

## **AKUMULASI KADMIUM PADA DAGING IKAN BANDENG**

### **ACCUMULATION CADMIUM OF BANDENG FISH FLESH**

Rossi Prabowo, S. Si

Staf Pengajar Fakultas Pertanian Universitas Wahid Hasyim

#### **ABSTRACT**

Analysis Biota irrigate is very importance, because Cd heavy metal characteristic which bioakumulation and biomagnification. Bandeng one of materials consume human being which indirectly with process enchain food and will remove Cd heavy metal accumulation to higher level organism like human being.

This Research is executed by using complete random research device. As for its formation consist of 4 group by 3 treatment group that is concentration 80 ppm, 135 ppm, and 180 ppm and also 1 group as control where each by 3 restating times. Cd accumulate analysis conducted in Chemical Laboratory UNNES with AAS technicsly.

Research result indicate that biggest accumulation at 180 ppm CdSO<sub>4</sub> concentration at third week, this matter because ever greater Cd heavy metal concentration in water test than Cd accumulation in bandeng also will be ever greater, and also longer disclosure time hence Cd accumulation will be progressively growing larger. From research be able biggest Cd accumulation in treatment with concentration 180 ppm at third week equal to 22.32 ppm, the value have exceeded sill maximum limit determined by FDR New Zealand and also FAO that is mentioning sill Cd maximum limit in fish equal to 1 ppm. Cd accumulate factor of bandeng between 0,173 - 16,525.

Can be concluded that Cd accumulation in bandeng bared at CdSO<sub>4</sub> various concentration will be advance degree in a row improvement CdSO<sub>4</sub> concentration in water test, and disclosure time depth. Cd Concentration factor in bandeng mount its rate along the duration disclosure time with CdSO<sub>4</sub>. Cd Factor Concentration in bandeng the included in low category and range from 0,173 - 16,525.

**Keywords** : Accumulate, Cadmium.

## PENDAHULUAN

Pembangunan yang pesat di bidang ekonomi di satu sisi akan meningkatkan kualitas hidup manusia, yaitu dengan meningkatnya pendapatan masyarakat. Namun di sisi lain akan berakibat pada penurunan kesehatan akibat adanya pencemaran yang berasal dari limbah industri pabrik seperti pabrik kertas, karet, pelapisan logam, batu baterai, pabrik plastik dan limbah rumah tangga seperti plastik bekas, dan sabun

Perairan merupakan wadah akhir dari semua pencemaran produk manusia. Salah satu pencemaran pada badan air adalah masuknya logam berat. Peningkatan kadar logam berat di dalam perairan akan diikuti oleh peningkatan kadar zat tersebut dalam organisme air seperti ikan, kerang, rumput laut dan biota laut lainnya sehingga pemanfaatan organisme ini sebagai bahan makanan akan membahayakan kesehatan manusia (Dewi, 2004).

Salah satu logam berat yang bersifat toksik adalah kadmium (Cd). Logam ini merupakan salah satu limbah industri yang beracun dan berbahaya bagi kehidupan organisme perairan. Limbah Cd ini berasal dari beberapa sumber antara lain pertambangan dan industri. Di berbagai industri, Cd dipakai sebagai komponen pelapis atau pencampur logam, patri aluminium, pembuatan klise, amalgama dalam kedokteran gigi, pemrosesan foto berwarna, pewarna porselin, industri gelas, industri keramik, sebagai foto konduktor, sebagai foto elektrik, sebagai bahan pencampur pigmen, sebagai campuran pupuk fosfat, sabun, tekstil, kertas, karet, tinta cetak, kembang api dan lainnya (Berman dalam Dewi 2004)

Kadmium dapat menyebabkan suatu penyakit aneh seperti rematik. Penderita biasanya meraung-raung karena nyeri (ngilu) pada tulang, penyakit ini di Jepang dikenal dengan sebutan penyakit "Itai-itai". Disamping itu pula keracunan kadmium dapat bersifat akut dan kronis. Efek keracunan yang dapat ditimbulkannya berupa penyakit paru-paru, hati, tekanan darah tinggi, gangguan pada sistem ginjal dan kelenjer pencernaan serta mengakibatkan kerapuhan pada tulang (Connel dan Miller, 1995).

Logam berat Cd sukar mengalami proses pelapukan baik secara kimiawi, fisika maupun biologi. Dalam perairan logam berat tersebut sekalipun kadarnya relatif rendah, dapat terabsorpsi dan terakumulasi secara biologis oleh hewan air, dan akan terlibat dalam sistem jaringan makanan. Hal tersebut menyebabkan terjadinya proses yang dinamakan bioakumulasi, dimana logam berat akan terkumpul dan meningkat kadarnya dalam jaringan tubuh organisme air yang hidup. Kemudian melalui proses biotransformasi akan terjadi perpindahan dan peningkatan kadar logam berat

tersebut pada tingkat pemangsaan (*trophic level*) yang lebih tinggi. Secara tidak langsung proses biomagnifikasi dapat terjadi dalam jaringan tubuh manusia yang memakan hasil perairan yang tercemar oleh logam berat (Martuti, 2001). Kadmium membahayakan kesehatan manusia melalui rantai makanan

Ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskal) dikenal di Indonesia sebagai jenis ikan budidaya air payau (tambak) yang sekaligus merupakan bahan konsumsi masyarakat luas. Sementara itu pengembangan berbagai aktivitas industri dan pertanian serta aktivitas manusia lainnya yang menggunakan logam berat Cd, menyebabkan unsur ini secara langsung maupun tidak langsung mencemari lingkungan perairan tempat budidaya ikan bandeng. Seperti yang telah di laporkan oleh para petani tambak di daerah jalur pantai utara, banyak ikan bandeng yang mati karena keracunan Cd dengan kadar  $\pm 20$  ppm, sehingga petani tambak mengalami kerugian (Anonim, 2003). Akibat yang lebih parah dapat dialami manusia apabila mengkonsumsi bandeng tersebut. Hal ini disebabkan manusia yang menduduki tingkat trofik tertinggi dari rantai makanan, akan mengakumulasi Cd paling tinggi dibandingkan plankton atau ikan

Dengan melihat latar belakang tersebut diatas, perlu kiranya dilakukan penelitian tentang akumulasi Cd terhadap kehidupan biota akuatik, khususnya ikan sebagai indikator pencemaran lingkungan perairan.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) yang diperoleh dari Badan Besar Pengembangan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Sampel dalam penelitian ini adalah 120 ekor ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskal), berumur 3 minggu dengan berat badan 0,8 gr.

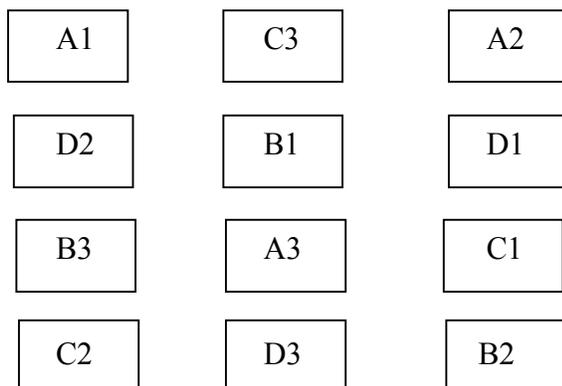
### **Variabel Penelitian**

Variabel pada penelitian ini adalah:

1. Variabel bebas berupa perlakuan pemberian  $CdSO_4$  dalam air uji dengan konsentrasi 80 ppm, 135 ppm dan 180 ppm,
2. Variabel tergantung adalah kandungan kadmium dalam daging ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskal),
3. Variabel kendali adalah umur, berat badan, dan panjang badan
4. Variabel rambag adalah kualitas lingkungan.

### Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 kelompok terdiri dari 3 kelompok perlakuan dan 1 kelompok sebagai kontrol dimana masing-masing kelompok dengan 3 kali ulangan. Penempatan tempat perlakuan dilakukan secara acak, seperti pada gambar 1.



Gambar 1: Cara penempatan tempat perlakuan.

Keterangan skema gambar:

- A: kontrol
- B: konsentrasi 80 ppm.
- C: konsentrasi 135 ppm.
- D: konsentrasi 180 ppm.
- 1, 2, 3 menyatakan ulangan.

### Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah akuarium, seser, aerator, botol-botol kecil, alat bedah, timbangan dan seperangkat alat AAS.
2. Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah CdSO<sub>4</sub>, dan ikan bandeng.

### Prosedur Penelitian

1. Pelaksanaan penelitian  
Pelaksanaan penelitian dilakukan dalam tiga tahap yaitu masa persiapan, penelitian pendahuluan dan penelitian utama.

a. Masa persiapan

Sebelum penelitian dimulai ikan uji sebelumnya diaklimasikan terlebih dahulu dalam bejana uji selama empat hari agar dapat menyesuaikan diri dengan lingkungan. Dua hari menjelang pengujian ikan dipuasakan. Untuk menghindari kekurangan oksigen pada media pengujian diberi aerator.

Bila dalam 48 jam sebelum pengujian terdapat hewan uji mati lebih dari 30%, harus diadakan aklimasi ulang, dan bila mortalitas tidak melebihi 30% kegiatan perlakuan dapat diteruskan.

b. Penelitian pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini bertujuan untuk menentukan konsentrasi ambang atas (LC 50-96 jam) yaitu konsentrasi terendah dimana 50% dari hewan uji mati dalam waktu pendedahan 96 jam (Tandjung, 1983).

Adapun langkah kerjanya sebagai berikut.

- 1) Analisis kandungan Cd air asal tempat pemeliharaan.
- 2) Semua akuarium diberi tanda sesuai dengan variasi konsentrasi kadmium sulfat.
- 3) Menyiapkan 6 kadar  $\text{CdSO}_4$  masing-masing dengan 3 kali ulangan. Variasi konsentrasi sesuai dengan uji toksisitas yang telah dilakukan oleh penelitian sebelumnya yaitu 135 ppm, 180 ppm, 320 ppm, 560 ppm, 750 ppm dan 0 ppm sebagai kontrol. Variasi konsentrasi tersebut oleh peneliti sebelumnya diperoleh melalui tahap uji pendahuluan. Pada uji pendahuluan tersebut ditentukan terlebih dahulu ambang batas atas, dimana hewan uji mati dalam waktu 24 jam dan penentuan ambang batas bawah, dimana hewan uji keadaan hidup semua dalam waktu 48 jam, yang kemudian dikonversikan dengan skala Rand. Variasi konsentrasi yang digunakan oleh peneliti sebelumnya pada tahap uji pendahuluan adalah  $10^{-1}$ ,  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ,  $10^4$ , disamping itu disiapkan juga media untuk kontrolnya.
- 4) Tiap-tiap akuarium diisi 8 – 20 liter air uji, tergantung pada berat total 10 ekor ikan yang digunakan sehingga di dalam setiap akuarium dicapai biomassa kurang lebih 0,8 g/l (Tandjung 1983).

5) Pengujian dilakukan dengan sistem uji hayati Statis, selama pengujian dilakukan aerasi.

Dari hasil uji toksisitas menunjukkan bahwa harga LC 50-96 jam  $\text{CdSO}_4$  terhadap ikan bandeng sebesar 224,74 ppm.

c. Penelitian utama

Penelitian utama ini bertujuan untuk mengetahui kandungan residu kadmium pada daging ikan bandeng dengan berbagai tingkatan konsentrasi  $\text{CdSO}_4$  selama tiga minggu.

Penelitian utama ini menggunakan empat perlakuan.

- 1) Perlakuan A konsentrasi  $\text{CdSO}_4$  0 ppm yang digunakan sebagai kontrol.
- 2) Perlakuan B konsentrasi  $\text{CdSO}_4$  sebesar 80 ppm.
- 3) Perlakuan C konsentrasi  $\text{CdSO}_4$  sebesar 135 ppm.
- 4) Perlakuan D konsentrasi  $\text{CdSO}_4$  sebesar 180 ppm.

Pada penelitian utama ini pengamatan kualitas air dilakukan setiap seminggu sekali. Matrik penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Matrik Rancangan Penelitian

<b>Akumulasi Selama</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>
minggu 1	3 ekor	3 ekor	3 ekor	3 ekor
minggu 2	3 ekor	3 ekor	3 ekor	3 ekor
minggu 3	4 ekor	4 ekor	4 ekor	4 ekor

Keterangan:

A : Kontrol, tidak diberi kadmium.

B : Diberi kadmium dengan konsentrasi I lama perlakuan 3 minggu.

C : Diberi kadmium dengan konsentrasi II lama perlakuan 3 minggu.

D : Diberi kadmium dengan konsentrasi III lama perlakuan 3 minggu.

## d. Metode pengambilan data

Pengambilan data dilakukan dengan menganalisis kadar  $Cd^{2+}$  dalam daging ikan, dan air dengan metode AAS di Laboratorium Kimia FMIPA UNNES. Pengambilan data dilakukan setiap seminggu sekali selama tiga minggu.

## e. Metode analisis data

Analisis data yang dimaksud untuk mendiskripsikan ada atau tidaknya peningkatan residu akumulasi Cd dalam daging ikan bandeng dengan tingkatan konsentrasi dan waktu yang diberikan, yang akan ditunjukkan dengan penggambaran histogram, juga dengan menghitung kecepatan akumulasinya, kemudian di bandingkan dengan batas baku mutu Cd dalam bahan makanan yang di tentukan oleh FDR New Zealand serta FAO. Dalam keputusan tersebut di tetapkan bahwa batas baku mutu kandungan Cd pada makanan adalah 1 ppm dan batas baku mutu kandungan Cd pada perairan sebesar 0,01 ppm.

Pengukuran kecepatan akumulasi / Faktor Biokonsentrasi ( $K_B$ ) yang digunakan mengacu pada Connel dan Miller (1995).  $K_B$  di peroleh dari berbandingan antara konsentrasi logam berat dalam biota ( $C_B$ ) dengan konsentrasi logam berat dalam air ( $C_W$ ).

$$K_B = \frac{\text{Konsentrasi logam berat dalam biota}}{\text{Konsentrasi logam berat dalam air.}}$$

Kategori faktor konsentrasi menurut Van Esch (1977).

< 100	: sifat akumulasi rendah
100 – 1000	: sifat akumulasi sedang
> 1000	: sifat akumulasi tinggi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Akumulasi Kadmium Dalam Daging Ikan Bandeng

Hasil analisa kadmium dalam air akuarium dan daging ikan bandeng dapat dilihat pada Tabel 2 berikut ini.

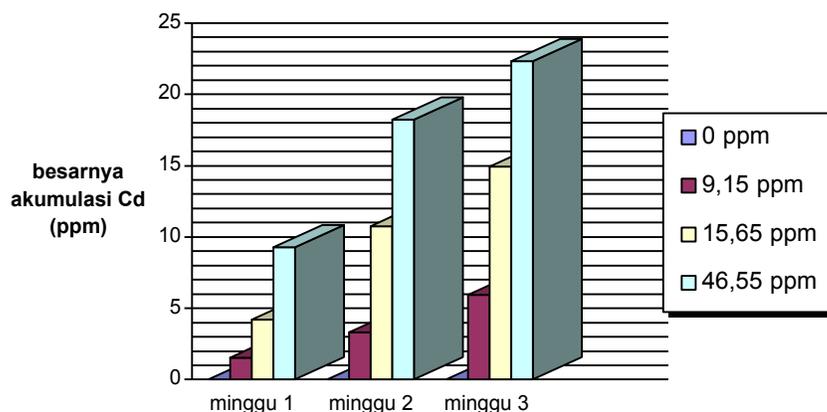
Tabel 2. Hasil Analisis Akumulasi Kadmium dalam Daging Ikan Bandeng pada Minggu I – Minggu III.

Akumulasi kadmium dalam daging ( ppm)													
Per Laku an  Kon Sentrasi CdSO <sub>4</sub> yang di larut kan / It air	Konsentrasi Cd pd air uji	Minggu I				Minggu II				Minggu III			
		Pada ulangan ke..				Pada ulangan ke..				Pada ulangan ke..			
		1	2	3	rata rata	1	2	3	rata rata	1	2	3	Rat a rata
A  0 ppm	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
B  80 ppm	9.15	0.19	0.14	0.15	1.55	3.37	3.31	3.26	3.31	6.32	5.96	5.52	5.93
C  135 ppm	15.65	3.93	4.45	4.23	4.20	10.05	11.24	10.98	10.76	14.63	15.10	15.08	14.94
D  180 ppm	46.55	8.75	9.58	9.47	9.26	17.33	18.67	18.62	18.21	21.63	22.87	22.45	22.32

Tabel 2 tersebut menunjukkan adanya peningkatan kadar Cd dalam daging ikan pada semua perlakuan (kecuali kontrol). Akumulasi tertinggi (22,32 mg/kg) terjadi pada perlakuan D (pemberian Cd 46,55 ppm) pada jangka waktu pendedahan selama 3 minggu. Pada semua perlakuan, dari minggu I sampai minggu III telah terjadi akumulasi Cd pada daging ikan yang melebihi harga ambang batas maksimum 1 mg/kg yang ditentukan oleh FDR New Zealand serta FAO. Dalam keputusan Dirjen POM no. 03725/B/SK/VII/89 tidak mengatur logam berat Cd pada makanan.

Dari data Tabel 2 tersebut di atas menunjukkan terjadinya akumulasi kadmium dalam berbagai perlakuan, dan mengalami peningkatan akumulasi

seiring meningkatnya konsentrasi kadmium maupun waktu pendedahan. Peningkatan tersebut dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Diagram akumulasi Cd pada daging ikan bandeng pada tiap-tiap perlakuan.

Akumulasi Cd sangat dipengaruhi oleh adanya kandungan Cd yang ada di perairan, di samping itu juga lamanya waktu pendedahan dengan organisme yang ada dalam perairan tersebut.

Dari hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 2, bahwa daging ikan bandeng pada perlakuan D (46,55 ppm) mengakumulasi Cd tertinggi karena pada air uji tersebut konsentrasi Cd nya adalah yang tertinggi di banding perlakuan yang lain. Akumulasi Cd pada daging ikan bandeng menunjukkan adanya peningkatan akumulasi seiring dengan lamanya waktu pendedahan, dimana dalam penelitian ini ditunjukkan adanya kenaikan akumulasi Cd pada daging ikan bandeng pada perlakuan A (0,00 ppm), B (9,15 ppm), C (15,65 ppm), maupun D (46,55 ppm) pada tiap minggunya. Pada akhir penelitian ditunjukkan bahwa pada perlakuan D (pemberian Cd 46,55 ppm) mempunyai tingkat akumulasi tertinggi yaitu sebesar 22.32 ppm. Menurut Mance (1987), dalam Pipianingsih (2003), bioakumulasi logam berat yang dilakukan oleh biota akan menyebabkan kadarnya dalam tubuh ikan lebih besar dari kandungan logam berat yang terlarut di dalam air. Adanya sifat

perairan dalam melarutkan maupun mengendapkan logam berat ikut mempengaruhi kandungan logam berat dalam air. Kandungan logam berat dalam suatu perairan dari waktu ke waktu dapat berubah, konsentrasinya dapat semakin meningkat ataupun sebaliknya menurun.

Keberadaan kadmium dalam tubuh ikan, menurut hasil penelitian oleh Harwel *et al.*, Newman dan McIntosh (1991) dalam Martuti (2001) disebabkan karena logam berat Cd dalam air tidak menyebabkan adanya tindakan penghindaran oleh ikan. Dikatakan pula bahwa sekali logam berat tersebut masuk ke dalam tubuh ikan maka akan ditransportasikan ke seluruh bagian tubuh melalui aliran darah. Meskipun ditransportasikan ke seluruh tubuh, logam berat kadmium tidak segera terakumulasi ke dalam otot, tetapi dengan pemaparan dengan waktu yang cukup lama maka kadmium akan di transportasikan ke dalam otot.

Menurut Connel dan Miller (1995), pengambilan awal Cd oleh mahluk hidup air dapat dianggap dalam tiga proses utama yaitu (1) dari air melalui permukaan pernafasan (insang); (2) penyerapan dari air ke dalam permukaan tubuh; dan (3) dari makanan, partikel atau air yang dicerna melalui sistem pencernaan. Kecepatan penyerapan dipengaruhi oleh perubahan faktor fisika-kimiawi antara lain suhu, pH, kadar garam, ciri-ciri fisiologi dan perilaku mahluk hidup tersebut. Untuk beberapa logam, kecepatan penyerapannya pada mahluk hidup sesuai dengan jumlah ketersediaannya di lingkungan. Perbandingan pengambilan logam dari sumber makanan dengan penyerapan langsung dari larutan merupakan kepentingan mendasar bagi mahluk hidup heterotrofik. Kejadiannya sangat terbatas tetapi menunjukkan bahwa makanan dan partikulat merupakan sumber yang lebih penting bagi logam berat daripada air untuk hewan besar seperti ikan dan udang.

Setelah Cd terserap tubuh maka akan diikat oleh protein berat molekul rendah yang disebut thionein membentuk kompleks protein protein metallothionein yang disintesis dalam hati. Metallothionein ini dipindahkan ke ginjal melalui peredaran darah. Pengikatan logam berat dalam metallothionein tersebut dipercaya sebagai mekanisme untuk pertahanan dan perlindungan yang mencegah logam tersebut mempengaruhi protein protein penting dalam proses metabolisme tubuh (Laws, 1993 dalam Martuti, 2001).

Clark (1989) mengemukakan, bahwa logam berat yang terdapat di dalam perairan dapat masuk ke dalam tubuh ikan, dan lamanya perjalanan masuknya logam berat tersebut ke dalam tubuh ikan sangat bervariasi. Masuknya logam berat tersebut dapat melewati mulut dan alat pencernaan makanan, permukaan insang atau melintas integumen. Oleh karena itu ikan yang hidup dalam perairan yang tingkat cemaran logam beratnya lebih

tinggi maka jaringan tubuhnya akan mengandung kadar logam berat yang lebih tinggi pula.

Peningkatan akumulasi Cd dalam daging ikan bandeng baik seiring besarnya konsentrasi Cd ataupun lamanya waktu kontak, sedikit demi sedikit akan membahayakan manusia, dalam penelitian ini peningkatan akumulasi dalam daging ikan bandeng dapat dilihat seiring besarnya konsentrasi Cd dalam air uji dan lamanya waktu kontak antara ikan bandeng dengan logam berat Cd dalam air uji. Hal serupa sesuai dengan pendapat Darmono (1995) yang mengatakan bahwa dalam air tawar maupun air laut, logam berat selalu hadir dan masih di bawah ambang untuk membahayakan kehidupan organisme air di sekitarnya. Jika kandungan logam berat dalam air naik sedikit demi sedikit karena ulah manusia, maka logam itu dapat terserap dalam jaringan organisme (ikan, udang maupun kerang) dan tertimbun dalam jaringan hewan tersebut. Penimbunan logam dalam jaringan organisme air berjalan sedikit demi sedikit dan tidak menimbulkan apa-apa pada hewan air tersebut. Jika ikan itu dimakan oleh manusia, mungkin tidak menimbulkan pengaruh, tetapi sejak saat itu logam sudah masuk dalam tubuh orang yang bersangkutan dan mulai tertimbun. Apabila orang itu makan ikan yang tercemar terus-menerus, ia akan mengalami keracunan secara kronis.

#### B. Faktor Konsentrasi Dalam Daging Ikan Bandeng

Dari hasil penelitian pada Tabel 2, diperoleh faktor konsentrasi seperti di bawah ini.

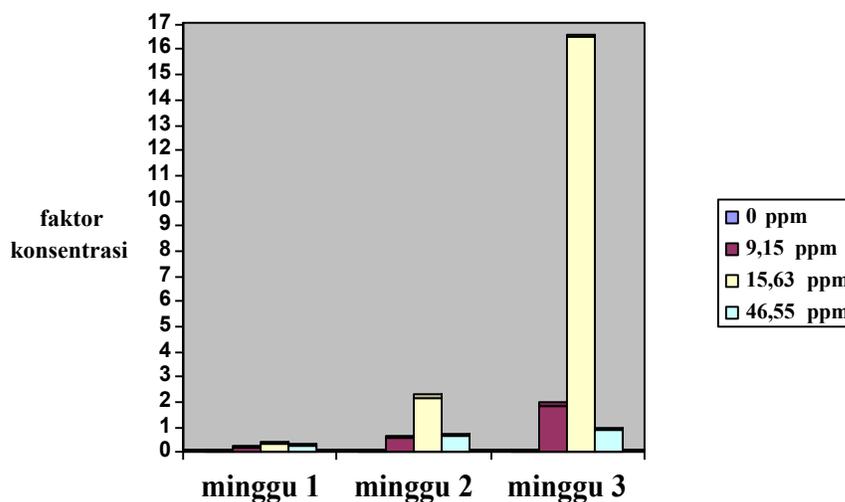
Tabel 3. Faktor Konsentrasi Kadmium dalam Daging Ikan Bandeng pada Minggu I – Minggu III.

Perlakuan	Faktor konsentasi		
	Minggu I	Minggu II	Minggu III
A			
B	0,173	0,567	1,878
C	0,367	2,197	16,525
D	0,248	0,643	0,919

Keterangan:

- A: konsentrasi 0 ppm
- B: konsentrasi 9,15 ppm
- C: konsentrasi 15,65 ppm
- D: konsentrasi 46,55 ppm

Penelitian akumulasi Cd pada daging ikan bandeng yang dilakukan diperoleh hasil besarnya faktor konsentrasi pada daging ikan bandeng berkisar antara 0.173 – 16.525. Perbandingan antara Cd yang terakumulasi pada daging ikan bandeng dengan Cd yang tertinggal pada air uji dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Diagram faktor konsentrasi Cd pada tiap - tiap perlakuan.

Faktor konsentrasi adalah hasil bagi antara kadar logam berat yang terakumulasi di dalam daging ikan bandeng dengan kadar logam berat di air. Van Esch (1977) dalam Martuti (2001) mengatakan bahwa semakin mudah logam berat diabsorpsi dan terakumulasi dalam tubuh organisme air, semakin besar indeks faktor konsentrasi maka logam berat tersebut dapat semakin bersifat racun.

Pada penelitian ini faktor konsentrasi Cd dalam daging ikan bandeng yang terbesar pada perlakuan C (pemberian Cd 15,65 ppm). Hal itu dikarenakan jumlah akumulasi Cd dalam daging ikan bandeng jauh lebih besar dibandingkan jumlah Cd yang tertinggal dalam air uji. Dari Tabel 2 diketahui jumlah akumulasi Cd dalam daging ikan bandeng pada minggu ketiga pada perlakuan C (pemberian Cd 15,65 ppm) mencapai 14,94 ppm sedangkan konsentrasi logam berat Cd yang tertinggal dalam air uji pada akhir penelitian sebesar 0,904 ppm. Dari perbandingan Cd yang terserap dalam daging bandeng dan Cd yang tertinggal dalam air uji tersebut

mengindikasikan bahwa proses penyerapan atau proses faktor konsentrasi lebih besar pada perlakuan ini.

Pada perlakuan B (pemberian Cd 9,15 ppm), jumlah akumulasi Cd dalam daging ikan bandeng pada akhir penelitian mencapai 5,93 ppm sedang Cd pada air uji sebesar 3,16 ppm. Dengan perbandingan tersebut dapat diketahui bahwa faktor konsentrasi pada perlakuan B lebih rendah dibandingkan perlakuan C. Hal tersebut dikarenakan jumlah konsentrasi Cd pada perlakuan B lebih kecil dibandingkan konsentrasi pada perlakuan C.

Pada perlakuan D (pemberian Cd 46,55 ppm) jumlah akumulasi Cd dalam daging ikan bandeng lebih sedikit dibanding jumlah Cd dalam air uji, sehingga dapat dikatakan faktor konsentrasi pada perlakuan D lebih rendah dibandingkan perlakuan B dan C. Hal ini sesuai dengan pendapat Ward (1982) yang mengatakan semakin besar kadar Cd yang tertinggal dalam air, faktor konsentrasi Cd pada tubuh organisme akan semakin menurun. Kecilnya faktor konsentrasi Cd pada daging ikan bandeng terjadi karena konsentrasi Cd pada perlakuan ini terlalu tinggi, sementara ikan mempunyai kemampuan untuk menetralsir dan mengeluarkan logam berat Cd yang masuk dalam tubuhnya dengan berbagai cara, antara lain melewati insang, usus, kotoran dan urin, sehingga tidak semua konsentrasi Cd pada perairan terakumulasi semua pada daging ikan bandeng. Ikan bandeng tergolong biota yang mempunyai kemampuan untuk mensekresikan Cd melalui ginjal atau melalui mekanisme pertahanan tubuh lainnya seperti gastrointestinal, urin, kotoran dan insang, sehingga mampu menghambat dan mengurangi masuknya Cd kedalam tubuhnya. (Palar, 1994).

Tabel 3 menunjukkan bahwa seiring lamanya waktu pendedahan dengan  $CdSO_4$ , maka faktor konsentrasi Cd juga mengalami peningkatan. Hal tersebut terjadi karena seiring lamanya waktu perlakuan dari minggu pertama hingga minggu ketiga, maka akumulasi Cd dalam daging ikan bandeng semakin meningkat, dan kadar Cd dalam air uji berkurang.

Faktor konsentrasi sangat dipengaruhi oleh kemampuan suatu organisme dalam mengakumulasi Cd di perairan. Palar (1994) mengatakan bahwa biota-biota tertentu yang mempunyai kemampuan untuk menetralsir logam-logam berat tertentu sampai pada konsentrasi tertentu pula (mempunyai toleransi yang cukup tinggi). Sementara biota-biota yang lainnya tidak memiliki kemampuan untuk menetralsir daya racun dari logam-logam berat yang masuk (toleransi rendah).

Menurut Smith *et al.*, (1981) faktor konsentrasi dipengaruhi oleh faktor fisiologis ikan, fisika kimia lingkungan, spesies organisme, jenis organ, jenis polutan, serta besar kecilnya kadar polutan tersebut di dalam perairan. Pada penelitian ini faktor fisiologis ikan, fisika kimia lingkungan, Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian

spesies organisme, jenis organ dan jenis polutan di seragamkan, sedangkan dari penelitian berdasarkan besar kecilnya kadar Cd di perairan, menunjukkan adanya kecenderungan semakin tinggi kadar Cd dalam air uji maka faktor konsentrasi akan semakin turun.

### C. Faktor Abiotik/ Kualitas Air

Hasil pengujian terhadap kualitas air dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengukuran Terhadap Kualitas Air Uji.

Keterangan:

A: kode 0 ppm

B: kode 80 ppm

C: kode 135 ppm

D: kode 180 ppm

Sumber:

Suhu air (°C) : 20 - 28 °C (Albaster dan Lloyd, 1982)

Faktor abiotik kualitas air	Hasil pengukuran kualitas pada												ambang batas
	Minggu 1				Minggu 2				Minggu 3				
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	
Suhu air (C)	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	20 – 28 °C
pH air	7	7	7	7	7	7	7	8	7	7	7	8	6,5 – 9,5
O <sub>2</sub> terlarut (mg/l)	6,3	5,2	5,1	5,2	6,0	5,2	5,1	5,2	6,0	5,2	5,0	5,2	Minimum 3 mg/l
CO <sub>2</sub> terlarut (mg/l)	1,5	1,8	2,0	2,0	1,5	1,7	1,9	2,0	1,6	1,8	2,2	2,0	0 – 10 mg/l

pH air : 6,5 - 9,5 (Swingle, 1986 dalam Dewi 2004 )

O<sub>2</sub> terlarut : minimum 3 mg/l (Albaster dan Lloyd, 1982)

CO<sub>2</sub> terlarut : 0-10 mg/l (Parkas *et al.*, dalam Dewi 2004)

Pengujian kualitas air perlakuan digunakan sebagai pendukung terhadap hasil pemeriksaan laboratorium akumulasi kadmium dalam daging ikan bandeng. Dari berbagai faktor lingkungan yang ada, diusahakan sesuai dengan baku mutu faktor lingkungan untuk lingkungan organisme perairan, dalam penelitian ini adalah ikan bandeng.

Tabel 4 menunjukkan bahwa oksigen terlarut berkisar antara 5,0 sampai 6,3 mg/l. Oksigen terlarut dari akuarium perlakuan 0 ppm, 80 ppm, 135 ppm dan 180 ppm relatif sama dan pada perlakuan minggu pertama, kedua dan ketiga, dan tidak banyak mengalami perubahan. Dari hasil pengukuran menunjukkan adanya penurunan jumlah O<sub>2</sub> terlarut seiring peningkatan konsentrasi kadmium ataupun lamanya waktu perlakuan. Hal itu terjadi karena semakin meningkatnya kadar Cd pada air uji maka proses metabolisme ikan bandeng akan meningkat, sehingga jumlah oksigen terlarut yang diambil oleh ikan juga akan semakin meningkat dan menyebabkan jumlah oksigen terlarut pada air uji menjadi menurun. Penurunan oksigen terlarut juga terjadi seiring dengan lamanya waktu pendedahan ikan bandeng dengan air uji, karena semakin lama pendedahan maka jumlah bahan organik dari makanan dan hasil ekskresi dari ikan bandeng juga akan semakin meningkat. Dengan meningkatnya jumlah bahan organik tersebut akan menyebabkan penurunan jumlah oksigen terlarut.

Oksigen terlarut merupakan salah satu faktor lingkungan yang sangat mempengaruhi besar kecilnya kandungan logam berat pada organisme air. Oksigen terlarut yang rendah akan meningkatkan laju respirasi organisme, sehingga meningkatkan racun yang masuk kedalam tubuh organisme tersebut. Banyak dari keseragaman kerentanan terhadap tingkat oksigen terlarut ini yang berhubungan dengan suhu air dimana kelarutan oksigen menurun sesuai dengan meningkatnya suhu, tetapi ini dapat dikompensasi pada ikan dengan cara memompa air lebih cepat melalui insang, Connel dan Miller (1995). Dari cara tersebut dapat membawa konsentrasi Cd dalam badan perairan masuk kedalam tubuh ikan, yang tentunya akan meningkatkan akumulasi Cd dalam tubuh ikan.

Hasil pengukuran CO<sub>2</sub> terlarut menunjukkan kebalikan dari kandungan O<sub>2</sub> terlarut. Peningkatan jumlah CO<sub>2</sub> terlarut terjadi seiring dengan peningkatan konsentrasi kadmium dan lamanya waktu perlakuan. Dari hasil pengukuran terhadap CO<sub>2</sub>, menunjukkan bahwa jumlah CO<sub>2</sub> terlarut pada penelitian masih sesuai dengan baku mutu yang telah ditentukan.

Pengukuran suhu air pada setiap akuarium adalah sama, yaitu 25 °C. Suhu sangat berperan dalam proses metabolisme tubuh ikan. Secara umum

peningkatan suhu dapat menurunkan daya tahan tubuh ikan terhadap racun. Hal ini sesuai dengan pendapat Fostner dan Wittmann (1979) dalam Martuti (2001), bahwa akumulasi Cd pada tubuh ikan selain di pengaruhi oleh faktor fisiologi dan sifat fisika kimia logam berat tersebut, juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti suhu perairan. Dengan meningkatnya suhu di lingkungan perairan, selain akan menurunkan ketahanan organisme air juga menyebabkan manurunnya kadar oksigen terlarut.

Hasil pengukuran pH pada masing-masing perlakuan menunjukkan peningkatan pada akuarium sampel 180 ppm, di mana pada minggu pertama pH 7 kemudian pada minggu kedua dan ketiga menunjukkan pH 8, kenaikan pH pada perlakuan tersebut seiring dengan konsentrasi Cd dalam air uji yang semakin besar, sedangkan pada akuarium yang lain pH sama, yaitu 7. Hasil pengukuran pH terhadap air perlakuan pada akuarium adalah 7- 8, masih sesuai dengan baku mutu untuk organisme air. Dengan pH tersebut maka ikan bandeng dapat hidup dengan baik pada akuarium perlakuan. Kenaikan pH di perairan akan diikuti dengan menurunnya kelarutan logam berat, sehingga logam berat cenderung mengendap (Connel dan Miller, 1995).

#### **KESIMPULAN**

1. Besarnya akumulasi kadmuim pada daging ikan bandeng yang didedahkan pada berbagai konsentrasi CdSO<sub>4</sub> meningkat kadarnya seiring peningkatan konsentasi CdSO<sub>4</sub> dalam air uji, dan lama waktu pendedahan.
2. Besarnya faktor konsentrasi Cd dalam daging ikan bandeng meningkat kadarnya seiring lamanya waktu pendedahan dengan CdSO<sub>4</sub>. faktor konsentrasi Cd dalam daging ikan bandeng termasuk dalam kategori rendah.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Anonim. 2003. *Pantai Utara Tercemar*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Clarke, E.G.C. and M.L. Clarke. 1978. *Veterinary toxicology*. London: The English Language Book Society and Bailiera Tindall.
- Connel, D.W dan G.J.Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Jakarta: UI Press.

- Darmono. 1995. *Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup*. UI Press, Jakarta
- Dewi, N.K. 2004. Penurunan Derajat Toksisitas Kadmium Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forskal) Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes* (Mart.) Solms) dan Fenomena Transportnya. Semarang. *Tesis* : Universitas Diponegoro.
- Martuti, N.K.T. 2001. Akumulasi Logam Berat Cd Pada Ikan Lunjar (*Rasbora argyrotaenia*), Wader (*Barbodes balleroides*) dan Nilem (*Osteochillus haseltii*) di Kali Garang Semarang. *Tesis*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Palar, Heryando. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat* . PT. Rineka Cipta, Jakarta.
- Pipianingsih, H. 2003. Akumulasi Timbal Dalam Ikan Nila Pada Bak Pengolahan Limbah Domestik di IPAL Yogyakarta. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Rand, G.M., A.E Greenberg, M.J. Taras and M.A. Franson. 1981. *Standard Method for the examination of water and waste water*. Fifteenth edition. Washington: APHA.
- Smith, J.D., C.V. Edward, B.B.R. Grant, W.L. Gregory, N. Mills, D.J. Milne. 1981. *Distribution and Significance of copper, lead, zic and cadmium in Corio Bay ecosytem*. Australia Jour. Mar. Freshwater Res.
- Tandjung. H.S.D. 1983. Penentuan Toksisitas Suatu Bahan Pencemar Lingkungan Perairan. *Kursus Analisis Dampak Lingkungan I*, Mei 1983. Yogyakarta: Pusat Studi Lingkungan UGM.
- Van Esch, G.J. 1997. Aquatic Pollutant and Their Potensial Ecological Effects. In Hutzinger, O.I.H. Van Lelycid and B.C.J. Zoefemen, Ed. *Aquatic Pollution: Transformation and Biological effect*, Proceed of the 2 end Int. Symp on Aquatic Pollutions, Amsterdam Pergamon Press, New York.