

**PENGARUH PERBEDAAN KADAR LOGAM BERAT KROMIUM (Cr)  
TERHADAP PERTUMBUHAN POPULASI *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler  
DALAM SKALA LABORATORIUM**

Ahmad Yusuf Afandi<sup>1</sup>, Tri Retnaningsih Soeprbowati<sup>2</sup>, Riche Hariyati<sup>3</sup>  
1. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Tembalang,  
Semarang 50275 Telepon (024)7474754; Fax. (024)76480690  
2. Laboratorium Ekologi dan Biosistemika Biologi FSM  
email: [fahmad058@gmail.com](mailto:fahmad058@gmail.com)

**ABSTRACT**

Industrial products such as metal and paint had generate hazardous wastes, one of them is a heavy metal Chromium (Cr). Industrial wastes containing Cr may cause many negative effects when directly discharged to environment without any prior processing. Therefore, recovery actions (remediation) is one of many ways to solve the problem. Phycoremediation is one of remediation that is simple, efficient and safe in process by using the microalgae to remediate the environment, and one of the microalgae is *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler. This study was conducted to determine the effect and the removal efficiency of heavy metals Cr on *Spirulina platensis* culture media. The results showed there was significant influence between the administration of heavy metal Cr 1 mg/l, 3 mg/l and 5 mg/l Cr on the population growth of *S. platensis*. Heavy metal Cr concentration of 1 mg/l increased the growth of *S. platensis*, while the opposite happened when administrated with 3 mg/l and 5 mg/l. Higher concentration of heavy metal Cr on culture media decreased population of *S. platensis*. The culture added with heavy metal Cr concentration of 1 mg/l, 3 mg/l and 5 mg/l on the 7 days treatment were able to decrease heavy metal Cr level respectively 35%, 14% and 8%. Thus, the longer treatment days the bigger decrease percentage concentration of heavy metal Cr.

Keywords: *Cr, phycoremediation, microlagae, Spirulina platensis.*

**ABSTRAK**

Kegiatan industri seperti logam dan cat akan menghasilkan limbah yang berbahaya, salah satunya adalah logam berat kromium (Cr). Limbah industri yang mengandung logam berat Cr jika langsung dibuang ke lingkungan tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu akan menimbulkan banyak dampak negatif. Oleh karena itu perlu dilakukan tindakan pemulihan (remediasi) yang mudah, efisien dan aman salah satunya dengan fikoremediasi, yaitu pemanfaatan mikroalga untuk remediasi lingkungan salah satunya dengan memanfaatkan mikroalga *Spirulina platensis* (Gomont) Geitler. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dan efisiensi penurunan logam berat Cr pada media kultur *Spirulina platensis*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh yang sangat signifikan antara pemberian logam berat Cr 1 mg, 3 mg dan 5 mg terhadap pertumbuhan populasi *S. platensis*. Pada logam berat Cr 1 mg akan memacu pertumbuhan *S. platensis* sedangkan pada konsentrasi 3 mg dan 5 mg mulai menghambat. Semakin tinggi konsentrasi logam berat Cr pada media kultur menurunkan populasi *S. platensis*. Pada perlakuan 7 hari hanya mampu menurunkan Cr sebesar 35% dari konsentrasi Cr 1 mg/l dan pada konsentrasi 3 mg/l dan 5 mg/l mampu menurunkan 14% dan 8%. Oleh karena itu, jika dikehendaki prosentase penurunan Cr yang lebih besar per luaplikasi yang lebih lama.

Kata kunci : *Cr, Fikoremediasi, mikroalga, Spirulina platensis.*

## PENDAHULUAN

Pencemaran logam berat meningkat sejalan dengan perkembangan industri. Efek ion logam berat pada konsentrasi yang rendah dapat berpengaruh langsung hingga terakumulasi pada rantai makanan. Logam berat dapat mengganggu kehidupan biota dalam lingkungan dan akhirnya berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Suhendrayatna, 2001).

Seiring dengan berkembangnya kegiatan perindustrian di Indonesia, selain membawa dampak positif juga membawa dampak negatif, antara lain adalah industri logam dan cat. Kegiatan industri seperti logam dan cat akan menghasilkan limbah yang berbahaya dan dapat menjadi masalah yang serius bagi lingkungan. Limbah industri yang tidak dikelola dengan baik akan mengakibatkan pencemaran lingkungan yang berdampak pada kesehatan manusia. Air limbah pada industri logam dan cat umumnya banyak mengandung logam berat, salah satunya adalah logam berat kromium (Cr).

Logam kromium (Cr) merupakan salah satu logam berat yang sering digunakan dalam bidang perindustrian. Logam kromium juga digunakan untuk mengeraskan baja, pembuatan baja tahan karat dan membentuk banyak alloy (logam campuran) yang berguna seperti ferrokromium (Pellerin, 2006).

Berbagai metode telah banyak dikembangkan untuk mengatasi dan mengurangi pencemaran logam berat, salah satunya dengan menggunakan mikroalga. Pemanfaatan mikroalga untuk mengurangi logam berat dari air tercemar menjadi suatu teknologi alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan. Keuntungan pemanfaatan mikrolaga adalah biaya yang relatif murah dalam pengkulturannya mengingat hanya memerlukan sinar matahari, karbondioksida dan nutrisi berupa garam mineral (Afri, 2002).

*S. platensis* memiliki potensi sebagai agen pengendap karena mampu menurunkan konsentrasi beberapa logam berat sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Soeprbowati dan Hariyati (2012) bahwa *S. platensis* mampu menurunkan kadar logam Pb, Cu, dan Cd sebesar 60 – 80 %. Berdasarkan hasil dari penelitian tersebut ada kemungkinan *S. platensis* juga mampu menurunkan kadar logam berat Cr yang mempunyai tingkat toksisitas yang tidak jauh berbeda dengan logam berat Pb, Cu, dan Cd.

Penelitian yang dilakukan untuk melihat kemampuan *S. platensis* dalam menurunkan

konsentrasi logam berat Cr dan mengetahui pertumbuhan populasi *S. platensis* yang diberi perlakuan berbagai konsentrasi logam berat Cr. Pada perlakuan 0,5 mg Cu, Cd dan Pb terhadap pertumbuhan populasi *Chlorella*, *Spirulina*, *Chaetoceros* dan *Porphyridium* menunjukkan pola yang hampir sama (Soeprbowati dan Hariyati, 2012). Sudah ada penelitian sejenis yang dilakukan oleh Soeprbowati dan Hariyati (2012) sehingga perlu dilakukan penelitian dengan menggunakan logam berat Cr pada skala laboratorium untuk melihat kemampuan *S. platensis* dalam menurunkan logam Cr.

## METODOLOGI

### Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Ekologi dan Biosistemik, Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro, waktu penelitian dimulai pada bulan Desember 2013-Januari 2014.

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah kultur *S. platensis* yang berasal dari Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara, logam berat  $K_2CrO_4$ , air laut salinitas 15ppt, aquades dan pupuk walne.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu bejana kacabervolume 1,5 liter, selang aerasi, batu aerator, pipet tetes, gelas ukur, hemositometer, refraktometer, rak kultur, lampu neon, counter, mikroskop, pH stik, kertassaring, panci, dan kompor.

### Cara Kerja

#### Sterilisasi Peralatan dan Media Kultur

Semua alat yang akan digunakan disterilisasi terlebih dahulu dengan tujuan menghilangkan dan meminimalisir keberadaan organisme yang ada pada peralatan. Peralatan seperti bejana kultur, selang aerasi, dan batu aerator dicuci menggunakan sabun dan dibilas dengan aquadest. Kemudian peralatan direndam dalam larutan klorin selama 10 menit, kemudian ditiriskan di atas meja yang sudah disemprot alkohol 70% sebelumnya.

#### Penyiapan media kultur

Air laut direbus hingga mendidih selama kurang lebih 2 jam dan didinginkan sampai

temperatur ruang. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir keberadaan mikroorganisme lain yang terdapat didalam air laut untuk mencegah terjadinya kontaminasi pada saat kultur. Air laut yang telah disterilkan dimasukkan kedalam bejana kultur, sebelumnya dilakukan perhitungan agar salinitas air laut menjadi 15ppt dengan menggunakan rumus pengenceran :

$$V_1N_1 = V_2N_2$$

Keterangan :

$V_1$  = Volum air laut yang dicari

$V_2$  = Volum air yang diperlukan

$N_1$  = Salinitas air laut awal (‰)

$N_2$  = Salinitas air laut untuk kultur (‰)

### Penyiapan Bibit *S. platensis*

Kultur stok *S. platensis* dipersiapkan dengan menghitung jumlah selnya menggunakan haemocytometer dan dikultur sebanyak 10.000 sel pada tiap bejana, penghitungan *S. platensis* dilakukan dengan menggunakan rumus :

$$N_1 \text{ (sel/ml)} = \{(C \times 1000)/(A \times F)\}/R$$

Keterangan:

$N_1$  = Kelimpahan sel

C = Jumlah sel terhitung

A = Konstanta (3,14)

R = Pengenceran

F = Jumlah bidang pandang

*S. platensis* yang telah ditanam kedalam air laut steril ditambahkan pupuk walne sebanyak 1ml sebagai nutrisi pada masing – masing bejana. Tiap bejana dimasukkan logam Cr 1mg, 3mg, 5mg dengan masing – masing 3 ulangan, jadi total bejana 9 buah, ditambahkan 3 buah bejana lagi tanpa perlakuan logam Cr yang digunakan sebagai kontrol.

### Penyiapan Logam Berat Cr

Logam Berat Cr yang digunakan dalam bentuk  $K_2CrO_4$  ditimbang masing-masing 1mg, 3mg, dan 5mg kemudian dibuat 3 kali ulangan. Penentuan konsentrasi logam berat yang digunakan sebagai perlakuan percobaan berdasar atas penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya, dalam Purnamawati, dkk (2013) menggunakan konsentrasi 1 mg/l, 3 mg/l dan 5 mg/l dalam penyerapan logam berat Cd dan Pb oleh *Chlorella vulgaris*, serta dalam Soeprbowati dan Hariyati (2013) menggunakan konsentrasi 1 mg/l, 3 mg/l dan 5 mg/l dalam penyerapan logam berat Cd oleh *Porphyridium cruentum*. Dari

penelitian tersebut menjadi acuan pada penelitian ini dengan menggunakan perlakuan konsentrasi Cr 1 mg/l, 3 mg/l dan 5 mg/l untuk melihat kemampuan *S. platensis* dapat bertahan tumbuh terhadap media perlakuan tersebut.

### Analisis Data

Masing – masing sampel pada hari ke-0 dan ke-7 diambil sebanyak 100ml untuk dianalisis kandungan logamnya. Perhitungan konsentrasi logam berat Cr yang terserap dalam medium dihitung dengan rumus :

$$\{(C_o - C_t)/C_o\} \times 100\%$$

Keterangan :

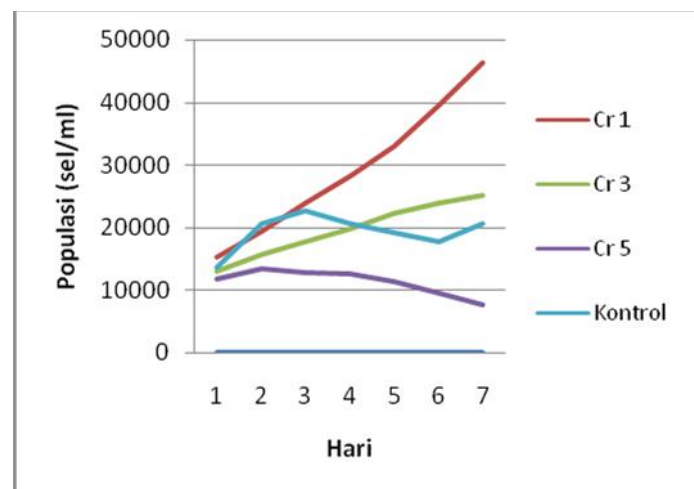
$C_o$  = Konsentrasi awal

$C_t$  = Konsentrasi akhir

Data yang didapat berupalaju pertumbuhan populasi *S. platensis* yang dianalisis dengan Anova dan penurunan konsentrasi logam berat Cr pada kultur *S. platensis*. Hasil analisis perhitungan konsentrasi logam Cr dibandingkan tiap perlakuannya untuk mengetahui perlakuan dengan penurunan yang paling baik.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan pola pertumbuhan *S. platensis* dengan penambahan logam kromium yang berbeda selama 7 hari disajikan dalam data pertumbuhan populasi (Gambar 1). Kultur *S. platensis* diamati setiap harinya dengan menggunakan haemocytometer dengan menggunakan perbesaran 10x.



Gambar 1. Pertumbuhan *S. platensis*

Berdasarkan gambar 1, pola pertumbuhan *S. platensis* kelompok perlakuan (Cr 1 mg/l, dan 3

mg/l) menunjukkan pola yang serupa, sedangkan pada kontrol dan perlakuan Cr 5 mg/l memiliki pola yang berbeda.

Perlakuan Cr 1 mg/l mengalami pertumbuhan populasi paling tinggi dibandingkan perlakuan yang lain dikarenakan Cr yang diberikan masih dalam konsentrasi yang rendah dimana konsentrasi Cr disini berperan sebagai mikronutrien yang dibutuhkan oleh mikroalga. Selama masa kultur, perlakuan Cr 1 mg/l tidak mengalami fase deklinasi seperti pada perlakuan kontrol dan Cr 5 mg/l sehingga apabila dilakukan penelitian lanjutan mengenai *S. platensis* dan logam Cr dapat dilakukan selama lebih dari 7 hari masa kultur. Peningkatan populasi hingga hari ke-7 menunjukkan bahwa pada penelitian ini konsentrasi logam berat Cr 1 mg/l mampu memicu pertumbuhan sel *S. platensis*.

Perlakuan Cr 3 mg/l mengalami fase yang hampir sama dengan perlakuan Cr 1 mg/l, hanya saja pada perlakuan Cr 3 mg/l penambahan pertumbuhan terjadi secara perlahan dan tidak terlalu besar. Dari gambar 4.1, terlihat bahwa pada hari ke-4 populasi *S. platensis* semakin meningkat, sedangkan pada perlakuan kontrol dihari ke-4 populasi mulai menurun. Hal ini dikarenakan pada hari ke-4, perlakuan Cr 3 mg/l sudah mulai berkurang konsentrasi logamnya sehingga pada hari berikutnya populasi pada perlakuan Cr 3 mg/l semakin meningkat karena konsentrasi logam Cr pada kadar yang rendah mampu memicu pertumbuhan sel *S. platensis*.

Perlakuan Cr 5 mg/l hanya bertahan hingga hari ke-2 dan selanjutnya mengalami penurunan terus menerus sampai hari ke-7. Hal ini terjadi karena konsentrasi Cr 5 mg/l sudah bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan *S. platensis* yang menyebabkan fase kematian berjalan lebih cepat dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Kematian sel yang disebabkan karena sifat toksik logam berat diawali dengan rusaknya kloroplas yang menyebabkan terhambatnya proses fotosintesis. Proses fotosintesis yang terhambat menyebabkan kebutuhan karbon organik esensial yang dibutuhkan menjadi berkurang. Selain menyebabkan kerusakan kloroplas, sifat toksik logam berat juga diduga dapat menyebabkan kerusakan pada mitokondria (Pinto, dkk., 2003).

Peningkatan jumlah sel *S. platensis* dapat terlihat dari perubahan warna kultur yang terjadi baik pada kontrol maupun pada perlakuan logam berat Cr. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada awal perlakuan hari ke-0 kultur sel tampak

berwarna bening, namun setelah beberapa hari kultur berubah warna menjadi hijau muda dan semakin hijau pada hari ke-7. Warna hijau dari kultur berasal dari kadar klorofil *S. platensis* yang semakin meningkat selama masa kultur. Meningkatnya kadar klorofil ini dipacu oleh pemberian cahaya 24 jam secara terus menerus dari cahaya lampu neon yang diletakkan pada rak kultur selama masa kultur berlangsung yang mengakibatkan klorofil semakin banyak terbentuk. Menurut Irawati (1998), tidak adanya fase gelap (tanpa cahaya) disebabkan karena pembentukan ATP jauh lebih banyak dilakukan oleh kloroplas, sehingga klorofil sebagai pigmen penangkap cahaya akan semakin banyak terbentuk.

Hasil analisis Anova menunjukkan adanya pengaruh yang nyata antara konsentrasi logam berat Cr yang diberikan dengan pertumbuhan *S. platensis*. Semakin tinggi konsentrasi logam berat Cr yang diberikan pada kultur mengakibatkan pertumbuhan populasi *S. platensis* semakin menurun. Faktor waktu (hari) juga berpengaruh pada pertumbuhan *S. platensis*. Pada uji Duncan untuk faktor hari terhadap jumlah kelimpahan sel menunjukkan perbedaan yang nyata antara hari ke-1 sampai hari ke-7. Berdasarkan output, hari ke-7 memiliki rata-rata populasi *S. platensis* paling tinggi, dengan rata-rata 24920 sel/ml. Hari ke-6 dan hari ke-5 memiliki pengaruh yang sama terhadap populasi *S. platensis*, begitupula hari ke-5 dan hari ke-4, serta hari ke-4 dan hari ke-3. Hari ke-2 memiliki perlakuan yang berbeda dari yang lain dengan rata-rata populasi 17250 sel/ml. Pada hari ke-1 memiliki rata-rata populasi terkecil yaitu 13455 sel/ml.

Analisis konsentrasi logam berat Cr dalam air laut dilakukan di Laboratorium Wahana Semarang. Analisis dilakukan pada hari ke-0 dan hari ke-7. Dari hasil analisis diketahui bahwa konsentrasi Cr pada medium kontrol mengandung logam Cr dengan konsentrasi kecil yaitu 0,006 mg/l

Tabel 1. Konsentrasi Rata-rata Logam Berat Cr dalam Medium Awal dan Akhir Perlakuan serta prosentase penurunan logam dalam medium

Konsentrasi (mg/l)	Konsentrasi dalam medium (mg/l)		Efisiensi penurunan logam dalam medium (%)
	H0	H7	
Kontrol	0.006	0.005	16

1	0.970	0.625	35
3	2.975	2.540	14
5	4.766	4.383	8

Penurunan konsentrasi logam berat kromium pada masing-masing perlakuan memiliki perbedaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan paling efektif terdapat pada medium *S. platensis* dengan perlakuan logam berat Cr sebanyak 3 mg/l yaitu terjadi penurunan sebanyak 0,435 gram logam berat Cr selama masa kultur. Pada konsentrasi logam berat Cr 1 mg/l, terjadi penurunan sebesar 0,345 mg/l dan pada konsentrasi logam berat Cr 5 mg/l terjadi penurunan sebesar 0,383 mg/l (Tabel 1).

Penurunan logam berat Cr (Tabel 1) yang paling tinggi terjadi pada konsentrasi logam berat Cr 1 mg/l yaitu sebesar 35%. Hal ini disebabkan karena pada konsentrasi Cr 1 mg/l masih bisa ditoleransi oleh *S. platensis*. Penurunan logam pada konsentrasi Cr 1 mg/l masih bisa lebih besar lagi apabila masa kultur diperpanjang menjadi 14 hari, namun hal ini tidak dilakukan karena pada konsentrasi Cr 5 mg/l, kondisi kultur sudah mencapai fase kematian pada hari ke-7. Pada konsentrasi logam Cr 3 mg/l terjadi penurunan sebesar 14%, presentase penurunan ini tidak terlalu tinggi namun juga tidak terlalu rendah karena masih dimungkinkan akan meningkat apabila dikultur lebih lama lagi. Penurunan konsentrasi logam Cr pada perlakuan Cr 3 mg/l tidak jauh berbeda dengan perlakuan kontrol yaitu sebesar 16%. Penurunan paling rendah pada konsentrasi logam Cr 5 mg/l yaitu sebesar 8%. Hal ini dikarenakan konsentrasi Cr 5 mg/l sudah bersifat toksik dan menghambat pertumbuhan kultur sehingga penyerapan logam Cr menjadi sedikit dan tidak efektif.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fauziah (2011), *Scenedesmus dimorphus* dapat menyerap logam berat Cr sebanyak 31,98% pada konsentrasi 1 mg. Hal ini membuktikan bahwa *S. platensis* mempunyai kemampuan yang lebih dalam mentoleransi logam berat Cr jika dibandingkan dengan *Scenedesmus dimorphus*.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, *S. platensis* dapat dimanfaatkan sebagai fikoremediator logam berat kromium dengan konsentrasi 1 mg/l yang dapat menyerap logam berat kromium sebanyak 35%. Apabila

logam berat kromium yang ditemukan mempunyai konsentrasi 3 mg/l, maka harus diencerkan terlebih dahulu agar penyerapan logam berat dapat maksimal. Keterbatasan dalam penelitian adalah pengamatan dilakukan selama 7 hari sedangkan populasi kultur pada perlakuan Cr 1 mg/l dan Cr 3 mg/l masih mengalami peningkatan populasi di atas kontrol sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk rentang waktu yang lebih lama. Pada perairan yang mengandung logam Cr dengan konsentrasi lebih dari 1 mg/l diperlukan waktu lebih dari 7 hari untuk menurunkan konsentrasinya agar lebih optimal.

## SIMPULAN

Pemberian logam berat Cr 1 mg/l, 3 mg/l dan 5 mg/l mempengaruhi pertumbuhan populasi *S. platensis*. Semakin tinggi konsentrasi logam berat Cr yang diberikan, maka pertumbuhan *S. platensis* akan semakin lambat.

*S. platensis* mampu menurunkan logam berat Cr lebih banyak pada perlakuan 1 mg/l dibandingkan dengan perlakuan 3 mg/l, 5 mg/l dan kontrol yaitu sebesar 35%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrizi, I. 2002. Pengaruh Warna dan Lapis Cahaya Merah, Biru, Hijau dan Putih Terhadap Pertumbuhan *Scenedesmus*. *Skripsi*. Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.
- Fauziah. 2011. Efektifitas Penyerapan Logam Kromium (Cr IV) dan Kadmium (Cd) oleh *Scenedesmus dimorphus*. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah, Jakarta.
- Fogg, G.E. 1987. *Algal Cultures and Phytoplankton Ecology*. The University of Wisconsin Press, Madison.
- Guillard, R.R.L. 1973. Division rates. In, Stein (ed), *Handbook of Phycological Methods*, V. 1, Cambridge University Press, Cambridge
- Gunawan, A dan Roeswati. 2004. *Tangkal Kimia*. Kartika. Surabaya.
- Hariyati, R. 2008. Pertumbuhan dan Biomassa *Spirulina sp* dalam Skala Laboratoris. Laboratorium Ekologi dan Biosistemik

- Jurusan Biologi Universitas Diponegoro.  
*BIOMA Vol. 10(1):19-22.*
- Irawati, R.P. 1998. Pengaruh Limbah Cair Pabrik Karet Terhadap Kadar-Kadar Klorofil *Chlorella pyrenoidosa* Chick. *Skripsi*. Universitas Indonesia. Depok.
- Pellerin and Susan, M.B. 2006. *Reflection on hexavalent chromium* : Health hazards of an industrial heavyweight.
- Pinto, E. Kutner, M. Leitao, O. Okamoto, D. Morse and P Colepicolo. 2003. Heavy Meta Induced Oxidative Stress in Algae. *J. Phycol.* 39. 1008-1012.
- Purnamawati, F.S. Soeprbowati, T.R. Izzati, M. 2013. Pertumbuhan *Chlorella vulgaris* Beijerinck dalam Medium Yang Mengandung Logam Berat Cd dan Pb Skala Laboratorium. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*. Hal: 104-116..
- Soeprbowati, T.R dan Hariyati, R. 2013. Bioaccumulation of Pb, Cd, Cu and Cr by *Porphyridium cruentum* (S. F Gray) Nageli. *International Journal of Marine Science* 2013, vol. 3, No. 27, 212-218.
- Suhendrayatna. 2001. Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme : Suatu Kajian Kepustakaan. *Seminar Bioteknologi*. Tokyo : Sinergi Forum – Institut of Technology.