

## POTENSI *Chlorella Sp* SEBAGAI AGEN BIOREMEDIASI LOGAM BERAT DI AIR

Yafeth S. Wetipo<sup>1</sup>, Jubhar Ch. Mangimbulude<sup>2</sup>, Ferdy S. Rondonuwu<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup> PPs Magister Biologi, Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga,

<sup>3</sup>Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana,  
Salatiga.

E-mail : [yafethwetipo@yahoo.co.id](mailto:yafethwetipo@yahoo.co.id)

### ABSTRAK

Pembangunan dan Industrialisasi ini menyebabkan bertambah akumulasi limbah dan menjadi acaman pada lingkungan jika limbah tersebut tidak dikelola secara baik. Senyawa berbahaya yang sering dijumpai dalam limbah diantaranya adalah logam berat. Akumulasi logam berat di lingkungan dan dalam tubuh organisme dapat menimbulkan dampak negatif bagi organisme itu sendiri. Sehingga diperlukan suatu tindakan remediasi bagi lingkungan yang telah terkontaminasi dengan logam berat. Untuk proses bioremediasi logam berat pada lingkungan dibutuhkan suatu agen biologis tertentu yang mampu menyerap logam berat yang terdapat pada lingkungan tercemar. *Chlorella sp* merupakan suatu agen bioremediasi yang baik, selain dapat hidup pada lingkungan yang tercemar juga dapat memakai logam berat sebagai logam esensial untuk metabolisme. *Chlorella sp* mampu menyerap beberapa logam berat dengan baik seperti logam Cr (6,660 mg), Cu (7,126 mg), Cd (8,549 mg), Zn (9,181mg) dan mampu bertahan hidup pada lingkungan tercemar dengan adanya peningkatan biomasanya Cr (0,089 mg), Cd (0,088 mg), Cu (0,090 mg), Zn (0,089 mg), Kontrol (0,091 mg). Jadi dapat disimpulkan bahwa *chlorella sp* mampu menyerap logam berat dan dapat bertumbuh pada lingkungan yang tercemar oleh logam berat, sehingga dapat dipakai sebagai agen bioremediasi logam berat.

**Kata Kunci:** Logam Berat, Degeneratif, Biomassa, Lingkungan, Bioremediasi

### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara berkembang yang terus membangun pada sektor-sektor industri untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Pembangunan di sektor industri tidak hanya memberikan nilai tambah bagi ekonomi negara, tetapi di sisi lain berpotensi bagi kerusakan lingkungan akibat limbah yang dihasilkannya.

Limbah limbah domestik maupun limbah industri yang di buang ke lingkungan secara terus menerus tanpa dikelola dengan baik dapat mencemari lingkungan. Salah satu bahan pencemaran yang berbahaya bagi lingkungan yang terdapat dalam limbah industri sekitar adalah logam berat. Logam berat berasal dari industri-industri yang tidak mengatur dan mengolah limbahnya sebelum di lepas ke lingkungan seperti limbah pertanian, (Niczyporuk, Bajguz, Zambrzycka, & Żytkiewicz, 2012). emisi gas buang kendaraan bermotor. Limbah yang mengandung logam berat jika masuk dalam rantai makanan dapat membahayakan bagi kehidupan makhluk hidup karena dapat menyebabkan penyakit-penyakit degeneratif. (Zahoor & Rehman, 2009). Mempertimbangkan sifat logam berat sebagai agen pencemar lingkungan, maka limbah yang mengandung logam berat perlu dikelola secara benar sebelum di buang ke lingkungan. Demikian juga dengan kawasan yang telah tercemar dengan logam berat, perlu dipikirkan bagaimana strategi remediasi untuk mengurangi konsentrasi logam berat. Adanya banyak teknik remediasi lingkungan yang terkontaminasi logam, baik itu dengan cara fisik, kimia maupun cara biologi. Belakangan ini teknik remediasi lingkungan tersebar banyak menggunakan cara biologis (bio-remediasi), karena pertimbangan efek samping yang dihasilkannya dan biaya operasional. Remediasi logam berat pada lingkungan oleh bakteri (Zahoor & Rehman, 2009; (De, Ramaiah, & Vardanyan, 2008)

dan juga mikro alga (Rahman, Ellis, & Miller, 2012) (Perales-Vela, Peña-Castro, & Cañizares-Villanueva, 2006) sudah banyak diteliti. Salah satunya dengan menggunakan mikroalga *Chlorella sp* (Niczyporuk, Bajguz, Zambrzycka, & Żytkiewicz, 2012) (Kaplan, Heimer, Abeliovich, & Goldsbrough, 1995) (Rahman, Ellis, & Miller, 2012) (Wilde, Stauber, Markich, Franklin, & Brown, 2006) (Rahman, Ellis, & Miller, 2012) Kemampuan remediasi logam berat oleh alga sangat baik bila di bandingkan dengan beberapa mikroba, jamur, karena struktur dinding sel alga terbentuk dari berbagai serat metrik polisakarida (Niczyporuk, Bajguz, Zambrzycka, & Żytkiewicz, 2012) Beberapa mikroalga mempunyai kemampuan untuk menjadi agen remediasi logam berat diantaranya adalah *Nanochlorophis*, *Scenedesmus quadricauda* dapat menyerap logam berat diantaranya Cd, Hg, Cr, Pb dan As dan juga *Chlorella sp*, kemampuan serap logam berat oleh *Nanochloropsis sp* lebih besar dibandingkan dengan *Chlorella sp* tetapi *Chlorella* memiliki kemampuan tumbuh pada lingkungan tercemar lebih baik dari *Nanochloropsis sp*. Kemampuan tumbuh *Chlorella sp* pada lingkungan tercemar karena *Chlorella sp* memiliki Phytohormon dan Polyamine untuk adaptasi pada ekosistem air yang tercemar dengan logam berat (Niczyporuk, Bajguz, Zambrzycka, & Żytkiewicz, 2012) Kemampuan *Chlorella sp* dalam menyerap logam berat ini didukung dengan kemampuan beradaptasi, bertumbuh dan juga ekonomis untuk di jadikan Agen remediasi pada lingkungan tercemar. Selain dapat digunakan juga untuk bioremediasi logam berat mikroalga *chlorella sp* juga dapat di gunakan untuk sebagai prekursor biodiesel karena mengandung 20-50% lemak (Mata, Martins, & Caetano, 2010) Berdasarkan penjelasan di atas maka penelitian ini dilakukan guna mengetahui Potensi *Chlorella sp* sebagai agen bioremediasi logam berat (Cu, Cd, Cr, Zn) pada lingkungan perairan. Potensi remediasi diukur berdasarkan kemampuan tumbuh dan kemampuan menyerap logam berat yang diberikan dalam medium.

## **METODE PENELITIAN**

Alat dan bahan yang digunakan adalah : Erlenmeyer 1000 ml, Pipet gondok, Pipet tetes, Labu ukur 100 ml, Vial 20 ml, Aerator, Refrigerator, Ph meter, Centrifuge, Tabung Reaksi 10 ml, Cawan Petri, Mikroalga *Chlorella sp*, Pupuk Walne/PA, Air laut steril, Alkohol 70%, dan Logam berat yaitu  $K_2Cr_2O_7$ ,  $CuSO_4$ ,  $ZnSO_4$ ,  $CdCl_2 \cdot 5H_2$

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental laboratorium. Dengan rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 3 kali pengulangan untuk setiap perlakuan.

Mikroalga yang digunakan adalah *Chlorella sp* yang diperoleh dari stok murni Laboratorium Balai Besar Pengembangan Budidaya Laut Lampung (BBPBLL) dan dikultur pada laboratorium basah marine station teluk awur jepara. Sampel *chlorella sp* yang dipakai untuk tiap perlakuan adalah 2 ml, di kultivasi selama 7 hari pada temperatur 20-24° C, inkubasinya dengan memakai Erlenmeyer 1000 ml. dengan menggunakan media Walne (Facrullah, 2011). Konsentrasi logam yang diberikan adalah 10 mg untuk tiap perlakuan.

Pengukuran kepadatan sel menggunakan 10 ml sampel *Chlorella sp* yang disaring dengan kertas saring ukuran pori 0,54 mikron. Sampel kemudian dikeringkan pada suhu 60°C selama 24 jam, dan ditimbang berat keringnya. Sampel dari culture yang telah diberikan perlakuan, diambil pada hari ke 1, 5 dan 7. Untuk kemudian diambil supernatannya dan diamati kandungan logam berat dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil Pertumbuhan *Chlorella sp* pada medium.

- Pertumbuhan *Chlorella sp*, pada medium yang diberikan perlakuan logam berat selama 7 hari inkubasi terlihat dari adanya penambahan biomasa.
- Pertambahan biomassa pada medium yang mengandung berbagai logam berat baru terlihat setelah hari ke 5 hingga hari ke 7., dengan besar pertambahan biomassa pada masing-masing medium seperti yang disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3.1. Pertumbuhan Sel *Chlorella sp*, yang dikultur pada medium *Walne*

Parameter	Perlakuan				
	Cr	Cd	Cu	Zn	Kontrol
Pertambahan Biomassa	0.089	0.088	0.090	0.089	0.091
Standar deviasi	0.001	0.002	0.001	0.001	

Pada perlakuan yang diberi logam Cu terlihat bahwa ada penambahan sel pada hari ke-7 sebesar 0,002 mg dari perlakuan yang lain. jika dibandingkan dengan kontrol yang pada hari ke 7 tidak terjadi penambahan berat sel. Kontrol dibuat tanpa diberi perlakuan logam berat jadi kemungkinan kontrol sudah mengalami masa stasioner sehingga tidak terjadi penambahan sel.

### Penyerapan logam berat oleh *Chlorella sp*.

- Pertumbuhan *Chlorella sp*, pada medium yang diberikan perlakuan logam berat selama 7 hari inkubasi terlihat dari adanya penyerapan logam berat medium kultivasi.
- Penyerapan tertinggi oleh *Chlorella sp* terjadi pada logam Cr yaitu terjadi pengurangan sebesar 0,682 mg/L dengan pengurangan logam berat pada masing-masing perlakuan disajikan dalam tabel 3.2.

Tabel 3.2. Penyerapan logam berat oleh *Chlorella sp*, selama 7 hari kultivasi.

Parameter	Perlakuan			
	Cr	Cd	Cu	Zn
Penyerapan logam berat (mg)	6.660	8.549	7.126	9.181
Standar deviasi	0.586	0.055	0.774	0.040

Penyerapan logam berat tertinggi terlihat berturut turut adalah Cr sebesar 33% , Cu sebesar 29 % , Cd sebesar 15% dan Zn sebesar 8% pada hari ke-7, dalam kondisi medium (salinitas 34%, pH 7 dan kandungan Oksigen terlarut 8 mg/L). Pada beberapa jurnal lain meyebutkan bahwa penyerapan logam berat paling tinggi oleh *Chlorella* sp adalah Cd dibandingkan dengan Pb dan Cu (Niczyporuk, Bajguz, Zambrzycka, & Żyłkiewicz, 2012) tetapi pada percobaan ini penyerapan tertinggi justru terjadi pada logam Cr dan Cu. (Niczyporuk, Bajguz, Zambrzycka, & Żyłkiewicz, 2012) menyebutkan juga bahwa penyerapan logam berat dapat menurunkan tetapi tetapi pada percobaan ini berbeda misalnya pada logam jenis Cr pada hari ke 5 pH 7.1 tetapi pada hari ke 7 terjadi kenaikan pH 7.2 ini juga terjadi pada perlakuan yang lain. menyebutkan bahwa kondisi lingkungan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp adalah pada salinitas 15 dan 35% tetapi untuk pertumbuhan terbaik *Chlorella* sp adalah pada 25% salinitas dan Alga juga bertumbuh pada suhu 17, 20, dan 23°C tetapi alga akan bertumbuh lambat pada suhu 26, 29, 32 dan 14°C. Kondisi lingkungan mempengaruhi tumbuh dari *Chlorella* sp dimana untuk pertumbuhan terbaik *Chlorella* sp pada salinitas 25%, Suhu 17, 20, dan 23°C dan juga intensitas cahaya 4500 Lux. Pada penelitian ini terlihat bahwa belum optimal penyerapan logam berat oleh *Chlorella* sp dikarenakan kondisi lingkungan yang belum mendukung untuk pertumbuhan terbaik dari *Chlorella* sp (Hirata, Andarias, & Yamasaki, 1981), ini dikarenakan pH, Salinitas dan intensitas cahaya sangat mempengaruhi laju pertumbuhan dari *Chlorella* sp

## KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini didapat bahwa penyerapan logam berat yang tertinggi oleh *Chlorella* sp berturut-turut adalah Cr yaitu sebesar 33% , Cu sebesar 29 % , Cd sebesar 15% dan Zn sebesar 8% selama 7 hari inkubasi dalam kondisi medium yang diberi perlakuan logam berat 10 mg untuk setiap perlakuan, pada salinitas 34 dan pH 7. Ini juga didukung dengan pertambahan berat sel dari yang tertinggi pada logam Cu, Cr, Zn, dan Cd. Ini menunjukkan bahwa *Chlorella* sp mampu beradaptasi pada lingkungan tercemar, masa adaptasi dalam lingkungan tercemar, rata-rata memerlukan 5 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

- De, J., Ramaiah, N., & Vardanyan, L. (2008). Detoxification of Toxic Heavy Metals by Marine Bacteria Highly Resistant to Mercury. *Marine Biotechnology* , 10 (4), 471-477.
- Facrullah, M. R. (2011). Laju Pertumbuhan Mikroalga Penghasil Biofuel. *Skripsi* , 1-102.
- Hirata, H., Andarias, I., & Yamasaki, S. (1981). Effects of Salinity and Temperature on the Growth of the Marine Phytoplankton *Chlorella saccharophila*. *Mem. Fac. Fish., Kagoshima Univ.* , 30, 257 -262.
- Kaplan, D., Heimer, Y. M., Abeliovich, A., & Goldsbrough, P. B. (1995). Cadmium toxicity and resistance in *Chlorella* sp. *Plant Science* , 109 (2), 129 - 137.
- Mata, T. M., Martins, A. A., & Caetano, N. S. (2010). Microalgae for biodiesel production and other applications: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* , 14 (1), 217-232.

- Niczyporuk, A. P., Bajguz, A., Zambrzycka, E., & Żyłkiewicz, G. B. (2012). Phytohormones as regulators of heavy metal biosorption and toxicity in green alga *Chlorella vulgaris* (Chlorophyceae). *Plant Physiology and Biochemistry*, 52, 52 – 65.
- Perales-Vela, H. V., Peña-Castro, J. M., & Cañizares-Villanueva, R. O. (2006). Heavy metal detoxification in eukaryotic microalgae. *Chemosphere*, 64 (1), 1 - 10.
- Rahman, A., Ellis, J. T., & Miller, C. D. (2012). Bioremediation of Domestic Wastewater and Production of Bioproducts from Microalgae Using Waste Stabilization Ponds. *Journal of Bioremediation and Biodegradation*, 3, 2155 - 6199.
- Wilde, K. L., Stauber, J. L., Markich, S. J., Franklin, N. M., & Brown, P. L. (2006). The Effect of pH on the Uptake and Toxicity of Copper and Zinc in a Tropical Freshwater Alga (*Chlorella* sp.). *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 51 (2), 174 - 185.
- Zahoor, A., & Rehman, A. (2009). Isolation of Cr(VI) reducing bacteria from industrial effluents and their potential use in bioremediation of chromium containing wastewater. *Journal of Environmental Sciences*, 21 (6), 814 – 820.

## **DISKUSI**

### **Penanya 1: Endah Rita**

#### **Pertanyaan :**

Apa saja jenis logam berat yang dapat diserap *Chlorella* ? Bagaimana unjuk kerja *Chlorella* dalam menyerap logam berat ?

#### **Jawaban:**

Jenis logam berat  $K_2Cr_2O_7$ ,  $CuSO_4$ ,  $ZnSO_4$ ,  $CaCl_2$ . Kandungan Cu dalam *Chlorella* mampu menyerap logam berat.

### **Penanya 2: Budi Utami**

#### **Pertanyaan :**

Apakah ada senyawa yang dapat meredakan di dalam tubuh untuk mencegah radikal ?

#### **Jawaban:**

Untuk menetralkan radikal diperlukan antioksidan karena untuk menangkal terjadinya ROS. ROS dihasilkan oleh tubuh secara terprogram untuk menonaktifkan sel.

### **Penanya 3: Ary Susatyo Nugroho**

#### **Pertanyaan :**

Apakah spesies *Chlorella* sama dengan spesies yang dikonsumsi ?

#### **Jawaban:**

Sebagian yang digunakan sebagai penelitian adalah spesies *Chlorella* yang dikonsumsi