

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Logam berat adalah istilah yang digunakan secara umum untuk kelompok logam berat dan metaloid yang densitasnya lebih besar dari 5 g/cm³ (Hutagalung *et al.*, 1997). Perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan dan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Sebagai contoh bila unsur logam besi (Fe) masuk ke dalam tubuh meskipun dalam jumlah agak berlebihan, biasanya tidaklah menimbulkan pengaruh yang buruk terhadap tubuh. Unsur besi (Fe) dibutuhkan dalam darah untuk mengikat oksigen, sedangkan tembaga (Cu) bila masuk ke dalam tubuh dalam jumlah berlebih akan menimbulkan pengaruh-pengaruh buruk terhadap fungsi fisiologis tubuh. Logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup, sehingga dapat dikatakan bahwa semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup, sebagai contoh logam air raksa (Hg), kadmium (Cd), timah hitam (Pb) dan krom (Cr) (Palar, 1994). Dalam perairan, logam berat dapat ditemukan dalam bentuk terlarut dan tidak terlarut. Logam berat terlarut adalah logam yang membentuk kompleks dengan senyawa organik dan anorganik, sedangkan logam berat yang tidak terlarut merupakan partikel-partikel yang berbentuk koloid dan senyawa kelompok metal yang teradsorpsi pada partikel-partikel yang tersuspensi (Razak, 1980).

Timbel (Pb) merupakan salah satu logam berat dengan kandungan yang telah melebihi ambang batas di beberapa perairan di Indonesia. Pb merupakan logam yang dapat terakumulasi dalam jaringan organisme. Kandungannya dalam jaringan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam air dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar Pb. Hal ini

disebabkan karena organisme air tidak mampu meregulasi logam berat Pb yang masuk kedalam tubuh organisme.

Menurut Wibowo (2004), pemantauan suatu sistem perairan tidak cukup dengan mengukur secara fisika-kimia airnya saja, tetapi harus melibatkan juga biota yang hidup di perairan tersebut. Pada perairan, fitoplankton merupakan bagian awal rantai makanan bagi organisme perairan yang lebih tinggi. Oleh karena itu suatu zat yang terakumulasi dalam fitoplankton akan terakumulasi juga pada organisme perairan yang lebih tinggi.

Fitoplankton, seperti halnya organisme lain memiliki mekanisme perlindungan untuk mempertahankan kehidupannya. Menurut Connel Des W (1990), mekanisme perlindungan ini melibatkan pembentukan kompleks-kompleks logam dengan protein dalam sel, sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu aktivitasnya. Pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel, karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam.

Organisme lain yang digunakan sebagai indikator kuantitatif pencemaran logam berat di perairan dalam penelitian ini berasal dari famili Unionidae. Menurut Helfrich(1995)dalam Erlania *et al.*, (2007), menyatakan bahwa famili Unionidae atau kerang-kerangan bermanfaat secara ekologi karena mampu menjernihkan air, berkat efisiensinya menjaring partikel tersuspensi atau partikel organik dan plankton sebagai makanannya. Kerang bersifat *filter feeder* karena hidupnya yang berada di dasar perairan tergenang atau mengalir sehingga membuatnya menjadi biofilter perairan yang efektif.

Salah satu contoh famili Unionidae adalah bivalvia jenis *Anodonta woodiana* sering dikenal juga dengan sebutan kerang air tawar atau Kijing Taiwan. Hewan ini berbentuk simetris bilateral yang terdiri dari dua cangkang. Hewan ini tergolong *filter feeder* yaitu jenis hewan yang mendapatkan makanan dengan

jalan menyaring air yang masuk ke dalam tubuhnya. Volume air yang dapat disaring oleh kerang ini adalah 2,5 liter per individu dewasa per jam. Cangkang kerang air tawar ini juga dapat digunakan sebagai inti mutiara dalam pembudidayaan kerang mutiara (Dharma, 1992).

Kijing dalam beberapa literatur disebut sebagai hewan *filter feeder* bahan organik perairan baik bentuk koloid, tersuspensi maupun partikel sehingga kijing dipilih untuk diaplikasikan sebagai biofilter bahan pencemar perairan. Menurut McIvor (2004), ukuran partikel yang dapat dijerat oleh insang bervariasi, sesuai dengan spesiesnya sebagai contoh *Anodonta anatina* dan *U. pictorum* yang dapat mencerna lebih dari 90 % partikel dengan diameter lebih besar dari 4 μm , dan studi terbaru kerang Amerika Utara telah diduga bahwa beberapa spesies dapat mencerna partikel kurang dari 1 μm . Menurut Garono (2004), Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) adalah hewan *filter feeder* yang dalam sehari mampu menyaring air sebanyak 40 liter. Hewan tersebut mampu menyaring partikel berukuran 0,1 – 50 μm dan dapat mengekstrak bahan koloid, partikel dan tersuspensi, serta mampu menurunkan kandungan bahan atau limbah organik rata-rata mencapai 99,5%.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya maka dapat dirumuskan permasalahan yaitu bagaimana pola hubungan kandungan logam berat timbel (Pb) pada perairan, fitoplankton dan sedimendengan kandungan logam berat timbel (Pb) pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) yang berada pada lingkungan perairan Unit Pengelolaan Budidaya Air Tawar (UPBAT) Kecamatan Punten, Kota Batu dan UPR Sumber Mina Lestari, Kecamatan Dau, Kota Malang?

1.3 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini untuk mengaplikasikan teori yang telah diterima selama perkuliahan dengan kenyataan di lapang khususnya tentang kandungan logam berat timbel (Pb) pada perairan, fitoplankton dan sedimen serta kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) yang berada pada lingkungan perairan.

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui bagaimana polahubungan kandungan logam berat timbel (Pb) pada perairan, fitoplankton dan sedimen dengan kandungan logam berat timbel (Pb) pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) yang berada pada lingkungan perairan agar dapat diketahui tingkat pencemaran lingkungan perairan oleh logam berat Timbel (Pb)

1.4 Kegunaan

a. Mahasiswa

Mempelajari, mengetahui, dan menambah pengetahuan ataupun wawasan tentang ekosistem kolam secara langsung khususnya tentang pola hubungan kandungan logam berat Timbel (Pb) pada perairan, sedimen dan fitoplankton dengan kandungan logam berat timbel (Pb) pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di lingkungan perairan Unit Pengelolaan Budidaya Air Tawar (UPBAT) Kecamatan Punten dan UPR Sumber Mina Lestari, Kecamatan Dau.

b. Progam Studi Manajemen Sumberdaya Perairan

Memberikan informasi keilmuan mengenai pola hubungan kandungan logam berat Timbel (Pb) pada perairan, sedimen dan fitoplankton dengan kandungan logam berat timbel (Pb) pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di lingkungan perairan sehingga dapat digunakan untuk pengelolaan sumberdaya perairan dengan tujuan dapat menjadi dasar untuk penelitian lebih lanjut. Dengan penelitian ini, memberikan data-data yang dapat dijadikan arsip.

c. Pemerintah

Memberikan informasi dan rujukan dalam menentukan kebijakan bagi pengelolaan sumberdaya perairan secara terpadu dan bijaksana agar dapat dilakukan penelitian lebih lanjut.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Unit Pengelolaan Budidaya Air Tawar (UPBAT) Punten, Kecamatan Punten, Kota Batu dan UPR Sumber Mina Lestari, Kecamatan Dau, Kota Malang selama Bulan Februari 2012. Analisis kandungan logam berat timbel (Pb) dilakukandi Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, sedangkan analisis kualitas air dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

2.1.1 Definisi logam berat

Logam berat masih termasuk golongan logam dengan kriteria yang sama dengan logam yang lain. Perbedaan terletak pada pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini masuk atau diberikan ke dalam tubuh organisme hidup. Logam berat dapat meracuni makhluk hidup, sebagai contoh yaitu air raksa (Hg), kadmium (Cd), timbel (Pb), dan krom (Cr) (Langmore, 1988 dalam Sudarwin, 2008).

Menurut Connell dan Gregory (2006), terdapat beberapa jenis unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai jenis logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, dimana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan lain sebagainya. Sedangkan jenis kedua adalah logam berat non esensial atau beracun, dimana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain.

2.1.2 Pencemaran logam berat di perairan

Secara alamiah logam berat dapat masuk ke perairan melalui berbagai cara. Sebagian besar logam berat masuk ke dalam perairan umumnya berasal dari aktivitas manusia di daratan diantaranya adalah berasal dari limbah industri yang kemudian masuk ke laut lewat sungai, selain itu dapat pula berasal dari atmosfer

yang jatuh ke laut, serta dapat pula berasal dari aktivitas gunung merapi (Hartati *et al.*, 1993 dalam Nugraha, 2009).

Menurut Papafilippakiet *al.*, (2008), semua logam berat yang terdapat didalam air berada dalam bentuk koloid, partikulat, dan terlarut. Sungai adalah aliran utama dari transpor logam berat yang akan menjadi polutan utama dalam sebuah sistem sungai. Perilaku logam berat didalam air merupakan sebuah fungsi dari komposisi substrat sedimen, komposisi suspensi sedimen, dan sifat kimia air. Selama transpor, logam berat mengalami banyak perubahan spesifikasi dalam kaitannya dengan proses penguraian, presipitasi, penyerapan dan gejala yang kompleks yang mempengaruhi perilaku dan ketersediaan organisme. Logam berat mudah dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti aliran permukaan, air tanah, penguraian dari sedimen, pengendapan polutan dari atmosfer dan anthropogenic. Karenanya, logam berat menjadi indikator untuk monitoring perubahan lingkungan perairan.

Menurut Saputra (2009), didalam ekosistem perairan pada umumnya logam berat berikatan dalam senyawa kimia atau dalam bentuk logam ion, bergantung pada kompartement tempat logam berat tersebut berada. Tingkat kandungan logam berat pada setiap kompartemen sangat bervariasi, bergantung pada lokasi, jenis kompartemen dan tingkat pencemarannya. Kompartemen sedimen menempati urutan pertama sebagai tempat akumulasi logam berat yang paling tinggi. Sifat atau tingkah laku logam dalam lingkungan perairan sangat bergantung dari karakteristik logam yang bersangkutan atau lazim disebut spesiasi logam. Spesiasi suatu logam akan mempengaruhi hadirnya logam tersebut jaringan biologik (bioavailability) dan toksisitasnya terhadap biota tersebut dalam air sangat berbeda-beda tergantung jenis air dan sifat kimia-fisika logam berat itu sendiri.

2.2 Timbel (Pb)

2.2.1 Definisi timbel

Timbel atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan plumbum dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Penyebaran logam timbel di bumi sangat sedikit, jumlah timbel yang terdapat di seluruh lapisan bumi hanyalah 0,0002% dari jumlah seluruh kerak bumi, jumlah tersebut sangat sedikit jika dibandingkan dengan kandungan logam berat lainnya yang ada di bumi (Palar, 1994). Menurut aturan penulisan ilmiah, timbel disimbolkan dengan "Pb" yang merupakan logam lunak berwarna kebiruan atau kelabu keperakan, lazim terdapat pada kandungan endapan sulfid yang bercampur dengan mineral lainnya terutama seng dan tembaga (Sunu, 2001). Timbel (Pb) merupakan salah satu logam berat beracun bagi organisme, meskipun dalam konsentrasi yang rendah. Sedangkan bagi kehidupan organisme, logam ini tidak bermanfaat bahkan sangat berbahaya karena dapat terakumulasi dalam tulang belakang manusia (Fardiaz, 1992). Selain itu Suhendrayatna (2001) dalam Irmanika (2007), Pb secara praktis dapat dideteksi pada seluruh benda mati di lingkungan dan pada seluruh sistem biologis.

Timbel merupakan salah satu logam berat non esensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup. Racun ini bersifat kumulatif, artinya sifat racunnya akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup. Timbel terdapat dalam air karena adanya kontak antara air dengan tanah atau udara tercemar timbel, air yang tercemar oleh limbah industri atau akibat korosi pipa (Ulfin, 1995). Menurut Palar (1994) dalam Yulinda (2010), Pb banyak dipergunakan dalam pembuatan baterai, aki, bahan peledak, pestisida, cat karat dan pelapisan logam serta terdapat juga pada pipa untuk aliran air minum yang merupakan "alloy" di logam timbel. Penggunaan Pb dalam skala yang besar dapat

mengakibatkan polusi baik di daratan maupun perairan. Pb yang masuk dalam perairan dalam bentuk limbah akan mengalami pengendapan yang dikenal dengan istilah sedimen.

Menurut Alaerts dan Santika (1987), timbel (Pb) merupakan salah satu logam berat dengan kandungan yang telah melebihi ambang batas di beberapa perairan di Indonesia. Pb merupakan logam yang dapat terakumulasi dalam jaringan organisme. Kandungannya dalam jaringan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam air dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar.

2.2.2 Sifat-sifat timbel

Menurut Fardiaz (1992), timbel banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya, yaitu sebagai berikut :

- a. Titik cairnya rendah sehingga jika akan digunakan dalam bentuk cair maka hanya membutuhkan teknik yang sederhana dan murah.
- b. Timbel merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah ke berbagai bentuk.
- c. Sifat kimia menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai lapisan pelindung jika kontak dengan udara lembab.
- d. Timbel dapat membentuk ikatan (*alloy*) dengan logam lainnya dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda dengan timbel yang murni.
- e. Densitas timbel lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya, kecuali bila dibanding dengan emas dan merkuri.

Sifat-sifat dan kegunaan timbel menurut Purnomo dan Muchyiddin (2007), adalah:

- a. Mempunyai titik lebur yang rendah sehingga mudah digunakan dan murah biaya operasionalnya.
- b. Mudah dibentuk karena lunak.

- c. Mempunyai sifat kimia yang aktif sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan.
- d. Bila dicampur dengan logam lain membentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya.
- e. Kepadatan melebihi logam lainnya.

Menurut Darmono (1995), Pb mempunyai sifat bertitik lebur rendah, mudah dibentuk, mempunyai sifat kimia yang aktif, sehingga dapat digunakan untuk melapisi logam untuk mencegah perkaratan. Bila dicampur dengan logam lain, membentuk logam campuran yang lebih bagus daripada logam murninya, mempunyai kepadatan melebihi logam lain.

2.2.3 Sumber timbel

Menurut Sudarmadji *et al.*, (2006), kadar Pb yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus Pb yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat didalam batu pasir (sand stone) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg.

Pb merupakan salah satu logam berat yang digolongkan pada zat pencemar beracun tingkat menengah karena menyebabkan keracunan kronis pada manusia. Tanah yang diolah secara anorganik menggunakan pestisida dapat mengandung komponen Pb arsenat yang bersifat stabil. Konsentrasi Pb didalam tanah rata-rata adalah 16 ppm, tetapi pada daerah-daerah tertentu dapat mencapai beberapa ribu ppm. Konsentrasi Pb di udara lebih rendah dibandingkan dengan di tanah karena nilai tekanan uapnya rendah. Pencemaran Pb terbesar berasal dari hasil pembakaran bensin yang menghasilkan komponen-komponen Pb terutama $PbBrCl_2$ dan $PbBrCl_2PbO$. Pencemaran Pb di air dapat berasal dari komponen-komponen Pb di udara yang terlarut ataupun tidak larut didalam air seperti $PbCO_3$. Penggunaan lain Pb adalah untuk produk-produk logam seperti amunisi, pipa, pelapis kabel, pewarna dan lain-lain. Pb juga

digunakan sebagai bahan pelapis keramik (glaze) dan juga produk-produk pestisida (Siswanto, 2009).

2.2.4 Bentuk-bentuk timbel di perairan

Bentuk Pb paling umum dijumpai pada perairan tawar adalah timbel karbonat dan kompleks timbel organik. Logam Pb bebas dalam bentuk ion jumlahnya sedikit. Penurunan pH air menyebabkan daya racun logam berat semakin besar, kesadahan tinggi dapat mengurangi toksisitas logam berat karena akan membentuk senyawa kompleks yang mengendap pada dasar perairan (Bryan, 1976). Menurut Scott (1996), timbel dapat membentuk senyawa timbel (II) dan timbel (IV), dimana kebanyakan senyawa timbel merupakan racun kumulatif. Adapaun senyawa-senyawa timbel tersebut yaitu :

- a. Timbel (II) nitrat ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) yang merupakan satu-satunya senyawa timbel lazim yang larut.
- b. Timbel (II) oksida (PbO) yaitu timbel monoksida yang merupakan oksida berwarna kuning, digunakan untuk membuat kaca dan email.
- c. Timbel (IV) oksida (PbO_2) yaitu oksida yang terbentuk dalam akumulator timbel asam.

Tetraetil timbel ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_5)_4$) yang merupakan bahan anti ketuk yang ditambahkan pada bensin agar mesin mobil berjalan halus. Timbel dalam sistem perairan biasanya dalam bentuk kompleks dalam gugus organik membentuk larutan koloida atau dalam bentuk ion Pb^{++} dan PbCl^+ (Supriharyono, 2002). Semua bentuk Pb berpengaruh terhadap aktivitas manusia. Walaupun pengaruh toksisitas akut agak jarang dijumpai tetapi pengaruh toksisitas kronis paling sering ditemukan. Timbel di dalam tubuh terutama terikat dalam gugus-SH dalam molekul protein dan hal ini menyebabkan hambatan pada aktivitas kerja enzim. Timbel mengganggu sistem sintesis hemoglobin (Darmono, 2001). Racun Pb biasanya menyerang pada 3 sistem organ tubuh yaitu *hematologis*,

neurologis, dan *renal* (ginjal), disamping itu racun Pb dapat juga menimbulkan anemia (Epa, 1976 dalam Supriharyono, 2002).

2.2.5 Pengaruh timbel di perairan

Salah satu logam berat yang beracun dan berbahaya menurut Palar (1994), yang banyak ditemukan sebagai pencemar dan cenderung mengganggu kelangsungan hidup organisme perairan yang ada adalah logam timbel (Pb). Adanya persenyawaan timbel yang masuk kedalam ekosistem menjadi sumber pencemaran dan dapat berpengaruh terhadap biota perairan. Organisme perairan yang mengalami keracunan logam berat akan mengalami gangguan pada proses pernafasan dan metabolisme tubuhnya, hal ini terjadi karena bereaksinya logam berat dengan fraksi dari lendir insang sehingga insang diselimuti oleh gumpalan lendir dari logam berat yang mengakibatkan proses pernafasan dan metabolisme tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Salah satu jaringan tubuh organisme yang cepat terakumulasi logam berat adalah jaringan insang, akibatnya organisme perairan akan mati lemas karena terganggunya proses pertukaran ion-ion dan gas-gas melalui insang.

2.3 Fitoplankton

2.3.1 Pengaruh logam berat timbel (Pb) pada fitoplankton

Logam berat dalam air mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan sampai ke organisme lainnya. Kadar logam berat dalam air selalu berubah-ubah tergantung pada saat pembuangan limbah, tingkat kesempurnaan pengelolaan limbah. Logam berat yang terikat dalam sedimen relatif sukar untuk lepas kembali melarut dalam air, sehingga semakin banyak jumlah sedimen maka semakin besar kandungan logam berat didalamnya (Fardiaz, 1992).

Logam berat timbel (Pb) merupakan salah satu bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika dalam jumlah yang besar dan dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan baik aspek ekologis maupun aspek biologis (Dahuri *et al.*, 1996). Akan tetapi, logam berat dapat terakumulasi didalam tubuh organisme jika terjadi absorpsi terus menerus. Dalam jumlah berlebih logam berat dapat bersifat racun terutama bagi organisme perairan (Edward dan Pulumahury, 1989 dalam Rahman, 2005).

2.3.2 Mekanisme penyerapan logam berat timbel (Pb) pada fitoplankton

Menurut Putra (2009), sebagian besar mekanisme pembersihan logam berat oleh mikroorganisme adalah proses pertukaran ion yang mirip pertukaran ion pada resin. Mekanisme ini dapat dibagi atas 3 cara yakni berdasarkan metabolisme sel (dibagi atas proses yang bergantung pada metabolisme dan proses yang tidak bergantung pada metabolisme sel), sedangkan jika berdasarkan posisi logam berat (dibagi atas akumulasi ekstraseluler (presipitasi), akumulasi intraseluler dan penyerapan oleh permukaan sel) dan untuk mekanisme yang terakhir adalah berdasarkan cara pengambilan (absorpsi) logam berat.

Proses penyerapan logam berat oleh fitoplankton menurut Suhendrayatna (2001), melalui dua mekanisme yaitu aktif uptake dan pasif uptake, pasif uptake dikenal dengan istilah proses biosorpsi. Proses ini terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dengan dua cara yang berbeda, pertama pertukaran ion dimana ion monovalent dan divalent seperti Na, Mg, dan Ca pada dinding sel digantikan oleh ion-ion logam berat dan kedua adalah formasi kompleks antara ion-ion logam berat dengan *functional group* seperti karbonil, amino, thiol, hidroksi, fosfat dan hidroksil-karboksil yang berada pada dinding sel. Proses biosorpsi ini bersifat bolak-balik dan cepat. Proses bolak-balik ikatan ion logam berat di permukaan sel ini dapat terjadi pada sel mati dan sel hidup dari suatu

biomass. Proses biosorpsi dapat lebih efektif dengan kehadiran pH tertentu dan kehadiran ion-ion lainnya di media dimana logam berat dapat terendapkan sebagai garam yang tidak terlarut. Berikut adalah salah satu contoh dari proses penyerapan logam berat secara pasif uptake pada logam berat Cr.



Gambar 1. Grafik data proses pasifive uptake Cr pada permukaan membran sel Cossich *et al.*, (2002)

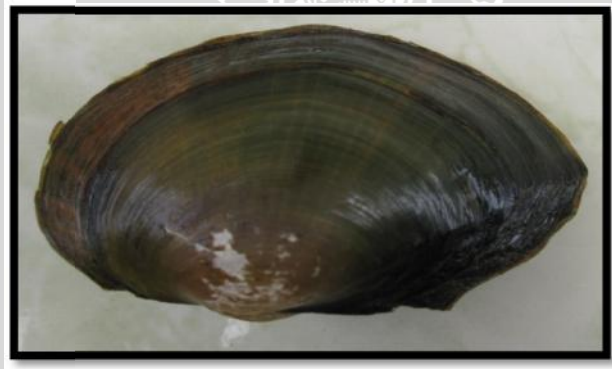
Aktif uptake dapat terjadi pada berbagai tipe sel hidup. Mekanisme ini secara simultan terjadi sejalan dengan konsumsi ion logam untuk pertumbuhan mikroorganisme atau akumulasi intraseluler ion logam tersebut. Logam berat dapat juga diendapkan pada proses metabolisme dan ekskresi pada tingkat kedua. Proses ini tergantung dari metabolisme yang terkandung dan sensitifitasnya terhadap parameter-parameter yang berbeda seperti pH, suhu, kekuatan ikatan metabolisme, cahaya dan lain-lain. Disamping itu proses ini dapat dihambat oleh suhu yang rendah, tidak tersedianya sumber metabolisme dan penghambat-penghambat metabolisme sel. Disisi lain, biosorpsi logam berat dengan sel hidup ini terbatas dikarenakan oleh akumulasi ion yang menyebabkan racun terhadap mikroorganisme. Hal ini biasanya dapat menghalangi pertumbuhan mikroorganisme disaat keracunan terhadap ion logam tercapai (Suhendrayatna, 2009).

2.4 Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*)

2.4.1 Klasifikasi dan morfologi

Menurut Zipcodezoo (2010), klasifikasi Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) adalah sebagai berikut:

Phylum	: Mollusca
Class	: Bivalvia
Subclass	: Metabranchia
Order	: Unionida
Superfamily	: Unionacea
Family	: Unionidae
Genus	: <i>Anodonta</i>
Species	: <i>Anodonta woodiana</i>



Gambar 2. Struktur luar kijing taiwan

Kijing Taiwan salah satu jenis bivalvia yang bisa hidup di air tawar, dasar laut, danau, kolam atau sungai yang lainnya banyak mengandung zat kapur. Zat kapur ini digunakan untuk membuat cangkangnya. Hewan ini memiliki dua kutub (bi = dua, valve = kutub) yang dihubungkan oleh semacam engsel, sehingga disebut Bivalvia. Kelas ini mempunyai dua cangkang yang dapat membuka dan menutup dengan menggunakan otot aduktor dalam tubuhnya. Cangkang ini berfungsi untuk melindungi tubuh. Cangkang di bagian dorsal tebal dan di bagian ventral tipis. Kepalanya tidak nampak dan kakinya berotot (Andika, 2010).

Menurut Hafiz (2009), pertumbuhan kijing dapat dilihat dari garis-garis di sekeliling umbo yang merupakan garis pertumbuhan tahunan. Umbo merupakan titik awal pertumbuhan cangkang, sedangkan garis pertumbuhan berikutnya menggambarkan jarak/interval dari fase terjadinya pertumbuhan dengan fase tidak terjadinya pertumbuhan. Menurut Untari (2001), cangkang kijing terdiri atas tiga lapis, dari luar ke dalam yaitu (1) lapis periostrakum, berfungsi melindungi lapis di bawahnya dari pelarutan oleh asam karbonat dalam air, (2) lapis prismatic terdiri atas kristal kalsium karbonat dan (3) lapis mutiara, berupa lapis-lapis kalsium karbonat yang bersifat mengikat atau dapat memantulkan cahaya. Di bagian dorsal terdapat otot aduktor dan posterior, yang berfungsi untuk membuka dan menutup cangkang. Pembukaan dan penutupan cangkang dipengaruhi oleh keadaan lingkungan. Cangkang sering membuka apabila di lingkungan sekitarnya tidak terdapat polutan atau zat pencemar yang bisa membahayakan dirinya.

2.4.2 Ekologi dan biologi

Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) merupakan jenis moluska air tawar yang bukan berasal dari Indonesia, tetapi saat ini sudah banyak tersebar di perairan Indonesia. *Anodonta* di alam hidup di kolam, selokan, danau atau di sungai. Kijing ini paling senang hidup di dasar perairan yang berlumpur, sedikit pasir dan tidak terlalu dalam (Untari, 2001). *Anodonta* dapat hidup pada kisaran suhu antara 11°C - 29°C, kisaran pH antara 4,8 – 9,8 (Stroter dan Usinger (1961) dalam Wilda (1999). Menurut Thana (1976) dalam Wilda (1999), pada kisaran oksigen terlarut 3,8 – 12,5 ppm dan pH 6,0 – 7,6 Kijing Taiwan dapat tumbuh cepat dan berkembang biak dengan baik. Menurut Sulistiawan (2007) dalam Hafiz (2009), umumnya kijing dapat mengatur tingkat metabolisme oksigen dengan baik sehingga masih dapat hidup pada keadaan di mana kadar oksigen dalam air sangat sedikit.

Kebanyakan bivalvia sesil, mereka menggunakan kaki besarnya untuk masuk ke dalam substrat atau ke tempat yang menguntungkan. Dengan membenamkan diri dalam substrat bivalvia mampu mempertahankan posisi dalam lingkungan yang alirannya tinggi seperti sungai. Bivalvia mungkin hidup dalam waktu yang sangat lama, contohnya kerang mutiara air tawar, margaritifera yang dapat hidup lebih dari 100 tahun (McIvor, 2004). Menurut Wijarni (1990), kelas bivalve lingkungan hidupnya dasar yang berlumpur atau berpasir, dengan cara meliang (burrower), ada yang menempel (berpegang) pada batu atau substrat yang keras dan ada yang ngebor (boring).

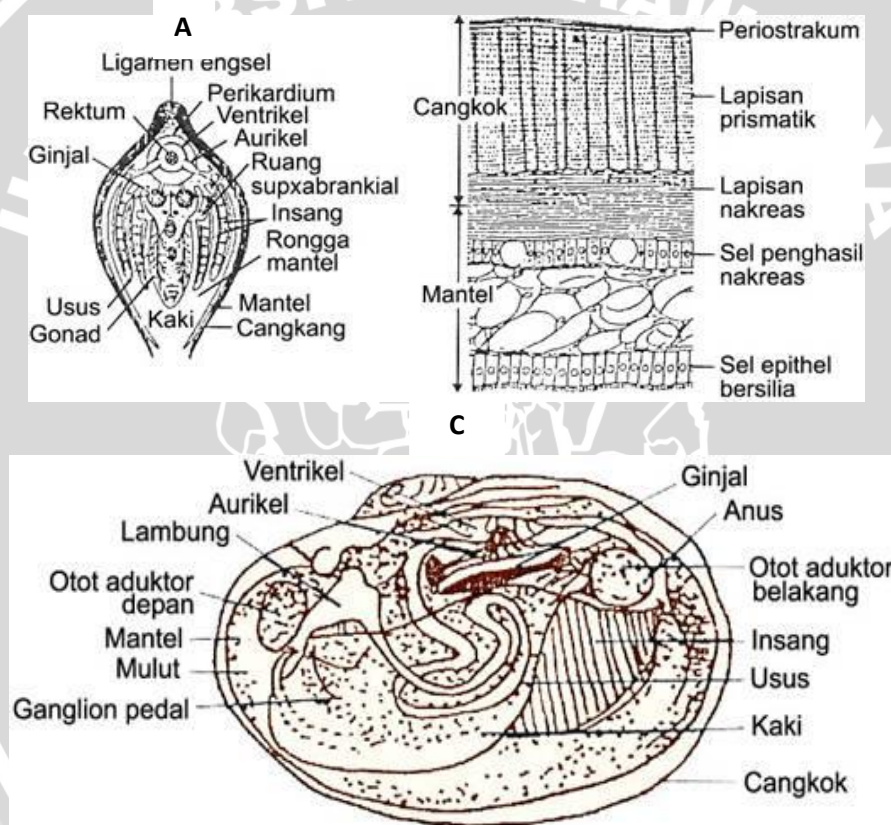
Menurut Suwignyo *et al.*, (1981) dalam Wilda (1999), di Taiwan spesies kijing ini hanya mampu memijah pada musim panas sedangkan di Indonesia kijing dapat memijah setiap saat sepanjang tahun. Menurut Dani (2004), cara pemijahan atau pembuahan kerang terjadi di dalam air, yaitu sperma keluar ke air dan masuk ke inhalant sifon betina. Lebih lanjut dikatakan oleh Purnama (2009), betina akan mengeluarkan telur ke lapisan insang, jantan akan berada di dekatnya dan akan melepaskan spermake dalam insang betina. Telur yang sudah dibuahi atau berupa larva (glochidia) akan disemprotkan ke luar dan mengendap di dasar kolam atau menempel pada benda mati sambil menunggu ikan sebagai inangnya. Jika dalam waktu dua hari tak menemukan inang, larva akan mati. Dengan duri larva (glochidia) menempel pada ikan. Kemudian diselimuti oleh jaringan tubuh ikan, disebut cyste. Cyste mengisap makanan dari inang. Lama penempelan tergantung pada air dan jenis ikan. Dalam aquarium pada suhu 24-26 C° ikan mas 7 - 8 hari, mujair 6 hari, tawes 5 hari dan ikan seribu 9 - 10 hari. Kerang muda akan keluar dari sista, jatuh ke substrat dan tumbuh menjadi kerang dewasa. Saat memijah seekor kijing betina dapat menghasilkan larva 300.000 - 458.000 ekor.

2.4.3 Anatomi

Anatomi kijing terdiri atas tiga bagian utama yaitu mantel, insang dan organ dalam. Mantel besar menggantung diseluruh badan dan membentuk lembaran yang luas dari jaringan yang berada di bawah cangkang. Seluruh permukaan mantel mensekresikan zat kapur. Selain itu juga sifon pada lapisan mantel yang berfungsi sebagai jalan keluar masuk air yang terdiri atas sifon *inhalant* dan *exhalant*. Kijing ini mempunyai sepasang insang yang besar, terletak pada kedua sisi badan, membentuk lamella yang besar dan hampir menutupi badan. Terdapat pembuluh darah yang berhubungan dengan jantung bagian dorsal yang mengirim darah dari insang menuju organ dalam, mantel, kaki dan bagian belakang. Insang pada kijing ini digunakan untuk bernafas, tempat untuk mengerami telur-telurnya, dan menyaring makanan yang larut di dalam air. Organ dalam pada kijing air tawar terdiri atas organ-organ vital seperti perut, usus, kelenjar pencernaan (liver, pankreas, dan lain-lain), gonad dan kaki. Kaki merupakan otot terbesar yang ada dalam tubuh kijing yang digunakan untuk bergerak dan menggali (Sulistiawan, 2007 dalam Ridiah, 2010). Menurut Purnama (2009), pergerakan kaki terjadi akibat adanya tekanan syaraf melalui darah. Bila terjadi tekanan maka kaki akan memanjang. Perpanjangan kaki bisa mencapai tiga kali lipat dari keadaan normal. Saat itulah, kakinya berfungsi dan menyebabkan cangkang terbuka dengan sendirinya. Pada bagian kaki, ada organ lain yang bentuknya seperti rambut atau serat yang berwarna hitam. Organ itu dinamakan bisus. Bisus digunakan oleh kerang air tawar sebagai alat untuk menempelkan tubuhnya pada tempat yang disukai. Penempelan terjadi setelah kerang berjalan ke satu tempat. Selain untuk berjalan, kaki juga digunakan sebagai alat pembersih kotoran pada mantel dan insang.

Menurut Purnama (2009), bila dipecah pada cangkang kerang air tawar akan terlihat tiga buah lapisan. Lapisan pertama disebut periostracum layer. Lapisan

kedua disebut prismatic layer. Sedangkan lapisan ketiga disebut nacreous layer. Setiap lapisan dapat dibedakan dari struktur dan warnanya. Periostracum layer adalah lapisan paling luar. Lapisan ini sangat kasar seperti tanduk. Periostracum layer tersusun dari bahan organik. Prismatic layer adalah lapisan tengah. Lapisan ini lebih halus dibanding periostracum layer. Prismatic layer tersusun dari kristal-kristal prisma hexagonal calcite. Sedangkan nacreous layer adalah lapisan dalam. Lapisan ini tersusun dari calcium carbonat dalam bentuk kristal aragonit. Anatomi dari Kijing Taiwan disajikan pada Gambar 2.



Gambar 3.(A) Penampang melintang tubuh *Pelecypoda*; (B) Penampang melintang cangkok danmantel; (C) Struktur dalam Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) (Andika, 2010)

2.4.4 Makanan dan mekanisme penyerapan logam berat timbel (Pb) pada kijing taiwan (*Anodonta woodiana*)

Menurut Galtsoff (1964), makanannya adalah apa saja yang dapat ditangkap. Jika fitoplankton hanya tersedia sedikit maka akan memakan detritus.

Dalam waktu tiga jam molusca dapat mengambil 200 juta makanan. Umumnya fitoplankton yang melimpah di air juga akan terdapat dalam perut molusca. Menurut penelitian Lesmana (2010), mengenai isi lambung pada kijing yang dilakukan di UPBAT Punten, pada 3 stasiun yang berbeda didapatkan hasil bahwa hampir setiap lambung kerang mengandung bahan organik (detritus) dan beberapa jenis plankton. Plankton yang ditemukan di dalam lambung kerang ini yaitu phylum Chlorophyta, Cyanophyta dan Chrysophyta. Hasil analisis isi lambung tiram yang dilakukan Irianto *et al.*, (1994) dan Parenrengi *et al.*, (1998), pada tiram yang hidup dalam beberapa kedalaman sampai dengan kedalaman 10 m, serta antara siang dan malam ternyata tidak memperlihatkan variasi yang besar terhadap kandungan fitoplankton. Hal ini menunjukkan bahwa tiram melakukan penyaringan makanan setiap saat.

Kijing Taiwan atau kerang air tawar tergolong *filter feeder*, yaitu hewan yang memperoleh makanan dengan cara menyedot air. Air masuk ke dalam mantel melalui cuping bibir terus mengalir menuju insang dan diseleksi. Beberapa jasad yang tidak dikehendaki, diarahkan ke sepanjang parit ke akhir cuping. Di tempat ini mereka jatuh ke dalam rongga mantel dan secara berkala dikeluarkan sebagai kumpulan benda kecil. Zat hara yang diterima diteruskan ke mulut dan ke kerongkongan berbulu getar yang berakhir ke perut. Ini merupakan pabrik pemilahan yang sangat majemuk dimana partikel-partikel dicampur, diisi enzim yang dikeluarkan dari batang gelatin dan disebarkan kembali ke daerah-daerah pemilahan. Partikel-partikel yang besar diteruskan ke usus, sedangkan zat hara lainnya dikirim ke kantung atau tabung pencernaan (*digestive divertikulum*) (Nybakken, 1992).

Saluran pencernaan terdiri atas mulut, esofagus yang pendek, lambung yang dikelilingi kelenjar pencernaan, usus, rektum dan anus. Dalam mengalirkan makanan ke mulut, cilia memegang peranan penting. Sebagai *filter feeder*,

sebagian besar kerang menyaring makanannya menggunakan insang yang berlubang-lubang. Makanan utamanya adalah plankton terutama fitoplankton (Suwignyo, 1981). Logam berat dalam air mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan, selanjutnya melalui rantai makanan sampai ke organisme lainnya (Fardiaz, 1992).

Plankton yang dibawa oleh arus melalui insang (pernafasan) akan mengalami seleksi lagi. Beberapa jasad yang tidak dikehendaki, misal karena berduri atau bukan makanan, diarahkan kebagian dari cuping. Zat hara yang diterima diteruskan ke mulut dan ke kerongkongan yang berbulu getar dan berakhir ke lambung. Partikel-partikel yang besar diteruskan ke usus, sedangkan zat hara lainnya dikirim ke kantung atau tabung pencernaan yang mengelilingi perut. Usus memanjang membentuk lingkaran di dalam kelenjar genital, melewati atas jantung, melilit sekeliling otot pengikat, dan berlanjut sebagai rektum. Anus berbentuk corong, yang membuang feses ke luar dari mantel (Romimohtarto, 2001).

Cara kerja pencernaan bivalve menurut Galtsoff (1964), yang menjelaskan tentang tiram *Crassostrea virginica*. Esophagus berada didekat mulut, berbentuk seperti corong pipih dorsoventral dan seolah-olah merupakan lambung bagian depan. Dinding lambung bagian luar tertutup semacam pelindung disebut digestive diverticulata yang merupakan jaringan tipis dan kuat. Midgut atau usus terletak setelah lambung, berupa alur panjang berfungsi untuk menerima partikel makanan yang besar yang tidak tercerna oleh lambung. Partikel makanan yang halus dicerna dan diserap dalam lambung sedangkan partikel makanan yang lebih besar dicerna lebih dulu di *crystalline style*. Sedangkan partikel yang lebih besar lagi langsung masuk ke usus tanpa dicerna lebih dulu. Menurut beberapa penelitian yang dikumpulkan oleh Galtsoff (1964), dalam lambung tiram terdapat enzim-enzim sebagai berikut :

- a. Amylase berfungsi mencerna pati menjadi dextrin kemudian menjadi maltose
- b. Glikogenase berfungsi untuk mencerna glukogen
- c. Butyrase belum diketahui kegunaannya
- d. Sucrolastic merupakan enzim yang aktif pada pati, glycogen, sucrose, maltose, rafinose, dan beberapa glucosida
- e. Lipase terdapat di dalam phagocyte crystalline style sac
- f. Proteolitic, enzim ini tidak ada dalam usus tetapi ditemukan dalam digestiv diverticula
- g. Dalam pencernaan tiram tidak ditemukan enzim sellulose sehingga tiram tidak dapat mencerna kayu.

Storer dan Usinger (1961), menjelaskan mekanisme *filter feeder* sebagai berikut :

1. Air yang mengandung bahan makanan akan masuk ke dalam tubuh kerang melalui sifon ventral yang selanjutnya akan masuk melalui pori-pori insang ke cilia mantelnya. Cilia pada insang akan memilih makanan yang akan masuk ke dalam tubuh kerang. Partikel makanan yang ditolak akan dibungkus oleh lendir yang akan dikeluarkan kembali oleh insang melalui gerakan cilia yang selanjutnya akan dijatuhkan ke dinding mantel, sedangkan partikel terpilih akan dibungkus lendir ke bagian ventral insang menuju labial palps.
2. Labial palps akan memilih kembali bahan makanan dengan menggunakan cilia pada bagian tersebut. Partikel yang ditolak akan didorong ke arah posterior untuk dibuang ke dinding mantel, sedangkan partikel terpilih akan didorong ke arah mulut cilia, selanjutnya makanan tersebut akan melewati oesofagus yang pendek sebelum masuk ke lambung.
3. Di lambung umumnya terjadi pencernaan secara intraseluler, sedangkan pencernaan ekstraseluler terjadi ketika *crystalline style* mengeluarkan enzim dalam proses pencernaan. Dari lambung makanan akan masuk kedalam usus

untuk diserap sebagian, sedangkan sisanya akan dialirkan menuju anal papila untuk dikeluarkan melalui anus.

Proses akumulasi bahan kimia dalam makhluk hidup digambarkan sebagai berikut: makanan yang menumpuk logam berat seperti timbel, akan dimakan oleh biota perairan, termasuk jenis bivalvia dan akan masuk ke dalam saluran pencernaan. Dari dalam pencernaan (gastrointestinal) melalui dinding akan ke peredaran darah, kemudian setelah masuk peredaran darah pada proses metabolisme dan sebagian bertemu pada beberapa jaringan. Lalu bahan kimia seperti timbel dalam darah teroksidasi menjadi Pb^{2+} yang memiliki toksisitas dan akan menumpuk di hati, karena sifat Pb adalah materi non essensial, kehadirannya di dalam hati tidak dapat dilemahkan oleh enzim, sehingga diteruskan dan terakumulasi di ginjal (Destiany, 2007 dalam Fitriawan *et al.*, 2011)

Logam masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu melalui saluran pernafasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit. Absorpsi logam melalui saluran pencernaan hanya berapa persen saja tetapi jumlah logam yang masuk melalui saluran pencernaan biasanya cukup besar walaupun absorpsinya relatif kecil. Logam di absorpsi oleh darah, berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Di dalam jaringan logam juga berikatan dengan berbagai jenis protein baik enzim maupun protein lain yang disebut metaloenzim (Darmono, 2001).

Mekanisme pengambilan logam berat secara selular pada biota air, seperti yang dijelaskan oleh Luoma (1989) dalam Sudarso *et al.*, (2001), umumnya melibatkan empat proses. Keempat proses tersebut meliputi: difusi dari logam non polar (M^0), kompleksasi dari bentuk logam polar dengan protein carier/pembawa, pembentukan endocytis atau pinocytosis pada epitel sel membran, dan pencernaan secara intraselular.

Banyaknya toksikan lingkungan masuk melalui rantai makanan dan diserap melalui saluran pencernaan hewan dan selanjutnya masuk pada manusia. Proses absorpsi tersebut tidak menimbulkan efek toksik kecuali jika diserap oleh tubuh. Lambung merupakan tempat penyerapan yang baik untuk asam lemah dengan bentuk ion-ion yang larut dalam lemak. Untuk basa lemah yang mengion dan tidak larut dalam lemak tidak mudah diserap oleh lambung, pada umumnya akan diserap oleh usus. Sebaliknya untuk basa organik lebih banyak diserap di usus daripada di lambung (Mukono, 2005).

2.5 Parameter Kualitas Air

Adapun parameter kualitas air yang diukur pada penelitian ini meliputi : suhu, pH, DO dan TOM.

2.5.1 Suhu

Suhu merupakan faktor pembatas utama habitat perairan karena jasad-jasad akuatik sering kali kurang dapat mentolerir perubahan suhu (bersifat stenotermal). Selain itu suhu akan menghasilkan sirkulasi dan stratifikasi air yang khas yang sangat berpengaruh terhadap kehidupan akuatik. Menurut Kristanto (2002), naiknya suhu air akan menimbulkan akibat sebagai berikut:

- a. Menurunnya oksigen terlarut dalam air
- b. Meningkatkan kecepatan reaksi kimia
- c. Mengganggu kehidupan ikan dan hewan lainnya
- d. Jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan lainnya mungkin akan mati

Dijelaskan dalam Boyd (1982), setiap kenaikan suhu sebesar 10°C kecepatan reaksi kimia dan biologis meningkat 2 kali lipat. Antara lain kelarutan oksigen dalam air, kecepatan metabolisme dan pecepatan proses dekomposisi. Dimana pada suhu tinggi aktivitas metabolisme akan meningkat, serta proses

dekomposisi bahan organik oleh mikroba juga menunjukkan peningkatan dengan meningkatnya suhu. Apabila beban masukan limbah terutama bahan organik masuk ke dalam perairan secara terus menerus akan meningkatkan pemakaian oksigen terlarut sehingga daya larut oksigen atau ketersediaan oksigen terlarut dalam air akan menurun. Menurut Supriyantini (2007), suhu lingkungan akan berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme di dalam sel tubuh. Peningkatan suhu tubuh hewan dapat meningkatkan laju reaksi dalam sel. Menurut Dan (2000) dalam Rachman *et al.*, (2006), menyatakan suhu yang baik untuk pertumbuhan kerang air tawar adalah perairan yang memiliki suhu antara 15°C – 25 °C.

2.5.2 pH

pH adalah cermin dari derajat keasaman yang diukur dari jumlah ion hidrogen menggunakan rumus umum $pH = -\text{Log} (H^+)$ (Andayani, 2005). Nilai pH mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia, toksisitas logam memperlihatkan peningkatan pada pH rendah dan berkurang pada meningkatnya pH. Pada pH < 5, alkalinitas dapat mencapai nol. Semakin tinggi nilai pH, semakin tinggi pula nilai alkalinitas dan semakin rendah nilai karbondioksida bebas. Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7 – 8,5 (Effendi, 2003).

Menurut Barus (2001), organisme air dapat hidup dalam suatu perairan yang mempunyai nilai pH netral dengan kisaran toleransi antara asam lemah sampai basa lemah. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam maupun sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi. Derajat keasaman (pH) akan mempengaruhi daya tahan organisme dan reaksi enzimatik (Suwondo *et al.*, 2006). Perubahan pH di perairan dapat mempengaruhi fisiologi

antara lain reproduksi, perkembangbiakan dan aktivitas dari kerang (Taufiq *et al.*, 2007).

2.5.3 DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen (O_2) merupakan unsur yang sangat vital dan sangat diperlukan dalam proses respirasi dan metabolisme semua organisme perairan. Oksigen yang diperlukan organisme air adalah dalam bentuk oksigen terlarut, unsur ini juga dibutuhkan oleh bakteri untuk proses dekomposisi bahan organik. Sumber oksigen di dalam air berasal dari udara yang masuk ke dalam air secara difusi, hasil fotosintesis dan karena adanya gerakan air (Subarijanti, 2000).

Kandungan oksigen dapat menurun karena proses pembusukan, respirasi dan terhambatnya reaerasi (Alabaster dan Lloyd, 1980 dalam Mulyanto, 1995). Keperluan organisme terhadap oksigen relatif bervariasi tergantung pada jenis, stadium, dan aktivitasnya. Kandungan oksigen terlarut (DO) minimum adalah 5 ppm dalam keadaan normal dan tidak tercemar oleh senyawa racun (toksik). Peranan oksigen pada kondisi aerobik adalah mengoksidasi bahan organik dan anorganik dengan hasil akhirnya adalah nutrisi yang pada akhirnya dapat memberikan kesuburan perairan (Salmin, 2005). Hal tersebut juga diungkapkan oleh Kordi dan Tancung (2007), bahwa konsentrasi DO minimum yang masih dapat diterima sebagian besar spesies biota air untuk hidup dengan baik adalah 5 ppm.

2.5.4 Total organic matter (TOM)

Menurut Wetzeldan Likens (1991), bahan organik dalam ekosistem perairan akan terbentuk karena adanya proses anabolisme unsur hara oleh organisme primer dengan bantuan sinar matahari, lalu diikuti proses kehidupan organisme sekunder dan adanya masukan bahan organik dari ekosistem lainnya. Kandungan bahan organik dalam perairan dapat diukur secara langsung dengan cara mengukur kandungan bahan organik total (Total Organic Matter, TOM).

Bahan organik total atau Total Organic Matter (TOM) menggambarkan kandungan bahan organik total suatu perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, tersuspensi (particulate) dan koloid. Prinsip analisa TOM hampir sama dengan prinsip analisa COD yaitu didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi dengan menggunakan senyawa Kalium permanganat. Oksidator yang digunakan untuk penentuan TOM adalah KMnO_4 , diasamkan dengan menggunakan H_2SO_4 pekat dan dididihkan beberapa saat (Hariyadi *et al.*, 1992).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini berupa air, sedimen, fitoplankton serta insang dan lambung dari kijing taiwan (*Anodonta woodiana*). Parameter kualitas air yang digunakan antara lain parameter fisika yaitu suhu dan parameter kimia yang dianalisis yaitu oksigen terlarut (DO), derajat keasaman (pH) dan TOM.

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Alat yang digunakan dalam penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian	
- Thermometer Hg	- Buret
- Erlenmeyer	- Botol Semprot
- Pipet Volume	- Botol DO
- Pipet Tetes	- Kamera Digital
- Gelas Ukur	- Hot Plate
- Botol Film	- Stirer
- Kotak Standart	- Beaker Glass
- Hot Plate	- Statif

Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian	
- Air sampel	- Amylum
- Aquades	- Na-thiosulfat 0,025 N
- $MnSO_4$	- $KMnO_4$
- H_2SO_4 pekat	- NaOH + KI
- Na-Oxalate	- Alkohol 70%
- HNO_3 2,5 N	- Aquaregia

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif, yaitu penelitian yang dilakukan secara intensif, terperinci, dan mendalam terhadap suatu organisme (individu), lembaga atau gejala tertentu dengan daerah atau subjek yang sempit dan dimaksudkan untuk mempelajari secara intensif tentang latar belakang masalah keadaan dan suatu peristiwa yang sedang berlangsung saat ini. Metode pendekatan deskriptif melukiskan variabel demi variabel, satu demi satu dan digunakan untuk melukiskan secara sistematis fakta atau karakteristik populasi tertentu atau bidang tertentu (Hasan, 2002).

3.4 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Unit Pengelola Budidaya Air Tawar (UPBAT) Kecamatan Punten, Kota Batu dan UPR Sumber Mina Lestari, Kecamatan Dau, Kota Malang sebagai tempat pengukuran DO, suhu, pH dan TOM serta pengambilan sampel air, sedimen dan fitoplankton serta kijang taiwan (*Anodonta woodiana*). Pengukuran TOM dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi, Fakultas

Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang. Pengukuran kandungan logam berat timbel (Pb) pada air, sedimen, fitoplankton serta insang dan lambung dari kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) dilakukan di Laboratorium Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

3.5 Analisis Parameter Kualitas Air

Analisis parameter meliputi parameter utama dan parameter pendukung. Parameter utama yaitu air, sedimen, fitoplankton serta lambung dan insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) pada waktu pengambilan sampel. Parameter pendukung meliputi parameter yang berhubungan dengan aktivitas kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) yaitu parameter fisika yaitu suhu serta parameter kimia meliputi derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO) dan TOM

3.5.1 Parameter fisika

a. Suhu (Hariyadi *et al.*, 1992)

1. Mencilupkan termometer air raksa (skala 0-50) ke dalam perairan
2. Membiarkan selama 3 menit
3. Membaca skala pada thermometer ketika masih di dalam air
4. Mencatat hasil pengukuran dalam skala °C

3.5.2 Parameter kimia

a. Derajat keasaman (pH) (Hariyadi *et al.*, 1992)

1. Mencilupkan pH paper ke dalam perairan
2. Mendiapkan selama kurang lebih 2 menit
3. Mengangkat dan mengibaskan sampai setengah kering
4. Mencocokkan dengan skala 1-14 yang tertera pada kotak pH
5. Mencatat hasil pengukurannya

Sedangkan pengukuran pH dengan menggunakan pH pen meliputi :

1. Menstandarisasi dahulu pH pen sebelum dipakai dengan aquades

2. Memasukkan pH pen ke dalam air
3. Melihat angka pada layer pH pen. setelah dipakai segera standarisasi kembali.

b. Oksigen terlarut (DO) (Hariyadi et al., 1992)

1. Menstandarkan alat ukur (DO Meter)
2. Membilas elektrode (sensor) dengan aquadest lalu dilap dengan tissue
3. Memasukkan ujung elektrode ke dalam sampel air
4. Mencatat nilai yang tertera pada alat

Sedangkan pengukuran DO dengan menggunakan botol DO meliputi :

1. Ukur dan catat volume botol DO yang akan digunakan
2. Masukkan botol DO ke dalam air yang akan di ukur oksigennya seara perlahan-lahan dengan posisi miring dan diusahakan jangan sampai terjadi gelembung udara. Atau masukkan botol DO yang dibuka tutupnya kedalam *kammerer water sampler* tutup *kammerer* tersebut, lalu masukkan kedalam air, bila botol telah penuh (diketahui dari bunyi selang) kemudian diangkat dari air, tutup botol DO ketika masih di dalam *kammerer* tersebut dan keluarkan dari *kammerer*.
3. Kemudian buka botol yang berisi sampel dan menambahkan 2 ml MnSO_4 dan 2 ml $\text{NaOH} + \text{KI}$ lalu bolak-balik sampai terjadi endapan kecoklatan. Biarkan selama 30 menit.
4. Membuangfiltrat (air bening diatas endapan) dengan hati-hati, kemudian endapan yang tersisa diberi 1-2 ml H_2SO_4 pekat dan kocok sampai endapan larut.
5. Memberi 3-4 tetes amylum, dititrasi dengan Na-thiosulfat ($\text{N}_2\text{S}_2\text{O}_3$) 0,025 N sampai jernih atau tidak berwarna untuk pertama kali.
6. Mencatat ml Na-thiosulfat yang terpakai (ml titran)
7. Menghitung kadar DO dengan rumus:

$$DO \text{ (mg/L)} = \frac{V \text{ (titran)} \cdot N \text{ (titran)} \cdot 8 \cdot 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$

Dimana: v= ml larutan Natrium Thiosulfat untuk titrasi

N = Normalitas larutan Natrium thiosulfat

V = Volume botol DO

c. Total Organic Matter (TOM) (Hariyadi et al., 1992)

1. Pipet 50 ml air sampel, masukkan ke dalam erlenmeyer.
2. Tambahkan 9,5 ml KMnO_4 dari buret.
3. Tambahkan 10,00 ml H_2SO_4 (1:4).
4. Panaskan dalam pemanas air sampai suhu mencapai 70°C - 80°C kemudian diangkat.
5. Bila suhu telah turun menjadi 60°C - 70°C langsung tambahkan Na-oxalate 0,01 N perlahan sampai tidak berwarna.
6. Segera titrasi dengan KMnO_4 0,01N sampai terbentuk warna (merah jambu/pink). Catat sebagai ml titran (x ml).
7. Pipet 50 ml aquadest, lakukan prosedur (1-6) dan catat titran yang digunakan sebagai (y ml).

$$\text{Perhitungan : } TOM = \frac{(X-Y) \cdot 31,6 \cdot 0,01 \cdot 1000}{mL \text{airsampel}}$$

Dimana, x = ml titran untuk air sampel

y = ml titran untuk aquadest

31,6 = 1/5 dari BM KMnO_4

(1 mol KMnO_4 melepas 5 oksigen dalam reaksi ini)

0,01 = N KMnO_4

3.6 Analisis Pb

Pengukuran Analisis pb pada perairan, fitoplankton, sedimen serta lambung dan insang kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) dilakukan di Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Brawijaya, Malang.

3.6.1 Analisis Pb pada fitoplankton

Metode analisis logam Pb pada sampel padat (fitoplankton) menurut Suryanto(2010) sebagai berikut:

1. Memasang botol film pada plankton (net size 25)
2. Mengambil sampel air sebanyak 25 liter
3. Menyaring air dengan kertas saring whatman ukuran 0,45 μm
4. Menyaring dengan vacuum pump
5. Mendapatkan bubur fitoplankton dan menganalisa kandungan Pb yang ada pada bubur fitoplankton tersebut berdasarkan metode analisis logam Pb pada sampel padat (fitoplankton) menurut Bassett, *et al* (1994).

Metode analisis logam Pb pada sampel padat (fitoplankton) menurut Bassett, *et al.*, (1994) sebagai berikut:

1. Menimbang masing-masing sampel padat ± 2 gr ke dalam cawan porselen.
2. Memanaskan di dalam tanur pada suhu ± 700 $^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam.
3. Menambahkan 5ml larutan aquaregia.
4. Memanaskan diatas kompor sampai asat
5. Menambahkan 10ml HNO_3 2,5 N.
6. Memanaskan secara perlahan-lahan selama 5 menit, lalu melakukan penyaringan ke labu 50ml
7. Menambahkan aquades sampai tanda batas kocok
8. Membaca dengan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dengan memakai (lampu katoda Pb).
9. Mencatat hasil yang diperoleh.

3.6.2 Analisis Pb pada air

Menurut Bassett, *et al.*, (1994), metode analisis sampel cair (air sampel) adalah sebagai berikut:

1. Mengambil contoh air dengan menggunakan pipet volume 50ml.
2. Memasukkan sampel cair ke dalam erlenmeyer 100 ml.
3. Menambahkan 5ml aquaregia.
4. Memanaskan diatas kompor listrik sampai asat.
5. Menambahkan 10ml HNO_3 2,5 N sebanyak $\pm 10 - 15$ ml.
6. Memanaskan sampai mendidih dan mendinginkannya.
7. Melakukan penyaringan sampel tersebut ke dalam labu ukur 50 ml.
8. Menambahkan aquades sampai tanda batas dan mongocoknya sampai homogen.
9. Menganalisis dengan menggunakan alat AAS (*Atomic Absrobtion Spectrophotometer*) dengan panjang gelombang 283,3 nm dan mencatat absorbansinya. Prinsip perhitungan dan pembuatan larutan standar sama dengan sampel padat.

3.6.3 Analisis Pb padasedimen

Metode analisis Timbel (Pb) pada sedimen menurut Bassett *et al.*, (1994) adalah sebagai berikut:

1. Menimbang masing-masing sampel padat ± 2 gr ke dalam cawan porselen.
2. Memanaskan di dalam tanur pada suhu ± 700 °C selama 1 jam.
3. Menambahkan 5 ml larutan aquaregia.
4. Memanaskan diatas kompor sampai asat.
5. Menambahkan 10ml HNO_3 2,5 N.
6. Memanaskan secara perlahan-lahan selama 5 menit, lalu melakukan penyaringan ke labu 50ml.
7. Menambahkan aquades sampai tanda batas kocok.

8. Membaca dengan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dengan memakai (lampu katoda Pb).
9. Mencatat hasil yang diperoleh.

3.6.4 Analisis Pb di lambung dan insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*)

Pengukuran kadar Pb dari lambung kijing dilakukan di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Brawijaya Malang. Metode analisis kadar Pb pada sampel padat (lambung kijing taiwan) menurut SNI (1990) sebagai berikut :

1. Menimbang masing-masing sampel lambung dan insang ± 15 gr dengan timbangan sartorius untuk mendapatkan berat basah.
2. Mengoven sampel padat pada suhu ± 105 °C selama 3 - 5 jam sampai mendapat berat konstan.
3. Menimbang berat konstan dengan timbangan sartorius sebagai berat kering.
4. Memasukkan sampel yang sudah kering ke dalam *beaker glass* 100 ml.
5. Menambahkan HNO_3 dengan perbandingan 1 : 1 (HNO_3 : HCl) sebanyak ± 10 - 15 ml.
6. Memanaskan di atas *hot plate* di dalam kamar asam sampai ± 3 ml.
7. Menyaring dengan kertas saring ke dalam labu ukur 50 ml.
8. Mengulang proses penyaringan sampai tanda batas labu ukur dengan terlebih dahulu menambahkan 15 ml aquades ke dalam *beaker glass* tempat sampel.
9. Menganalisis sampel dengan menggunakan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) pada panjang gelombang 283,3 nm.
10. Menyiapkan larutan standar dari kelarutan Pb dengan konsentrasi 0; 0,05; 0,1; 0,5; 1; 2; 4 ppm.
11. Menganalisis larutan standar dengan alat AAS dan mencatat nilai absorbannya kemudian membuat kurva kalibrasinya. Larutan standar ini berfungsi untuk membantu nilai konsentrasi logam Pb pada sampel, karena prinsip kerja mesin AAS hanya menentukan nilai absorbansi dengan sampel.

3.7 Analisis Data

Dalam penelitian ini digunakan 2 jenis analisis yaitu analisis regresi dan analisis menggunakan uji T dua sampel independen. Analisis regresi ditunjukkan grafik regresi yang didapatkan dari pengolahan data menggunakan microsoft excel yang bertujuan untuk mendeteksi sejauh mana variasi pada suatu variabel berkaitan dengan variasi pada satu atau lebih variabel lain berdasarkan koefisien korelasi. Hubungan antar dua variabel tidak saja dalam bentuk sebab-akibat, tetapi juga hubungan timbel-balik antara dua variabel. Korelasi dikatakan menunjukkan sebab-akibat jika diketahui bahwa antara variabel satu dengan yang lainnya saling mempengaruhi (Wirartha, 2006). Sedangkan, analisis menggunakan uji T dua sampel independen menggunakan *software* SPSS 17 yang bertujuan untuk menguji apakah dua kelompok sampel mempunyai rata-rata yang sama atau tidak, atau apakah selisih rata-rata dari kedua kelompok sampel tersebut sama dengan suatu nilai tertentu atau tidak. Sesuai dengan nama statistik ujinya, maka kedua kelompok sampel harus saling bebas atau tidak ada hubungan satu sama lain (independen) (Rory, 2011).

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

4.1.1 UPR Sumber Mina Lestari

Letak lokasi kelompok petani ikan UPR sumber mina lestari sangat strategis dan mudah dijangkau. Jarak lokasi dengan jalan raya sekitar 150m yang dapat dilalui oleh kendaraan bermotor roda dua ataupun roda empat dengan mudah. Lokasi ini berjarak 12 km dari kota kabupaten dan berjarak 3 km arah timur dari kota Malang. Lokasi kelompok petani ikan ini termasuk dalam wilayah kabupaten Malang, Jawa Timur tepatnya di Kecamatan Dau, Desa Sumbersekar, Dusun Banjartengah. Wilayah ini merupakan salah satu bagian binaan Pemerintah Kabupaten Malang. Dusun Banjartengah terletak pada ketinggian 620-730 dpl, dan kisaran suhu antara 18–32°C.

Secara geografis lokasi UPR Sumber Mina Lestari ini mempunyai batas-batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Desa Dadaprejo
- Sebelah Selatan : Dusun Krajan
- Sebelah Timur : Desa Dadaprejo
- Sebelah Barat : Desa Junrejo

4.1.2 UPBAT Punten

Unit Pengelolaan Budidaya Air Tawar (UPBAT) Punten terletak di lereng Gunung Arjuno tepatnya di Desa Sidomulyo Kecamatan Batu Kota Batu Propinsi Jawa Timur. Ketinggian dari permukaan air laut 1.100 m dengan suhu udara 18°-19°C, suhu air 17°-23°C, serta curah hujan 113 mL/hari.

Unit Pengelolaan Budidaya Air Tawar (UPBAT) Punten terletak di lereng Gunung Arjuno, tepatnya di Desa Purworejo. UPBAT Punten pada saat ini masuk

Desa Sidomulyo, Kota Batu, Propinsi Jawa Timur. UPBAT Punten berketinggian 1.100 m dari permukaan laut. Sumber air diperoleh dari Sungai Brantas.

Temperatur udara antara 19^o-25^oC dan temperatur air 17^o-23^oC dan jumlah hari hujan dalam satu tahun rata-rata 113 mL/hari (catatan terakhir). Tanah lapisan atas tidak tebal dengan lapisan bawah berupa cadas. Jenis tanahnya liat berdebu, tetapi sekarang banyak mengandung pasir yang berasal dari sungai Brantas.

Secara geografis lokasi Unit Pengelolaan Budidaya Air Tawar ini mempunyai batas-batas wilayah sebagai berikut:

- Sebelah Utara : Desa Punten
- Sebelah Selatan : Desa Sisir
- Sebelah Timur : Desa Bumiaji
- Sebelah Barat : Desa Sumberejo

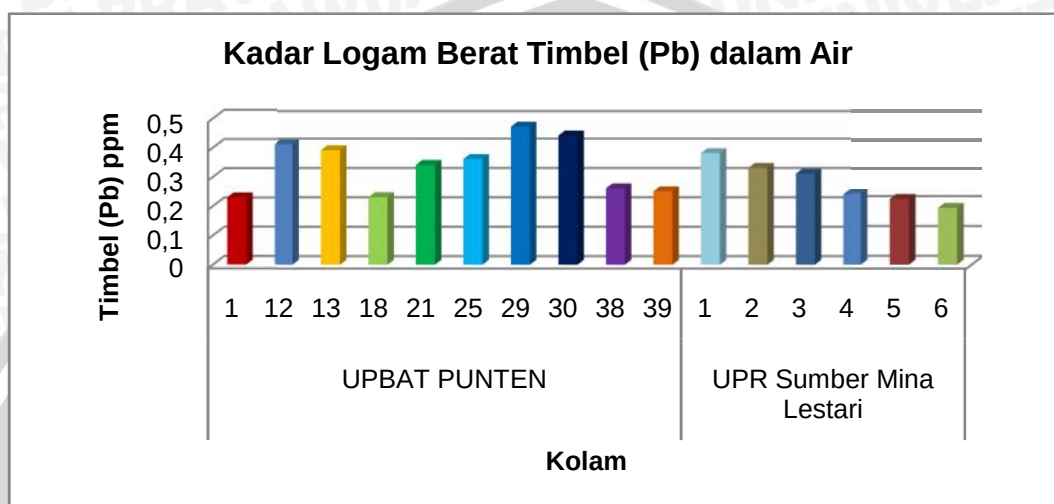
4.2 Hasil Analisis Timbel (Pb) pada Air, Fitoplankton, Sedimen Serta Insang dan Lambung Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*)

4.2.1 Hasil analisis timbel (Pb) pada air

Pengambilan sampel air dilakukan di 10 kolam UPBAT Punten dan 6 kolam di UPR Sumber Mina Lestari. Kemudian analisis Pb dalam air dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa kadar timbel (Pb) pada air di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari yang tersaji dalam Gambar 4.

Dari data hasil pengamatan Pb (Timbel) pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai Pb pada air di UPBAT Punten berkisar antara 0,23-0,47 ppm, sedangkan nilai Pb pada air di UPR Sumber Mina Lestari berkisar antara 0,19-0,38 ppm. Kandungan Pb pada UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari tergolong cukup tinggi, selain itu nilai tersebut juga sudah melewati ambang batas yang

diperbolehkan berdasarkan *Public Health Service* di Amerika Serikat menetapkan bahwa sumber-sumber air alami untuk masyarakat tidak boleh mengandung Pb lebih dari 0,05 mg/l (0,05 ppm), sedangkan WHO menetapkan batas Pb di dalam air sebesar 0,1 mg/l (Fardiaz, 1992).



Gambar4.Diagramkadar logam berat timbel (Pb) dalam air

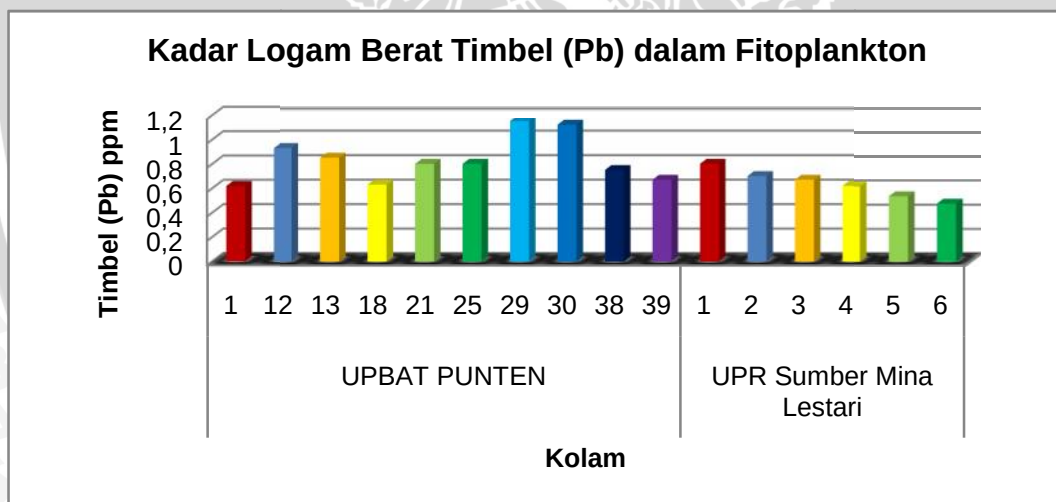
Logam berat yang dilimpahkan ke perairan, baik di sungai ataupun laut akan dipindahkan dari badan airnya melalui beberapa proses yaitu: pengendapan, adsorpsi dan absorpsi oleh organisme perairan. Menurut Palar (2004) kelarutan dari unsur-unsur logam dan logam berat dalam badan air dikontrol oleh : (1) pH badan air, (2) jenis dan konsentrasi logam dan khelat (3) keadaan komponen mineral teroksida dan sistem berlingkungan redoks.

Menurut Sutrisnodan Eni,(1996) timbel/timah hitam (Pb) dan persenyawaannya adalah beracun. Pb cenderung untuk berakumulasi dalam tubuh (sistem syaraf). Sifat racun ini dapat disebabkan karena timbel merupakan penghambat yang kuat terhadap reaksi-reaksi enzim. Menurut Palar (2008), badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb, menyebabkan peningkatan kandungan Pb yang dapat mengakibatkan kematian bagi biota perairan tersebut.

Secara alamiah kandungan Pb dalam air adalah $0,03 \mu\text{g}$ per liter. Logam ini banyak menyebabkan keracunan bagi makhluk hidup. Dalam sistem perairan, timbel organik mempunyai efek yang lebih berbahaya bila dibandingkan dengan timbel anorganik. Senyawa Pb yang tidak stabil dalam air adalah timbel tetraetil dan timbel tetrametil, sementara pada kondisi dialkil dan trialkil, timbel lebih stabil di dalam air (Darmono, 1995).

4.2.2 Hasil analisis timbel (Pb) pada fitoplankton

Pengambilan sampel fitoplankton dilakukan di 10 kolam UPBAT Punten dan 6 kolam di UPR Sumber Mina Lestari. Kemudian analisis Pb dalam fitoplankton dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa kadar timbel (Pb) pada fitoplankton di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari yang tersaji dalam gambar berikut :



Gambar 5. Diagram kadar logam berat timbel (Pb) dalam fitoplankton

Berdasarkan hasil kandungan Pb (Timbel) dalam fitoplankton pada Gambar 5, dapat diketahui bahwa Pb merupakan logam yang dapat terakumulasi dalam jaringan organisme. Banyaknya Pb yang terlarut dalam air mempengaruhi banyaknya Pb yang terserap oleh organisme perairan. Kandungannya dalam jaringan akan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam air

dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar Pb. Dari data hasil pengamatan Pb (timbel) tersebut diatas dapat dilihat bahwa nilai Pb pada fitoplankton di UPBAT Punten berkisar antara 0,67-1,15 ppm, sedangkan nilai Pb pada fitoplankton di UPR Sumber Mina Lestari berkisar antara 0,48-0,80 ppm. Analisis Pb yang terakumulasi dalam jaringan organisme fitoplankton pada Tabel 4.tersebut membuktikan bahwa kadar Pb dalam lingkungan perairan dapat diketahui dengan menganalisis organisme yang hidup di perairan tersebut. Hal ini disebabkan karena organisme air tidak mampu meregulasi logam berat Pb yang masuk kedalam tubuh organisme.Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Wibowo (2004), yang menyatakan bahwa Pb (timbel) merupakan logam yang tidak diregulasi oleh organisme air sehingga logam ini terus menerus terakumulasi dalam jaringan.Oleh karena itu, pemantauan suatu sistem perairan tidak cukup dengan mengukur secara fisika-kimia airnya saja, tetapi harus melibatkan juga biota yang hidup di perairan tersebut.

Kandungan Pb (timbel) dalam fitoplankton di kolam pendederan UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari menunjukkan bahwa logam timbel merupakan logam non esensial yang tidak diregulasi oleh organisme air sehingga logam ini terus menerus terakumulasi oleh jaringan organisme tersebut dan kandungannya dalam jaringan naik terus sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam dalam air.Logam timbel merupakan logam nonessensial yang tidak diregulasi oleh organisme air sehingga logam ini terus menerus terakumulasi oleh jaringan organisme tersebut dan kandungannya dalam jaringanakan naik terus sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam dalam air (Darmono, 1995).

Pangkal semua bentuk kehidupan dalam perairan adalah aktivitas fotosintesis tumbuhan akuatik. Namun kondisi kimia dan fisik tertentu mengakibatkan terdapatnya perbedaan-perbedaan besar dalam bentuk

tumbuhan dan lokasi serta tingkat fotosintesis maksimum (Nybakken, 1992). Produktivitas primer sendiri berarti hasil proses fotosintesis yang dilakukan oleh tumbuhan berklorofil (Michael, 1984). Dalam perairan yang melakukan aktivitas fotosintesis adalah fitoplankton. Plankton terdiri dari makhluk hidup hewan yang disebut zooplankton dan tumbuh-tumbuhan yang disebut fitoplankton. Fitoplankton yang bersel satu yang penting adalah golongan diatom dan dinoflagelata. Hasil dari fotosintesisnya merupakan sumber nutrisi utama bagi organisme air lainnya yang berperan sebagai konsumen dimulai dengan zooplankton dan diikuti oleh kelompok organisme lainnya (Barus, 2004).

Menurut Lilley (2000), posisi fitoplankton di dasar piramida makanan adalah mempertahankan kesehatan lingkungan air bila ada gangguan terhadap fitoplankton, maka seketika komunitas yang lain akan terpengaruh. Komposisi fitoplankton bergantung pada kualitas air. Selain itu, fitoplankton merupakan salah satu organisme yang mampu menyerap logam berat terlarut dalam badan air. Beberapa senyawa organik yang terdapat dalam tubuh fitoplankton dapat berfungsi sebagai *ligand* organik bagi logam berat. Protein, polisakarida, lemak, serta klorofil merupakan beberapa senyawa organik dalam fitoplankton yang dapat berfungsi sebagai pengikat (*chelating agent*) logam berat.

Fitoplankton, seperti halnya organisme lain memiliki mekanisme perlindungan untuk mempertahankan kehidupannya. Menurut Connel Des W. (1990), mekanisme perlindungan ini melibatkan pembentukan kompleks-kompleks logam dengan protein dalam sel, sehingga logam dapat terakumulasi dalam sel tanpa mengganggu aktivitasnya. Pada konsentrasi logam yang tinggi, akumulasi dapat mengganggu pertumbuhan sel, karena sistem perlindungan organisme tidak mampu mengimbangi efek toksisitas logam.

Menurut Wibowo (2004), proses akumulasi bahan pencemar ke dalam fitoplankton dari lingkungannya terjadi akibat interaksi antara bahan pencemar

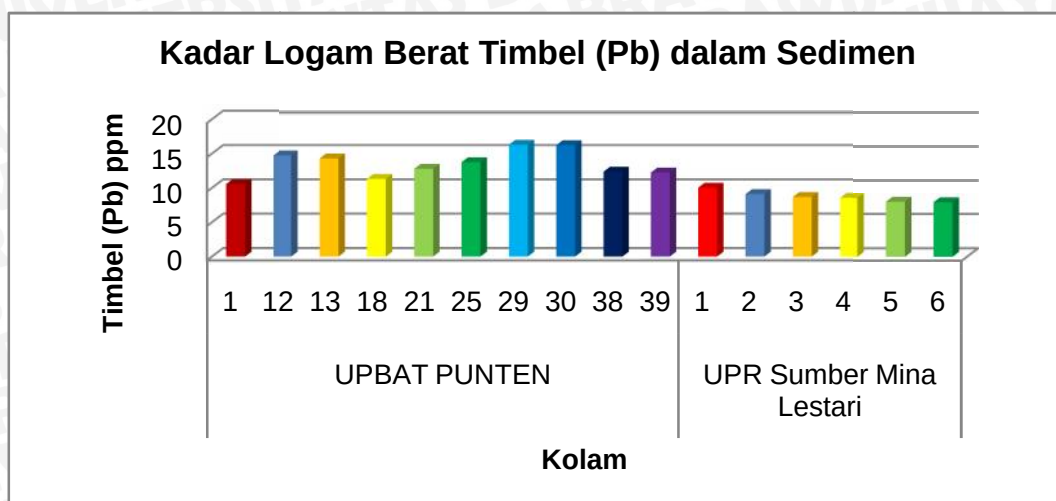
tersebut dengan permukaan tubuhnya karena fitoplankton merupakan organisme renik bersel tunggal yang seluruh permukaannya dilapisi oleh membran sel, maka masuknya bahan pencemar tersebut melalui membran selnya.

Selain melalui proses metabolisme, proses penyerapan logam timbel juga dapat terjadi melalui proses pertukaran ion antara logam timbel dengan kation dinding sel, atau melalui pembentukan ikatan kovalen antara logam dengan gugus aktif pada dinding sel. Dinding sel fitoplankton terdiri atas berbagai senyawa organik seperti protein, polisakarida, asam alginat dan asam uronat yang dapat berikatan dengan logam (Greene, 1986 dalam Wibowo, 2004).

Pb terlarut dapat membentuk ikatan dengan *ligand* organik dalam tubuh fitoplankton. Dalam berikatan dengan *ligand*, Pb dapat membentuk suatu ikatan yang cukup kuat dengan ligand organik yang mengandung N, O, dan S, yaitu gugus-gugus rangkap yang diantaranya terdapat dalam protein, lemak, dan karbohidrat dan berperan sebagai donor atom. Dalam interaksinya dengan *ligand*, Pb berperan sebagai aseptor antara bagi asam. Perilaku Pb dalam sistem perairan alami merupakan kombinasi persamaan presipitasi dan pembentukan kompleks dengan *ligand* organik maupun *ligand* anorganik (Darmono, 1995).

4.2.3 Hasil analisis timbel (Pb) pada sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan di 10 kolam UPBAT Punten dan 6 kolam di UPR Sumber Mina Lestari. Kemudian analisis Pb dalam sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa kadar timbel (Pb) pada sedimen di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari yang tersaji dalam gambar berikut :



Gambar 6. Diagram kadar logam berat timbel (Pb) dalam sedimen

Dari data hasil pengamatan Pb (timbel) tersebut diatas dapat dilihat bahwa nilai Pb pada sedimen di UPBAT Punten berkisar antara 10,56-16,29 ppm, sedangkan nilai Pb pada sedimen di UPR Sumber Mina Lestari berkisar antara 7,95-10,04 ppm. Hasil analisis timbel (Pb) di sedimen lebih tinggi dari pada di perairan menunjukkan bahwa logam Timbel (Pb) cenderung mengendap di dasar perairan.

Logam berat yang terlarut dalam air akan berpindah kedalam sedimen jika berikatan dengan materi organik bebas atau materi organik yang berada di permukaan sedimen dan diserap langsung oleh permukaan partikel sedimen (Arisandi, 2001). Hal ini dapat terjadi melalui proses akumulasi bahan-bahan yang tidak larut dalam air yang selanjutnya mengendap di dasar perairan. Tingginya kandungan logam berat pada sedimen erat hubungannya dengan sifat logam berat yang mudah terikat oleh bahan-bahan organik yang ada pada sedimen (Santoso & Hernayanti, 2005).

Menurut Afrizal (2000) dalam Rahman (2006), konsentrasi logam berat dalam sedimen secara alami 10 – 70 ppm untuk timbel (Pb), selanjutnya menurut baku mutu logam berat di perairan menurut standart Belanda yaitu IADC/CEDA

(1997) dalam Sarjono (2009) menjelaskan bahwa nilai timbel (Pb) < 85 ppm termasuk level target yaitu jika konsentrasi kontaminan di sedimen nilainya lebih kecil dari level target maka substansi yang ada pada sedimen tak berbahaya bagi lingkungan.

Maka konsentrasi logam Pb perairan berada di atas konsentrasi alaminya. Perbedaan hasil antara timbel (Pb) di sedimen yang masih dalam konsentrasi alaminya, timbel (Pb) di perairan sudah melampaui batas karena konsentrasinya sudah melebihi 0,1 ppm. Maka sangat terlihat bahwa timbel (Pb) cenderung mengendap di dasar perairan. Walaupun dalam batas alami biota air jenis moluska yang hidup di substrat mampu mentolerir timbel (Pb) < 2 ppm jika sudah melebihi ambang batas maka tidak diperbolehkan untuk dikonsumsi. Penelitian oleh Murphy *Minc Of Science and Techology Publication Universty of Wales* pada tahun 1979 menjelaskan bahwa organisme–organisme yang ada di perairan seperti Crustacea akan mengalami kematian setelah 245 jam, bila pada perairan terlarut Pb pada konsentrasi 2,75–49 ppm. Sedangkan Insecta akan mengalami kematian dalam rentang waktu 168–336jam bila pada badan perairan terlarut Pb konsentrasi 3,5–6,4 ppm.

Pada umumnya logam-logam berat pada sedimen tidak terlalu berbahaya bagi makhluk hidup perairan, tetapi oleh adanya pengaruh kondisi perairan yang bersifat dinamis seperti perubahan pH, akan menyebabkan logam-logam yang mengendap dalam sedimen terionisasi ke perairan. Hal inilah yang merupakan bahan pencemar dan akan memberikan sifat toksik terhadap organisme hidup bila berada dalam jumlah yang berlebih (Connel dan Miller, 1995 dalam Sarjono, 2009).

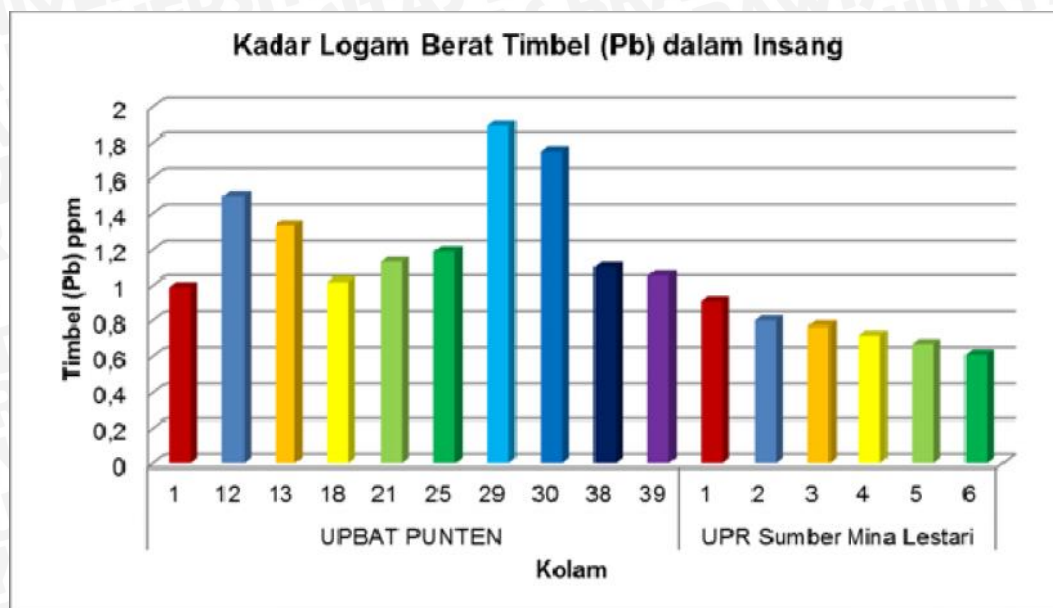
Sedimen di kolam UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari di setiap stasiun terdiri dari jenis lumpur yang secara visual terlihat berwarna hitam. Kondisi ini turut menggambarkan tingginya kandungan logam berat sebagaimana

yang dikemukakan oleh Korzeniewski & Neugabieuer (1991) dalam Purnama (2009), mengatakan tipe sedimen dapat mempengaruhi kandungan logam berat dalam sedimen, dengan kategori kandungan logam berat dalam lumpur berpasir lebih besar dibandingkan lumpur berdebu.

Menurut Fardiaz (1992), juga menjelaskan bahwa sedimen merupakan endapan bahan-bahan organik maupun anorganik. Maka, apabila organisme yang telah diurai akan menjadi endapan organik, sedang logam-logam berat seperti timbel (Pb) termasuk endapan anorganik. Kebanyakan bivalvia sesil, mereka menggunakan kaki besarnya untuk masuk ke dalam substrat atau ke tempat yang menguntungkan. Dengan membenamkan diri dalam substrat bivalvia mampu mempertahankan posisi dalam lingkungan yang alirannya tinggi seperti sungai. Bivalvia mungkin hidup dalam waktu yang sangat lama, contohnya kerang mutiara air tawar, margaritifera yang dapat hidup lebih dari 100 tahun (McIvor, 2004). Menurut Wijarni (1990), kelas bivalve lingkungan hidupnya dasar yang berlumpur atau berpasir, dengan cara meliang (burrower), ada yang menempel (berpegang) pada batu atau substrat yang keras dan ada yang ngebor (boring).

4.2.4 Hasil Analisis Timbel (Pb) pada Insang Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*)

Pengambilan sampel insang kijing taiwan dilakukan di 10 kolam UPBAT Punten dan 6 kolam di UPR Sumber Mina Lestari. Kemudian analisis Pb dalam insang kijing taiwan dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa kadar timbel (Pb) pada insang kijing taiwan di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari yang tersaji dalam gambar berikut :



Gambar 7. Diagram kadar logam berat timbel (Pb) dalam insang

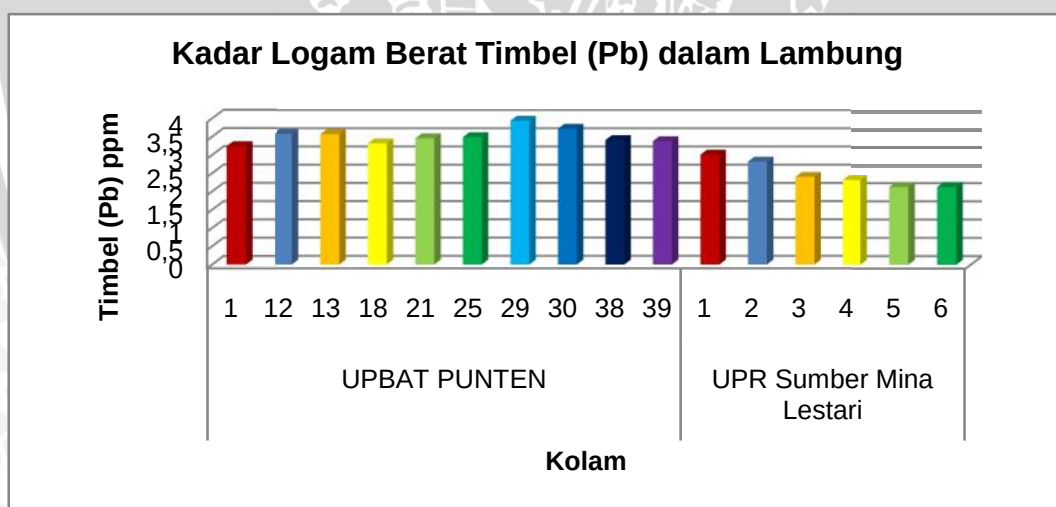
Dari data hasil pengamatan Pb (timbel) tersebut diatas dapat dilihat bahwa nilai Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten berkisar antara 0,99-1,89 ppm, sedangkan nilai Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPR Sumber Mina Lestari berkisar antara 0,61-0,90 ppm.

Saluran pencernaan kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) terdiri atas mulut, esofagus yang pendek, lambung yang dikelilingi kelenjar pencernaan, usus, rektum dan anus. Dalam mengalirkan makanan ke mulut, cilia memegang peranan penting. Sebagai *filter feeder*, sebagian besar kerang menyaring makanannya menggunakan insang yang berlubang-lubang. Makanan utamanya adalah plankton terutama fitoplankton (Suwignyo, 1981). Kijing ini mempunyai sepasang insang yang besar, terletak pada kedua sisi badan, membentuk lamella yang besar dan hampir menutupi badan. Terdapat pembuluh darah yang berhubungan dengan jantung bagian dorsal yang mengirim darah dari insang menuju organ dalam, mantel, kaki dan bagian belakang. Insang pada kijing ini digunakan untuk bernafas, tempat untuk mengerami telur-telurnya, dan

menyaring makanan yang larut di dalam air. Organ dalam pada kijing air tawar terdiri atas organ–organ vital seperti perut, usus, kelenjar pencernaan (liver, pankreas, dan lain-lain), gonad dan kaki. Kaki merupakan otot terbesar yang ada dalam tubuh kijing yang digunakan untuk bergerak dan menggali (Sulistiawan, 2007 dalam Ridiah, 2010).

4.2.5 Hasil Analisis Timbel (Pb) pada Lambung Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*)

Pengambilan sampel lambung kijing taiwan dilakukan di 10 kolam UPBAT Puntan dan 6 kolam di UPR Sumber Mina Lestari. Kemudian analisis Pb dalam lambung kijing taiwan dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas MIPA. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil bahwa kadar timbel (Pb) pada lambung kijing taiwan di UPBAT Puntan dan UPR Sumber Mina Lestari yang tersaji dalam gambar berikut :



Gambar8. Diagram kadar logam berat timbel (Pb) dalam lambung

Dari data hasil pengamatan Pb (timbel) tersebut diatas dapat dilihat bahwa nilai Pb pada lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Puntan berkisar antara 3,24-3,94 ppm, sedangkan nilai Pb pada lambung kijing taiwan

(*Anodonta woodiana*) di UPR Sumber Mina Lestari berkisar antara 2,13-3,00 ppm.

Cara kerja pencernaan bivalve menurut Galtsoff (1964), yang menjelaskan tentang tiram *Crassostrea virginica*. Esophagus berada didekat mulut, berbentuk seperti corong pipih dorsoventral dan seolah-olah merupakan lambung bagian depan. Dinding lambung bagian luar tertutup semacam pelindung disebut digestive diverticulata yang merupakan jaringan tipis dan kuat. Midgut atau usus terletak setelah lambung, berupa alur panjang berfungsi untuk menerima partikel makanan yang besar yang tidak tercerna oleh lambung. Partikel makanan yang halus dicerna dan diserap dalam lambung sedangkan partikel makanan yang lebih besar dicerna lebih dulu di crystallin style sac. Sedangkan partikel yang lebih besar lagi langsung masuk ke usus tanpa dicerna lebih dulu.

Storer dan Usinger (1961), menjelaskan mekanisme *filter feeder* pada kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) berawal dari air yang mengandung bahan makanan akan masuk ke dalam tubuh kerang melalui sifon ventral yang selanjutnya akan masuk melalui pori-pori insang ke cilia mantelnya. Cilia pada insang akan memilih makanan yang akan masuk ke dalam tubuh kerang. Partikel makanan yang ditolak akan dibungkus oleh lendir yang akan dikeluarkan kembali oleh insang melalui gerakan cilia yang selanjutnya akan dijatuhkan ke dinding mantel, sedangkan partikel terpilih akan dibungkus lendir ke bagian ventral insang menuju labial palps kemudian dari labial palps akan memilih kembali bahan makanan dengan menggunakan cilia pada bagian tersebut. Partikel yang ditolak akan didorong ke arah posterior untuk dibuang ke dinding mantel, sedangkan partikel terpilih akan didorong ke arah mulut cilia, selanjutnya makanan tersebut akan melewati esofagus yang pendek sebelum masuk ke lambung. Saat makanan berada pada lambung umumnya terjadi pencernaan secara intraseluler, sedangkan pencernaan ekstraseluler terjadi ketika *crystalline*

style mengeluarkan enzim dalam proses pencernaan. Dari lambung makanan akan masuk kedalam usus untuk diserap sebagian, sedangkan sisanya akan dialirkan menuju anal papila untuk dikeluarkan melalui anus.

4.3 Analisis Hubungan Timbel (Pb) pada Air, Fitoplankton dan Sedimen Dengan Timbel (Pb) pada Insang dan Lambung Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*)

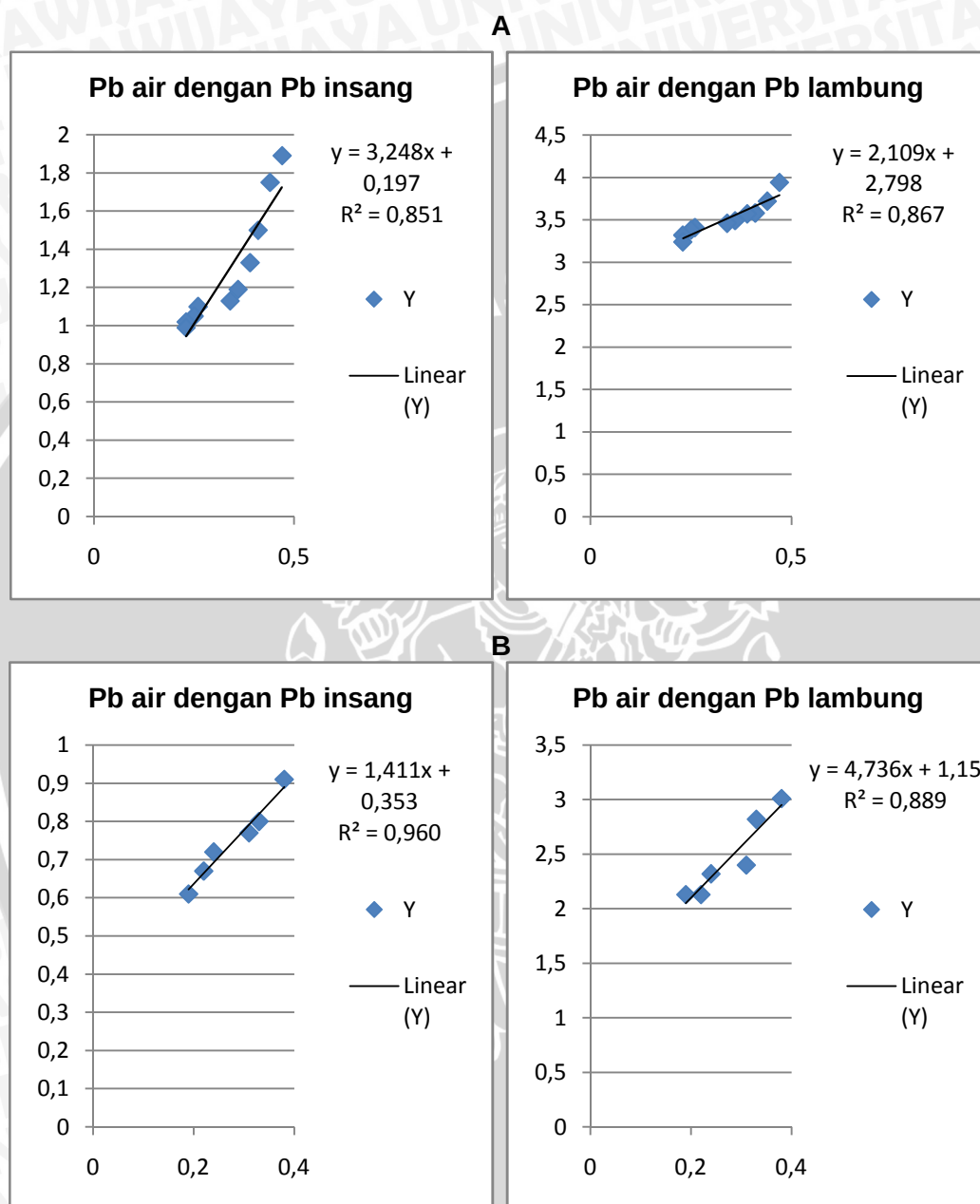
4.3.1 Analisis regresi timbel (Pb) pada air dengan insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*)

Hasil analisis regresi menunjukkan besarnya kandungan Pb yang terlarut dalam air mempengaruhi besarnya kandungan Pb yang terserap oleh biota uji. Kandungan Pb dalam insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) akan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam air dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar Pb.

Hasil persamaan garis regresi penyerapan Pb di air dengan insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) disajikan pada Gambar 9.

Hasil dari Gambar 9A. menunjukkan nilai koefisien determinasi Pb pada air dengan Pb pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten yang dinyatakan dengan R^2 sebesar 0,8513 pada insang dan 0,8672 pada lambung, hal ini menunjukkan bahwa hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada badan air dengan konsentrasi Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 85,13% dengan tingkat kesalahan sebesar 14,87%, sedangkan hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada badan air dengan konsentrasi Pb pada lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 86,72% dengan tingkat kesalahan sebesar 13,28%. Hasil dari Gambar 9B. menunjukkan nilai koefisien determinasi Pb pada air dengan Pb pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPR Sumber Mina Lestari yang dinyatakan dengan R^2 sebesar 0,9609 pada insang dan 0,8899 pada

lambung. Hal ini menunjukkan bahwa hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada badan air dengan konsentrasi Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 96,09% dengan tingkat kesalahan sebesar 3,91%.



Gambar9.(A) Grafik hubungan kandungan timbel (Pb) dalam air dengan timbel (Pb) pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten., **(B)** Grafik hubungan kandungan timbel (Pb) dalam air dengan timbel (Pb) pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPT Sumber Mina Lestari.

Hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada badan air dengan konsentrasi Pb pada lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 88,99% dengan tingkat kesalahan sebesar 11,01%. Hasil regresi memperlihatkan persamaan garis linier yang terus meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi logam berat timbel (Pb) pada air. Hal ini menyatakan bahwa besar kandungan logam berat Pb di badan air berpengaruh terhadap penyerapan atau kandungan timbel (Pb) pada organisme air seperti kijing taiwan (*Anodonta woodiana*). Logam timbel merupakan logam nonessensial yang tidak diregulasi oleh organisme air sehingga logam ini terus menerus terakumulasi oleh jaringan organisme tersebut dan kandungannya dalam jaringan akan naik terus sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam dalam air (Darmono, 1995).

Kijing Taiwan atau kerang air tawar tergolong *filter feeder*, yaitu hewan yang memperoleh makanan dengan cara menyedot air. Air masuk ke dalam mantel melalui cuping bibir terus mengalir menuju insang dan diseleksi. Beberapa jasad yang tidak dikehendaki, diarahkan ke sepanjang parit ke akhir cuping. Ditempat ini mereka jatuh ke dalam rongga mantel dan secara berkala dikeluarkan sebagai kumpulan benda kecil. Zat hara yang diterima diteruskan ke mulut dan ke kerongkongan berbulu getar yang berakhir ke perut. Ini merupakan pabrik pemilahan yang sangat majemuk dimana partikel-partikel dicampur, diisi enzim yang dikeluarkan dari batang gelatin dan disebarkan kembali ke daerah-daerah pemilahan. Partikel-partikel yang besar diteruskan ke usus, sedangkan zat hara lainnya dikirim ke kantung atau tabung pencernaan (*digestive divertikulum*) (Nybakken, 1992).

Pencernaan yang terjadi dalam tubuh kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) adalah ekstraseluler dan intraseluler. Ekstraseluler terjadi didalam lambung. Enzim dikeluarkan oleh kelenjar pencernaan di daerah diverticula. Intraseluler terjadi di dalam sel-sel dari bagian diverticula yang lain. Saluran diverticula ini

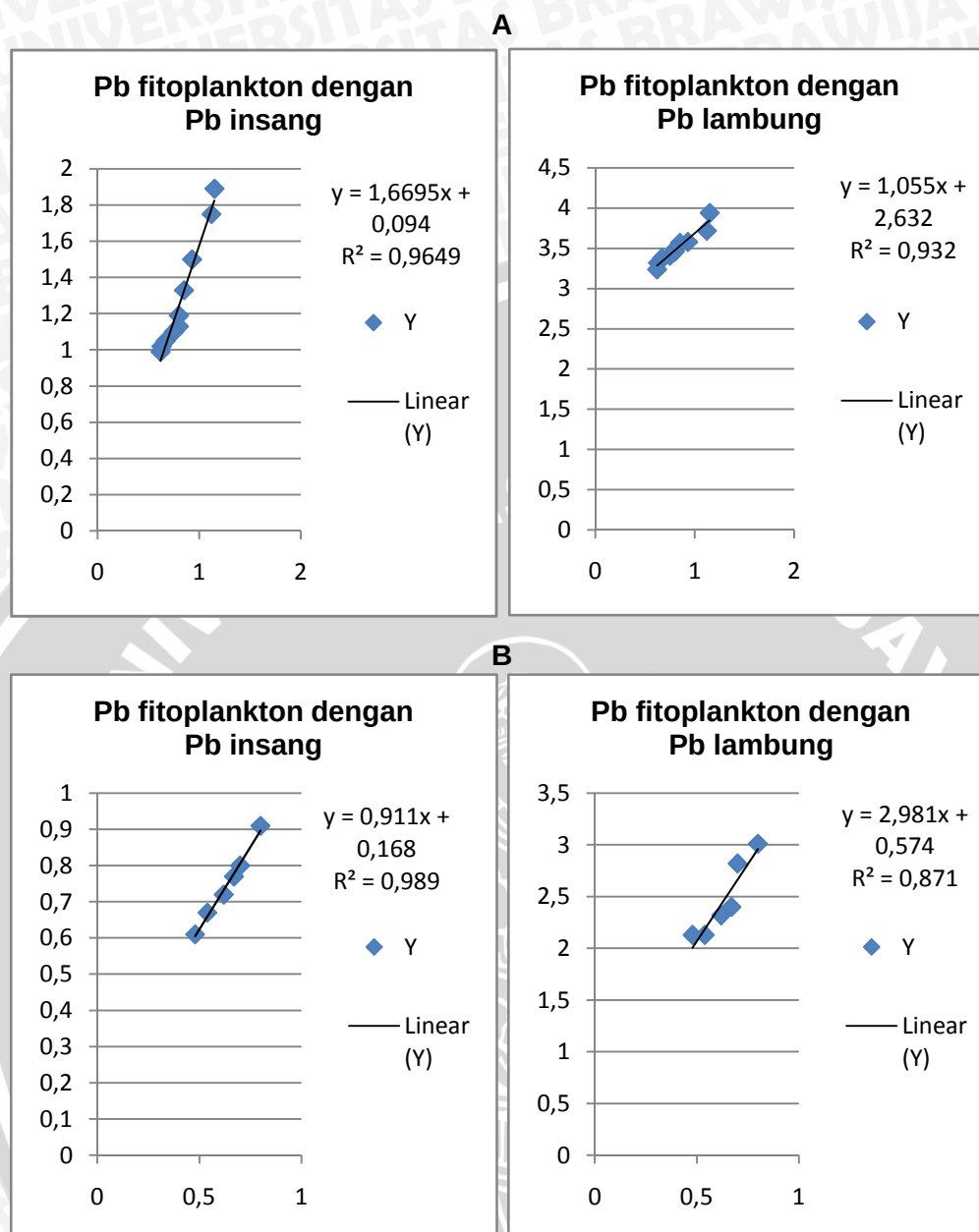
bercilia, dan terbagi dua yaitu saluran incurent (masuk) dan excurent (keluar). Partikel-partikel makanan yang masuk saluran terbawa oleh saluran incurent ke lumen tubulus dan kantong yang tersusun dari diverticula. Disini partikel ditelan oleh sel-sel dinding tubulus dan dicerna secara intraseluler. Sisa pencernaan dibuang kembali ke lumen dikembalikan oleh saluran excurent bersilia ke lambung dan kemudian dibawa ke dalam usus (Wijarni, 1990).

4.3.2 Analisis regresi timbel (Pb) pada fitoplankton dengan insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*)

Hasil analisisregresi menunjukkan besarnya kandungan Pb yang terlarut dalam fitoplankton mempengaruhi besarnya kandungan Pb yang terserap oleh biota uji. Kandungan Pb dalam insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) akan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam fitoplankton. Hal ini dikarenakan fitoplankton juga merupakan salah satu makanan bagi kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) itu sendiri.

Hasil persamaan garis regresi penyerapan Pb di fitoplanktondenganinsang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) disajikan pada Gambar 10.

Hasil dari Gambar 10A. menunjukkan nilai koefisien determinasiPb pada fitoplankton dengan Pb pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten yang dinyatakan dengan R^2 sebesar 0,9649 pada insang dan 0,9322 pada lambung, hal ini menunjukkan bahwa hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada fitoplankton dengan konsentrasi Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 96,49% dengan tingkat kesalahan sebesar 3,51%. Hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada fitoplankton dengan konsentrasi Pb pada lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 93,22% dengan tingkat kesalahan sebesar 6,78%.



Gambar10.(A) Grafik hubungan kandungan timbel (Pb) dalam fitoplankton dengan timbel (Pb) pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten., **(B)** Grafik hubungan kandungan timbel (Pb) dalam fitoplankton dengan timbel (Pb) pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPT Sumber Mina Lestari.

Hasil dari Gambar 10B. menunjukkan nilai koefisien determinasi Pb pada fitoplankton dengan Pb pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPR Sumber Mina Lestari yang dinyatakan dengan R^2 sebesar

0,9898 pada insang dan 0,8717 pada lambung, hal ini menunjukkan bahwa hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada fitoplankton dengan konsentrasi Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 98,98% dengan tingkat kesalahan sebesar 1,02%, sedangkan hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada fitoplankton dengan konsentrasi Pb pada lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 87,17% dengan tingkat kesalahan sebesar 12,83%. Hasil regresi memperlihatkan persamaan garis linier yang terus meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi logam berat timbel (Pb) pada fitoplankton. Hal ini menyatakan bahwa besar kandungan logam berat Pb pada fitoplankton berpengaruh terhadap penyerapan kandungan timbel (Pb) pada organisme air seperti kijing taiwan (*Anodonta woodiana*).

Dalam waktu tiga jam molusca dapat mengambil 200 juta makanan. Umumnya fitoplankton yang melimpah di air juga akan terdapat dalam perut molusca. Menurut penelitian Lesmana (2010), mengenai isi lambung pada kijing yang dilakukan di UPBAT Punten, pada 3 stasiun yang berbeda didapatkan hasil bahwa hampir setiap lambung kerang mengandung bahan organik (detritus) dan beberapa jenis plankton. Plankton yang ditemukan di dalam lambung kerang ini yaitu phylum Chlorophyta, Cyanophyta dan Chrysophyta. Hasil analisis isi lambung tiram yang dilakukan Irianto *et al.*, (1994) dan Parenrengi *et al.* (1998), pada tiram yang hidup dalam beberapa kedalaman sampai dengan kedalaman 10 m, serta antara siang dan malam ternyata tidak memperlihatkan variasi yang besar terhadap kandungan fitoplankton. Hal ini menunjukkan bahwa tiram melakukan penyaringan makanan setiap saat.

Plankton yang dibawa oleh arus melalui insang (pernafasan) akan mengalami seleksi lagi. Beberapa jasad yang tidak dikehendaki, misal karena berduri atau bukan makanan, diarahkan ke bagian dari cuping. Zat hara yang diterima diteruskan ke mulut dan ke kerongkongan yang berbulu getar dan

berakhir ke lambung. Partikel-partikel yang besar diteruskan ke usus, sedangkan zat hara lainnya dikirim ke kantung atau tabung pencernaan yang mengelilingi perut. Usus memanjang membentuk lingkaran di dalam kelenjar genital, melewati atas jantung, melilit sekeliling otot pengikat, dan berlanjut sebagai rektum. Anus berbentuk corong, yang membuang feses ke luar dari mantel (Romimohtarto, 2001).

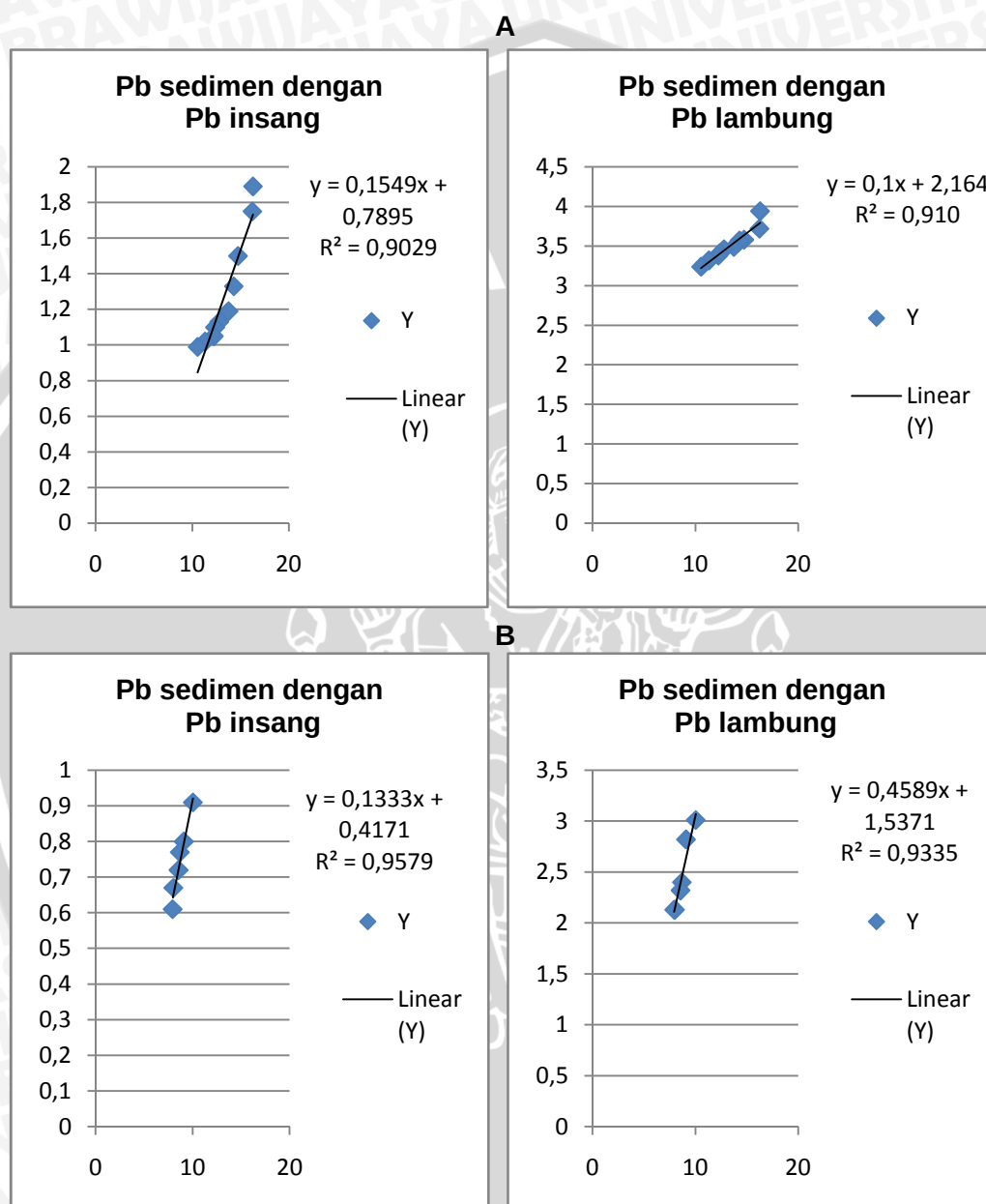
4.3.3 Analisis regresi timbel (Pb) pada sedimen dengan insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*)

Hasil analisisregresi menunjukkan besarnya kandungan Pb yang terlarut dalam sedimen mempengaruhi besarnya kandungan Pb yang terserap oleh biota uji. Kandungan Pb dalam insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) akan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam sedimen dan lamanya organisme tersebut berada dalam perairan yang tercemar Pb.

Hasil persamaan garis regresi kandungan Pb di sedimen denganinsang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) disajikan pada Gambar 11.

Hasil dari Gambar 11A. menunjukkan nilai koefisien determinasiPb pada sedimen dengan Pb pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten yang dinyatakan dengan R^2 sebesar 0,9029 pada insang dan 0,9101 pada lambung, hal ini menunjukkan bahwa hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada sedimen dengan konsentrasi Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 90,29% dengan tingkat kesalahan sebesar 9,71%. Hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada sedimen dengan konsentrasi Pb pada lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 91,01% dengan tingkat kesalahan sebesar 8,99%. Hasil dari Gambar 11B. menunjukkan nilai koefisien determinasiPb pada sedimen dengan Pb pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPR Sumber Mina Lestari yang dinyatakan dengan R^2 sebesar 0,9579 pada insang dan

0,9335 pada lambung. hal ini menunjukkan bahwa hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada sedimen dengan konsentrasi Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 95,79% dengan tingkat kesalahan sebesar 4,21%



Gambar11.(A) Grafik hubungan kandungan timbel (Pb) dalam sedimen dengan timbel (Pb) pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten., **(B)** Grafik hubungan kandungan timbel (Pb) dalam sedimen dengan timbel (Pb) pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPT Sumber Mina Lestari.

Hubungan fungsional antara konsentrasi Pb pada sedimen dengan konsentrasi Pb pada lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) sebesar 93,35% dengan tingkat kesalahan sebesar 6,35%. Hasil regresi memperlihatkan persamaan garis linier yang terus meningkat dengan semakin besarnya konsentrasi logam berat timbel (Pb) pada sedimen. Hal ini menyatakan bahwa besar kandungan logam berat Pb di sedimen berpengaruh terhadap penyerapan atau kandungan timbel (Pb) pada organisme air seperti kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) yang hidupnya berada didasar perairan.

Insang pada kijing juga berfungsi untuk menyaring makan. Modifikasi dari insang untuk menyaring adalah perpanjangan dan lipatan filamen insang yang memperluas permukaannya. Pada waktu makan, tentakel menjulur ke sedimen. Makanan melekat pada lendir di permukaan tentakel, dibawa ke palp yang berfungsi sebagai alat penyortir. Permukaan dalamnya bergigi dan bersilia. Makanan ringan dibawa ke mulut dan makanan berat dibawa ke tepi palp, kemudian dibawa ke rongga mantel. Pencernaan yang terjadi adalah ekstraseluler dan intraseluler. Ekstraseluler terjadi didalam lambung. Enzim dikeluarkan oleh kelenjar pencernaan di daerah diverticula. Intraseluler terjadi di dalam sel-sel dari bagian diverticula yang lain. Saluran diverticula ini bercilia, dan terbagi dua yaitu saluran incurent (masuk) dan excurent (keluar). Partikel-partikel makanan yang masuk saluran terbawa oleh saluran incurent ke lumen tubulus dan kantong yang tersusun dari diverticula. Disini partikel ditelan oleh sel-sel dinding tubulus dan dicerna secara intraseluler. Sisa pencernaan dibuang kembali ke lumen dikembalikan oleh saluran excurent bersilia ke lambung dan kemudian dibawa ke dalam usus (Wijarni, 1990).

Menurut Saputra (2009), di dalam ekosistem perairan pada umumnya logam berat berikatan dalam senyawa kimia atau dalam bentuk logam ion, bergantung pada kompartemen tempat logam berat tersebut berada. Tingkat kandungan

logam berat pada setiap kompartemen sangat bervariasi, bergantung pada lokasi, jenis kompartemen dan tingkat pencemarannya. Kompartemen sedimen menempati urutan pertama sebagai tempat akumulasi logam berat yang paling tinggi. Sifat atau tingkah laku logam dalam lingkungan perairan sangat bergantung dari karakteristik logam yang bersangkutan atau lazim disebut spesiasi logam. Spesiasi suatu logam akan mempengaruhi hadirnya logam tersebut jaringan biologik (bioavailability) dan toksisitasnya terhadap biota tersebut dalam air sangat berbeda-beda tergantung jenis air dan sifat kimia-fisika logam berat itu sendiri.

Kebanyakan bivalvia sesil, mereka menggunakan kaki besarnya untuk masuk ke dalam substrat atau ke tempat yang menguntungkan. Dengan membenamkan diri dalam substrat bivalvia mampu mempertahankan posisi dalam lingkungan yang alirannya tinggi seperti sungai. Bivalvia mungkin hidup dalam waktu yang sangat lama, contohnya kerang mutiara air tawar, *Margaritifera margaritifera* yang dapat hidup lebih dari 100 tahun (McIvor, 2004). Menurut Wijarni (1990), kelas bivalve lingkungan hidupnya dasar yang berlumpur atau berpasir, dengan cara meliang (burrower), ada yang menempel (berpegang) pada batu atau substrat yang keras dan ada yang ngebor (boring).

Menurut Hutagalung (1984) *dalam* Arifin (2005), bahwa logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air. Kijing mencari makanan dengan cara menyaring partikel-partikel baik dari air maupun sedimen karena hidupnya berada di dasar perairan kemudian masuk ke lambung, secara terus menerus telah mengalami akumulasi.

4.4 Hubungan Logam Berat Timbel (Pb) pada Perairan, Fitoplankton dan Sedimen Dengan Timbel (Pb) pada Insang dan Lambung Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*)

Hasil analisisregresi menunjukkan besarnya kandungan Pb yang terlarut dalam perairan, fitoplankton dan sedimen yang secara langsung akan mempengaruhi besarnya kandungan Pb yangterserap oleh insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*). Kandungan Pb dalam insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) akan terus meningkat sesuai dengan kenaikan konsentrasi Pb dalam perairan sebagai media hidup organisme dan sesuai besarnya konsentrasi Pb pada fitoplankton karena merupakan makanan utama organismeserta lamanya organisme tersebut berada dalam dasar sedimen yang tercemar Pb.

Hasil persamaan dan koefisien determinasi kandungan Pb di perairan, fitoplankton dan sedimen dengan kandungan Pb pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa besarnya kandungan Pb pada fitoplankton yang paling mempengaruhi besarnya kandungan Pb pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*). Hal ini dikarenakan selain bahan organik, fitoplankton menjadi makanan utama kijing taiwan (*Anodonta woodiana*). Menurut Lilley, (2000), posisi fitoplankton di dasar piramida makanan adalah mempertahankan kesehatan lingkungan air bila ada gangguan terhadap fitoplankton, maka seketika komunitas yang lain akan terpengaruh. Komposisi fitoplankton bergantung pada kualitas air. Selain itu, fitoplankton merupakan salah satu organisme yang mampu menyerap logam berat terlarut dalam badan air. Beberapa senyawa organik yang terdapat dalam tubuh fitoplankton dapat berfungsi sebagai *ligand* organik bagi logam berat. Protein, polysakarida, lemak,

serta klorofil merupakan beberapa senyawa organik dalam fitoplankton yang dapat berfungsi sebagai pengikat (*chelating agent*) logam berat.

Tabel 3. Data Persamaan dan Koefisien Determinasi

NO	Hubungan Logam Berat Timbel (Pb)	Lokasi penelitian	Persamaan	Koefisien Determinasi
1.	Perairan dengan Insang	UPBAT Puntun	$y = 3,2484x + 0,1971$	$R^2 = 0,8513$
2.	Perairan dengan Insang	UPR Sumber Mina Lestari	$y = 1,4116x + 0,3538$	$R^2 = 0,9609$
3.	Fitoplankton dengan Insang	UPBAT Puntun	$y = 1,6695x + 0,094$	$R^2 = 0,9649$
4.	Fitoplankton dengan Insang	UPR Sumber Mina Lestari	$y = 0,9113x + 0,168$	$R^2 = 0,9898$
5.	Sedimen dengan Insang	UPBAT Puntun	$y = 0,1549x + 0,7895$	$R^2 = 0,9029$
6.	Sedimen dengan Insang	UPR Sumber Mina Lestari	$y = 0,1333x + 0,4171$	$R^2 = 0,9579$
7.	Perairan dengan Lambung	UPBAT Puntun	$y = 2,1091x + 2,7981$	$R^2 = 0,8672$
8.	Perairan dengan Lambung	UPR Sumber Mina Lestari	$y = 4,7364x + 1,15$	$R^2 = 0,8899$
9.	Fitoplankton dengan Lambung	UPBAT Puntun	$y = 1,0557x + 2,6327$	$R^2 = 0,9322$
10.	Fitoplankton dengan Lambung	UPR Sumber Mina Lestari	$y = 2,9818x + 0,5749$	$R^2 = 0,8717$
11.	Sedimen dengan Lambung	UPBAT Puntun	$y = 0,1x + 2,1647$	$R^2 = 0,9101$
12.	Sedimen dengan Lambung	UPR Sumber Mina Lestari	$y = 0,4589x + 1,5371$	$R^2 = 0,9355$

Menurut Wibowo (2004), proses akumulasi bahan pencemar ke dalam fitoplankton dari lingkungannya terjadi akibat interaksi antara bahan pencemar tersebut dengan permukaan tubuhnya karena fitoplankton merupakan organisme renik bersel tunggal yang seluruh permukaannya dilapisi oleh membran sel, maka masuknya bahan pencemar tersebut melalui membran selnya.

Selain melalui proses metabolisme, proses penyerapan logam timbel juga dapat terjadi melalui proses pertukaran ion antara logam timbel dengan kation dinding sel, atau melalui pembentukan ikatan kovalen antara logam dengan gugus aktif pada dinding sel. Dinding sel fitoplankton terdiri atas berbagai

senyawa organik seperti protein, polisakarida, asam alginat dan asam uronat yang dapat berikatan dengan logam (Greene, 1986 *dalam* Wibowo, 2004).

4.5 Uji T

Berdasarkan hasil analisis data menggunakan uji T dua sampel independen dengan bantuan *software* SPSS 17 pada kolom UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari, didapatkan hasil sebagai berikut :

4.5.1 Air

a) Pengujian kehomogenan ragam

Hipotesis yang melandasi kehomogenan ragam:

$$H_0 : \sigma_a^2 = \sigma_b^2$$

$$H_1 : \sigma_a^2 \neq \sigma_b^2$$

Nilai sig (nilai-p)=0.604 > $\alpha=0.05$, hasil ini menunjukkan bahwa keragaman air di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari sama. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata kandungan Pb pada air di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari dilakukan uji T independen ragam sama.

b) Uji T independen

Hipotesis yang melandasi pengujian rata-rata 2 sampel :

$$H_0 : \mu_a - \mu_b = 0$$

$$H_1 : \mu_a - \mu_b \neq 0$$

Nilai $t_{hitung} = -1.367 < t_{(0.025,14)} = -2.145$, nilai sig 0.193 > $\alpha = 0.05$, hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Pb pada air di UPBAT Punten lebih tinggi dari rata-rata kandungan Pb pada air di UPR Sumber Mina Lestari dengan tingkat kepercayaan 80,7%.

4.5.2 Fitoplankton

a) Pengujian kehomogenan ragam

Hipotesis yang melandasi kehomogenan ragam:

$$H_0 : \sigma_a^2 = \sigma_b^2$$

$$H_1 : \sigma_a^2 \neq \sigma_b^2$$

Nilai sig (nilai-p)=0.270 > α =0.05, hasil ini menunjukkan bahwa keragaman fitoplankton di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestarisama. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara kandungan Pb pada fitoplankton di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari dilakukan uji T independen ragam sama.

b) Uji T independen

Hipotesis yang melandasi pengujian rata-rata 2 sampel :

$$H_0 : \mu_a - \mu_b = 0$$

$$H_1 : \mu_a - \mu_b \neq 0$$

Nilai $t_{hitung} = -2.313 > t_{(0.025,14)} = -2.145$, nilai sig = 0.036 < α =0.05, hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Pb pada fitoplankton di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari berbeda signifikan secara statistik, rata-rata kandungan Pb pada fitoplankton di UPBAT Punten lebih tinggi dari rata-rata kandungan Pb pada fitoplankton di UPR Sumber Mina Lestari dengan tingkat kepercayaan 95%.

4.5.3 Sedimen

a) Pengujian kehomogenan ragam

Hipotesis yang melandasi kehomogenan ragam:

$$H_0 : \sigma_a^2 = \sigma_b^2$$

$$H_1 : \sigma_a^2 \neq \sigma_b^2$$

Nilai sig (nilai-p)=0.029 < α =0.05, hasil ini menunjukkan bahwa keragaman sedimen di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari berbeda. Untuk

mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara kandungan Pb padasedimen di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari dilakukan uji T independen ragam berbeda.

b) Uji T independen

Hipotesis yang melandasi pengujian rata-rata 2 sampel :

$$H_0 : \mu_a - \mu_b = 0$$

$$H_1 : \mu_a - \mu_b \neq 0$$

Nilai $t_{hitung} = -6.830 > t_{(0.025,12)} = -2.179$, nilai $sig = 0.000 < \alpha = 0.05$, hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Pb pada sedimen di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari berbeda signifikan, rata-rata kandungan Pb padasedimen di UPBAT Punten lebih tinggi dari rata-rata kandungan Pb pada sedimen di UPR Sumber Mina Lestari dengan tingkat kepercayaan 95%.

4.5.4 Insang

a) Pengujian kehomogenan ragam

Hipotesis yang melandasi kehomogenan ragam:

$$H_0 : \sigma_a^2 = \sigma_b^2$$

$$H_1 : \sigma_a^2 \neq \sigma_b^2$$

Nilai sig (nilai-p)=0.024 < $\alpha = 0.05$, hasil ini menunjukkan bahwa keragamaninsang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari berbeda. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara kandungan Pb padainsang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari dilakukan uji T independen ragam berbeda.

b) Uji T independen

Hipotesis yang melandasi pengujian rata-rata 2 sampel :

$$H_0 : \mu_a - \mu_b = 0$$

$$H_1 : \mu_a - \mu_b \neq 0$$

Nilai $t_{hitung} = -6.393 > t_{(0.025,6)} = -2.447$, nilai $sig = 0.000 < \alpha = 0.05$, hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Pb padainsang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari berbeda signifikan, rata-rata kandungan Pb padainsangkijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten lebih tinggi dari rata-rata kandungan Pb pada insang kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di Sumber Mina Lestari dengan tingkat kepercayaan 95%.

4.5.5 Lambung

a) Pengujian kehomogenan ragam

Hipotesis yang melandasi kehomogenan ragam:

$$H_0 : \sigma_a^2 = \sigma_b^2$$

$$H_1 : \sigma_a^2 \neq \sigma_b^2$$

Nilai sig (nilai- p) = 0.069 $> \alpha = 0.05$, hasil ini menunjukkan bahwa keragaman lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari sama. Untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan rata-rata antara kandungan Pb padalambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari, dilakukan uji T independen ragam sama.

b) Uji T independen

Hipotesis yang melandasi pengujian rata-rata 2 sampel :

$$H_0 : \mu_a - \mu_b = 0$$

$$H_1 : \mu_a - \mu_b \neq 0$$

Nilai $t_{hitung} = -7.376 > t_{(0.025,14)} = -2.145$, nilai $sig = 0.000 < \alpha = 0.05$, hasil ini menunjukkan bahwa rata-rata kandungan Pb padalambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari berbeda

signifikan, rata-rata kandungan Pb padalambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPBAT Punten lebih tinggi dari rata-rata kandungan Pb padalambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) di UPR Sumber Mina Lestari dengan tingkat kepercayaan 95%.

4.6 Parameter Kualitas Air

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan parameter kualitas air yang mendukung kehidupan kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) yaitu suhu, pH, DO dan TOM. Data kualitas air selama penelitian disajikan pada Tabel 9 dibawah ini :

Tabel 4. Data Analisis Kualitas Air

KOLAM	PARAMETER KUALITAS AIR			
	SUHU	pH	DO	TOM
UPBAT PUNTEN				
1	22,7	7	6,6	63,79
12	23,3	7	6,3	61,93
13	23,8	7	6,2	62,86
18	21,6	7	6,8	68,25
21	23,7	7	6,6	60,56
25	21,3	7	6,3	69,33
29	23,9	7	6,9	62,68
30	23,8	7	6,5	64,73
38	22,1	7	6,2	65,28
39	21,2	7	6,3	67,92
UPR SUMBER MINA LESTARI				
1	23,8	7	6,2	65,91
2	22,7	7	6,3	69,07
3	22,6	7	6,4	61,08
5	23,4	7	6,3	67,80
7	23,7	7	6,6	63,60
9	23,2	7	6,7	65,61

4.6.1 Suhu

Pertumbuhan kerang sangatlah dipengaruhi oleh faktor-faktor alam antara lain biologis, fisika dan kimia. Secara umum pertumbuhan dan kelangsungan hidup hewan jenis kerang-kerangan sangat dipengaruhi oleh faktor penting yaitu suhu dan ketersediaan makanan (Honkoop and Beukemo, 1997 dalam Hamzah dan Nababan, 2009). Dalam penelitian ini diperoleh nilai suhu sebesar 21,3°C – 23,9°C. Kisaran tersebut masih dalam kondisi yang mampu di tolerir oleh kerang

termasuk kijing. Menurut Dan (2000) *dalam* Rachman *et al.* (2006), secara umum kondisi yang baik untuk pertumbuhan kerang air tawar adalah perairan yang memiliki temperatur antara 15°C – 25°C.

4.6.2 pH

Kondisi perairan yang bersifat sangat asam atau sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Barus, 2001). Hasil pengukuran pH selama penelitian adalah 7. Dijelaskan oleh Hutabarat (1991) *dalam* Supriyanti (2007), pH untuk kehidupan bivalvia pada kisaran 5.6 – 8.3. Diperjelas lagi oleh Thana (1976) *dalam* Wilda (1999) pH 6,0 – 7,6 kijing dapat tumbuh dengan cepat dan berkembang biak dengan baik. Jadi nilai pH tersebut masih dalam batas toleransi untuk hidup dan berkembang.

Nilai pH perairan memiliki hubungan yang erat dengan sifat kelarutan logam berat. Pada pH alami laut logam berat sukar terurai dan dalam bentuk partikel atau padatan tersuspensi. Pada pH rendah, ion bebas logam berat dilepaskan ke dalam kolom air. Selain hal tersebut, pH juga mempengaruhi toksisitas suatu senyawa kimia. Secara umum logam berat akan meningkat toksisitasnya pada pH rendah, sedangkan pada pH tinggi logam berat akan mengalami pengendapan (Novotny dan Olem, 1994 *dalam* Sarjono 2009).

Timbel pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Timbel relatif dapat larut dalam air dengan pH < 5 dimana air yang bersentuhan dengan timah hitam dalam suatu periode waktu dapat mengandung > 1 µg Pb/l, sedangkan batas kandungan dalam air minum adalah 50 µg Pb/l. Kadar dan toksisitas timbel diperairan dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas, dan kadar oksigen (Effendi, 2003).

4.6.3 DO (*Dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut (Dissolved Oxygen = DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Menurut Setyobudiandi (2004) dalam Rizal (2010), penurunan oksigen secara temporer selama beberapa hari biasanya tidak memberikan pengaruh yang berarti, karena kerang dapat menutup katup cangkangnya. Hasil pengukuran DO air selama penelitian berkisar antara 6,2 mg/l - 6,9 mg/l. Menurut Sastrawijaya (2009), kehidupan di air dapat bertahan jika ada oksigen terlarut minimum sebanyak 5 mg/l selebihnya bergantung kepada ketahanan organismenya. Jadi kisaran oksigen yang didapat selama penelitian masih dalam batas normal untuk kehidupan organisme air termasuk kijing.

4.6.4 TOM (Total organik matter)

Bahan organik total menggambarkan kondisi bahan organik total sistem perairan yang terdiri dari bahan organik terlarut, bahan organik tersuspensi dan koloid (Hariyadiet *al.*, 1992). Bahan organik merupakan makanan utama bagi biota perairan, salah satunya moluska yang terbawa air atau berasal dari substrat di dalam perairan. Pada daerah pantai berpasir hanya sebagian kecil dari organisme yang menyerap bahan organik, baik yang terlarut maupun yang berukuran sangat kecil (Romimohtarto dan Juwana, 2001). Hasil pengukuran TOM selama penelitian berkisar antara 60,56 mg/l - 69,33 mg/l. Menurut penelitian Siregar (2009), kerang ukuran kecil lebih banyak membutuhkan nutrisi untuk pertumbuhan dan kondisi dimana sistem metabolismenya menuju kesempurnaan. Menurut Galtsoff (1964), kerang ukuran yang lebih kecil membutuhkan makanan lebih banyak untuk pertumbuhan.

4.7 Pembahasan Umum

Berdasarkan data yang diperoleh dari analisis uji T 2 sampel independen, didapatkan hasil bahwa kadar logam berat timbel (Pb) pada insang dan lambung

kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) yang berada pada UPBAT Punten ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan kadar logam berat timbel (Pb) pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) yang berada pada UPR Sumber Mina Lestari dengan tingkat kepercayaan sebesar 95%. Hal ini dikarenakan lokasi UPBAT Punten yang selain dekat dengan perumahan penduduk juga dekat dengan lahan pertanian yang tentunya banyak menggunakan bahan pestisida atau pupuksehingga intensitas masuknya logam berat timbel (Pb) ke badan perairan lebih tinggi dibandingkan dengan UPR Sumber Mina Lestari. Hal ini sesuai dengan pernyataan Siswanto (2009), dimana sumber logam berat timbel (Pb) berasal daritanah yang diolah secara anorganik menggunakan pestisida dapat mengandung komponen Pb arsenat yang bersifat stabil. Konsentrasi Pb didalam tanah rata-rata adalah 16 ppm, tetapi pada daerah-daerah tertentu dapat mencapai beberapa ribu ppm. Konsentrasi Pb di udara lebih rendah dibandingkan dengan di tanah karena nilai tekanan uapnya rendah.. Pencemaran Pb terbesar berasal dari hasil pembakaran bensin yang menghasilkan komponen-komponen Pb terutama $PbBrCl_2$ dan $PbBrCl_2PbO$. Pencemaran Pb di air dapat berasal dari komponen-komponen Pb di udara yang terlarut ataupun tidak larut didalam air seperti $PbCO_3$.

Besarnya kadar logam berat timbel (Pb) yang terdapat pada air, fitoplankton dan sedimen berpengaruh terhadap besarnya kadar logam berat timbel (Pb) yang terkandung di insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*). Berdasarkan data yang diperoleh, didapatkan hasil bahwa kadar logam berat timbel (Pb) pada sedimen mempunyai pengaruh yang paling besar terhadap besarnya kadar logam berat timbel (Pb) yang terkandung di insang dan lambung kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) dengan tingkat kepercayaan 90%. Hal ini dikarenakan kijing taiwan (*Anodonta woodiana*) merupakan organisme yang bersifat *filter feeder* karena hidupnya berada di dasar perairan tergenang atau

mengalir sehingga membuatnya menjadi biofilter perairan yang efektif. Hal ini sesuai dengan pernyataan Saputra (2009), di dalam ekosistem perairan pada umumnya logam berat berikatan dalam senyawa kimia atau dalam bentuk logam ion, bergantung pada kompartemen tempat logam berat tersebut berada. Tingkat kandungan logam berat pada setiap kompartemen sangat bervariasi, bergantung pada lokasi, jenis kompartemen dan tingkat pencemarannya. Kompartemen sedimen menempati urutan pertama sebagai tempat akumulasi logam berat yang paling tinggi. Sifat atau tingkah laku logam dalam lingkungan perairan sangat bergantung dari karakteristik logam yang bersangkutan atau lazim disebut spesiasi logam. Spesiasi suatu logam akan mempengaruhi hadirnya logam tersebut jaringan biologik (*bioavailability*) dan toksisitasnya terhadap biota tersebut dalam air sangat berbeda-beda tergantung jenis air dan sifat kimia-fisika logam berat itu sendiri. Pernyataan itu diperkuat oleh Hutagalung (1984) dalam Arifin (2005) yang menyatakan logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibanding dalam air. Kijing mencari makanan dengan cara menyaring partikel-partikel baik dari air maupun sedimen karena hidupnya berada di dasar perairan kemudian masuk ke lambung, secara terus menerus telah mengalami akumulasi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

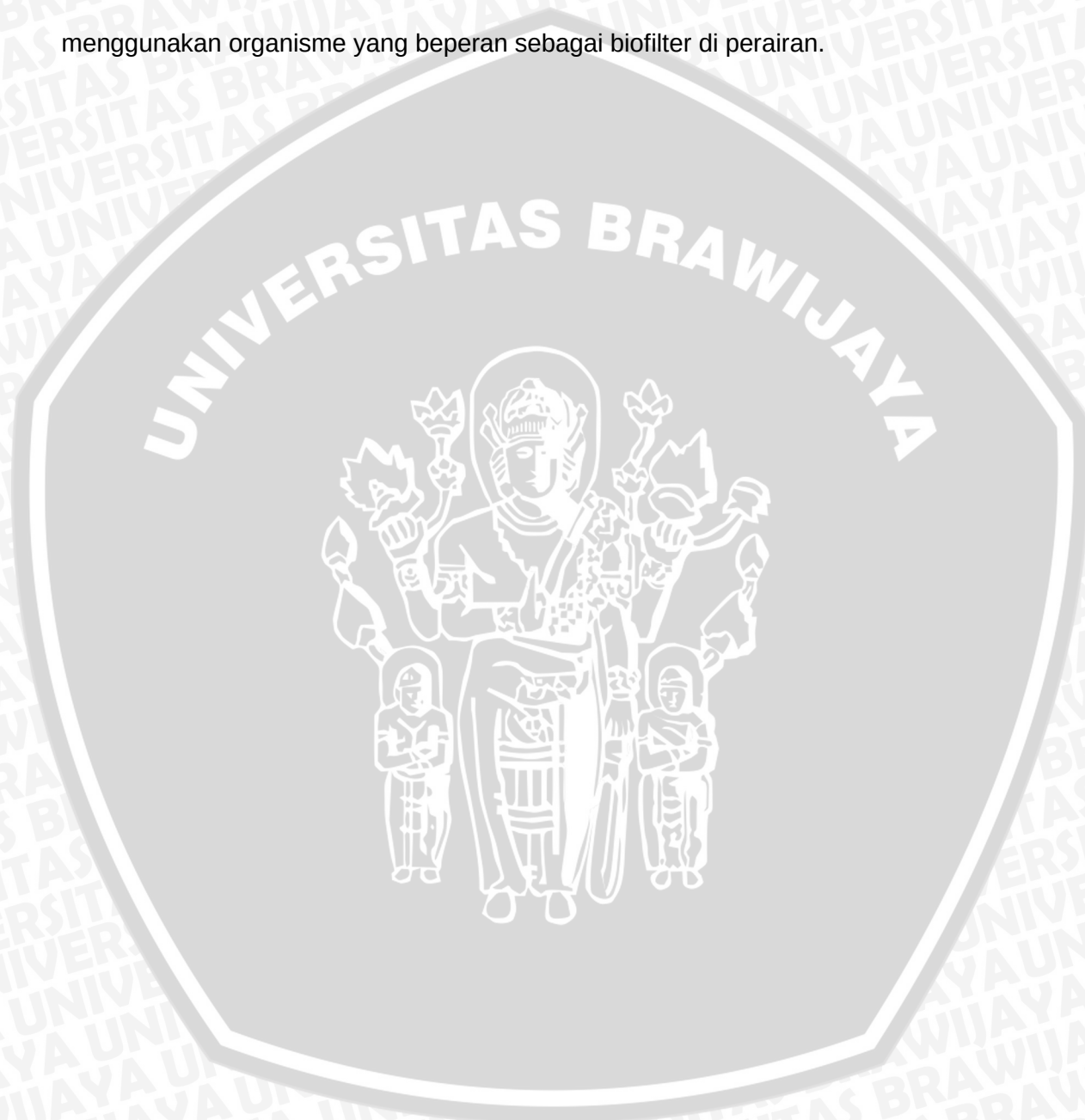
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan diantaranya sebagai berikut :

- 1) Keberadaan logam berat timbel (Pb) pada air dan fitoplankton yang ada di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari telah melebihi ambang batas normal yang diperbolehkan, sedangkan logam berat timbel (Pb) pada sedimen yang ada di UPBAT Punten dan UPR Sumber Mina Lestari masih dalam kisaran normal atau belum melebihi batas yang diperbolehkan. Akan tetapi dengan logam berat timbel (Pb) pada air dan fitoplankton yang telah melebihi batas normal, dikhawatirkan dapat berdampak negatif pada perairan tersebut melalui sistem rantai makanan.
- 2) Kandungan logam berat timbel (Pb) pada lambung ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat timbel (Pb) pada insang. Hal ini dikarenakan pada kijing taiwan (*Anadonta woodiana*) lambung merupakan tempat akumulasi penyerapan logam berat melalui sistem pencernaan, sedangkan insang mempunyai labial palps untuk menyaring benda-benda asing yang bukan merupakan makanan.
- 3) Berdasarkan hasil analisis hubungan kandungan logam berat timbel (Pb) pada perairan, fitolankton dan sedimen dengan insang dan lambung kijing taiwan (*Anadonta woodiana*) menunjukkan koefisien determinasi antara variabel satu dengan variabel lain yang cukup tinggi yaitu sekitar 85% hingga 98%.
- 4) Berdasarkan hasil analisis regresi didapatkan bahwa fitoplankton merupakan faktor yang paling mempengaruhi pola hubungan logam berat timbel (Pb) pada insang dan lambung kijing taiwan (*Anadonta woodiana*).

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disarankan perlu dilakukannya tindakan nyata untuk menurunkan kandungan logam berat timbel (Pb) di wilayah budidaya UPBAT Puntan dan UPR Sumber Mina Lestari seperti salah satu contohnya melakukan treatment air sebelum usaha budidaya dimulai dengan menggunakan organisme yang berperan sebagai biofilter di perairan.



DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G dan Santika S.S. 1987. **Metoda Penelitian Air**. Usaha Nasional. Surabaya.
- Andayani, S. 2005. **Manajemen Kualitas Air untuk Budidaya Perairan**. Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Andika, R. 2010. **Molusca**. <http://www.sitepueki.co.cc/contact.html>. Diakses tanggal 13 Mei 2011.
- Barus, T.A. 2004. **Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau**. Medan: Program studi biologi fakultas mipa USU. BIOSCIENTIAE Volume 4, Nomor 1, Januari 2007, Halaman 43-52. <http://www.unlam.ac.id/bioscientiae/>. Diakses tanggal 05 Maret 2011.
- Bassett, B. 1994. **Quantitative Inorganic analysis Including Elementary Instrumental Analysis**. Fourth Edition Is Published Longman Group UK, London.
- Boyd, C.E. 1982. **Water Quality Fir Pond Fish Culture**. Dept. Of Fisheries and Applied Aquaculture, Elseiver Scientific Publishing Company. New York.
- Bryan GW. 1976. **Heavy Metal In The Sea dalam: Marine Polution**. Johnson (ED) Academic Press. London.
- Connel, D. W. 1990. **Bioaccumulation of Xenobiotic Compoun**. Florida: CRC rees Inc.
- Connell, D.W dan G. Miller. 2006. **Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran**. Universitas Indonesia. Jakarta
- Dani, A.R. 2004. **Avertebrata Perairan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Dahuri, R. 1996. **Keanekaragaman Hayati Laut**. Aset pembangunan Berkelanjutan Indonesia. Gramedia Pusaka Utama.
- Darmono. 1995. **Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup**. Universitas Indonesia. Jakarta
- , 2001. **Dampak Pencemaran Lingkungan**. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Dharma, B. 1992. **Siput dan Kerang Indonesia**. PT Sarana Graha. Jakarta.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan**. Kanisius. Jogjakarta.

- Erlania, A.I., Gubawan dan T.H. Prihadi. 2007. **Potensi Budidaya Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana*) di Waduk Cirata dalam Rangka Pengendalian Cemaran dan Peningkatan Produksi Budidaya Ikan**. Prosiding Seminar Nasional Moluska Dalam Penelitian, Konservasi dan Konomi. Pusat Irset Perikanan Budidaya. Jakarta.
- Fardiaz.1992. **Polusi Air dan Udara**.Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi IPB. Bogor.
- Fitriawan, F. Sunarto. Sutarno. 2011. **Microanatomy alteration of gills and kidneys in freshwater mussel (*Anodonta woodiana*) due to cadmium exposure**. Jurnal Vol. 3, No. 1, Pp.: 28-35
- Galtsoff, P.S. 1964.**The American Oyster (*Crassostrea virginica*)**. Fishery Bulletinn of The Fish and Wildlife Service. 489 p.
- Garno, Y.S. 2004.**Biomanipulasi, Paradigma Baru dalam Pengendalian Limbah Organik Budidaya Perikanan di Waduk dan Tambak**.Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta.
- Hafiz, M. 2009. **Karakterisasi Kijing (*Pilsbryoconcha exilis*)di Perairan Situ Gede, Bogor**.<http://hafiz1309.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 15 April 2011.
- Hariyadi, S., Suryadiputra dan B. Widigdo. 1992. **Limnologi Metode Kualitas Air**. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hasan. I. 2002. **Analisis Data Penelitian Dengan Statistik**.PT. Bumi Aksara. Jakarta.
- Hutagalung, H.P. 1997. **Pencemaran Laut oleh Logam Berat**. Hal 45 – 59. dalamD. H. KUNARSO dan Ruyitno (eds), Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teknik Pemantauannya. Jakarta : PPPO – LIPI.
- Kordi, G.H dan A.B. Tancung.2007. **Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan**.Rineka Cipta. Jakarta.
- Kristanto, P. 2002. **Ekologi Industri**. Universitas Kristen Petra. Surabaya.
- Irianto, A., D. Sipatuhur dan A. Sudrajat. 1994. **Observasi Tiram, *Crassostrea spp.* Di Tanjung Pinang dan Perairan Bintan, Kepulauan Riau**. Sub Balai Penelitian Perikanan Budidaya Pantai Tanjung Pinang. Riau.
- Irmanika, G. 2007. **Pengaruh Ukuran dan Berat Vegetasi Lamun (*Cymodocea rotundata*) Terhadap Kadar Logam Berat di Desa Sedayu Lawas Kecamatan Brondong Kabupaten Lamongan Jawa Timur**.Skripsi. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.

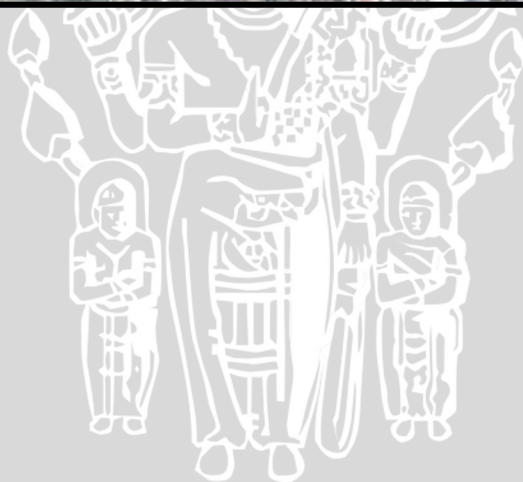
- Lesmana, L.G. 2010. **Kajian Fitoplankton dalam Lambung Kerang *Anodonta Woodianadi* Balai Benih Ikan (BBI) Punten, Desa Sidomulyo, Kota Batu, Jawa Timur**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya. Malang. Tidak Diterbitkan.
- Lilley. 2000. **Ekologi Nusa Tenggara, Maluku**. Jakarta: Penerbit Prehalindo.
- McIvor, A.I. 2004. **Freshwater Mussels as Biofilters**. Dep't of Zoology University of Cambridge. England.
- Michael, P. 1984. **Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Lapangan Dan Laboratorium**. Penerjemah: Yanti R, Koestoer. Jakarta: UI press.
- Mukono. 2005. **Toksikologi Lingkungan**. Surabaya: Airlangga University Press.
- Mulyanto. 1995. **Manajemen Perairan**. Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Nugraha, W. 2009. **Kandungan Logam Berat Pada Air dan Sedimen Di Perairan Socah dan Kwanyar Kabupaten Bangkalan**. Jurnal Kelautan Vol.2, No.2
- Nybakken, J.W. 1992. **Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis**. Terjemahan dari Marine Biology: An Ecological Approach. Alih Bahasa: M. Eidman, Koesoebiono, D.G. Bengen dan M. Hutomo. Gramedia, Jakarta.
- Palar, H. 1994. **Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat**. PT. Rineka Cipta. Jakarta.
- Purnama. 2009. **Anodonta Sp**. <http://Anodonta.com/2009/04/kebiasaan-makan-kerang-air-tawar.html>. Diakses tanggal 15 Februari 2011.
- Purnomo, T dan Muchyiddin. 2007. **Analisis Kandungan Timbel (Pb) Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Kecamatan Gresik**. Neptunus, Vol.14, No.1, Juli 2007 : 68 – 7.
- Rachman, T., Yuniarti, Rojali dan A. Dimyati. 2006. **Pembudidayaan Kerang Mutiara Air Tawar (*Margaritifera* sp) di Kolam Terkontrol**. http://www.DKPP.Go.Id/Upload/Jurnal_pembudidayaan_kerang_mutiara_air_tawar.Pdf. Diakses pada tanggal 15 April 2011.
- Rahman, A. 2005. **Kandungan Logam Tembaga (Cu) Pada Karang Tipe Branching Di Perairan Kepulauan Krakatau**. Bioscientiae Vol.2, No.2 Hal 1-6
- Ridiah. 2010. **Keajaiban Kerang**. <http://ridiah.wordpress.com>. Diakses pada tanggal 15 April 2011
- Razak, H. 1980. **Pengaruh Logam Berat Terhadap Lingkungan**. Jakarta: Pewarta Oseana 2. LON-LIPI.

- Romimohtarto, K dan S, Juwana. 2001. **Biologi Laut Ilmu Pengetahuan tentang Biota Laut**. Djambatan. Jakarta.
- Rory. 2011. **Uji T Dua Sampel Independen**. <http://www.hprory.com/uji-t-dua-sampel-independen-varian-sama/>. Diakses pada tanggal 15 April 2011
- Salmin. 2005. **Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan**. Oseana. 30 (3):21-26.
- Scott, W. A. H. 1996. **Kamus Saku Kimia**. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Siswanto, D. 2009. **Respon Kayu Apuh (*Pistia stratiotes* L.), Jagung (*Zea mays* L.) dan Kacang Tolo (*Vigna sinensis* L.) Terhadap Pencemar Timbel (Pb)**. Skripsi. Jurusan Biologi. Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan.
- Subarijanti, U.H. 1990. **Kesuburan dan Pemupukan Perairan**. Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang, Malang.
- Sudarmadji, J. Mukono, Corie. 2006. **Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan**. Jurnal Kesehatan Lingkungan Vol.2, No.2 :129-142
- Sudarwin. 2008. **Analisa Spesial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cd) Pada Sedimen Aliran Sungai Dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampai Jatibarang Semarang**. UNDIP. Semarang
- Suhendrayatna. 2001. **Bioremediasi Logam Berat Dengan Menggunakan Mikroorganisme Bagian 1 : Suatu Kajian Kepustakaan (Heavy Metal Bioremediasi by Microorganisms: A Literature Study)**. [http:// Zemi On-Air Bioteknologi](http://Zemi-On-Air-Bioteknologi).
- Sunu, P. 2001. **Melindungi Lingkungan Dengan Menetapkan ISO 14001**. Gramedia Widayarsana Indonesia. Jakarta.
- Supriharyono. 2002. **Pelestarian dan Pengelolaan Sumberdaya Air di Wilayah Pesisir Tropis**. PT. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Supriyantini, E., Ambariyanto dan I. Widowati. 2007. **Pengaruh Pemberian Pakan Alami *Tetraselmis chuii* dan *Skeletonema costatum* Terhadap Kandungan Asam Lemak Omega 6 (Asam Arakhidonat) pada Kerang Totok *Polymesoda erosa***. J. Pasir Laut. 3 (1):46-60.
- Sutrisno, T dan Eni S. 1996. **Teknologi Penyediaan Air Bersih**. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Suwignyo P, Basmi J, Batu DTF, Affandi R. 1981. **Studi Biologi Kijing Taiwan (*Anodonta woodiana* Lea)**. Bogor: Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.

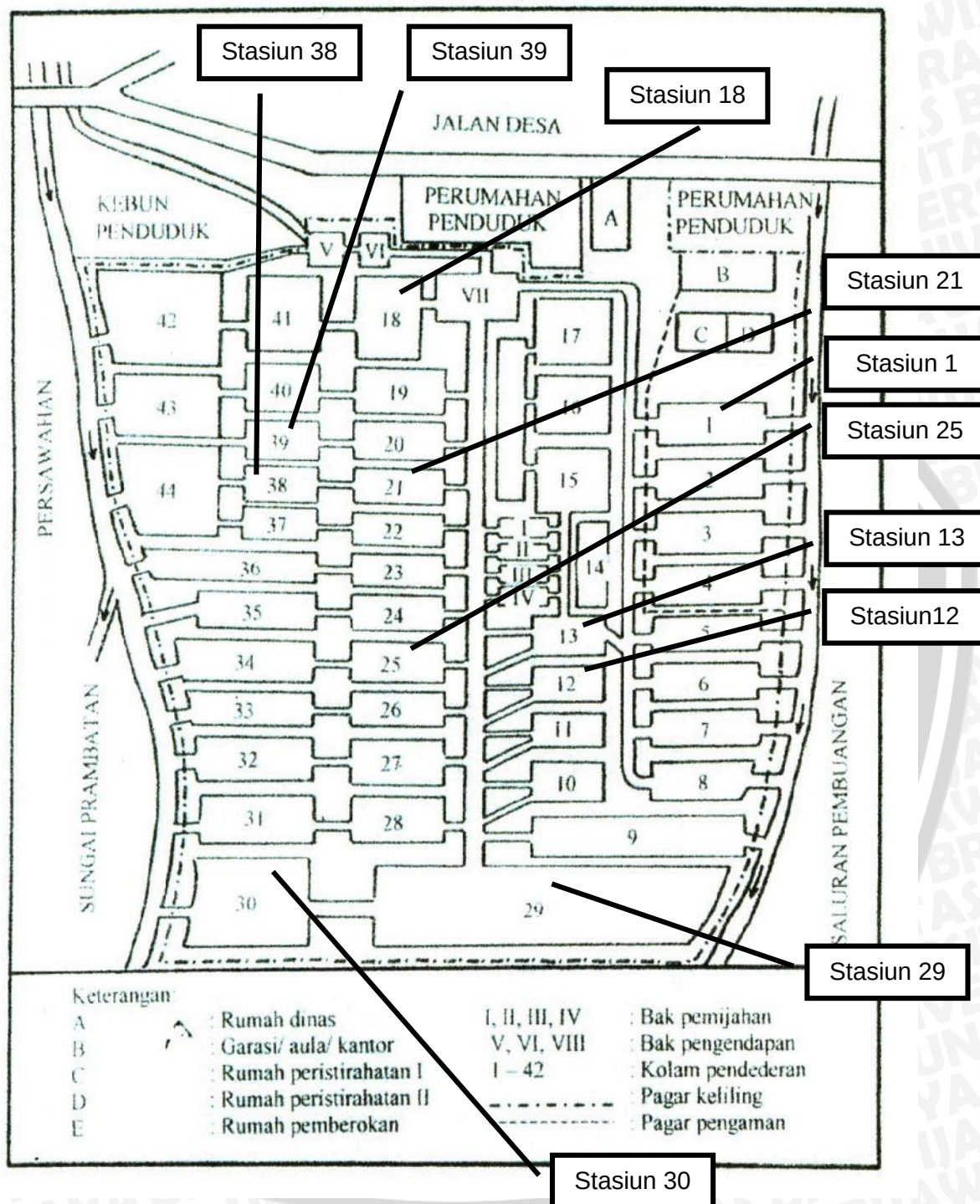
- Suwondo, E., Febrita dan F. Sumanti. 2006. **Struktur Komunitas Gastropoda Pada Hutan Mangrove Di Pulau Sipora Kabupaten Kepulauan Mentawai Sumatera Barat.**J. Biogenesis. 2 (1):25-29.
- Taufiq, R., Hartati., J. Culen dan J.M. Masjhoer. 2007. **Pertumbuhan Tiram Mutiara (*Pinctada maxima*) pada Kepadatan Berbeda.** J.Ilm. Kelautan. 12 (1):31-38.
- Ulfin, S. 1995. **Potensi Penyerapan Batang Eceng Gondok (*Eichornia crassipes* Mart) Terhadap Logam Cu dan Pb.** Laporan penelitian yang tidak dipublikasikan. Surabaya.
- Untari. 2001. **Pola Pergerakan Kijing Taiwan Sebagai Bioindikator Pencemaran Kadmium pada Air Taiwan**
<http://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/123456789/19109/2/G01unt>. Diakses pada tanggal 20 April 2011.
- Wibowo. 2004. **Kinetika Bioakumulasi Logam Berat Cadmium oleh Fitoplankton *chlorella sp* Lingkungan Perairan laut.** Fakultas Farmasi. Universitas Muhammadiyah. Surakarta.
- Wijarni, 1990.**Diktat Kuliah Avertebrata Air II.** Fakultas Perikanan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Wilda, G.H. 1999. **Uji Kapasitas Kijing Taiwan(*Anodonta woodiana* Lea)dalam Menurunkan Kadar Polutan Pestisida Karbaril pada Perairan Tawar.**<http://iirc.ipb.ac.id/jspui/bitstream/abstract.pdf>. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor. Diakses tanggal 13 Mei 2011.
- Wirartha, I Made. 2006. **Metode Penelitian Sosial Ekonomi.**ANDI: Yogyakarta.
- Yulinda, S. 2010. **Analisa Kemampuan Mikroalga *Nannochloropsis sp.* Sebagai Bioremediator Timbel (Pb) Dengan Konsentrasi Berbeda.** Artikel Penelitian Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang. Tidak diterbitkan
- Zipcodezoo. 2010. **Txonomi.** [http://zipcodezoo.com/taxonomi/Anodonta woodiana](http://zipcodezoo.com/taxonomi/Anodonta_woodiana).Diakses pada tanggal 15 April 2011



Lampiran 2. Lokasi UPBAT Punten



Lampiran 3. Denah Lokasi Kolam Penelitian di UPBAT Punten



Lampiran 4. Lokasi UPR Sumber Mina Lestari



Lampiran 5. Kadar Timbel (Pb) pada Air di UPBAT Punten

82



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
Jl. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_ub@ub.ac.id, Website : http://kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
Telepon : 08123265516
Status : Mahasiswa S3
Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
Nama Sampel : Air
Wujud : Cair
Warna : Jernih
Bentuk : Cair
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	0,23 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 12	0,41 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 13	0,39 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 18	0,23 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 21	0,34 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 25	0,36 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 29	0,47 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 30	0,44 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 38	0,26 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 39	0,25 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 15 Februari 2012



Ketua,

Drs. H. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

KaLab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003

Lampiran 6. Kadar Timbel (Pb) pada Fitoplankton di UPBAT Punten

83



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL UNIVERSITAS BRAWIJAYA

FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA

JL. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_UB@ub.ac.id, Website : http://kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
 Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
 Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 Universitas Brawijaya
 Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
 Telepon : 08123265516
 Status : Mahasiswa S3
 Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
 Nama Sampel : Fitoplankton
 Wujud : Padatan
 Warna : Jernih
 Bentuk : Padatan
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas
 MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	0,72 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 12	0,93 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 13	0,85 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 18	0,67 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 21	0,80 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 25	0,80 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 29	1,15 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 30	1,12 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 38	0,67 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 39	0,75 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua,

Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

Malang, 15 Februari 2012

KaLab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003

Lampiran 7. Kadar Timbel (Pb) pada Sedimen di UPBAT Puntun

84



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_UB@ub.ac.id, Website : http:// kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya
Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
Telepon : 08123265516
Status : Mahasiswa S3
Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
Nama Sampel : Sedimen
Wujud : Padatan
Warna : Abu-abu
Bentuk : Padatan
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas
MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	10,56 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 12	14,74 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 13	14,30 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 18	11,32 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 21	12,79 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 25	13,75 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 29	16,29 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 30	16,23 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 38	12,37 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 39	12,24 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua,

Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

Malang, 15 Februari 2012

KaLab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003

Lampiran 8. Kadar Timbel (Pb) pada Insang di UPBAT Punten

85



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
Jl. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_UB@ub.ac.id, Website : http:// kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya
Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
Telepon : 08123265516
Status : Mahasiswa S3
Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
Nama Sampel : Insang
Wujud : Padatan
Warna : Kuning
Bentuk : Padatan
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas
MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	0,99 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 12	1,50 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 13	1,33 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 18	1,02 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 21	1,13 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 25	1,19 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 29	1,89 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 30	1,75 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 38	1,10 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 39	1,05 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua,

Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

Malang, 15 Februari 2012

KaLab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003

Lampiran 9. Kadar Timbel (Pb) pada Lambung di UPBAT Puntun


**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA

JL. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839

Email : kimia_ub@ub.ac.id, Website : http://kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
 Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
 Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
 Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
 Telepon : 08123265516
 Status : Mahasiswa S3
 Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
 Nama Sampel : Lambung
 Wujud : Padatan
 Warna : Kuning
 Bentuk : Padatan
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	3,24 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 12	3,58 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 13	3,57 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 18	3,32 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 21	3,46 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 25	3,49 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 29	3,94 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 30	3,72 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 38	3,41 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 39	3,38 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua,

 Sasangka Prasetyawan, MS.
 NIP. 19630404041987011001

Malang, 15 Februari 2012

KaLab. Lingkungan

 Ir. Bambang Ismuyanto, MS
 NIP. 196005041986031003

Lampiran 10. Kadar Timbel (Pb) pada Air di UPR Sumber Mina Lestari

87



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
Jl. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_ub@ub.ac.id, Website : http://kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya
Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
Telepon : 08123265516
Status : Mahasiswa S3
Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
Nama Sampel : Air
Wujud : Cair
Warna : Jernih
Bentuk : Cair
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas
MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	0,38 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 2	0,33 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 3	0,31 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 5	0,24 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 7	0,22 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 9	0,19 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 15 Februari 2012



Ketua,

[Signature]
Dr. K. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

KaLab. Lingkungan

[Signature]
Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003

Lampiran 11. Kadar Timbel (Pb) pada Fitoplankton di UPR Sumber Mina Lestari

88



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_UB@ub.ac.id, Website : http:// kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya
Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
Telepon : 08123265516
Status : Mahasiswa S3
Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
Nama Sampel : Fitoplankton
Wujud : Padatan
Warna : Jernih
Bentuk : Padatan
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	0,80 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 2	0,70 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 3	0,67 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 5	0,62 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 7	0,54 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 9	0,48 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua,

Drs. Susangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

Malang, 15 Februari 2012

KaLab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003

Lampiran 12. Kadar Timbel (Pb) pada Sedimen di UPR Sumber Mina Lestari

89



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
JL. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_UB@ub.ac.id, Website : http:// kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya
Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
Telepon : 08123265516
Status : Mahasiswa S3
Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
Nama Sampel : Sedimen
Wujud : Padatan
Warna : Abu-abu
Bentuk : Padatan
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas
MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	10,04 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 2	9,10 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 3	8,69 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 5	8,56 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 7	8,03 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 9	7,95 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 15 Februari 2012



Ketua,

Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

KaLab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003

Lampiran 13. Kadar Timbel (Pb) pada Insang di UPR Sumber Mina Lestari

90



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA**

Jl. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_UB@ub.ac.id, Website : http:// kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
 Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
 Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
 Universitas Brawijaya
 Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
 Telepon : 08123265516
 Status : Mahasiswa S3
 Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
 Nama Sampel : Insang
 Wujud : Padatan
 Warna : Kuning
 Bentuk : Padatan
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas
 MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	0,90 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 2	0,80 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 3	0,77 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 5	0,72 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 7	0,67 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 9	0,61 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.



Ketua,

Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

Malang, 15 Februari 2012

KaLab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003

Lampiran 14. Kadar Timbel (Pb) pada Lambung di UPR Sumber Mina Lestari

91



KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN NASIONAL
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
FAKULTAS MIPA JURUSAN KIMIA
Jl. Veteran – Malang 65145, Telp. (0341) 575838, 551611 – 551615, Pes. 311, Fax (0341) 575839
Email : kimia_UB@ub.ac.id, Website : http://kimia.ub.ac.id

LAPORAN HASIL ANALISA

NO : LP.405/RT.5/T.1/R.0/TT.150803/2012

1. Data Konsumen :
 - Nama Konsumen : Asus Maizar Suryanto H. S.Pi., MS
 - Instansi : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya
 - Alamat : Puncak Permata Sengkaling G16-C
 - Telepon : 08123265516
 - Status : Mahasiswa S3
 - Keperluan Analisis : Uji Kualitas
2. Sampling Yang dilakukan : Oleh Konsumen
3. Identifikasi Sampel :
 - Nama Sampel : Lambung
 - Wujud : Padatan
 - Warna : Kuning
 - Bentuk : Padatan
4. Prosedur Analisa : Dari Lab. Lingkungan Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Brawijaya Malang
5. Penyampaian Laporan Hasil Analisis : Dikirim sendiri
6. Tanggal Terima Sampel : 01 Februari 2012
7. Data Hasil Analisa :

Parameter	Kode	Analisa Hasil		Metode Analisa	
		Kadar	Satuan	Pereaksi	Metode
Pb (Timbal)	Kolam 1	3,00 ± 0,01	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 2	2,82 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 3	2,40 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 5	2,32 ± 0,03	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 7	2,13 ± 0,04	ppm	Aquaregia	AAS
	Kolam 9	2,13 ± 0,02	ppm	Aquaregia	AAS

Catatan :

1. Hasil analisa ini adalah nilai rata-rata pengerjaan analisis secara duplo
2. Hasil analisa ini hanya berlaku untuk sampel yang kami terima dengan kondisi sampel saat itu.

Malang, 15 Februari 2012



Ketua,

Dr. H. Sasangka Prasetyawan, MS.
NIP. 19630404041987011001

KaLab. Lingkungan

Ir. Bambang Ismuyanto, MS
NIP. 196005041986031003