

## Efektivitas *Gracillaria gigas* Sebagai Biofilter Logam Berat Timbal (Pb) pada Media Tanam

### Effectiveness of *Gracillaria gigas* as Biofilter of Heavy Metal Lead (Pb) on Planting Media

Taubatan Nasuha\*, Yuliani, Novita Kartika Indah

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya

\*e-mail: taubatan90@gmail.com

#### ABSTRAK

Limbah industri, pertanian, dan rumah tangga yang mengandung logam Pb dan dibuang ke perairan tanpa melalui proses pengolahan akan mengakibatkan terjadinya peningkatan konsentrasi logam berat. Untuk itu diperlukan upaya meminimalkan kadar logam Pb dalam perairan, di antaranya dengan memanfaatkan *Gracillaria gigas* sebagai biofilter. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh konsentrasi dan waktu pemaparan serta pengaruh interaksi antara konsentrasi dengan waktu pemaparan terhadap daya serap Pb oleh *G. gigas*. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan dua faktor perlakuan, yaitu konsentrasi dan waktu pemaparan. Faktor perlakuan konsentrasi yaitu, 0 ppm; 0,03 ppm; 0,06 ppm; dan 0,09 ppm. Faktor waktu pemaparan yaitu, 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Parameter yang diamati meliputi kadar Pb pada *G. gigas*, pada media tanam, serta berat basah *G. gigas*. Data dianalisis dengan menggunakan Anava 2 arah dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu pemaparan serta interaksi antara konsentrasi dengan waktu pemaparan berpengaruh terhadap daya serap *G. gigas* terhadap logam Pb pada media tanam. Kadar logam Pb pada *G. gigas* tertinggi terjadi pada perlakuan penambahan konsentrasi 0,09 ppm dengan waktu pemaparan 21 hari yaitu sebesar 0,337 ppm. Dengan demikian *G. gigas* efektif digunakan sebagai biofilter logam berat timbal (Pb) pada media tanam.

**Kata kunci:** logam berat; timbal (Pb); *Gracillaria gigas*; biofilter

#### ABSTRACT

Industrial waste, agricultural waste, and domestic waste that contain Pb and disposed into the water without treatment processes will increase the concentration of heavy metals. Therefore, an effort to minimize the content of Pb in the waters is needed, for example by using *Gracillaria gigas* as a biofilter. This study aimed to determine the effect of concentration and exposure time, and also interaction between concentrations and exposure time to the Pb absorption by *G. gigas*. This research was carried out using a Randomized Block Design (RBD) with the two treatment factors, namely concentration and exposure time. Concentration of treatment factors were 0 ppm, 0.03 ppm, 0.06 ppm, and 0.09 ppm. Factor of exposure time were 7 days, 14 days, and 21 days. Parameters observed were the percentage of Pb in *G. gigas*, planting media, and wet weight of *G. gigas*. Data were analyzed by using 2-ways ANOVA and followed by Duncan test. Results showed that the concentration and exposure time as well as interaction between concentration and exposure time affected the absorption of Pb in the planting media by *G. gigas*. The highest percentage of Pb in *G. gigas* was occur in concentration treatment for about 0.09 ppm with 21 days of exposure time was equal to 0.337 ppm. Hence, the *G. gigas* was effective to be used as a biofilter of lead (Pb) in the planting media.

**Key words:** heavy metal; lead (Pb); *Gracillaria gigas*; biofilter

#### PENDAHULUAN

Sumber-sumber pencemaran di laut berasal dari limbah industri, pertambangan, pertanian, dan domestik. Limbah industri mengandung banyak bahan pencemar seperti bahan-bahan organik, garam-garam anorganik, logam-logam berat, minyak, dan sebagainya. Bahan pencemar

dari limbah industri yang banyak memberikan kontribusi peningkatan limbah dalam perairan adalah logam berat, karena logam berat sering digunakan sebagai bahan baku, bahan tambahan maupun sebagai katalisator. Pembuangan limbah ke perairan tanpa melalui proses pengolahan limbah yang sesuai dengan standar yang berlaku

akan mengakibatkan terjadinya peningkatan konsentrasi logam berat dalam air. Logam berat tersebut akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi, bio-akumulasi, bio-konsentrasi, dan bio-magnifikasi (Hutagalung *et al.*, 1997).

Salah satu logam berat yang berada di perairan dan beracun bagi makhluk hidup adalah timbal (Pb) (Achmad, 2004). Keberadaan logam berat Pb dalam perairan dengan konsentrasi tinggi dapat membunuh biota perairan. Konsentrasi Pb 188 ppm dapat membunuh ikan, pada Crustaceae konsentrasi 2,75-49 ppm setelah 245 jam akan mengalami kematian (Palar, 2004). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004, kriteria baku mutu air laut terhadap logam berat Pb untuk biota laut adalah 0,008 ppm.

Daya racun Pb yang akut pada perairan dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal, sistem reproduksi, hati, otak, sistem saraf sentral, serta dapat menyebabkan kematian (Achmad, 2004). Mengingat bahaya yang dapat ditimbulkan oleh logam Pb terhadap makhluk hidup, maka keberadaannya di lingkungan terutama di dalam perairan harus diminimalkan.

Salah satu cara untuk menurunkan kandungan logam Pb dalam perairan adalah dengan menggunakan biofilter, yaitu suatu metode yang dilakukan dengan memanfaatkan organisme hidup yang bertujuan untuk mengurangi suatu pencemaran dalam lingkungan perairan yang mengandung bahan beracun (Yulianto *et al.*, 2006). Metode yang dilakukan dengan memanfaatkan suatu jenis makroalga agar dapat menyerap logam terlarut dalam air.

*Gracillaria gigas* merupakan salah satu makroalga dari divisi Rhodophyta yang tumbuh di daerah tropis dan subtropis (Komarawidjaja dan Kurniawan, 2008). *Gracillaria gigas* mempunyai kemampuan penyerapan logam berat yang tinggi dikarenakan dinding selnya mengandung polisakarida (Yulianto *et al.*, 2006). Polisakarida yang terkandung dalam *G. gigas* adalah agar. Agar terbentuk dari campuran dua polisakarida, yaitu agarosa dan agaropektin (Phillips dan Peter, 2000). Akumulasi logam berat terjadi karena polisakarida yang terdapat pada dinding sel *G. gigas* dapat mengikat ion logam berat dan membentuk senyawa kompleks dengan zat-zat organik yang terdapat dalam talus (Lobban dan Harrison, 1994).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian tentang efektivitas *Gracillaria gigas* sebagai biofilter terhadap penurunan kadar logam berat timbal (Pb) pada media tanam dalam rangka

menguji efektivitas *Gracillaria gigas* dalam menurunkan kadar logam berat timbal (Pb) pada media tanam.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan *G. gigas* yang diperoleh dari tempat budi daya makroalga di Desa Kalialo, Kelurahan Kupang, Kecamatan Jabon, Sidoarjo. Logam berat Pb yang digunakan berupa larutan Pb sintesis jenis  $Pb(NO_3)_2$  dengan konsentrasi sebesar 0,03 ppm; 0,06 ppm; dan 0,09 ppm.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dengan 2 faktor perlakuan. Faktor pertama ialah konsentrasi logam berat Pb pada media tanam yaitu air tambak + 0 ppm (kontrol), air tambak + 0,03 ppm, air tambak + 0,06 ppm, dan air tambak + 0,09 ppm sedangkan faktor yang kedua ialah waktu pemaparan yakni selama 7 hari, 14 hari, dan 21 hari. Penelitian ini dilakukan pengulangan sebanyak 2 kali pada setiap perlakuan dan didapatkan 24 unit eksperimen. Aklimatisasi *G. gigas* dilakukan sebelum penelitian dengan menanam *G. gigas* menggunakan air laut yang diambil dari tambak budi daya makroalga. Aklimatisasi dilakukan selama 7 hari dengan pencahayaan alami dan setiap 2 hari sekali dilakukan pergantian air. Setelah 7 hari, *G. gigas* dipilih yang segar dan sehat serta tidak tercampur dengan varietas lain, selanjutnya *G. gigas* siap untuk diaplikasikan.

Media tanam *G. gigas* berupa air laut yang kemudian ditambahkan larutan pencemar ke dalam media tanam yaitu  $Pb(NO_3)_2$  dengan konsentrasi 0,03 ppm, 0,06 ppm, dan 0,09 ppm. Pengukuran berat awal *G. gigas* sebelum perlakuan masing-masing sebesar 100 gram, kemudian dimasukkan dalam media tanam yang telah tercampur larutan pencemar Pb.

Pengambilan data dilakukan pada awal penelitian dan akhir penelitian. Data awal dan akhir penelitian meliputi pengukuran pH, suhu, salinitas, berat basah *G. gigas*, kadar logam Pb yang terdapat pada media tanam dan pada talus *G. gigas*. Cara mendapatkan sampel untuk diujikan, yaitu dengan mendestruksi *G. gigas* sebanyak 10 g kemudian dipotong kecil-kecil, dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan ditambahkan akuades hingga volumenya menjadi 50 ml. Ditambahkan 1 ml  $HNO_3$  pekat ke dalam sampel, kemudian dipanaskan di atas *hot plate* dan dibiarkan sampai volumenya berkurang 75%, sampel diambil dan didinginkan, kemudian ditambahkan akuades sampai volumenya

bertambah menjadi 50 ml dan disaring. Sampel siap diujikan.

Sampel diamati dengan alat Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) model AA-64015 dengan terlebih dahulu membuat larutan standar timbal (Pb), kemudian hasil sampel dihitung konsentrasi timbal (Pb) dalam satuan ppm dengan persamaan regresi yang diperoleh dari kurva kalibrasi.

## HASIL

Penelitian tentang efektivitas *G. gigas* sebagai biofilter terhadap penurunan kadar logam berat timbal (Pb) pada media tanam menunjukkan bahwa penambahan berbagai konsentrasi logam Pb dan waktu paparan yang berbeda memberikan pengaruh terhadap kadar logam berat Pb pada *G. gigas*.

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan Analisis Varian (ANAVA) kadar logam Pb pada *G. gigas*, media tanam serta berat basah

menunjukkan bahwa konsentrasi dan waktu paparan serta interaksi antara konsentrasi dengan waktu paparan menunjukkan hasil yang signifikan, sedangkan konsentrasi dan interaksi antara konsentrasi dengan waktu paparan pada berat basah tidak menunjukkan hasil yang signifikan.

Hasil penelitian diketahui bahwa semakin lama waktu paparan dan semakin tinggi konsentrasi Pb menyebabkan kadar logam Pb pada *G. Gigas* semakin meningkat dan pada media tanam akan berkurang (Tabel 1 dan Tabel 2).

Berat basah *G. gigas* akibat perlakuan berbagai konsentrasi dan waktu paparan mengalami kenaikan. Berat basah *G. gigas* tertinggi terdapat pada waktu paparan 21 hari dengan perlakuan konsentrasi 0,06 ppm, sedangkan pada waktu paparan 21 hari dengan konsentrasi 0,09 ppm, penambahan berat basah *G. gigas* menurun (Tabel 3).

**Tabel 1.** Kadar logam Pb pada *G. gigas* akibat pengaruh berbagai konsentrasi dan waktu paparan yang berbeda

| Waktu Paparan (hari) | Konsentrasi Pb (ppm)         |                              |                              |                              | Rerata                       |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                      | 0                            | 0,03                         | 0,06                         | 0,09                         |                              |
| 7                    | 0,1820 ± 0,0014 <sup>i</sup> | 0,2220 ± 0,0042 <sup>l</sup> | 0,2690 ± 0,0085 <sup>o</sup> | 0,3020 ± 0,0014 <sup>r</sup> | 0,2438 ± 0,0489 <sup>a</sup> |
| 14                   | 0,1880 ± 0,0014 <sup>i</sup> | 0,2320 ± 0,0014 <sup>m</sup> | 0,2890 ± 0,0014 <sup>p</sup> | 0,3250 ± 0,0028 <sup>s</sup> | 0,2575 ± 0,0556 <sup>b</sup> |
| 21                   | 0,1920 ± 0,0028 <sup>k</sup> | 0,2370 ± 0,0042 <sup>n</sup> | 0,2940 ± 0,0085 <sup>q</sup> | 0,3370 ± 0,0042 <sup>t</sup> | 0,2650 ± 0,0590 <sup>c</sup> |
| Rerata               | 0,1873 ± 0,0048 <sup>e</sup> | 0,2303 ± 0,0074 <sup>f</sup> | 0,2827 ± 0,0126 <sup>g</sup> | 0,3213 ± 0,0161 <sup>h</sup> |                              |

**Keterangan:**

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata dengan taraf uji 0,05 menurut Uji Duncan

**Tabel 2.** Kadar logam Pb pada media tanam akibat pengaruh berbagai konsentrasi dan waktu paparan yang berbeda

| Waktu Paparan (hari) | Konsentrasi Pb (ppm)         |                              |                              |                              | Rerata                       |
|----------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
|                      | 0                            | 0,03                         | 0,06                         | 0,09                         |                              |
| 7                    | 0,0425 ± 0,0035 <sup>h</sup> | 0,0485 ± 0,0049 <sup>k</sup> | 0,0610 ± 0,0028 <sup>n</sup> | 0,0830 ± 0,0028 <sup>q</sup> | 0,0588 ± 0,0168 <sup>a</sup> |
| 14                   | 0,0240 ± 0,0014 <sup>i</sup> | 0,0265 ± 0,0007 <sup>l</sup> | 0,0310 ± 0,0014 <sup>o</sup> | 0,0500 ± 0,0014 <sup>r</sup> | 0,0329 ± 0,0109 <sup>b</sup> |
| 21                   | 0,0235 ± 0,0049 <sup>j</sup> | 0,016 ± 0,0014 <sup>m</sup>  | 0,0205 ± 0,0021 <sup>p</sup> | 0,0205 ± 0,0007 <sup>s</sup> | 0,0201 ± 0,0036 <sup>c</sup> |
| Rerata               | 0,0300 ± 0,0101 <sup>e</sup> | 0,0303 ± 0,0150 <sup>e</sup> | 0,0375 ± 0,0189 <sup>f</sup> | 0,0512 ± 0,0280 <sup>g</sup> |                              |

**Keterangan:**

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata dengan taraf uji 0,05 menurut Uji Duncan

**Tabel 3.** Berat basah *G. gigas* akibat pengaruh berbagai konsentrasi dan waktu pemaparan yang berbeda

| Waktu Pemaparan (hari) | Konsentrasi Pb (ppm)        |                             |                             |                             | Rerata                        |
|------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
|                        | 0                           | 0,03                        | 0,06                        | 0,09                        |                               |
| 7                      | 112,5 ± 17,678 <sup>e</sup> | 125,0 ± 35,355 <sup>h</sup> | 137,5 ± 17,678 <sup>k</sup> | 150,0 ± 0,000 <sup>n</sup>  | 131,3 ± 22,160 <sup>a</sup>   |
| 14                     | 137,5 ± 17,678 <sup>f</sup> | 137,5 ± 17,678 <sup>i</sup> | 150,0 ± 35,355 <sup>l</sup> | 187,5 ± 17,678 <sup>o</sup> | 153,1 ± 28,150 <sup>a/b</sup> |
| 21                     | 175,0 ± 35,355 <sup>g</sup> | 187,5 ± 17,678 <sup>j</sup> | 200,0 ± 0,000 <sup>m</sup>  | 150,0 ± 35,355 <sup>p</sup> | 178,1 ± 28,150 <sup>b</sup>   |
| Rerata                 | 141,7 ± 34,157 <sup>d</sup> | 150,0 ± 35,355 <sup>d</sup> | 162,5 ± 34,460 <sup>d</sup> | 162,5 ± 26,220 <sup>d</sup> |                               |

**Keterangan:**

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam tiap kolom dan baris tidak berbeda nyata dengan taraf uji 0,05 menurut Uji Duncan

**PEMBAHASAN**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *G. gigas* mampu menyerap logam berat Pb melalui talus. Hal ini dibuktikan dengan berkurangnya jumlah logam berat Pb di dalam media tanam, namun pada talus *G. gigas* terjadi peningkatan jumlah logam berat Pb. Waktu pemaparan yang lebih lama yaitu 21 hari dan penambahan konsentrasi paling besar yaitu 0,09 ppm dapat mengabsorpsi Pb lebih tinggi serta laju pertumbuhannya bertambah. Indikatornya pertambahan berat basah *G. gigas* lebih tinggi terjadi pada waktu pemaparan 21 hari.

Pertambahan berat basah paling tinggi terdapat pada waktu pemaparan 21 hari dan konsentrasi 0,06 ppm, sedangkan pada waktu pemaparan 21 hari dan konsentrasi 0,09 ppm, pertambahan berat basah cenderung mulai menurun. Hal ini dikarenakan *G. gigas* merupakan makroalga yang memiliki daya adaptasi tinggi terhadap perubahan kualitas air (Komarawidjaja, 2003). Daya adaptasi yang tinggi terhadap perubahan kualitas air tersebut menjadikan *G. gigas* mampu bertahan hidup dalam cekaman logam berat tanpa terganggu laju pertumbuhannya. *G. gigas* juga memiliki batas toleransi dalam mengakumulasi logam berat, jika kadar logam berat dalam talus yang terlalu tinggi dan dalam waktu yang lama, maka aktivitas pertumbuhan pada *G. gigas* akan menurun (Yulianto *et al.*, 2006).

Prinsip penyerapan logam berat Pb oleh makroalga adalah semakin besar konsentrasi Pb dalam media tanam akan menyebabkan semakin besar pula logam Pb yang diserap. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan konsentrasi Pb antara dua jenis media, yaitu media dalam jaringan makroalga dan media tanam sebagai tempat pertumbuhannya. Perbedaan konsentrasi ini akan menyebabkan terjadinya perpindahan atau transfer massa Pb secara difusi dan osmosis, yaitu massa zat pada media dengan konsentrasi

yang tinggi akan berpindah ke media dengan konsentrasi yang rendah.

*Gracillaria gigas* yang hidup pada media tanam yang mengandung logam berat Pb memiliki mekanisme penyesuaian yang membuat polutan tercemar menjadi inaktif dan disimpan di dalam jaringan sel sehingga tidak membahayakan pertumbuhan dan kehidupan *G. gigas*, namun polutan tersebut dapat berpengaruh jika dikonsumsi manusia karena polutan tidak dikeluarkan lewat metabolisme sel oleh *G. gigas*.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *G. gigas* mampu mengakumulasi logam Pb melalui permukaan sel talus dan menyebarkan ke seluruh organ tubuhnya. Akumulasi logam berat Pb oleh *G. gigas* berlangsung melalui permukaan sel dan akan disebarkan ke seluruh organ tubuhnya sampai bagian medula (Davies, 1973 dalam Connell dan Miller, 1995). Hal ini dibuktikan dengan penurunan kadar logam berat Pb di media tanam, namun pada talus *G. gigas* terjadi peningkatan kadar logam berat Pb.

Konsentrasi logam Pb dan waktu pemaparan serta interaksi antara konsentrasi logam Pb dengan waktu pemaparan memberikan pengaruh yang berbeda nyata (signifikan) terhadap penurunan logam berat Pb pada media tanam. Hal ini dikarenakan *G. gigas* memiliki bentuk talus seperti tulang rawan dan bercabang-cabang sehingga memungkinkan mempunyai kemampuan menyerap logam berat Pb lebih banyak dan lebih efektif. Cabang lateral talus tumbuh secara berulang-ulang dan berselang-seling, lonjong pada bagian apikal, dan tidak begitu rapat (Yamamoto, 1978).

Logam berat Pb pada media tanam dapat masuk ke dalam *G. gigas* melalui beberapa tahap. Menurut Soemirat (2005) dalam Syafitri (2012), tahapan yang terjadi pada makroalga ketika tercekam logam berat Pb yaitu adsorpsi, absorpsi, distribusi, metabolisme, detoksifikasi, interaksi dan efek toksik. Logam berat Pb masuk dan terakumulasi di dalam talus *G. gigas* melalui

proses adsorpsi pada permukaan talusnya dalam bentuk kation, anion atau senyawa organik. Proses selanjutnya yaitu absorpsi melalui dinding sel dapat melalui tiga mekanisme yaitu transport pasif (difusi), difusi terfasilitasi, dan transport aktif. Mekanisme absorpsi menurut Putra (2006) dibagi menjadi dua, pertama *active uptake*, pada proses ini masuknya logam Pb ke dalam membran sel sama dengan masuknya logam esensial melalui sistem transport membran. Hal ini disebabkan karena adanya kemiripan sifat antara logam berat Pb dengan logam esensial dalam hal sifat kimia secara keseluruhan. Mekanisme absorpsi yang kedua, yaitu *passive uptake*, proses ini terjadi ketika ion logam Pb terikat pada dinding sel. Ion logam berat pada dinding sel diikat oleh protein dan polisakarida sehingga logam berat yang berbentuk toksik berubah menjadi senyawa non toksik sehingga mempermudah pertukaran ion (Lobban dan Harrison, 1994). Ion pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat yang kemudian didistribusikan ke bagian korteks dan berasosiasi dengan sel-sel di bagian korteks. Ion yang tidak berasosiasi dengan sel-sel pada bagian korteks akan masuk ke bagian yang lebih dalam yaitu bagian medula dengan cara metabolisme untuk menjadikannya lebih polar sehingga lebih mudah untuk diakumulasi. Akumulasi terjadi karena logam Pb membentuk senyawa kompleks dengan zat organik yang terdapat dalam talus sehingga logam Pb terfiksasi dan tidak diekskresikan (Lobban dan Harrison, 1994). Proses selanjutnya adalah detoksifikasi untuk mencapai kembali homeostasis yaitu dengan menyimpan Pb pada vakuola serta mengikatnya dengan enzim phytochelatin.

Conseuil dan Moreno (2001) menyatakan bahwa mekanisme tumbuhan dalam menghadapi toksikan ada 4 yaitu (1) Penghindaran yakni dengan menyelesaikan siklus hidupnya pada musim yang cocok, (2) Eksklusi yakni dengan mengenal ion yang bersifat toksik dan mencegah penyerapan sehingga tidak mengalami keracunan, (3) Penanggungan yakni dengan mengabsorpsi ion tersebut, tetapi berusaha untuk meminimumkan pengaruhnya, (4) Toleransi yakni dengan mengembangkan sistem metabolit yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik tertentu dengan bantuan enzim. Logam berat yang terakumulasi pada talus *G. gigas* diminimumkan pengaruhnya dengan lokalisasi pada vakuola dan membentuk zat kelat dengan bantuan enzim phytochelatin sehingga tidak menghambat laju metabolismenya. Sebagaimana diketahui jika laju

metabolisme terhambat maka laju pertumbuhan juga akan terhambat.

Pertumbuhan *G. gigas* mengalami peningkatan seperti yang diperlihatkan melalui peningkatan berat basah sebagai tolak ukurnya. Peningkatan biomassa pada *G. gigas* terjadi karena *G. gigas* mampu beradaptasi pada lingkungan yang tercemar logam berat. Selain itu *G. gigas* dapat memaksimalkan sintesis fitokhelatin sehingga logam berat yang masuk ke dalam talus tidak memengaruhi pertumbuhannya. Akan tetapi pada konsentrasi 0,09 ppm dan waktu pemaparan 21 hari, peningkatan berat basah menurun. Hal ini diduga pada konsentrasi 0,09 dan waktu pemaparan 21 hari aktivitas pertumbuhannya mulai menurun.

Perlakuan penambahan konsentrasi 0,09 ppm dan waktu pemaparan 21 hari memberikan dampak fisiologis terhadap morfologi *G. gigas*. Dampak fisiologis ditunjukkan oleh beberapa penampakan seperti perubahan warna talus, timbulnya klorosis, serta talus yang menjadi non-elastis. Hal ini dikarenakan pada konsentrasi 0,09 ppm dan waktu pemaparan 21 hari mulai terjadi penurunan pertumbuhan sebagaimana menurunnya peningkatan berat basah akibat akumulasi Pb pada *G. gigas* yang tinggi. Menurut Yulianto *et al.* (2006), penyerapan logam toksik dalam kondisi konsentrasi yang tinggi dan berlangsung terus-menerus akan menyebabkan menurunnya kondisi fisiologis makroalga yang diakibatkan oleh gangguan metabolisme seperti penghambatan penyerapan unsur hara sehingga menyebabkan gangguan fungsi enzim dan rusaknya struktur molekul enzim, akhirnya terjadi kerusakan anatomi makroalga. Kondisi media tanam yang tercemar logam berat dengan konsentrasi tinggi dan terjadi secara terus-menerus dapat mengakibatkan kematian pada makroalga.

## SIMPULAN

Konsentrasi Pb dan waktu pemaparan berpengaruh terhadap daya serap logam Pb pada media tanam oleh *G. gigas*. Kadar logam Pb pada *G. gigas* tertinggi terjadi pada perlakuan konsentrasi 0,09 ppm dengan waktu pemaparan 21 hari, yaitu sebesar 0,337 ppm. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa *G. gigas* efektif sebagai biofilter dalam menurunkan kadar logam berat Pb pada media tanam.

## DAFTAR PUSTAKA

Achmad R, 2004. *Kimia Lingkungan*. Yogyakarta: ANDI

- Connell DW & Miller GJ, 1995. *Kimia dan Toksikologi Pencemaran*. Yanti Koestoer (trans). Jakarta: UI-Press
- Corseuil HX & Moreno FN, 2001. Phytoremediation Potential Of Willow Trees For Aquifers Contaminated With Ethanol-Blended Gasoline. *Water Research*, 35(12): 3013-3017
- Hutagalung HP, Septiapermana D, Riyono SH, 1997. *Metode Analisa Air Laut, Sedimen, Dan Biota*. Buku Kedua. Jakarta: P3O-LIPI
- Komarawidjaja W dan Kurniawan DA, 2008. Tingkat Filtrasi Rumput Laut (*Gracillaria sp*) Terhadap Kandungan Ortofosfat ( $P_2O_5$ ). *Teknik Lingkungan*, 9(2): 180-183
- Lobban CS dan Harrison PJ, 1994. *Seaweed Ecology And Physiology*. New York: Cambridge University Press.
- Palar H, 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Phillips GO dan Peter AW, 2000. *Handbook of Hydrocolloids*. England: Woodheat Publishing Limited.
- Putra JA, 2006. *Bioremoval, Metode Alternative Untuk Menanggulangi Pencemaran Logam Berat*. [http://www.chemistry.org/artikel\\_kimia/biokimia](http://www.chemistry.org/artikel_kimia/biokimia). Diakses tanggal 20 Januari 2013
- Syafitri E, 2012. Pertumbuhan, Konsentrasi Klorofil-A, dan Struktur Makroalga *Gracillaria edulis* pada Media Mengandung Cu. *Tesis*. Tidak dipublikasikan. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Yamamoto H, 1978. Systematic and Anatomical Study of The Genus *Gracilaria* in Japan. *Mem. Fac. Fish. Hokkaido university*, 25(2): 98-138
- Yulianto B, Ario R, dan Triono A, 2006. Daya Serap Rumput Laut (*Glacillaria sp*) terhadap Logam Berat Tembaga (Cu) sebagai Biofilter. *Ilmu Kelautan*, 2(2): 72-78