

## **PEMANFAATAN ALGAE *Chlorella sp.* dan ECENG GONDOK UNTUK MENURUNKAN TEMBAGA (Cu) PADA INDUSTRI PELAPISAN LOGAM**

**Yani Santya Dewi (L2C306068) dan Yosar Hanafi Gultom (L2C306069)**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro

Jln.Prof. Sudarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp / Fax: (024) 7460058

Dosen Pembimbing : Ir. Indro Sumantri, M.Eng

### **Abstrak**

*Limbah logam berat Cu banyak dihasilkan oleh industri pelapisan logam dan merupakan bahan pencemar yang akan menimbulkan gangguan pada biota kehidupan air maupun manusia itu sendiri apabila dibuang pada perairan. Untuk mengurangi kadar logam Cu dalam badan air, biasanya digunakan tanaman fitoremediasi. Pada penelitian yang kami lakukan, digunakan algae *Chlorella sp.* dan *Eceng Gondok* untuk menurunkan kadar logam Cu karena tanaman tersebut mempunyai kemampuan untuk menyerap logam-logam berat termasuk logam Cu. Air limbah yang sebelumnya telah dipreparasi, ditambahkan algae *Chlorella sp.* dan *Eceng Gondok* (dalam tempat yang berbeda) dengan berbagai berat tertentu. Kemudian dilakukan pengamatan pada hari ke 2, 4, dan 6, kemudian hasilnya dianalisa dengan menggunakan Spektrofotometer. Dari hasil tersebut, diperoleh bahwa algae *Chlorella sp.* lebih banyak menyerap logam Cu dibandingkan *Eceng gondok*.*

**Kata Kunci :** *algae Chlorella sp. ; eceng gondok ; limbah logam Cu*

### **Abstract**

*Many the waste of copper metal that produced by electroplating industries and it is must be pollute that can make disturbance for water environments and the people if we throw it in the territorial water. To reduce the degree of copper metal in the water, usually use fitoremediation plant. In our experiment, we use *Chlorella sp.* and *Eichiornia crassipes* for reduce the degree of copper metal because that plant have capability to absorb the heavy metals include copper metal. Waste water that be preparation before, increased *Chlorella sp.* and *Eichiornia crassipes* (in different place) with different weight. Then we observe at second days, fourth days, and sixth days, then the result we analize with Spektofotometer. From the result, *Chlorella sp.* more absorb copper metal than *Eichiornia crassipes*.*

**Key Words:** *Chlorella sp.; Eichiornia crassipes; waste of copper;*

### **1. Pendahuluan**

Industri pelapisan logam menghasilkan limbah cair yang cukup banyak salah satunya adalah tembaga (Cu), limbah cair pelapisan logam dihasilkan dari proses pembersihan, pencucian, dan penyepuhan. Industri pelapisan logam saat ini belum menggunakan pengolahan yang memadai, industri ini hanya menggunakan bak penampung sebagai tempat pembuangan limbah sementara. Berdasarkan hasil pemeriksaan limbah industri pelapisan logam di Kawasan LIK Semarang ternyata mempunyai kadar tembaga (Cu) yaitu 3,024 mg/L, pH 2, suhu 29<sup>0</sup>C, sedangkan baku mutu untuk air limbah golongan I menurut Kep.03/MENKLH/II/1991 adalah 1 mg/L. Dengan kandungan yang cukup tinggi tersebut apabila dibuang ke perairan akan menimbulkan gangguan pada kehidupan biota air maupun manusia itu sendiri.

Penelitian yang kami lakukan adalah membandingkan tumbuhan fitoremediasi yang dalam hal ini algae *Chlorella sp* dan eceng gondok. Kedua tumbuhan ini dipilih karena dapat digunakan sebagai sarana penanganan limbah cair. Algae *Chlorella sp* dan eceng gondok dapat tumbuh dan berkembang biak pada air kotor, selain itu keduanya dapat menurunkan kadar tembaga (Cu), karena algae dan eceng gondok mempunyai kemampuan untuk menyerap logam-logam berat termasuk Cu dengan cara melakukan penyerapan melalui permukaan selnya, karena adanya proses adsorpsi. Setelah itu logam diserap masuk oleh sel algae sampai pada titik optimal, penyerapan ini dilakukan selama 6 hari. Selain itu juga untuk mengetahui berat dan waktu yang efektif dari algae *Chlorella sp* dan eceng gondok untuk menurunkan kadar Cu dalam limbah electroplating.

## Tembaga

Tembaga dengan nama kimia Cuprum dilambangkan dengan Cu, unsur logam ini berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia tembaga menempati posisi dengan nomor atom (NA) 29 dan mempunyai bobot atom (BA) 63,546. Tembaga merupakan suatu unsur yang sangat penting dan berguna untuk metabolisme. Batas konsentrasi dari unsur ini yang mempengaruhi pada air berkisar antara 1 – 5 mg/l merupakan konsentrasi tertinggi. Dalam industri, tembaga banyak digunakan dalam industri cat, industri fungisida serta dapat digunakan sebagai katalis, baterai elektroda, sebagai pencegah pertumbuhan lumut, turunan senyawa-senyawa karbonat banyak digunakan sebagai pigmen dan pewarna kuning. Tembaga berperan khususnya dalam beberapa kegiatan seperti enzim pernapasan sebagai tirosinase dan silokron oksidasi. Tembaga juga diperlukan dalam proses pertumbuhan sel darah merah yang masih muda. Bila kekurangan, sel darah merah yang dihasilkan akan berkurang (Heryando Palar, 1994).

Biota perairan sangat peka terhadap kelebihan Cu dalam perairan tempat hidupnya. Konsentrasi Cu terlarut yang mencapai 0,01 ppm menyebabkan kematian bagi fitoplankton. Kematian tersebut diakibatkan adanya racun sel fitoplankton, jenis-jenis yang termasuk keluarga crustaceae akan mengalami kematian dalam tenggang waktu 96 jam. Bila konsentrasi Cu terlarut berada dalam kisaran 0,17 sampai 100 ppm. Dalam tenggang waktu yang sama biota yang tergolong ke dalam keluarga mollusca akan mengalami kematian bila Cu yang terlarut dalam badan perairan dimana biota tersebut hidup berada dalam kisaran 0,16 sampai 0,5 ppm. Konsentrasi Cu yang berada dalam kisaran 2,5 – 3,0 ppm dalam badan perairan dapat membunuh ikan-ikan (Heryando, Palar 1994).

## Ganggang Hijau (*Chlorella sp*)

Menurut Kumar dan Singh (1976), *Chlorella sp.* termasuk divisi Chlorophyta. Klasifikasinya adalah:

Divisio	: Chlorophyta
Kelas	: Chlorophyceae
Ordo	: Chlorococcales
Sub-ordo	: Autospirinae
Familia	: Chlorellaceae
Genus	: Chlorella
Spesies	: Chlorella sp.

*Chlorella sp.* adalah alga uniselular yang berwarna hijau dan berukuran mikroskopis, diameter selnya berukuran 3-8 mikrometer, berbentuk bulat seperti bola atau bulat telur, tidak mempunyai flagella sehingga tidak dapat bergerak aktif, dinding selnya terdiri dari selulosa dan pektin, tiap-tiap selnya terdapat satu buah inti sel dan satu kloroplast. *Chlorella sp.* merupakan alga yang kosmopolit, terdapat di air payau, air laut dan air tawar (Kumar dan Singh, 1976).

Perkembangan *Chlorella sp.* terjadi secara vegetatif. Masing-masing sel induk membelah menghasilkan 4, 8, atau 16 autospora yang dibebaskan bersama dengan pecahnya sel induk. Perkembangbiakan sel ini diawali dengan pertumbuhan sel yang membesar. Periode selanjutnya adalah terjadinya peningkatan aktivitas sintesa sebagai bagian dari persiapan pembentukan autospora yang merupakan tingkat pemasakan akhir yang akan disusul oleh pelepasan autospora (Bold dan Wynne, 1984).

Ganggang hijau memiliki karakteristik umum yaitu :

- Memiliki klorofil
- Menyimpan tepung cadangan makanan dalam kantung makanan atau pyrenoid
- Memiliki dinding sel yang kuat yang tersusun atas polisakarida seperti selulosa dengan sebuah matrik dari hemiselulosa dan pectic.

Secara umum ganggang hijau memiliki kemampuan menyerap logam yang terlarut dalam air yang digunakan untuk membantu metabolisme ganggang hijau tersebut. Logam tersebut diserap dan disimpan dalam pyrenoid ganggang.

Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan populasi *Chlorella sp.* :

- Temperatur  
*Chlorella sp.* membutuhkan temperatur yang tinggi untuk pertumbuhannya. Temperatur optimum untuk pertumbuhan *Chlorella sp.* adalah 30 °C.
- Intensitas cahaya  
Proses fotosintesis *Chlorella sp.* membutuhkan intensitas cahaya rata-rata 4000-3000 lux (Ohama dan Miyachi, 1992).
- pH  
Nilai pH menunjukkan kadar asam dan basa yang ditunjukkan oleh konsentrasi ion hydrogen. Menurut Ohama dan Miyachi (1992), pH optimum untuk *Chlorella sp.* adalah 6,6-7,3.
- Oksigen terlarut  
Oksigen diperlukan *Chlorella sp.* untuk respirasi. Oksigen terlarut pada perairan berasal dari hasil fotosintesis dan difusi dari udara. Fox (1987) mengatakan bahwa biakan alga di laboratorium perlu penyediaan oksigen terlarut yang cukup. Kadar oksigen terlarut 3-5 ppm kurang produktif, 5-7 ppm produktifitasnya tinggi dan diatas 7 ppm sangat tinggi.

5. Unsur hara  
Unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan alga terdiri dari unsur mikro dan unsur makro. Makronutrien yaitu unsur-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar, meliputi C, H, O, N, P, K, S, Si, Ca dan Cl. Mikronutrien adalah unsure-unsur yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit dan merupakan koenzim meliputi Mn, Fe, Zn, Cu dan Mg.
6. Karbondioksida  
Karbon merupakan salah satu makronutrien yang dibutuhkan untuk pertumbuhan *Chlorella* sp. Salah satu sumber karbon diperairan adalah CO<sub>2</sub> yang secara langsung digunakan sebagai bahan untuk fotosintesis.
7. Salinitas  
Salinitas adalah jumlah atau konsentrasi ion-ion terlarut dalam air yang dinyatakan dalam permil. Salinitas dapat mempengaruhi kehidupan organisme perairan. Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmose air. Semakin tinggi salinitas perairan maka semakin tinggi pula tekanan osmotik. Tekanan osmotik yang tinggi dapat menghambat pertumbuhan *Chlorella* sp. Menurut Isnansetyo dan Kurniastuty (1995), salinitas optimum *Chlorella* sp. adalah 25-28 permil.

### Enceng Gondok

Enceng gondok yang sering dikenal sebagai tanaman gulma. Klasifikasinya adalah :

Divisio	: Spermatophyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledone
Familia	: Pontenderiaceae
Genus	: Eichhornia
Species	: Eichhornia crassipes Solm

Ciri-ciri morfologis : Enceng gondok merupakan tumbuhan parenial yang hidup diperairan terbuka, mengapung di air jika tempat tumbuhnya cukup dalam dan berakar didasar jika air dangkal. Enceng gondok memiliki akar serabut, petiole pada yang dewasa panjang, pada yang muda pendek dan mempunyai gelembung udara. Helaian daun bulat telur pada yang muda dan berbentuk panjang pada yang dewasa, sedang tulang daun melengkung rapat. Perkembangbiakan dapat terjadi secara vegetatif maupun secara generatif.

Perkembangan terjadi jika tunas baru tumbuh pada ketiak daun lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru. Enceng gondok dapat menggandakan daunnya pada 7-10 hari. Perkembangbiakan secara generatif terjadi melalui bijinya, sebelum terjadinya biji didahului oleh penyerbukan pada bunga. Karangan enceng gondok berbentuk bulir bertangkai panjang, berbunga 6 sampai 35 tangkai. Bunganya termasuk bunga majemuk, sehingga enceng gondok memungkinkan penyerbukan, setelah 20 hari bunganya akan masak, terbebas lalu pecah dan bijinya masuk keperairan. Untuk kemudian menjadi tanaman baru. Satu tanaman dapat menghasilkan 5 sampai 6 ribu biji tiap musim. Tumbuhan enceng gondok dapat mencapai ketinggian 40-80 cm, dengan daun yang licin dengan panjang 7-25 cm.

Pertumbuhan yang cepat pada enceng gondok ini tentunya dipengaruhi oleh berbagai faktor. Pertumbuhan dan daya tahan sebagai tumbuhan ekuatik tergantung pada berbagai faktor yaitu :

a. Cahaya matahari, pH dan suhu

Enceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup serta suhu optimal 25-30 °C. Hal ini dapat dipenuhi dengan baik di daerah beriklim tropis. Cocok pada pH 7-7,5 (optimal).

b. Ketersediaan mineral nutrien

Dalam pertumbuhannya, enceng gondok dipengaruhi unsur-unsur kimia berupa mineral nutrient yang terkandung didalam air. Kandungan ini memiliki pengaruh mampu mempercepat laju pertumbuhan atau mampu menghambatnya. Tergantung jenis dan banyaknya unsur kimia yang diserapnya, pertumbuhan enceng gondok dipengaruhi logam-logam berat seperti Cu, Fe, Cd, Mn, Zn, Hg, dan Cr.

Pada konsentrasi 5 ppm ion Fe, dapat menghambat pertumbuhannya. Pada konsentrasi 1 ppm ion Cu, dapat memberikan rangsangan pertumbuhan enceng gondok, tapi pada 3 ppm pertumbuhannya jadi terhambat. Sedang ion Hg dikatakannya ion yang paling toksik diantara ion-ion logam tersebut. Pertumbuhan enceng gondok sudah dihambat pada konsentrasi ion Hg 1 ppm. Ion Mn pada 5 ppm masih memberikan rangsangan pertumbuhan. Ion Cd sama dengan ion Hg, pada konsentrasi 1 ppm menghambat pertumbuhannya. Cr juga akan menghambat pertumbuhan enceng gondok.

Daya hambatnya semakin besar pada campuran ion-ion logam tersebut (kurang lebih 1 ppm). Terhambatnya pertumbuhan enceng gondok ditandai oleh gejala luka-luka terkelupas pada petiole.

c. Kemampuan bersaing dengan flora lain

Pertumbuhan misal suatu jenis gulma air tergantung dari jenis tumbuhan yang hidup bersama. Hubungan ini dapat saling menguntungkan, tapi sering kali yang nampak adalah gejala persaingan, yakni yang satu merugikan yang lain, karena enceng gondok punya daya saing yang besar terhadap tumbuhan lain maka mempunyai kemampuan pertumbuhan yang besar.

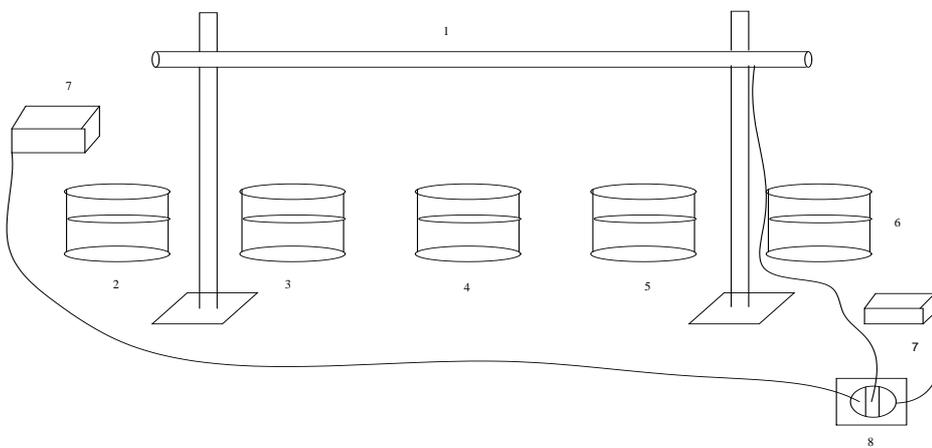
Dewasa ini telah diketahui beberapa manfaat eceng gondok, diantaranya :

- Dapat digunakan sebagai pakan ternak terutama babi.
- Dapat dibuat kerajinan tangan.
- Dapat digunakan sebagai kompos karena mengandung zat hara yang besar.
- Dapat digunakan sebagai gas bio.
- Dapat digunakan sebagai medium pertumbuhan jamur merang

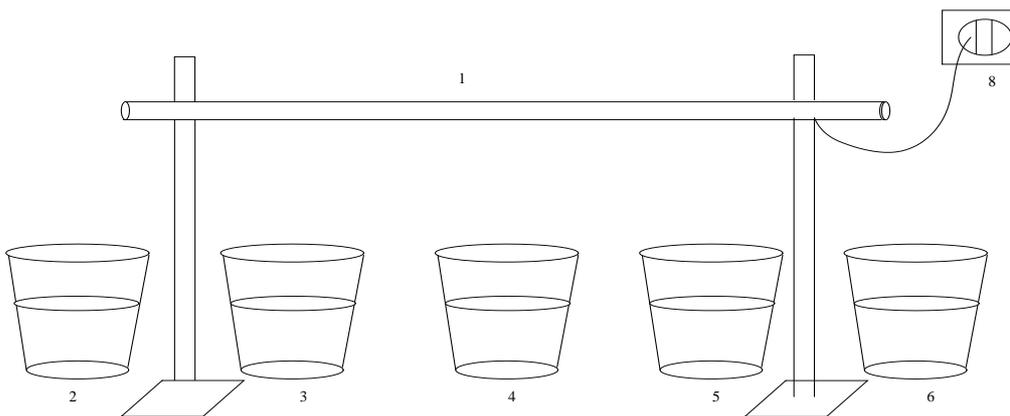
**2. Bahan dan Metode Penelitian (atau Pengembangan Model bagi yang Simulasi/Permodelan)**

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah : Tanaman algae *Chlorella sp.* yang diambil dari pembiakan di BPPAP Jepara, Eceng Gondok yang diambil disepanjang jalan Kaligawe, Limbah cair pelapisan logam (Cu) dari LIK Semarang, Larutan NaOH 0,1 N untuk menetralsir pH. Alat penelitian yang digunakan adalah : Ember, Toples, Aerator, Lampu, Selang air, Gelas ukur, Pipet, Pengaduk, Labu takar, Beaker glass, Timbangan, Kertas pH.

Variabel yang digunakan meliputi variabel tetap dan variabel berubah. Dimana variabel tetap adalah Volume limbah elektroplating (1,5 Liter) dan untuk variabel berubahnya adalah waktu pengamatan (2,4 dan 6 hari), berat algae *Chlorella sp.* dan eceng gondok (100, 150, 200, 250 dan 300 gr/L).



Gambar 1. Rangkaian Alat untuk algae *Chlorella sp.*



Gambar 2. Rangkaian Alat untuk Eceng Gondok

Keterangan Gambar : (1). lampu, (2). Toples (algae 100 gr) ; Ember (eceng gondok 100 gr), (3). Toples (algae 150 gr) ; Ember (eceng gondok 150 gr), (4). Toples (algae 200 gr) ; Ember (eceng gondok 200 gr), (5). Toples (algae 250 gr) ; Ember (eceng gondok 250 gr), (6). Toples (algae 300 gr) ; Ember (eceng gondok 300 gr), (7). Aerator, (8). Saklar

Penelitian dilakukan dengan cara limbah elektroplating diencerkan dengan aquadest dengan perbandingan 1:16. Kemudian mengukur pH awal limbah dengan menggunakan kertas pH. Apabila pH belum sesuai dengan yang diinginkan, ditambahkan HCl 0,1 N atau NaOH 0,1 N. pH yang diinginkan untuk penelitian ini adalah 7. Kemudian limbah tersebut dimasukkan kedalam toples dan ember dengan volume masing – masing 1,5 Liter. Algae *Chlorella sp.* yang telah dibiakkan, diukur dengan berat 100, 150, 200, 250, dan 300 gr/L dimasukkan didalam toples. Eceng gondok juga ditimbang dengan berat yang sama kemudian dimasukkan dalam ember. Untuk setiap toples yang ditanami alga *Chlorella sp.* dilakukan pengadukan 3 kali sehari agar tidak terjadi pengendapan. Setelah itu dilakukan pengambilan sampel pada hari ke-2, hari ke-4, dan hari ke-6 untuk dianalisa dengan Spektrofotometer.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hasil

Dari percobaan yang dilakukan antara algae *Chlorella sp.* dan Eceng gondok dengan berat (100, 150, 200, 250, 300) gr/L dimana dilakukan pengamatan pada hari ke-2, ke-4, dan ke-6 diperoleh hasil penyerapan logam Cu terbanyak oleh algae *Chlorella sp.* dengan berat 300 gr/L yaitu sebesar 38,62 %.

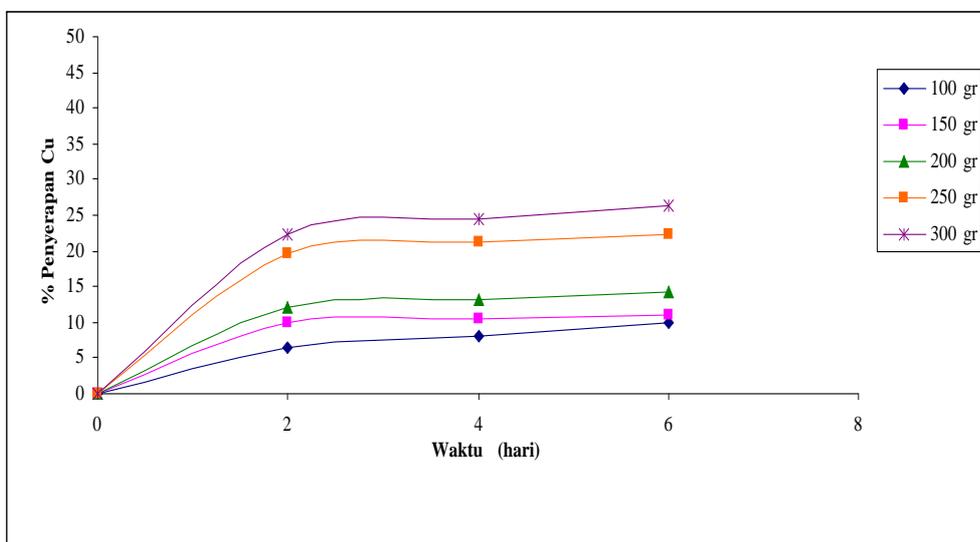
**Tabel 1. % Penyerapan Logam Cu pada berbagai berat Eceng Gondok dan Algae *Chlorella sp.***

Volume Limbah (Liter)	Waktu (hari)	% Penyerapan logam Cu (Eceng Gondok)					% Penyerapan logam Cu (Algae <i>Chlorella sp.</i> )				
		100gr/L	150gr/L	200gr/L	250gr/L	300gr/L	100gr/L	150gr/L	200gr/L	250gr/L	300gr/L
1,5	2	6,35	10,05	12,17	19,58	22,22	11,64	20,63	25,4	26,45	32,8
	4	7,94	10,58	13,23	21,16	24,34	14,29	21,69	25,93	29,1	35,45
	6	10,05	11,11	14,29	22,22	26,46	16,4	22,75	26,98	31,75	38,62

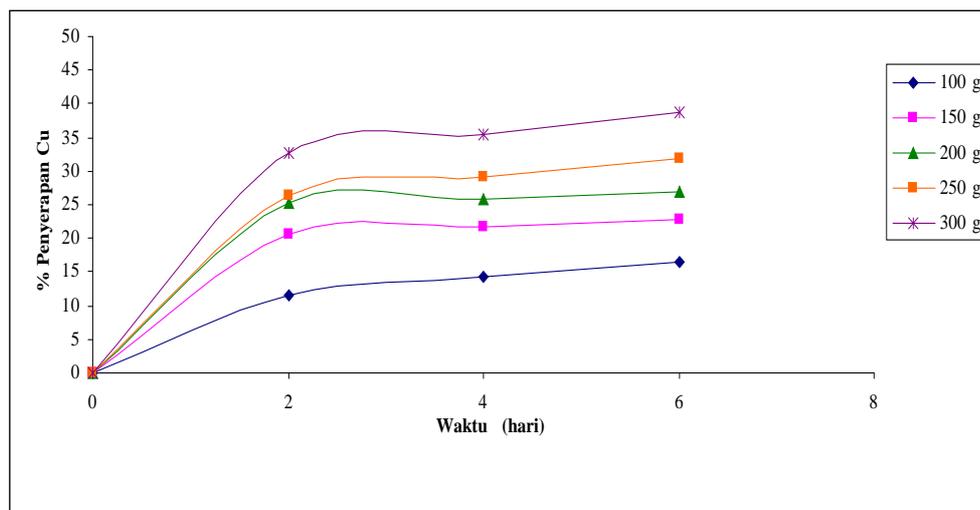
#### Pembahasan

##### 1. Pengaruh waktu terhadap penurunan kadar Cu

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa dengan waktu tinggal yang semakin lama kadar Cu dalam limbah yang diserap oleh eceng gondok maupun algae *Chlorella sp.* semakin banyak. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu tinggal maka akan memberikan banyak kesempatan pada eceng gondok maupun algae *Chlorella sp.* untuk menyerap logam Cu yang terkandung dalam limbah.



Gambar 3. Grafik % Penyerapan Cu oleh Eceng Gondok pada berbagai berat Eceng Gondok



Gambar 4. Grafik % Penyerapan Cu oleh Algae *Chlorella sp.* pada berbagai berat Algae *Chlorella sp.*

- Pengaruh penambahan tanaman fitoremediasi (Eceng gondok dan algae *Chlorella sp.*) terhadap penurunan kadar Cu

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa dengan semakin banyak penambahan eceng gondok maupun algae *Chlorella sp.* maka kadar Cu dalam limbah yang diserap semakin banyak. Dari gambar 3 dan gambar 4 diatas, diperoleh kadar logam Cu yang paling banyak diserap adalah pada hari ke-6 dengan berat 300 gr/L oleh algae *Chlorella sp.* yaitu sebesar 38,62 %

- Perbandingan penggunaan tanaman Eceng gondok dan algae *Chlorella sp.* terhadap penurunan kadar Cu

Dari gambar 3 dan gambar 4 dapat dilihat bahwa pada hari dan dengan berat yang sama, algae *Chlorella sp.* dapat menyerap kadar Cu paling banyak. Ini dikarenakan pertumbuhan populasi algae *Chlorella sp.* lebih cepat dibandingkan pertumbuhan eceng gondok. Waktu optimal pertumbuhan populasi algae *Chlorella sp.* adalah 6 hari, sedangkan untuk pertumbuhan eceng gondok membutuhkan waktu 8-10 hari.

#### 4. Kesimpulan

- Semakin lama waktu tinggal (hari ke-6) maka semakin banyak kadar logam Cu yang diserap oleh Eceng gondok dan algae *Chlorella sp.*
- Semakin banyak penambahan Eceng gondok dan algae *Chlorella sp.* Maka semakin banyak kadar logam Cu dalam limbah yang dapat diserap.
- Dengan berat dan waktu yang sama, tanaman fitoremediasi yang dapat menyerap kadar logam Cu paling banyak adalah algae *Chlorella sp.*

#### Ucapan Terima Kasih

Terima kasih disampaikan kepada Bp. Indro Sumantri, M.Eng selaku dosen pembimbing, Bp. Untung selaku koordinator Laboratorium Pengolahan Limbah.

#### Daftar Pustaka

- Bold, H. C dan MJ Wyne, 1985, *Introduction to the Algae*, Second edition, Prentice Hall, Inc, New Jersey.
- Fox, J. M, 1987, *Intensive Algae Culture Techniques*, CRC Hand Book of Mariculture, CRC Press. Inc. Boca Ranton, Florida.
- Isnansetyo, A dan Kurniastuty, 1995, *Teknik Kultur Phytoplankton dan Zooplankton Pakan alami untuk Pembenihan Organisme Laut*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Kumar, H.D and Singh, H. N, *A Textbook of Algae*, Second edition, Affiliated East West PUT ltd. New Delhi.
- Oh-Hama, T dan S, Miyachi, 1992, *Microalgae Biotechnology*, Scientific publishing, New York.
- Palar, H, Drs, 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Penerbit PT. Rineka Cipta, Jakarta.