

**PENURUNAN KONSENTRASI LOGAM BERAT KADMIUM (Cd) DAN  
PERTUMBUHAN MIKROALGA *Chlorella vulgaris* PADA MEDIA  
KULTUR**

Puput Widiyani dan Endah Rita Sulistya Dewi

Program Studi Pendidikan Biologi  
FPMIPATI Universitas PGRI Semarang  
email: [peecassiopeia21@gmail.com](mailto:peecassiopeia21@gmail.com)

**DECREASE IN THE CONCENTRATION OF HEAVY METAL  
CADMIUM (Cd) AND MICROALGAE *chlorella vulgaris* GROWTH ON  
CULTURE MEDIA**

**ABSTRACT**

The objectives of this study is to determine the decrease in heavy metal concentrations of Cd in the culture media and to determine the effect of Cd concentration on the growth of *Chlorella vulgaris*. This study used a completely randomized design with four treatments and three repetitions. This treatment includes, K treatment (control), treatment Cd 1 (cadmium concentration addition 1 mg / L), treatment Cd 3 (cadmium concentration addition 3 mg / L) and treatment Cd 5 (cadmium concentration addition 5 mg / L). Each sample was analyzed by AAS. Data were analyzed by using analysis of variance that was continued by Duncan's test. The results of the analysis of metal concentrations decrease of Cd in the culture medium is Cd 5 (0.4494 mg / l), Cd 3 (0.4008 mg / l), Cd 1 (0.2658 mg / l), and K (0.1162 mg / l). The analysis result of F value of variance showed that *Chlorella vulgaris* gave highly significant effect in decreasing the concentration of Cd. Whereas the result of the growth of *Chlorella vulgaris* during culture is Cd 3 (1015.97 cells / ml), Cd 1 (769.70 cells / ml), Cd 5 (719.55 cells / ml), and K (668.21 cells / ml ). The result of analysis variance showed that the various concentrations of Cd gave significant effect on the growth of *Chlorella vulgaris*. The conclusion is that *Chlorella vulgaris* have ability as bioremediator cadmium with different concentrations, this is indicated by the reduced content of Cd in the culture medium. The ability of metal Cd can substitute Zn function in synthesizing enzyme carbonic anhydrase that causes maximal growing.

Keywords: Decreased concentration, cell growth, cadmium (Cd),  
*Chlorella vulgaris*

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan konsentrasi logam berat Cd pada media kultur dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Cd terhadap pertumbuhan *Chlorella vulgaris*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali pengulangan. Perlakuan ini meliputi, perlakuan K (kontrol), perlakuan Cd 1 (penambahan konsentrasi kadmium 1 mg/L), perlakuan Cd 3 (penambahan konsentrasi kadmium 3 mg/L) dan perlakuan Cd 5 (penambahan konsentrasi kadmium 5 mg/L). Masing-masing sampel dianalisa dengan AAS. Analisa data menggunakan analisis variansi yang dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil analisis penurunan konsentrasi logam Cd pada media kultur adalah Cd 5 (0,4494 mg/l), Cd 3 (0,4008 mg/l), Cd 1 (0,2658 mg/l), dan K (0,1162 mg/l). Hasil analisis varians F hitung menunjukkan bahwa *Chlorella vulgaris* memberikan pengaruh berbeda sangat nyata terhadap penurunan konsentrasi logam Cd. Sedangkan hasil pertumbuhan *Chlorella vulgaris* selama kultur adalah Cd 3 (1015,97 sel/ml), Cd 1 (769,70 sel/ml), Cd 5 (719,55 sel/ml), dan K (668,21 sel/ml). Hasil analisis varians menunjukkan bahwa berbagai konsentrasi logam Cd memberikan pengaruh berbeda nyata (signifikan) terhadap pertumbuhan *Chlorella vulgaris*. Kesimpulannya ialah *Chlorella vulgaris* memiliki kemampuan sebagai bioremediator kadmium dengan konsentrasi yang berbeda, hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya kandungan Cd dalam media kultur. Kemampuan logam Cd dapat menggantikan fungsi Zn dalam mensintesis enzim karbonik anhidrase yang menyebabkan pertumbuhan semakin maksimal.

Kata kunci : Penurunan konsentrasi, pertumbuhan sel, kadmium (Cd), *Chlorella vulgaris*

### PENDAHULUAN

Penurunan kualitas lingkungan perairan akibat logam berat merupakan masalah yang sangat serius untuk ditangani, karena dapat berpengaruh pada biota laut yang ada di dalamnya dan merugikan ekosistem secara umum. Salah satu cara untuk mengantisipasi tingginya konsentrasi logam pencemar di perairan adalah dengan bioremediasi, dimana teknik ini menggunakan organisme untuk mengurangi kandungan logam berat. Salah satu organisme yang dapat digunakan untuk teknik bioremediasi adalah mikroalga jenis *Chlorella vulgaris*.

## Widiyani, P. dan Rita. Penurunan Konsentrasi Logam Berat Kadmium

Pada penelitian ini menggunakan logam kadmium, kadmium adalah jenis logam berat yang sering digunakan untuk bahan baku maupun bahan tambahan suatu industri. Kadmium merupakan logam berat yang paling banyak menimbulkan toksisitas pada makhluk hidup (Palar, 2008). Mikroalga mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat dalam tubuhnya, karena itu dapat dimanfaatkan sebagai biosorben dalam penanganan kontaminasi logam berat di perairan (Hala, 2012).

Mekanisme pengambilan logam berat oleh mikroalga terdiri atas dua proses yakni adsorpsi dan absorpsi. Adsorpsi terjadi melalui dua proses, yakni pertukaran ion dan pengikatan ion logam berat oleh gugus fungsi yang terdapat pada permukaan sel (Devinta *et al*, 2013).

Kemampuan tumbuh *Chlorella sp.* pada lingkungan tercemar karena *Chlorella sp.* memiliki polyamine untuk adaptasi pada ekosistem air yang tercemar dengan logam berat. Polyamine juga berperan sebagai molekul yang mampu melindungi tanaman terhadap resiko tekanan dari lingkungan (Hunter, 2012).

Permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana penurunan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada media kultur, bagaimana pengaruh berbagai konsentrasi logam Cd terhadap pertumbuhan *Chlorella vulgaris*, dan bagaimana hasil penelitian tentang penurunan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) dan pertumbuhan *Chlorella vulgaris* pada media kultur dapat direncanakan dalam proses pembelajaran di sekolah.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan konsentrasi logam berat Cd pada media kultur dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Cd terhadap pertumbuhan *Chlorella vulgaris*, serta untuk mengetahui hasil penelitian tentang penurunan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) dan pertumbuhan *Chlorella vulgaris* pada media kultur dapat direncanakan dalam proses pembelajaran di sekolah.

## MATERIAL DAN METODE

### 1. LOKASI DAN WAKTU PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium pakan hidup BBPBAP Jepara. Untuk analisis uji logam Cd dilakukan di Laboratorium Kimia UNDIP Semarang. Waktu pelaksanaan Mei 2014.

### 2. SUBJEK PENELITIAN

Subjek penelitian yang digunakan yaitu mikroalga jenis *Chlorella vulgaris*. Mikroalga *Chlorella vulgaris* diperoleh dari BBPBAP Jepara. Objek penelitian yang digunakan adalah sampel air laut dengan pemberian berbagai konsentrasi logam Cd.

### 3. ALAT DAN BAHAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Toples kaca bervolume 3 liter, Selang aerasi, Aerator, Pipet tetes, Gelas ukur, Tabung Reaksi 10 ml, *Centrifuge*, *Haemocytometer*, Refraktometer, Rak kultur, Lampu neon, *Hand counter*, Mikroskop, Kertas pH, Kapas, Sedotan, Panci, Kompor, dan AAS. Sedangkan bahan yang digunakan adalah Mikroalga *Chlorella vulgaris* (berumur 7 hari), Pupuk Walne, Air laut steril, Alkohol 70%, dan Logam berat  $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ .

### 4. METODE DAN DESAIN EKSPERIMEN

Desain penelitian yang digunakan adalah metode eksperimental laboratorium. Dengan rancangan percobaan yang digunakan yaitu rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan dan 3 kali pengulangan untuk setiap perlakuan.

### 5. TEKNIK PENGUMPULAN DATA

Air laut yang telah disterilkan dimasukkan kedalam toples kultur, sebelumnya dilakukan perhitungan agar salinitas air laut menjadi 25‰ dengan menggunakan rumus :

$$V_1M_1 = V_2M_2$$

## Widiyani, P. dan Rita. Penurunan Konsentrasi Logam Berat Kadmium

Keterangan:

$V_1$  = Volume air laut yang akan diencerkan (L)

$V_2$  = Volume air dengan salinitas yang diinginkan (L)

$M_1$  = Salinitas air laut yang akan diencerkan (‰)

$M_2$  = Salinitas air laut yang diinginkan (‰)

(Arrokhman, 2012)

Pada percobaan volume media kultur  $1 \times 10^6$  liter, kepadatan bibit mikroalga *Chlorella vulgaris* adalah  $2692,5 \times 10^4$  sel/ml, sehingga sampel *Chlorella vulgaris* yang diperlukan untuk kepadatan awal  $1 \times 10^6$  sel/ml untuk tiap perlakuan adalah 40 ml.

Memasukan 960 mL sampel air laut kedalam masing-masing toples kultur, kemudian kedalam sampel air laut tersebut dimasukan logam Cd dari senyawa  $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$  dengan variasi konsentrasi 0 mg/l, 1 mg/l, 3 mg/l, dan 5 mg/l dan menambahkan 40 mL mikroalga *Chlorella vulgaris* ( $\pm 1 \times 10^6$  sel/mL). Dikultivasi selama 7 hari pada temperatur 28 – 30°C, inkubasinya dengan memakai toples kaca bervolume 3 liter dengan menggunakan pupuk Walne.

Mengambil sampel untuk mengukur salinitas media diambil sebanyak 2 ml dan diukur dengan alat refraktometer, sampling dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel untuk perhitungan pertumbuhan *Chlorella vulgaris*. Menurut Fardias (1990), penghitungan *Chlorella vulgaris* dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah sel/ml} = \frac{\text{jumlah total sel dalam 4 blok}}{\text{jumlah blok}} \times 10.000$$

pH diamati menggunakan pH stik yang dicelupkan langsung pada masing-masing toples kultur. Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dilakukam setiap hari, sedangkan sampel dari kultur yang telah diberikan perlakuan, diambil pada hari ke 1 dan hari ke 7 untuk kemudian diambil supernatannya dan diamati kandungan logam berat dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Perhitungan konsentrasi logam Cd yang terserap menggunakan metode Langmuir dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_{\text{terserap}} = C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}$$

Keterangan:

$C_{\text{terserap}}$  = konsentrasi logam terserap (mg/l)

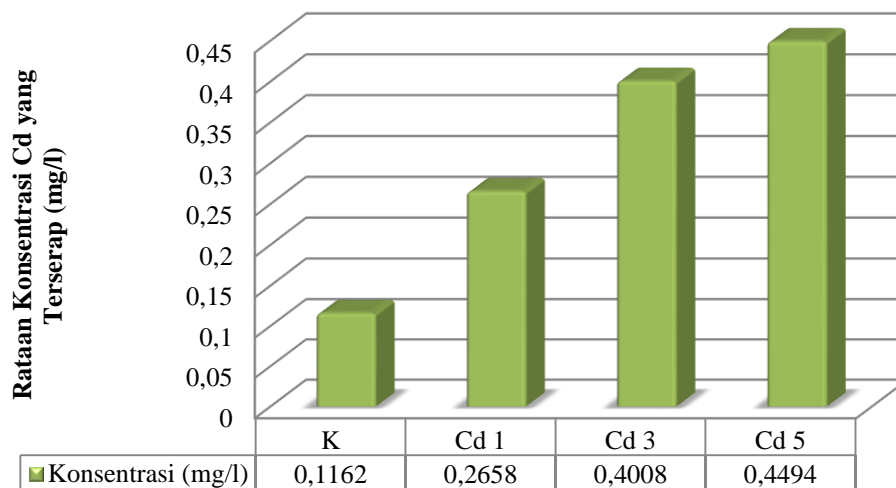
$C_{\text{awal}}$  = konsentrasi logam sebelum pengontakan (mg/l)

$C_{\text{akhir}}$  = konsentrasi logam setelah pengontakan (mg/l)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. PENURUNAN KONSENTRASI LOGAM KADMIUM (Cd) PADA MEDIA KULTUR

Hasil penelitian terhadap penurunan konsentrasi logam Cd 4 jam setelah penebaran bibit *Chlorella vulgaris* dan hari ke-7 pada masing-masing konsentrasi 1 mg/l, 3 mg/l, 5 mg/l menunjukkan penurunan konsentrasi logam Cd seiring dengan semakin besarnya konsentrasi logam Cd. Diagram penurunan konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada media kultur dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konsentrasi Cd yang Terserap (mg/l)

Keterangan:

K : media kultur dengan penambahan konsentrasi logam Cd 0 mg/l

Cd 1 : media kultur dengan penambahan konsentrasi logam Cd 1 mg/l

Cd 3 : media kultur dengan penambahan konsentrasi logam Cd 3 mg/l

Cd 5 : media kultur dengan penambahan konsentrasi logam Cd 5 mg/l

Penurunan terbesar terdapat pada perlakuan Cd 5 yakni sebesar 0,4494 mg/l. Dalam hal ini, semakin tinggi konsentrasi logam maka semakin besar penurunan logam Cd tersebut, jika konsentrasinya rendah maka kemampuan *Chlorella*

## Widiyani, P. dan Rita. Penurunan Konsentrasi Logam Berat Kadmium

*vulgaris* dalam menurunkan logam tersebut juga rendah. Sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Davis P, *et al* (2003 dikutip oleh Kurniawan, J.I dan Aunurohim, 2014) mengatakan bahwa, peningkatan kemampuan biosorpsi logam berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi.

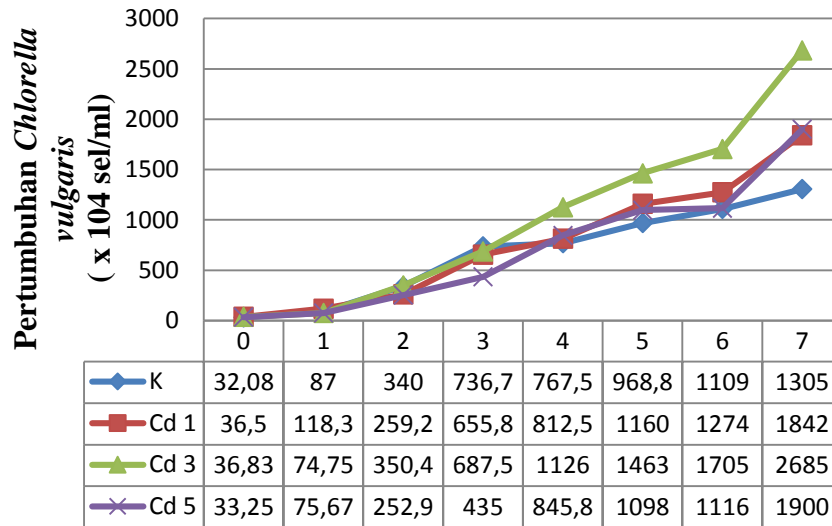
Mekanisme penyerapan Cd oleh *Chlorella vulgaris* terdiri atas dua proses yaitu adsorpsi dan absorpsi. Adsorpsi terjadi melalui dua proses, yakni pertukaran ion dan pengikatan ion logam berat oleh gugus fungsi yang terdapat pada permukaan sel (Devinta *et al*, 2013). Dinding sel mikroalga umumnya terdiri atas selulosa yang memiliki gugus fungsional seperti hidroksil yang dapat berikatan dengan logam berat. Selulosa berpotensi sebagai penangkap ion logam karena gugus OH yang terikat dapat berinteraksi dengan adsorbat, adsorbat dalam hal ini adalah logam Cd. Adanya gugus OH tersebut menyebabkan terjadinya mekanisme pertukaran ion logam Cd dengan selulosa. Absorpsi berlangsung melalui transport aktif dan prosesnya berlangsung lebih lambat daripada adsorpsi. Logam berat yang terabsorpsi akan terakumulasi di dalam sel yang akan berikatan dengan protein pengikat logam seperti metalotionein dan fitokelatin, selanjutnya logam berat tersebut akan diakumulasi di vakuola.

Menurut konsep HSBA (*Hard Soft Acid Base*) yang dikemukakan oleh Pearson (1963 dalam Wetipo, *et al.*, 2013), ion  $Cd^{2+}$  merupakan asam lunak yang dapat bereaksi dengan gugus fungsi yang terdapat di dinding sel *Chlorella vulgaris* seperti gugus fungsi hidroksil yang bersifat basa. Gugus fungsi pada dinding sel *Chlorella vulgaris* berinteraksi kuat dengan asam yang bersifat lemah seperti ion  $Cd^{2+}$ , sehingga ion Cd lebih mudah dijerap pada dinding sel *Chlorella vulgaris*.

## 2. PERTUMBUHAN *Chlorella vulgaris* SETELAH PEMAPARAN ION LOGAM KADMIUM

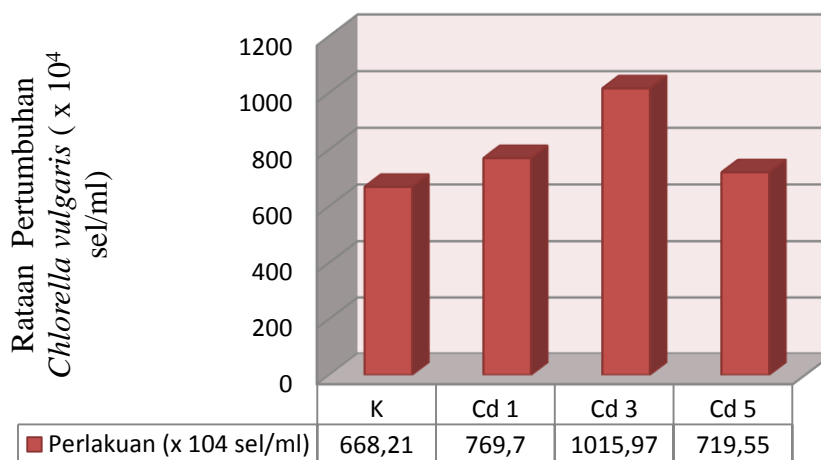
Pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris* setiap hari selama 7 hari rata-rata mengalami kenaikan, terutama pada fase eksponensial, dimana pembelahan sel

sangat optimal. Pengamatan atas pola laju pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris* selama 7 hari dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* selama 7 hari

Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan jumlah sel terbanyak terdapat pada perlakuan Cd 3, dengan nilai rata-rata perlakuan  $1015,97 \times 10^4$ , sedangkan pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan jumlah sel paling sedikit terdapat pada perlakuan K, dengan nilai rata-rata perlakuan sebesar  $668,21 \times 10^4$ . Berdasarkan data diatas, maka dapat dibuat diagram pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris* sebagai berikut:



Gambar 3. Rata-rata pertumbuhan *Chlorella vulgaris* selama 7 hari



## **Widiyani, P. dan Rita. Penurunan Konsentrasi Logam Berat Kadmium**

Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan Cd 3, yaitu sebanyak  $3047,93 \times 10^4$  sel/ml, hal ini karena pada perlakuan Cd 3 masih mampu ditoleransi oleh *Chlorella vulgaris*. Logam Cd mempunyai sifat yang hampir sama dengan seng (Zn) sehingga Cd dapat menggantikan fungsi Zn dalam reaksi enzimasi dan mengubah struktur enzim dan mempengaruhi aktivitasnya. Dalam jumlah yang sangat sedikit Zn dapat berperan dalam mendorong perkembangan pertumbuhan. Sehingga dengan kemampuan logam Cd yang dapat menggantikan fungsi Zn dalam mensintesis enzim karbonik anhidrase yang menghasilkan ion hidrogen dan digunakan untuk pembelahan sel sehingga menyebabkan pertumbuhan semakin maksimal (Andersen, 2005).

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa polyamine baik yang alami maupun sintetis dapat meningkatkan stabilitas DNA, dan melindungi DNA dari kerusakan yang disebabkan oleh stress, dengan kata lain alga *Chlorella vulgaris* memiliki polyamine yang berperan untuk melindungi atau sebagai proteksi dalam lingkungan tercemar (Hunter, 2012).

### **KESIMPULAN**

Konsentrasi logam Cd pada media mengalami penurunan hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya kandungan logam berat Cd dalam media kultur. Pada perlakuan Cd 5 konsentrasi Cd menurun sebesar 0,4494 mg/l. Semakin besar konsentrasi Cd semakin besar penurunan Cd. Dinding sel *Chlorella vulgaris* terdiri atas selulosa yang memiliki gugus fungsional seperti hidroksil yang dapat berikatan dengan logam berat sehingga memiliki kemampuan sebagai bioremediator kadmium dengan konsentrasi berbeda. Berbagai konsentrasi Cd berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris*. Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan Cd 3 sebesar  $3047,93 \times 10^4$  sel/ml, dan pertumbuhan terendah terdapat pada kontrol. Kemampuan logam Cd dapat menggantikan fungsi Zn dalam mensintesis enzim karbonik anhidrase yang menyebabkan pertumbuhan semakin maksimal. *Chlorella vulgaris* memiliki polyamine yang berperan untuk melindungi atau sebagai proteksi dalam lingkungan tercemar.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Andersen. 2005. *Algal Culturing Techniques*. Oxford: Elsevier Academic Press.
- Anonim. 2013. *Petunjuk Teknis Produksi Pakan Alami Phytoplankton dan Zooplankton*. Departemen Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jendral Perikanan Balai Budidaya Air Payau Situbondo: Situbondo.
- Arrokhman, Salim., *et.al.* 2012. *Survival Rate Ikan Bawal Bintang (Trachinotus blochii) dalam Media Pemeliharaan Menggunakan Rekayasa Salinitas*. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 1, No. 1, (Sept. 2012) ISSN: 2301-928X.
- Devinta., *et.al.* 2013. *Bioakumulasi logam berat kadmium (Cd) oleh Chaetoceros calcitrans pada konsentrasi sublethal*. Jurnal Sains Dan Seni Pomits 2 (2): 2337-352.
- Fardias, S. 1990. *Teknik dan Prosedur dasar Laboratorium*. Jakarta: PT Gramedia.
- Hala, Y., Taba, P., dan Suryati, E. 2012. *Biosorpsi campuran logam Pb<sup>2+</sup> dan Zn<sup>2+</sup> oleh Chaetoceros calcitrans*. Chem. Prog. 5 (2): 86.
- Hunter, C.D *et. al.* 2012. *Polyamines of Plant Origin – An Important Dietary Consideration for Human Health*. New Zealand: InTech.
- Kurniawan, J.I dan Aunurohim. 2014. *Biosorpsi Logam Zn<sup>2+</sup> dan Pb<sup>2+</sup> Oleh Mikroalga Chlorella sp.* Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol. 3, No. 1, (2014) 2337-3520.
- Palar, H. 2008. *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Wetipo, *et al.* 2013. *Potensi Chlorella Sp sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat di Air*. Salatiga: UKSW.