

Respon Penurunan Konsentrasi Logam Berat Kromium (Cr) dan Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris* pada Media Kultur

Response to Concentration Decreased of Heavy Metal Chromium (Cr) and Growth of Microalgae *Chlorella vulgaris* in Culture Media

Endah Rita Sulistya Dewi

Jurusan Pendidikan Biologi Universitas PGRI Semarang
Jl. Sidodadi Timur 24 – Dr. Cipto Semarang, Indonesia
endahrita@yahoo.co.id

Abstract: This study aims to evaluate the response of a decrease in the concentration of Cr in the culture medium and to determine the effect of Cr concentration on the growth of *Chlorella vulgaris*. This study used a completely randomized design (CRD) with 4 treatments and 3 repetitions. These treatments include, K treatment (control), treatment of Cr 1 (addition of chromium concentration of 1 mg / L), treatment of Cr 3 (addition of chromium concentration of 3 mg / L) and treatment of Cr 5 (addition of chromium concentration of 5 mg / L). Each sample was analyzed by AAS. Analysis of the data is using analysis of variance followed by Duncan test. The results of the analysis of metal concentrations decrease of Cr in the culture medium is Cr 3 (1.2834 mg / l), Cr 1 (0.4360 mg / l), Cr 5 (0.4276 mg / l), and K (0.0126 mg / l). Results of analysis of variance F test showed that *Chlorella vulgaris* gives highly significant effect on decreasing the concentration of Cd metal. While the results of the growth of *Chlorella vulgaris* during culture is Cr 3 (909.55 cells / ml), Cr 1 (864.28 cells / ml), Cr 5 (659.20 cells / ml), and K (647.15 cells / ml). Results of analysis of variance showed that different concentrations of Cd metal gives highly significant effect on the growth of *Chlorella vulgaris*. The conclusion is *Chlorella vulgaris* has the ability as bioremediator chromium with different concentrations, as shown by the reduction of Cd content in the culture medium. *Chlorella vulgaris* has a polyamine whose role is to protect or as a protection in a contaminated environment.

Keywords: Decreased concentration, cell growth, chromium (Cr), *Chlorella vulgaris*

1. PENDAHULUAN

Pengendalian lingkungan akibat pencemaran buangan industri merupakan salah satu masalah yang perlu ditanggulangi, karena sangat berpotensi menimbulkan perubahan kualitas air akibat masuknya limbah yang berasal dari kegiatan tersebut. Limbah industri yang mengandung logam berat, dapat menyebabkan semakin tingginya bahan pencemar yang dibawa oleh aliran sungai menuju muara dan akan terakumulasi di laut. Kondisi tersebut dapat berpengaruh pada biota laut yang ada didalamnya sehingga berdampak pada kehidupan manusia yang ketergantungannya terhadap lingkungan perairan laut sangat besar.

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*.



Gambar 1. *Chlorella vulgaris*

Chlorella vulgaris merupakan mikroorganisme yang termasuk dalam divisi Chlorophyta. Mikroalga

jenis *Chlorella* spp. berwarna hijau, pergerakannya tidak motil dan struktur tubuhnya tidak memiliki flagel. Selnya berbentuk bola berukuran sedang dengan diameter 2-10 μm , bergantung pada spesiesnya, dengan kloroplas berbentuk seperti cangkir (Rusmin, 2005).

Alga hijau memiliki struktur yang hampir sama dengan tumbuhan, salah satunya ialah dinding selnya. *Chlorella* juga mempunyai dinding sel yang tersusun atas selulosa. Selain tersusun atas selulosa, beberapa spesies *Chlorella* mempunyai dinding sel yang juga tersusun atas sporopollenin. Sporopollenin juga terdapat pada spora dan serbuk sari yang merupakan suatu biopolimer dari karotenoid yang mempunyai kemampuan resisten yang luar biasa terhadap degradasi oleh enzim atau reagen-reagen kimia yang kuat (Rahat and Reich, 1985).

Selain mempunyai kemampuan resisten yang sangat kuat, Sporopollenin ini juga mempunyai kemampuan untuk mengadsorpsi ion logam dari suatu larutan membentuk kompleks logam dengan ligan (Pehlivan, 1995). Hal ini menyebabkan alga hijau ini disebut sebagai filter feeder, yaitu organisme yang mampu menyaring partikel yang berasal dari suspensi di lingkungan hidupnya.

Pada penelitian ini menggunakan logam kromium, logam Cr seperti senyawa-senyawa khromat dan dikhromat sangat banyak digunakan oleh perindustrian. Kegunaan yang umum dikenal dari senyawa-senyawa khromat dan dikhromat ini adalah tekstil, fotografi, dan zat warna (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).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon penurunan konsentrasi logam berat Cr pada media kultur dan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Cr terhadap pertumbuhan *Chlorella vulgaris*.

2. METODE

2.1. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium pakan hidup BBPBAP Jepara. Untuk analisis uji logam Cr dilakukan di Laboratorium Kimia UNDIP Semarang. Waktu pelaksanaan April-Juli 2014..

2.2. Subjek dan Objek 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 Cr.

2.3. Alat dan Bahan yang Digunakan

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 K_2CrO_4 .

2.4. 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.

2.5. Prosedur

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

$$V_1M_1 = V_2M_2 \quad (1)$$

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)

Perbanyakan kultur mikroalga dilakukan selama satu minggu dengan menggunakan biakan *Chlorella vulgaris* dengan kepadatan awal 1×10^6 sel/ml atau sebanyak 70 untuk tiap perlakuan.

Memasukkan 960 mL sampel air laut kedalam masing-masing toples kultur, kemudian kedalam sampel air laut tersebut dimasukkan logam Cr dari senyawa K₂CrO₄ dengan variasi konsentrasi 0 mg/l, 1 mg/l, 3 mg/l, dan 5 mg/l dan menambahkan 70 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 (BBAP Situbondo, 2013).

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 :

$$\text{Jumlah sel/ml} = \frac{\text{jumlah total sel dalam 4 blok}}{\text{jumlah blok}} \times 10.000 \quad (1)$$

pH diamati menggunakan pH stik yang dicelupkan langsung pada masing-masing toples kultur. Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dilakukan 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 Cr yang terserap menggunakan metode Langmuir dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_{\text{terserap}} = C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}} \quad (1)$$

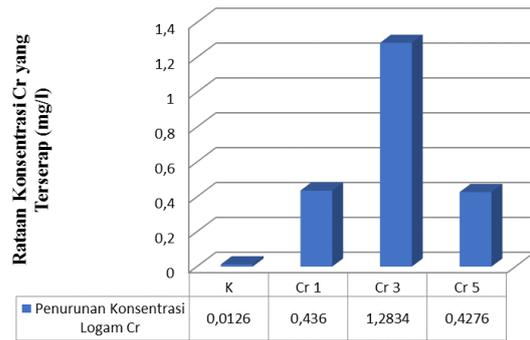
Keterangan:

- C_{terserap} = konsentrasi logam terserap (mg/l)
- C_{awal} = konsentrasi logam sebelum pengontakan (mg/l)
- C_{akhir} = konsentrasi logam setelah pengontakan (mg/l).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penurunan Konsentrasi Logam Kromium (Cr) pada Media Kultur

Hasil penelitian terhadap penurunan konsentrasi logam Cr 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 Cr seiring dengan semakin besarnya konsentrasi logam Cr. Diagram penurunan konsentrasi logam berat kromium (Cr) pada media kultur dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi Cr yang Terserap (mg/l).

Keterangan:

- K : media kultur dengan penambahan konsentrasi logam Cr 0 mg/l
- Cr 1 : media kultur dengan penambahan konsentrasi logam Cr 1 mg/l
- Cr 3 : media kultur dengan penambahan konsentrasi logam Cr 3 mg/l
- Cr 5 : media kultur dengan penambahan konsentrasi logam Cr 5 mg/l

Tabel 1. Daftar Analisis Varians Terhadap Penurunan Konsentrasi Logam Cr

SK	dB	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	2,5625	0,8541	776,4545	4,07	7,59
Galat	8	0,0089	0,0011			
Total	11		-			

Keterangan:

- * = Signifikan (berbeda nyata) pada taraf 5%
- Kk = 6,14 %

Berdasarkan hasil perhitungan analisis varians F hitung (776,4545) > F tabel 5% (4,07) dan 1% (7,60), hal ini menunjukkan bahwa *Chlorella vulgaris* memiliki kemampuan dalam penyerapan logam kromium adalah signifikan, sehingga hipotesis yang menyatakan bahwa variasi konsentrasi kromium dapat mempengaruhi penyerapan kromium diterima.

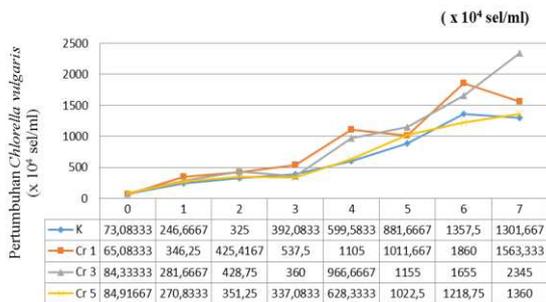
Penyerapan Cr tertinggi terdapat pada perlakuan Cr 3 yaitu sebesar 1,2834, dan penyerapan terendah terjadi pada perlakuan K yaitu sebesar 0,0126. Hal ini dikarenakan kemampuan *Chlorella vulgaris* melakukan mekanisme detoksifikasi ekstraseluler yang terjadi akibat interaksi Cr dengan gugus hidroksil pada selulosa yang melapisi dinding sel *Chlorella vulgaris*. Penyerapan Cr oleh dinding sel dapat mencegah Cr masuk kedalam sel atau mengurangi jumlah sel yang masuk kedalam sel (Rusmin, 2005) sehingga akan mengurangi tingkat

keracunan pada konsentrasi tinggi seperti pada konsentrasi 5 mg/l dan *Chlorella vulgaris* I akan terus tumbuh. Mekanisme detoksifikasi intraseluler diduga juga terjadi pada penyerapan Cr melalui pembentukan fitokhelatin. Cr yang berikatan dengan fitokhelatin akan membentuk senyawa kompleks yang tidak beracun. Senyawa kompleks tersebut selanjutnya diakumulasi di vakuola (organel sel).

Menurut konsep HSBA (*Hard Soft Acid Base*) yang dikemukakan oleh Pearson (1963), ion Cr^{3+} merupakan asam keras 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 keras seperti ion Cr^{3+} , sehingga ion Cd lebih mudah dijerap pada dinding sel *Chlorella vulgaris*.

3.2 Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* Setelah Pemaparan Ion Logam Kromium

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 3.



Gambar 3. Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* selama 7 hari.

Tabel 2. Daftar analisis varians terhadap pertumbuhan sel *C. Vulgaris*

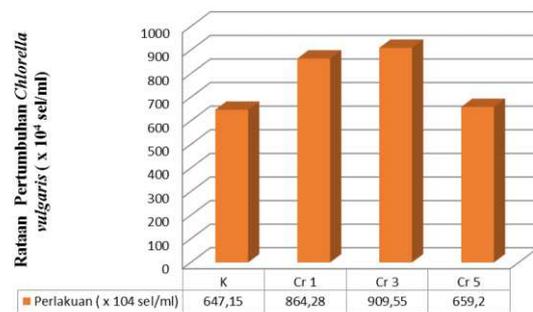
SK	dB	JK	KT	F Hitung	F tabel	
					5 %	1 %
Perlakuan	3	167187,3258	55729,10859	4,46*	4,07	7,59
Galat	8	99959,94661	12494,99333			
Total	11	349945,3522	-			

Keterangan:

- * = Signifikan (berbeda nyata) pada taraf 5%
- Kk = 14,51%

Berdasarkan hasil perhitungan analisis varians $F_{hitung} (4,46) > F_{tabel (5\%)} (4,07)$. Hal ini dapat disimpulkan bahwa variasi pemberian kromium mempengaruhi pertumbuhan *Chlorella vulgaris* signifikan. maka hipotesis alternatif (H_a) yang menyatakan bahwa ada pengaruh variasi pemberian kromium terhadap pertumbuhan *Chlorella vulgaris* diterima.

Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan jumlah sel terbanyak terdapat pada perlakuan Cr 3, dengan nilai rata-rata perlakuan $909,55 \times 10^4$, sedangkan pertumbuhan *Chlorella vulgaris* dengan jumlah sel paling sedikit terdapat pada perlakuan K, dengan nilai rata-rata perlakuan sebesar $647,15 \times 10^4$. Berdasarkan data gambar 2., maka dapat dibuat diagram pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris* sebagai berikut:



Gambar 4. Rata-rata pertumbuhan *Chlorella vulgaris* selama 7 hari.

Berdasarkan data pertumbuhan tersebut, semua perlakuan berada pada fase adaptasi di hari pada saat 3 jam penebaran bibit *Chlorella vulgaris*, dan hari ke 1 sampai hari ke 7 merupakan fase eksponensial. Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan Cr 3, yaitu sebanyak $909,55 \times 10^4$ sel/ml, hal ini karena pada perlakuan Cr 3 masih mampu ditoleransi oleh *Chlorella vulgaris*. Ini berarti bahwa pada konsentrasi tertentu logam Cr diperlukan, tetapi pada konsentrasi tinggi justru akan menghambat pertumbuhannya. Menurut Hala, 2012, mikroalga umumnya memiliki mekanisme perlindungan terhadap logam beracun untuk mempertahankan kehidupannya. Jika konsentrasi logam demikian tinggi, akumulasi dapat menghambat pertumbuhan sel karena sistem perlindungan organisme tidak mampu lagi mengimbangi efek toksik logam. Penurunan konsentrasi logam Cr juga dipengaruhi karena faktor nutrisi dan penambahan jumlah sel pada media kultur.

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).

4. KESIMPULAN

Konsentrasi logam Cr pada media mengalami penurunan hal ini ditunjukkan dengan berkurangnya kandungan logam berat Cr dalam media kultur. Dinding sel *Chlorella vulgaris* terdiri atas selulosa yang memiliki gugus fungsional seperti hidroksil yang dapat berikatan dengan logam berat sehingga memiliki kemampuan sebagai bioremediator kromium dengan konsentrasi berbeda. Berbagai konsentrasi Cr berpengaruh terhadap pertumbuhan sel *Chlorella vulgaris*. Pertumbuhan tertinggi terdapat pada perlakuan Cr 3 sebesar $909,55 \times 10^4$ sel/ml, dan pertumbuhan terendah terdapat pada kontrol. *Chlorella vulgaris* memiliki polyamine yang berperan untuk melindungi atau sebagai proteksi dalam lingkungan tercemar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (2013). *Petunjuk Teknis Produksi Pakan Alami Phytoplankton dan Zooplankton*. Situbondo, Indonesia: Departemen Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jendral Perikanan Balai Budidaya Air Payau Situbondo.
- Arrokhman, S. (2012). *Survival Rate Ikan Bawal Bintang (Trachinotus blochii) dalam Media Pemeliharaan Menggunakan Rekayasa Salinitas*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 1(1), ISSN: 2301-928X.
- Devinta. (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.
- Fatmawati, U., Sajidan, & Suranto. (2010). Potensi Mikroorganisme Sebagai Agen Bioremediasi Dalam Menurunkan Kadar Cr (VI) Dalam Limbah Cair Tekstil Hasil Pewarnaan. *Seminar Nasional Pendidikan Biologi FKIP UNS*
- Hala, Y., Taba, P., & Suryati, E. (2012). Biosorpsi campuran logam Pb^{2+} dan Zn^{2+} oleh *Chaetoceros calcitrans*. *Chem. Prog.* 5 (2), 86.
- Hlihor, R.M., Diaconu, M. Chelaru, C. Sandu, I., Tavares, T. & Gavrilescu, M. (2013). Bioremediation of Cr(VI) Polluted Wastewater by Sorption on Heat Inactivated *Saccharomyces cerevisiae* Biomass. *Int. J. Environ. Res.*, 7(3), 581-594, ISSN: 1735-6865.
- Hunter, C.D. *Polyamines of Plant Origin – An Important Dietary Consideration for Human Health*. New Zealand: InTech.
- Kawaroe M, Prartono T, Sunuddin A, Sari DW, Augustine, D. (2010). *Mikroalga: potensi dan pemanfaatannya untuk produksi bio bahan bakar*. Bogor: PT Penerbit IPB Press
- Kurniawan, J.I & Aunurohim. (2014). Biosorpsi Logam Zn^{2+} dan Pb^{2+} Oleh Mikroalga *Chlorella* sp. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(1), 2337-3520.
- Palar, H. (2008). *Pencemaran dan toksikologi logam berat*. Jakarta: Rineka Cipta
- Pehlivan, E., Ersoz, M., Pehlivan, M., Yildiz, S., Duncan, H.J. (1995). The effect of pH and temperature on the sorption of zinc(II), cadmium(II), and aluminum(III) onto new metal-ligand complexes of sporopollenin. *J Coll Inter Sci*, 170, 320–325.
- Rahat, M., Reich, V. (1985). Correlation between characteristic of some free-living *Chlorella* sp. And their ability to form stable symbioses with *Hydra viridis* (pdf). *J. Cell Sci*, 71, 257–266.
- Rusmin. (2005). *Pengaruh Beberapa Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Medium Basal Bold (MBB) Terhadap Kerapatan Sel Mikroalga Scenedesmus*. Jakarta, Indonesia: Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia.
- Wetipo. (2013). *Potensi Chlorella Sp sebagai Agen Bioremediasi Logam Berat di Air*. Salatiga, Indonesia: UKSW.