

Kecepatan Filtrasi Kerang Hijau *Perna viridis* terhadap *Chaetoceros* sp dalam Media Logam Tercemar Kadmium

Putri Liliandari dan Aunurohim

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: aunurohim@bio.its.ac.id

Abstrak—Kerang Hijau mendapatkan makanannya dengan cara menyaring partikel plankton dari perairan. Dengan cara mendapatkan makanan yang demikian memungkinkan logam berat yang terlarut didalamnya ikut masuk kedalam tubuh kerang hijau. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh logam berat Cd terhadap kecepatan filtrasi kerang hijau terhadap *Chaetoceros* sp. sebagai pakan kerang hijau. Perlakuan dosis konsentrasi logam berat kadmium yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0 ppm (kontrol), 1 ppm, dan 2 ppm. Kecepatan filtrasi kerang hijau terlihat dari pengamatan kepadatan sel *Chaetoceros* sp. tiap 4 jam selama penelitian. Penelitian berskala laboratorium ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 3 perlakuan dan masing masing konsentrasi dilakukan 3 kali ulangan. Untuk mengetahui adanya perbedaan kecepatan filtrasi terhadap konsentrasi kadmium yang berbeda maka diuji dengan Anova *one way*. Didapatkan hasil semakin tinggi konsentrasi kadmium maka semakin tinggi kecepatan filtrasi dengan nilai kecepatan filtrasi untuk tiap konsentrasi kontrol (0 ppm), 1 ppm, dan 2 ppm berturut-turut sebesar 64,90 L/jam; 105,23 L/jam; dan 299,05 L/jam. Namun, berdasarkan uji Anova menunjukkan $p=0.694$ yang berarti konsentrasi kadmium tidak berpengaruh terhadap peningkatan kecepatan filtrasi kerang hijau.

Kata Kunci—*Perna viridis*, laju filtrasi, Cd, *Chaetoceros* sp.

I. PENDAHULUAN

Kerang hijau (*Perna viridis*) adalah salah satu sumber daya hayati yang memiliki nilai ekonomis tinggi di Indonesia. Hal ini disebabkan karena kerang hijau mudah dan relatif cepat dalam pembudidayaannya. Kerang hijau dapat berkembang pesat di daerah yang memiliki masukan bahan organik yang tinggi[1]. Hal tersebut dikarenakan kerang tersebut termasuk ke dalam jenis hewan penyaring (*filter feeder*), dimana cara mendapatkan makanan dengan cara memompa air melalui rongga mantel sehingga mendapatkan partikel-partikel yang ada dalam air. Mikroalgae merupakan makanan utama dari kerang hijau (*Perna viridis*) sedangkan makanan tambahannya berupa zat organik terlarut dan bakteri.

Selain itu, kerang hijau (*Perna viridis*) memiliki kandungan gizi yang tinggi untuk dikonsumsi yaitu terdiri dari 49,8 % air, 21,9 % protein, 14,5 % lemak, 18,5 % karbohidrat dan 4,3 % abu sehingga menjadikan kerang hijau sebanding dengan daging sapi, telur maupun daging ayam karena 100 gram daging kerang hijau ini mengandung 100 kalori[2]. Kerang hijau yang hidupnya di perairan payau hingga asin banyak dijumpai melekat pada benda-benda keras seperti kayu,

bambu, badan kapal, jaring dan tempat budidaya ikan. Menurut [3], kerang hijau yang mencari makan dengan cara menyaring makanan yang larut di dalam air yang diberi istilah *vacuum cleaner*. Oleh karena itu, kerang hijau akan dapat memfiltrasi seluruh zat-zat yang dibawa oleh air terutama yang berasal dari limbah.

Namun seiring dengan semakin meningkatnya industri di Indonesia, buangan limbah dari industri juga akan meningkat baik yang berasal dari bahan organik maupun anorganik, yang berupa padatan atau cairan yang mengandung logam berat contohnya seperti Kadmium (Cd). Kadmium (Cd) merupakan salah satu logam berat yang dapat menimbulkan efek negatif terhadap ekosistem dan manusia[4]. Apabila Cd masuk ke dalam tubuh maka sebagian besar akan terkumpul di dalam ginjal, hati dan sebagian dikeluarkan lewat saluran pencernaan. Selain itu, Kadmium juga dapat mempengaruhi otot polos pembuluh darah secara langsung maupun tidak langsung lewat ginjal yang berakibat terjadinya kenaikan tekanan darah[5]. Dengan adanya limbah yang mengandung logam berat seperti Cd, maka dapat menimbulkan dampak negatif pada organisme yang hidup di perairan, terutama jenis organisme yang menetap (sesil) karena sifat logam yang cenderung mengendap dibagian bawah perairan.

Chaetoceros sp. merupakan perwakilan fitoplankton dari kelas diatom yang digunakan sebagai fitoremidiatior ion logam berat Kadmium (Cd)[6]. *Chaetoceros* sp. merupakan sel tunggal dan dapat membentuk rantai menggunakan duri yang saling berhubungan dari sel yang berdekatan. [7] melaporkan bahwa fitoplankton lebih efisien dalam mengikat ion logam berat dibanding bakteri atau jamur. Hal ini kemungkinan karena proses yang dilakukan dengan fitoplankton hidup berhubungan dengan fotosintesis dan aktivitas metabolik[8]. Fitoplankton juga memiliki toleransi tinggi terhadap konsentrasi tinggi ion logam berat. Salah satu pakan *Perna viridis* adalah *Chaetoceros* sp. yang mempunyai kandungan protein 29 %, karbohidrat 9% dan lemak 12%[9].

Perna viridis mendapatkan makanannya dengan cara menyaring partikel-partikel dari suatu perairan. Namun, kondisi perairan saat ini sedang mengalami kondisi yang tidak menyenangkan dikarenakan semakin banyaknya buangan limbah dari aliran sungai yang masuk ke dalam perairan yang mengandung logam berat seperti Cd. Semakin meningkatnya kandungan logam berat tersebut dalam tubuh kerang hijau baik yang masuk melalui rantai makanan (*food chain*) atau

secara langsung masuk ke dalam jaringan tubuh kerang hijau akan menyebabkan kerang hijau terganggu dalam melakukan filtrasi makanan. Dipilihnya kerang hijau sebagai indikator lingkungan karena organisme ini mampu beradaptasi terhadap kondisi lingkungan yang tercemar, ambang batas toleransi kerang hijau lebih besar dibanding organisme lain, sedangkan dalam kondisi yang sama organisme lain terutama ikan sudah mengalami kematian [10]. [11] mengatakan bahwa kerang hijau merupakan bioindikator untuk memonitor senyawa-senyawa beracun di lingkungan perairan laut karena distribusi penyebarannya yang luas, mempunyai sifat hidup menetap, mudah diambil untuk sampel, mempunyai toleransi yang luas terhadap salinitas, tahan terhadap tekanan dan tingginya akumulasi berbagai bahan kimia. Kerang hijau termasuk organisme *sessile*, yang tidak dapat bergerak bebas untuk pindah tempat sedangkan dalam waktu yang sama pencemaran berlangsung terus, menerus. Akibatnya, kondisi ini menjadikan kerang hijau bersifat resisten terhadap berbagai bahan-bahan pencemar. Dengan demikian, kerang hijau diduga akan mengalami penurunan dalam pertumbuhannya dan akibat fatalnya adalah kematian. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan penelitian tentang kecepatan laju filtrasi kerang hijau *Perna viridis* terhadap mikroalga *Chaetoceros* sp. pada media perairan yang tercemar logam berat Cd (kadmium).

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Zoologi dan Laboratorium Kultur Jaringan Biologi ITS pada bulan November 2012 - Februari 2013.

B. Cara Kerja

Penelitian ini terdiri dari 5 kegiatan, yaitu (1) persiapan hewan uji (aklimasi), (2) Pembuatan Media Uji (Kadmium), (3) Uji toksisitas logam kadmium (Cd), (4) Uji Pendahuluan Pakan, dan (5) Uji toksisitas sublethal

1) Persiapan hewan uji (aklimasi)

Hewan uji yang digunakan yaitu kerang hijau (*Perna viridis*), diambil dari daerah pantai Kenjeran, Surabaya. Kerang hijau dibawa ke laboratorium zoologi Biologi ITS dengan *ice box*. Pada penelitian ini digunakan 40 ekor *P. viridis* dengan ukuran cangkang ± 3 cm yang diaklimasi selama dua minggu. Selama aklimasi kerang hijau diberi pakan *Chaetoceros* sp setiap harinya dan *filter pump* pada akuarium.

2) Pembuatan Media Uji (Kadmium)

Media uji yang digunakan adalah larutan $CdCl_2$. Cara membuat larutan stok $CdCl_2$, yaitu dengan cara menimbang $CdCl_2$ sebanyak 100 mg, kemudian dilarutkan ke dalam 1 liter air sehingga mempunyai konsentrasi 100 mg/l kemudian diencerkan sesuai dengan konsentrasi perlakuan yang dibutuhkan. Pengenceran dilakukan dengan rumus [12]:

$$V1.N1 = V2.N2$$

Keterangan: V1 = volume larutan stok (ml)
N1 = konsentrasi larutan stok (mg/l)
V2 = volume larutan uji (ml)
N2 = konsentrasi perlakuan (mg/l)

Uji toksisitas logam kadmium (Cd)

Setelah masa aklimasi, 40 kerang hijau (*Perna viridis*) dengan ukuran panjang ± 3 cm, lalu dipindahkan ke masing-masing akuarium uji yang telah berisi $CdCl_2$ dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu kontrol, 1 mg/l, 3 mg/l, dan 6 mg/l [13] dilengkapi *filter pump* selama 24 jam. Kematian kerang hijau dicatat setiap 4 jam sekali sampai 24 jam dan dicari konsentrasi *sublethal*

3) Uji Pendahuluan Pakan

a) Pembuatan stok kultur *Chaetoceros* sp.

Langkah awal untuk pembuatan stok kultur *Chaetoceros* sp. yaitu dengan mengambil 10 ml dari kultur murni *Chaetoceros* sp. yang dimasukkan ke dalam 100 ml media starter yang digunakan untuk adaptasi *Chaetoceros* sp. sebelum dimasukkan ke dalam media kultur. Kemudian di inkubasi selama 24 jam. Setelah itu, dibuat stok kultur dengan mengambil 10% dari media starter *Chaetoceros* sp. yang dimasukkan ke dalam 1000 ml media kultur yang telah berisi air laut dan media walne sebelumnya. Kultur dilakukan selama 24 jam hingga mencapai kepadatan sel *Chaetoceros* sp. 200.000 sel/ml. Apabila selama 24 jam kepadatan sel *Chaetoceros* sp. melebihi kepadatan 200.000 sel/ml, maka dilakukan pengenceran hingga mencapai kepadatan yang diinginkan.

Penentuan volume starter dapat diketahui dengan rumus [14] berikut

$$V1 = \frac{N2 \times V2}{N1}$$

Dimana,

V1 : volume bibit *Chaetoceros* sp. yang diambil dari stok kultur (ml)

N1 : jumlah bibit *Chaetoceros* sp. dalam stok per ml (sel/ml)

V2 : volume bibit *Chaetoceros* sp. dalam stok (ml)

N2 : jumlah *Chaetoceros* sp. yang akan dibuat (sel/ml)

b) Perhitungan kepadatan *Chaetoceros* sp.

Kepadatan sel *Chaetoceros* sp. dihitung dengan cara menghitung jumlah unit (sinusoid) *Chaetoceros* sp., perhitungan dilakukan dengan menggunakan *Haemocytometer* dan *Handtally Counter* untuk memudahkan perhitungan. Pengamatan pertumbuhan *Chaetoceros* sp. dilakukan setelah 24 jam penebaran awal setiap hari hingga mencapai masa panen (fase stasioner). Perhitungan dilakukan dengan rumus [15]

$$N = \frac{(\sum N1 + \sum N2)}{2} \times \frac{1}{1 \text{ mm} \times 0,2 \text{ mm} \times 0,1 \text{ mm}} \times \frac{1 \text{ mm}^3}{10^{-3} \text{ ml}}$$

Keterangan :

N : kepadatan sel (sel/ml)

$\sum N1$: jumlah sel dalam 80 kotak kecil (ulangan ke 1)

$\sum N2$: jumlah sel dalam 80 kotak kecil (ulangan ke 2)

1 mm : panjang *haemocytometer* dalam 80 kotak kecil
 0,2 mm: lebar *haemocytometer* dalam 80 kotak kecil
 0,1 mm: tinggi *haemocytometer*
 $\frac{1 \text{ mm}^3}{10^{-3} \text{ ml}}$: faktor konversi dari satuan mm^3 ke satuan ml

Selama pengujian, air laut buatan tidak diganti dan pengamatan kualitas air diukur setiap dua hari (pH, suhu, salinitas).

c) Uji pendahuluan pakan

Uji pakan dimaksudkan untuk mengetahui waktu yang diperlukan kerang hijau (*Perna viridis*) untuk menghabiskan pakan *Chaetoceros* sp. dengan kepadatan 200.000 sel/ml. Persiapan ini dilakukan dengan menggunakan akuarium uji. Akuarium uji yang telah terisi 10 ekor kerang hijau (*Perna viridis*) dimasukkan pakan *Chaetoceros* sp. dengan kepadatan 200.000 sel/ml sebanyak 10 liter. Pemberian pakan *Chaetoceros* sp. dengan kepadatan 200.000 sel/ml dapat diambil dari stok kultur yang telah mempunyai kepadatan sel *Chaetoceros* sp. 200.000 sel/ml. Kemudian, dihitung berapa jam *P.viridis* untuk menghabiskan *Chaetoceros* sp. dengan kepadatan 200.000 sel/ml. Lama waktu yang dibutuhkan kerang hijau untuk menghabiskan *Chaetoceros* sp. dengan kepadatan 200.000 sel/ml digunakan dalam pengamatan selama penelitian sesungguhnya dengan konsentrasi logam berat.

4) Uji toksisitas sublethal

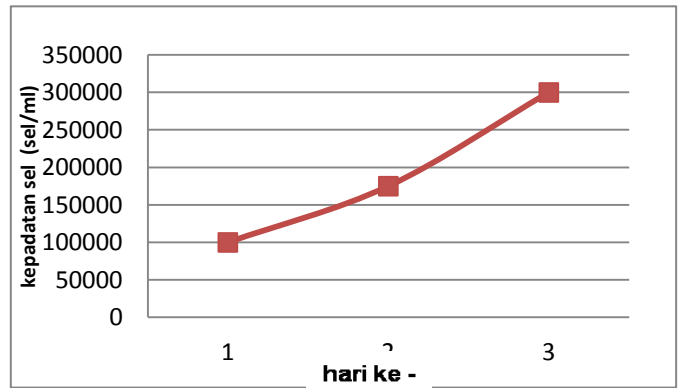
Dua belas akuarium diisi larutan CdCl_2 dan satu akuarium untuk perlakuan kontrol. Konsentrasi CdCl_2 yang digunakan adalah hasil uji pendahuluan yang dilakukan sebelumnya. Kerang hijau (*Perna viridis*) yang telah diaklimasi dimasukkan ke dalam akuarium pengujian masing-masing sebanyak 10 ekor. Kerang Hijau didedahkan pada masing-masing akuarium. Selama masa pendedahan, akuarium diberi aeras, filter pump dan diberi pakan *Chaetoceros* sp. dengan kepadatan 200.000 sel/ml. Untuk pemberian pakan *Chaetoceros* sp. jika waktu yang diperlukan oleh *P.viridis* untuk menghabiskan 200.000 sel/ml adalah X jam, maka waktu tersebut dijadikan ketetapan dalam pemberian pakan *Perna viridis*. Sehingga tiap akuarium uji diperoleh jumlah pakan yang sama untuk *Perna viridis*. Kematian kerang hijau dicatat setiap 24 jam. Apabila diketahui konsentrasi sublethal adalah AX ppm maka konsentrasi sublethal dengan selisih 1 ppm (AX-1 ppm, AX-2 ppm, AX-3 ppm dan AX-4 ppm)[16]. Jadi keseluruhan perlakuan ada 4 perlakuan konsentrasi kadmium yang berbeda dengan 3 kali ulangan pada tiap perlakuan dan 1 perlakuan kontrol. Maksud penggunaan konsentrasi Cd berada dibawah konsentrasi sublethal adalah agar dalam penelitian sesungguhnya kerang hijau tidak mengalami kematian karena keracunan logam tersebut.

5) Analisa data

Perhitungan laju filtrasi kerang hijau ditentukan dari nilai Clearance Rate (CR) dengan menggunakan persamaan berikut[17]

$$CR = \left(\frac{V}{nt}\right) \ln\left(\frac{C_0}{C_t}\right)$$

Dimana,



Gambar 1. Grafik pertumbuhan *Chaetoceros* sp. selama perlakuan kultur

CR = Clearance Rate, tingkat penyaringan/laju filtrasi kerang (L.jam^{-1})
 V = volume akuarium uji (L)
 n = jumlah hewan uji yang digunakan dalam setiap akuarium
 t = waktu (jam)
 C_0 = konsentrasi plankton/alga dalam akuarium uji pada waktu 0
 C_t = konsentrasi plankton/alga dalam akuarium uji pada waktu t

III. HASIL DAN DISKUSI

A. Hasil pengamatan kultur plankton *Chaetoceros* sp.

Chaetoceros sp. digunakan sebagai pakan kerang hijau selama masa perlakuan sehingga diperlukan kultur plankton untuk stok pakan kerang hijau. Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan terhadap kultur *Chaetoceros* sp. selama masa kultur, tingkat kepadatan populasi tertinggi disajikan dalam grafik di bawah ini (Gambar 1.). Setelah diamati selama 3 hari, dapat dilihat bahwa masa pertumbuhan populasi *Chaetoceros* sp. terus mengalami peningkatan.

Berdasarkan grafik tersebut (Gambar 1) terjadi kesalahan dalam penentuan fase pertumbuhan *Chaetoceros* sp. dikarenakan perhitungan kepadatan sel yang seharusnya dihitung pada awal pemberian inokulum ke media kultur tidak dihitung sehingga tidak dapat dipastikan bahwa pada hari ke 1 hingga hari ke 2 masa kultur *Chaetoceros* sp. mengalami fase adaptasi/fase lag. pada hari ke 1 hingga hari ke 2 mengalami peningkatan yang cukup signifikan, yaitu pada hari ke 1 kepadatan selnya adalah 10×10^4 sel/ml ; pada hari ke 2 adalah $17,5 \times 10^4$ sel/ml; dan hari ke 3 mengalami peningkatan yang cukup signifikan yaitu 30×10^4 sel/ml. Justru kemudian, dilakukan pengenceran hingga mencapai kepadatan sel 20×10^4 sel/ml. Melalui kurva pertumbuhan sel *Chaetoceros* sp. maka dapat diketahui waktu yang tepat untuk inokulasi di saat pertumbuhan *Chaetoceros* sp. pada kepadatan sel yang diinginkan yaitu hari ke 3 kultur *Chaetoceros* sp. Akan tetapi, Kepadatan sel yang diinginkan sebenarnya adalah 20×10^4 sel/ml menjadi 2000 sel/ml, hal ini dikarenakan adanya kesalahan perhitungan menggunakan rumus pengenceran kepadatan sel. Sehingga, kondisi ini mempengaruhi pemberian

pakan pada kerang hijau untuk uji selanjutnya

B. Aklimasi dan Uji Toksisitas

Pada penelitian ini, tempat pengambilan sampel kerang hijau di Pantai Kenjeran, Surabaya. Pada awalnya tempat pengambilan kerang hijau di Budidaya Kerang Hijau, Gresik. Namun, dikarenakan kerang hijau yang diambil dari tempat tersebut tidak bertahan hidup lama yaitu ± 2 hari, maka tempat pengambilan kerang hijau di ganti menjadi di Pantai Kenjeran, Surabaya. Hal ini dimungkinkan karena kerang hijau mengalami kondisi stres dalam perjalanan dari tempat pengambilan menuju laboratorium. Kerang hijau yang dibawa menuju laboratorium menggunakan *ice box* dengan penambahan air laut dari tempat pengambilan kerang hijau. Namun, terdapat kesalahan dalam teknik pembawaan kerang hijau yaitu tempat *ice box* yang tidak dikondisikan dalam suhu dan salinitas yang optimal untuk pemeliharaan kerang hijau yaitu suhu 10°-35°C dan salinitas 30‰.

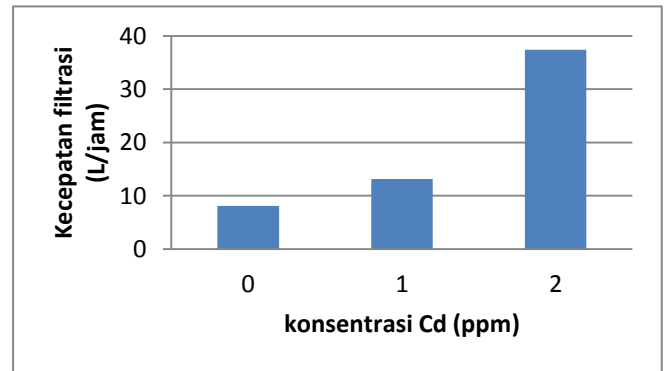
Tahap perlakuan selanjutnya yaitu uji toksisitas logam kadmium (Cd) yang bertujuan untuk konsentrasi maksimum kadmium (Cd) yang akan digunakan untuk uji toksisitas sublethal. Pada tahap ini, kerang hijau yang telah di aklimasi, dipindahkan ke masing-masing akuarium uji yang telah berisi CdCl₂ dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu kontrol, 1 mg/l, 3 mg/l dan 6 mg/l [13] dan 10 ekor kerang hijau tiap akuariumnya. Penentuan konsentrasi tersebut diasumsikan dari konsentrasi yang terkecil hingga terbesar. Kemudian, kematian kerang hijau dicatat setiap 4 jam sekali sampai 24 jam dan dicari konsentrasi sublethal. Data jumlah kematian kerang hijau yang diperoleh tiap 4 jam dengan berbagai konsentrasi yang telah ditentukan dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel di atas menunjukkan bahwa jumlah kerang hijau lebih cepat mati pada konsentrasi tinggi yaitu 6 ppm. Sedangkan untuk konsentrasi 3 ppm, jumlah kerang hijau tidak signifikan kematiannya dibandingkan jumlah kerang hijau dalam konsentrasi 6 ppm. Hal ini dikarenakan kerang hijau yang tidak dapat bertahan hidup lebih lama dalam konsentrasi logam berat yang tinggi. Sedangkan jumlah kematian pada konsentrasi Cd 0 ppm (kontrol) dan konsentrasi 1 ppm, jumlah kematian kerang hijau tidak berbeda jauh. Hal ini karena akuarium yang berisi konsentrasi Cd 1 ppm dan tanpa konsentrasi Cd (kontrol) memiliki jumlah konsentrasi yang lebih kecil sehingga tidak terlalu berpengaruh terhadap sistem filtrasi kerang hijau. Kematian kerang hijau ditunjukkan dengan tidak adanya respon rangsangan dan cangkang ditemukan membuka[18].

Setelah diketahui jumlah kematian kerang hijau dalam berbagai konsentrasi selama 24 jam, didapatkan bahwa konsentrasi 3 ppm adalah konsentrasi batas maksimum yang diberikan untuk tahap uji selanjutnya yaitu uji toksisitas sublethal. Uji toksisitas sublethal ini untuk mengetahui jumlah konsentrasi logam berat yang dapat mengakibatkan kematian pada hewan uji. Tahap kerja uji ini yaitu menyiapkan 9 akuarium yang telah diisi CdCl₂ dengan konsentrasi 1 ppm, 2 ppm, dan kontrol. Penentuan konsentrasi tersebut berdasarkan selisih antara konsentrasi sublethal yaitu 3 ppm, dengan 1

Tabel 1. Jumlah kematian kerang hijau *Perna viridis* dalam uji toksisitas logam kadmium.

Konsentrasi	Waktu (jam ke-)					
	4	8	12	16	20	24
Kontrol	1 ekor	2 ekor	3 ekor	3 ekor	1 ekor	0
1 ppm	1 ekor	2 ekor	3 ekor	3 ekor	1 ekor	0
3 ppm	2 ekor	2 ekor	1 ekor	3 ekor	2 ekor	0
6 ppm	4 ekor	4 ekor	2 ekor	0	0	0



Gambar 2. Grafik rata-rata kecepatan filtrasi *Perna viridis* terhadap mikro alga *Chaetoceros* sp. pada media tercemar logam Cd.

ppm. Maksud penggunaan konsentrasi Cd berada dibawah konsentrasi sublethal adalah agar dalam penelitian uji toksisitas sublethal kerang hijau tidak mengalami jumlah kematian yang signifikan atau jumlah kematian dalam jumlah yang besar pada jarak waktu yang berdekatan karena keracunan logam tersebut[16].

C. Kecepatan filtrasi pada kerang hijau *Perna viridis*

Pengukuran terhadap kecepatan filtrasi ditujukan untuk mengetahui kemampuan hewan uji dalam hal menyerap dan menyaring partikel-partikel yang ada di dalam air, terutama partikel dalam bentuk suspensi. Sehingga, hasil pengamatan secara teoritis menunjukkan terjadinya penurunan karena kepadatan plankton atau konsentrasi bahan-bahan terlarut maupun tersuspensi per unit waktu. Hal ini dapat terjadi dengan asumsi terjadi pemanfaatan (pemakanan) plankton oleh hewan uji, dalam hal ini kerang hijau (*Perna viridis*). Asumsi lain yaitu media tempat perlakuan yang dikondisikan dalam media tercemar dengan penambahan logam berat Cd yang berkonsentrasi bervariasi yaitu 1 ppm dan 2 ppm. Berikut hasil pengukuran kecepatan filtrasi kerang hijau terhadap mikroalga *Chaetoceros* sp. pada media tercemar logam berat Cd selama penelitian yang disajikan dalam Gambar 2.

Gambar 2. menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi logam berat Cd yang terlarut pada media akan meningkatkan kecepatan filtrasi kerang hijau terhadap *Chaetoceros* sp. Kecepatan filtrasi terendah terlihat pada media dengan konsentrasi Cd kontrol (0 ppm) kemudian diikuti pada konsentrasi 1 ppm. Selain itu, jumlah kematian kerang hijau lebih cepat mati pada konsentrasi 2 ppm. Hal ini dimungkinkan karena konsentrasi yang diberikan terlalu tinggi

bagi kerang hijau sehingga mengganggu sistem jaringan yang ada di dalam organ tubuh kerang hijau.

Laju filtrasi yang tinggi dimungkinkan adanya perilaku kerang yang lebih menyukai suatu jenis fitoplankton tertentu sebagai makanannya. Meskipun penyaringan oleh kerang bersifat total, namun tidak semua yang diserap oleh kerang masuk ke dalam lambung. Kerang hijau hanya memakan partikel/butiran yang terbaik dan disukainya untuk kebutuhan energi [19]. Menurut Rubianti (2001), suka atau tidak sukanya kerang terhadap jenis plankton sebagai makanannya berpengaruh terhadap pola dan laju penyerapan kerang dalam suatu perairan. Berdasarkan pernyataan tersebut, memungkinkan jenis pakan yang disukai oleh kerang hijau relatif sesuai sehingga laju filtrasi kerang lebih tinggi pada konsentrasi logam berat yang tinggi agar dapat tetap bertahan hidup.

Selain itu, adanya peningkatan kecepatan filtrasi pada kerang hijau dikarenakan tingkat filtrasi berpengaruh dalam sistem jaringan kerang hijau dalam menyaring partikel, terutama pada sistem jaringan insang. Menurut [21], logam berat akan terakumulasi dalam jaringan insang kerang hijau, yang biasanya akan direspon kerang hijau dengan mengeluarkan lendir yang menyeliputi insang. Lebih lanjut [22] juga menginformasikan bahwa akibat adanya lendir yang menyeliputi insang akan berpengaruh terhadap proses respirasi dan filtrasi. [22] menjelaskan bahwa logam berat seperti Pb, Zn, dan Cu dapat terikat pada jaringan lendir pada insang yang akibatnya akan merusak insang sehingga menyebabkan fungsi insang terganggu termasuk dalam hal filtrasi makanan. Sehingga, apabila kecepatan filtrasi meningkat atau menurun dapat mempengaruhi sistem jaringan insang dalam kerang hijau.

Dalam penelitian ini, kecepatan filtrasi diamati setiap 4 jam sekali dengan menghitung kepadatan sel *Chaetoceros* sp. yang merupakan pakan dari kerang hijau. Waktu pengamatan tersebut merupakan waktu habis pakan kerang hijau pada jumlah konsentrasi pakan tertentu yang ditandai dengan membuka dan menutup cangkang kerang hijau sehingga dapat mempengaruhi tingkat kecepatan filtrasi. Hal ini didukung oleh penelitian lain dengan kerang biru yang menunjukkan adanya pembukaan/penutupan cangkang yang berkorelasi dengan laju filtrasi. Kerang hijau akan dengan cepat membuka kembali ketika terdapat penambahan fitoplankton [23]. [24] menemukan bahwa *scallop* secara terus menerus melakukan filtrasi, dengan cara cangkang dibuka lebih dari 24 jam dan kecepatan filtrasi konstan saat diamati. Menurut pendapat lain mengatakan bahwa penyaringan partikel makanan untuk bivalvia memiliki tingkat penyaringan yang stabil selama waktu yang lama untuk periode yang ditunjukkan dari asidion [25]. Walaupun kerang secara terus menerus menyaring semua partikel, belum menjamin bahwa partikel ini dicerna dengan laju yang konstan karena produksi pseudofeses mungkin berbeda-beda berdasarkan waktu. Jika laju filtrasi tinggi (penyerapan oleh kerang berlangsung efektif) maka kepadatan relatif rendah (mengalami penurunan) dan jika laju filtrasi rendah (penyerapan oleh plankton tidak efektif) maka kepadatan plankton meningkat. Oleh karena itu, diperlukan

Tabel 2. Uji anova kecepatan filtrasi kerang hijau *P. viridis* terhadap *Chaetoceros* sp. pada media tercemar logam Cd

Source	DF	SS	MS	F	P
Konsentrasi	2	1608	804	0.37	0.694
Error	96	210117	2189		
Total	98	211725			

penambahan fitoplankton sebagai pakan kerang hijau agar kerang tetap berlangsung efektif dalam hidupnya.

Namun, menurut hasil uji ANOVA terhadap data kecepatan filtrasi kerang hijau terhadap *Chaetoceros* sp. pada media yang tercemar konsentrasi logam berat Cd menunjukkan nilai perbedaan tidak berpengaruh nyata ($p > 0.05$) yang berarti konsentrasi logam berat Cd pada media tidak memberi pengaruh terhadap filtrasi mikro alga *Chaetoceros* sp. Hal ini dimungkinkan selang konsentrasi tidak begitu jauh yang hanya berselang 1 angka (Tabel 2)

Adapun uji yang mendukung tidak adanya beda nyata antar konsentrasi dalam kecepatan filtrasi kerang hijau adalah nilai *mean* (rata-rata) untuk konsentrasi kontrol (0), 1 ppm dan 2 ppm pada uji tukey berturut-turut yaitu sebesar 21,22; 31,01; dan 27,19 L/jam. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa perbedaan konsentrasi yang digunakan tidak berbeda nyata dengan tidak adanya perbedaan jauh dari nilai rata-rata tersebut. Begitu pula dengan *grouping* sama pada hasil uji tukey yang menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan.

Faktor konsentrasi juga dapat mempengaruhi kecepatan filtrasi dan akumulasi logam berat. Faktor konsentrasi adalah suatu ukuran nilai dari kemampuan biota atau organisme air dalam mengambil bahan pencemar langsung dari lingkungan yang ada disekitarnya. Faktor konsentrasi logam berat pada kerang hijau menunjukkan adanya kecenderungan biota air tersebut mengakumulasi logam berat [26].

D. Hubungan Antara Kecepatan Filtrasi dan Logam Berat Kadmium (Cd)

Hasil penelitian dengan menggunakan uji Anova *one-way* menunjukkan bahwa dengan penambahan logam berat Cd (1 ppm dan 2 ppm) tidak efektif untuk menghambat kecepatan filtrasi kerang hijau *Perna viridis* atau dengan kata lain logam berat memberikan pengaruh yang sama terhadap kemampuan filtrasi kerang hijau yaitu meningkatnya kemampuan kerang hijau dalam memfiltrasi. Pada prinsipnya, penelitian dalam skala laboratorium ini diharapkan laju filtrasi pada kerang hijau mengalami penurunan seiring dengan penambahan logam berat yang semakin tinggi. Karena dengan asumsi partikel dalam air selalu dimanfaatkan oleh organisme kerang, maka konsentrasi partikel akan terus berkurang. Namun, berdasarkan pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa partikel yang merupakan pakan kerang hijau yaitu *Chaetoceros* sp., cenderung berkurang, tetapi laju filtrasi semakin meningkat. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal yaitu adanya bioakumulasi yang dilakukan oleh fitoplankton terhadap media tercemar Cd. *Chaetoceros* sp. dapat mengakumulasi logam berat khususnya Cd dikarenakan *Chaetoceros* sp. yang merupakan salah satu dari fitoplankton yang lebih efisien dalam mengikat ion logam berat

dibandingkan dengan bakteri atau jamur.

Hasil penelitian dengan menggunakan uji Anova *one-way* menunjukkan bahwa dengan penambahan logam berat Cd (1 ppm dan 2 ppm) tidak efektif untuk menghambat kecepatan filtrasi kerang hijau *Perna viridis* atau dengan kata lain logam berat memberikan pengaruh yang sama terhadap kemampuan filtrasi kerang hijau yaitu meningkatnya kemampuan kerang hijau dalam memfiltrasi. Pada prinsipnya, penelitian dalam skala laboratorium ini diharapkan laju filtrasi pada kerang hijau mengalami penurunan seiring dengan penambahan logam berat yang semakin tinggi. Karena dengan asumsi partikel dalam air selalu dimanfaatkan oleh organisme kerang, maka konsentrasi partikel akan terus berkurang. Namun, berdasarkan pengamatan yang dilakukan menunjukkan bahwa partikel yang merupakan pakan kerang hijau yaitu *Chaetoceros* sp., cenderung berkurang, tetapi laju filtrasi semakin meningkat. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh beberapa hal yaitu adanya bioakumulasi yang dilakukan oleh fitoplankton terhadap media tercemar Cd. *Chaetoceros* sp. dapat mengakumulasi logam berat khususnya Cd dikarenakan *Chaetoceros* sp. yang merupakan salah satu dari fitoplankton yang lebih efisien dalam mengikat ion logam berat dibandingkan dengan bakteri atau jamur.

Hal ini dimungkinkan karena proses yang dilakukan dengan fitoplankton berhubungan dengan fotosintesis dan aktivitas metabolik. Dengan begitu, diasumsikan bahwa penyerapan makanan pada kerang hijau akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi logam berat dalam media

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah bahwa semakin tinggi konsentrasi kadmium maka semakin tinggi kecepatan filtrasi dengan nilai kecepatan filtrasi untuk tiap konsentrasi kontrol (0 ppm), 1 ppm, dan 2 ppm berturut-turut sebesar 64,90 L/jam; 105,23 L/jam; dan 299,05 L/jam. Namun, berdasarkan uji Anova menunjukkan $p=0.694$ yang berarti konsentrasi tidak berpengaruh terhadap peningkatan kecepatan filtrasi kerang hijau. Sehingga dapat membuktikan bahwa tidak ada beda nyata dalam kecepatan filtrasi dengan pemberian konsentrasi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Djamali, A. 1984. *Kerang Hijau*. P.T. Penebar Swadaya, Jakarta.
- [2] Affandi, R. 2002. *Fisiologi Hewan Air*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [3] Riani, E., S.H. Sutjahjo, dan I. Mulyawan. 2004. *Penanganan Limbah B3 dengan Sistem Biofilter Kerang Hijau di Teluk Jakarta*. Pemerintah Provinsi DKI Jakarta Kerjasama dengan IPB, Bogor.
- [4] Wardhana, Wisnu Arya. 2001. *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Edisi Revisi Andi Offset, Yogyakarta
- [5] Achmad, Rukaesih. 2004. *Kimia Lingkungan*. ANDI, Yogyakarta.
- [6] Sjahrul, M dan Arifin. 2009. *Bioakumulasi Ion Logam Kadmium oleh Fitoplankton Laut Tetraselmis chuii dan Chaetoceros calcitrus*. Universitas Hassanudin, Makassar
- [7] Wang, X., dan R.C.H. Dei. 2001. *Effect of Major Nutrient Additions on Metal Uptake in Phytoplankton*. Environ Pollut, 111 : 233 – 240
- [8] Baryl A Carrier P. Franck F, Coulomb C, Sahut C, Havaux M. 2001. *Leaf chlorosis in oilseed rape plants (Brassica napus) grown on cadmiumpolluted soil: causes and consequences for photosynthesis and growth*, Planta 212 : 696-709.
- [9] Brown, M.R. 2002. *Nutritional Value of Mikroalga for Aquakultur*, In: Cruz-Suarez, L.E., Ricque-Marie, D., Tapia-Salazar, M., Gaxiola-Cortes, M. G., Simoes, N. (Eds.). *Avances en Nutricion Acuicola VI. Memorias del VI Simposium Internacional de Nutricion Acuicola. 3 al 5 de Septiembre del 2002*. Cancun, Quintana Roo, Mexico.
- [10] Setyubudiandi, I. 2004. *Beberapa Aspek Biologi Reproduksi Kerang Hijau Perna viridis L, 1758 pada Kondisi Perairan yang Berbeda*. Disertasi. Sekolah Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- [11] Sudaryanto, A., M. Muchtar, H. Razak, dan S. Tanabe. 2005. *Kontaminasi Organoklorin Persisten dalam Kerang Hijau (Perna viridis) di Perairan Indonesia*. Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. No. 37: 2-3.
- [12] Tim Ekotoksikologi. 2002. *Petunjuk Pratikum Ekotoksikologi*. Manajemen Sumberdaya Perairan Jurusan Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Diponegoro, Semarang.
- [13] Hindarti, D., Z. Arifin, R. Puspitasari, dan E. Rochyatun. 2008. *Sediment Contaminant and Toxicity in Kelabat Bay, Bangka Belitung Province*. Marine Research Indonesia. 33 (2): 203-211.
- [14] Djarijah A.S, 1995. *Pakan Ikan Alami*. Kanisius, Yogyakarta.
- [15] Hadioetomo R.S. 1993. *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek, Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- [16] Suryono, Chrisna Adhi. 2006. *Kecepatan Filtrasi Kerang Hijau Perna viridis terhadap Skeletonema sp pada Media Tercemar Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu)*. Ilmu Kelautan. Volume 11 (3) : 153 – 157.
- [17] Petersen, J. K., S. Bourier, A.C. Smaal, P. Garen, S. Robert, J. E. N. Larsen, dan E. Brummelhuis. 2004. *Intercalibration of Mussel Mytilus edulis Clearance Rate Measurements*. Mar. Ecol. Prog. Ser. 267 : 187-194.
- [18] Vijayavel, K., Gopalakrishnan, S., Balasubramanian, M.P., 2007. *Sublethal Effect Of Silver And Chromium In The Green Mussel Perna Viridis With Reference To Alterations In Oxygen Uptake, Filtration Rate and Membrane Bound Apase System As Biomarkers*. Chemosphere 69, 979-986.
- [19] Morton, Maurice. 1987. *Rubber Technology*. Third Edition, New York : Van Nostrand Reinhold.
- [20] Sorensen, E.M. 1991. *Metal Poisoning in Fish*, CRC Press, New York, 95 – 1009 pp
- [21] Wardoyo, 1981. *Kriteria Kualitas Air untuk Keperluan Pertanian dan Perikanan. Pusat Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan*. IPB, Bogor.
- [22] Riisgard, H.U., Kittner, C., Seerup, D.F., 2003. *Regulation Of Opening State And Filtration Rate In Filter-Feeding Bivalves (Cardium Edule, Mytilus Edulis, Mya arenaria) In Response To Low Algal Concentration*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 284, 105-127.
- [23] Palmer, R.E., 1980. *Behavioral And Rhythmic Aspects Of Filtration In The Bay Scallop, Argopecten Irradians Concentricus (Say), And The Oyster, Crassostrea Virginica (Gmelin)*. J. Exp. Mar. Biol. Ecol. 45, 273-295.
- [24] Fiala-Medioni, A., 1978. *Filter-Feeding Ethology of Benthic Invertebrates (Ascidians). Iv. Pumping Rate, Filtration Rate, Filtration Efficiency*. Mar. Biol. 48, 243-249.
- [25] Apriadi, D. 2005. *Kandungan Logam Berat Hg, Pb, dan Cr pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (Perna viridis L.) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.