rendah yakni hanya sebesar 37,45 %, karena pada konsentrasi tersebut sel *N. salina* masih mampu mentoleransi kehadiran  $Cd^{2+}$  dalam medium kultur pertumbuhan, hal ini dapat dilihat dari jumlah sel *N. salina* pada medium kultur kontrol dan jumlah sel *N. salina* medium yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  5 ppm tidak berbeda jauh.

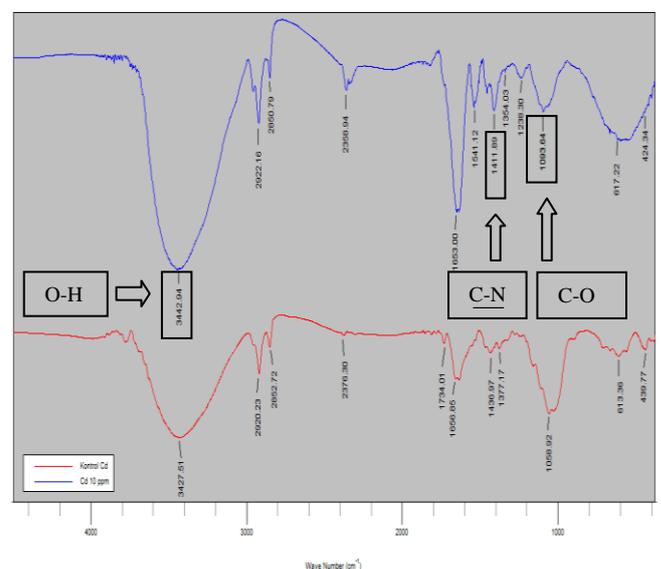


Gambar 2. Kurva efisiensi penjerapan Besar nilai Ep sangat dipengaruhi oleh konsentrasi  $Cd^{2+}$  yang dipaparkan dalam medium kultur *N. salina* karena setiap sel mempunyai daya toleransi terhadap ion logam, seperti yang terlihat pada medium kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  15 ppm mempunyai nilai Ep lebih rendah dari medium kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  10 ppm yakni hanya 40,40 %, karena pada konsentrasi 15 ppm,  $Cd^{2+}$  bersifat racun terhadap *N. salina* sehingga akan memperlambat pembelahan sel.

Konsentrasi  $Cd^{2+}$  yang terserap oleh *N. salina* setiap hari berubah-ubah, sehingga nilai Ep juga berubah-ubah, dimana pada medium kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  5 ppm, nilai Ep berkisar antara 25,60 % hingga 37,54 %, sedangkan pada medium kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  10 ppm, nilai Ep berkisar antara 29,00 % hingga 59,70 % dan untuk medium kultur yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  15 ppm, nilai Ep berkisar antara 22,07 % hingga 40,40 %. Hal ini terjadi karena selama proses biosorpsi terjadi *N. salina* akan berusaha mencapai titik kesetimbangan penjerapan logam yang sangat dipengaruhi oleh tingkat kejenuhan situs aktif *N. salina* (Sembiring dkk., 2009).

Nilai Ep  $Cd^{2+}$  oleh *N. salina* dalam medium dipaparkan  $Cd^{2+}$  5 ppm, 10 ppm, dan 15 ppm cukup tinggi di awal pertumbuhan yakni berturut-turut 25,60 %, 59,70 % dan 39,26 %, karena pada awal pertumbuhan situs aktif sel *N. salina* belum jenuh sehingga dapat menyerap ion logam dan pada hari pertumbuhan selanjutnya penjerapan  $Cd^{2+}$  cenderung konstan hingga hari ke 20.

### Gugus Fungsi yang Terlibat dalam Penjerapan $Cd^{2+}$ oleh *N. salina*



Gambar 3. Spektra inframerah residu *N. salina* Spektrum FT-IR untuk residu *N. salina* yang dipaparkan  $Cd^{2+}$  menunjukkan adanya puncak-puncak serapan yang mirip dengan spektrum FT-IR untuk residu kontrol

*N. salina* (tidak dipaparkan  $Cd^{2+}$ ). Ada beberapa puncak serapan yang bergeser yaitu bilangan gelombang 3427,51  $cm^{-1}$  ke 3442,94  $cm^{-1}$  (regang O-H), bilangan gelombang 1436,97  $cm^{-1}$  ke 1411,89  $cm^{-1}$  (lentur O-H), bilangan gelombang 1377,17  $cm^{-1}$  ke 1354,03  $cm^{-1}$  (regang C-N) dan untuk regang C-O terjadi pergeseran bilangan gelombang sekitar 35  $cm^{-1}$  (1058,92  $cm^{-1}$  dan 1093,64  $cm^{-1}$ ).

Pergeseran bilangan gelombang setelah dipaparkan  $Cd^{2+}$  menunjukkan adanya interaksi  $Cd^{2+}$  dengan gugus fungsi tersebut, dimana gugus ini mempunyai pasangan elektron bebas yang bisa digunakan untuk berinteraksi dengan ion logam. Interaksi yang terjadi dapat melalui beberapa mekanisme seperti khelasi, pertukaran ion, reaksi reduksi dan reaksi kompleks (Raize dkk., 2002).

### KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Pola pertumbuhan *N. salina* dipengaruhi oleh konsentrasi  $Cd^{2+}$  yang dipaparkan dalam medium pada awal pertumbuhan.
2. Efisiensi penjerapan maksimum  $Cd^{2+}$  oleh *N. salina* pada medium kultur yang terpapar  $Cd^{2+}$  5; 10; 15 ppm berturut-turut adalah 37,54 %; 59,70 % dan 40,40 %.
3. Gugus fungsi yang terlibat dalam penjerapan  $Cd^{2+}$  oleh *N. salina* adalah gugus O-H, C-N dan C-O.

### DAFTAR PUSTAKA

Amien, M., 2010, Studi Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb), Nikel (Ni), Tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) di Perairan Kota Tarakan Kalimantan Timur, *Jurnal Harpodon Borneo*, **3** (2), 46-55.

Purbonegoro, T., 2008, Pengaruh Logam Berat Kadmium (Cd) Terhadap Metabolisme dan Fotosintesis di Laut, *Oseana*, **1** (13), 25-31.

Raize, O., Argaman, Y., and Yannai, S., 2004, Mechanism of Biosorption of Different Heavy Metals by Brown Marine Microalgae, *Biotechnol. Bioeng.*, **87** (4), 451-458.

Rama, M.P., Alonso, J.A., Lopez, C.H., and Vaamonde, E.T., 2002, Cadmium Removal by Living Cells of the Marine Microalga *Tetraselmis suecica*, *Bioresour. Technol.*, **84**, 265-270.

Raungsomboon, S., and Wongrat, L., 2006, Bioaccumulation of Cadmium in an Experimental Aquatic Food Chain Involving Phytoplankton (*Chlorella vulgaris*), Zooplankton (*Moina macrocopa*), and the Predatory Catfish (*Clarias macrocephalus* x *C. Gariepinus*), *Aquat. Toxicol.*, **78**(1), 15-20.

Rumahlatu, D., 2011, Konsentrasi Logam Berat Kadmium Pada Air, Sedimen dan *Deadema setosum* (Echinodermata, Echinoidea) di Perairan Pulau Ambon, *Ilmu Kelautan*, **16** (2), 78-85.

Sembiring, Z., Buhani, Suharso, dan Sumadi, 2009, Isoterm Adsorpsi Ion Pb (II), Cu (II) dan Cd (II) pada Biomassa *Nannochloropsis* sp yang Dienkapsulasi Akuagel Silika, *Indo. J. Chem.*, **9** (1), 1-5.

Shibi, K., Cherifi, O., El gharmali, A., Oudra, B., and Aziz, F., 2012, Accumulation and Toxicological Effects of Cadmium, Copper and Zinc on the Growth and Photosynthesis of the Freshwater Diatom *Planothidium lonceolatum* (Brebisson) Lange-Bertalot: A Laboratory Study, *J. Mater. Environ. Sci.*, **3** (3), 497-506.