

PENCEMARAN LOGAM BERAT DI PERAIRAN WADUK CIRATA JAWA BARAT

Lies Setijaningsih

Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar

Email:liessetijaningsih@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji kandungan logam plumbum (Pb) dan merkuri (Hg) dalam air dan tubuh ikan. Budidaya pada keramba jaring apung di Waduk Cirata. Penelitian ini menggunakan metode survei, yaitu pengambilan contoh air dan ikan dari tiga lokasi pengamatan: 1) area inlet waduk 2) muara Sungai Cisokan dan 3). Area batas zona terlarang aktivitas KJA. Pengambilan contoh air dan untuk ikan dilakukan pada setiap titik sampling dengan perbedaan umur tebar 1, 3 dan 5 bulan. Pengamatan pada ikan difokuskan pada organ hati dan daging ikan mas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi nilai minimum Pb dalam air adalah 0,002 mg/l terdapat pada stasiun dua dan nilai maximum 0,024 mg/l, pada stasiun satu. Untuk merkuri kisaran nilai adalah 0,00102 mg/l terdapat pada stasiun dua dan 0,00325 mg/l terdapat pada stasiun tiga. Konsentrasi logam plumbum (Pb) dalam hati ikan mas terdapat pada stasiun dua dengan nilai konsentrasi 0,2333 mg/kg bobot tubuh ikan mas, sedangkan konsentrasi tertinggi terdapat pada stasiun tiga, dengan nilai konsentrasi 0,600 mg/kg bobot tubuh ikan mas. Logam Pb dalam daging ikan mas ditemukan pada umur tebar 5 bulan dengan konsentrasi terendah pada stasiun dua sebesar 0,00011 mg/kg bobot tubuh ikan mas. Logam Hg dalam hati, terdapat pada ikan mas pada umur tebar 3 dan 5 bulan, sedangkan dalam daging tidak terdapat logam Hg. Pengaruh umur terhadap konsentrasi logam plumbum dalam hati ikan mas pada tiap stasiun menunjukkan signifikasi pada tingkat $p < 0.5$, sedangkan Hg menunjukkan berbeda nyata pada organ hati ikan mas di stasiun 3. Hasil analisis regresi dan korelasi antara konsentrasi Pb dalam air dan konsentrasi Pb pada hati ikan, menunjukkan bahwa hanya ada satu hubungan yang signifikan pada $p < 0.05$, yaitu antara konsentrasi Pb pada hati ikan mas umur 3 bulan dengan konsentrasi Pb dalam air (stasiun 2).

Kata kunci :Pb, Hg , hati dan daging ikan.

PENDAHULUAN

Suatu tatanan lingkungan hidup perairan dapat mengalami perubahan sebagai dampak buangan atau limbah. Menurut Manan (1992), apabila air di alam dikotori oleh aktivitas manusia, sehingga tidak memenuhi syarat untuk suatu penggunaan yang khusus maka disebut terkena pencemaran. Pencemaran air yang paling banyak ditemukan berasal dari bahan anorganik, organik dan partikel tersuspensi (Darmono, 2001). Menurut Palar (2004), sumber limbah dikelompokkan atas limbah rumah tangga dan limbah industri. Buangan bahan kimia organik yang berasal dari limbah domestik dapat menurunkan kualitas perairan, bentuk pencemaran lainnya adalah senyawa kimia yang mempunyai bahan aktif dari logam berat, dimana daya racun yang dimiliki oleh bahan aktif

dari logam berat akan mempengaruhi proses fisiologis. Menurut Suin (1994), logam berat merupakan bahan pencemar yang paling banyak ditemukan di perairan akibat limbah industri dan logam berat hampir selalu ada dalam setiap pencemaran dari limbah industri karena selalu diperlukan dalam setiap proses industri (Forstner dan Wittmann, 1983).

Plumbum dan merkuri termasuk logam berat yang tidak esensial. Berdasarkan sifatnya termasuk limbah anorganik yang toksik, karena dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan terganggunya kehidupan organisme air. Plumbum dan persenyawaannya banyak digunakan dalam industri baterai, pengkilap keramik, cat, bahan adiktif untuk bahan bakar kendaraan bermotor. Demikian halnya dengan penggunaan merkuri telah berkembang sangat luas seperti dalam industri peralatan listrik, peralatan ukur, pertanian (fungisida), kertas dan pulp.

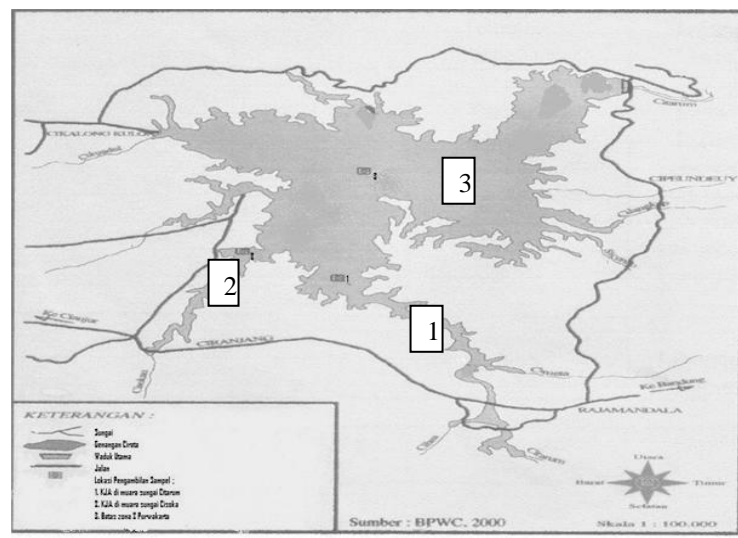
Perairan yang rentan terhadap pencemaran logam berat adalah sungai-sungai yang dekat dengan daerah pemukiman penduduk, pertanian dan yang berasal dari akibat kurang baiknya pengolahan limbah buangan dari industri yang berada di daerah aliran sungai (Sanusi *et al.* 1985). Pada awalnya limbah yang dihasilkan tidak menimbulkan masalah serius tetapi dengan berjalannya waktu timbul masalah seiring dengan besarnya intensitas aktivitas manusia sehingga limbah yang dihasilkan telah banyak mempengaruhi lingkungan perairan.

Keberadaan logam berat di ekosistem akuatik telah lama diketahui dapat memberikan dampak negatif bagi kehidupan organisme air dari tingkatan individu sampai pada struktur komunitas. Hasil pengamatan triwulan I (Pebruari 2005) yang dilakukan tim terpadu dari instansi terkait di Pemda Jawa Barat dengan ITB tentang jenis logam berat pada tubuh ikan mas yang hidup di Waduk Cirata, tubuhnya mengandung logam berat, yaitu: Hg (0.00131 mg/kg), Pb (0.61 mg/kg), Cd (0.075 mg/kg), Zn (40.09 mg/kg), Cr (0.070 mg/kg), Cu (3.37 mg/kg) dan Ni (2.26 mg/kg).

Adanya paparan bahan pencemar yang terjadi di perairan Waduk Cirata maka perlu dilakukan pengkajian mengenai kandungan logam plumbum (Pb) dan merkuri (Hg) pada air dan ikan budidaya di Waduk Cirata.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan di waduk Cirata dengan menggunakan metode survei dan pengambilan contoh dikerjakan secara berstrata (Cooper & Weekes, 1983). Titik lokasi pengambilan contoh ikan dan air ditetapkan dengan mempertimbangkan karakteristik perairan waduk secara umum yaitu stasiun 1) area inlet waduk 2) muara sungai Cisokan dan 3). Area batas zona terlarang aktivitas KJA (Gambar 2).



Gambar 1. Peta lokasi pengambilan contoh di Waduk Cirata.

Ikan uji adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan perbedaan umur tebar (1, 3 dan 5 bulan). Contoh ikan dimasukkan ke dalam kantong plastik yang diberi oksigen, selanjutnya dibawa ke laboratorium untuk dianalisis kandungan logam berat (Pb dan Hg) pada bagian hati dan daging ikan. Contoh air diambil dengan menggunakan kemmerer bottle sampler dengan volume air 2,5 l. Analisa amonia, nitrit dan nitrat dengan alat spektrofotometer. Untuk mengetahui keeratan hubungan antar kandungan logam berat (Pb dan Hg) di air dengan kandungan logam berat (Pb dan Hg) di ikan dibuat analisis korelasi (Matjik dan Sumertajaya, 2000). Adapun Koefisien korelasinya dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{S_{xy}}{\sqrt{(S_x)^2(S_y)^2}}$$

$$S_{xy} = \frac{\sum (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{n - 1}$$

$$S_x^2 = \frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}$$

$$S_y^2 = \frac{\sum (y_i - \bar{y})^2}{n - 1}$$

Keterangan :

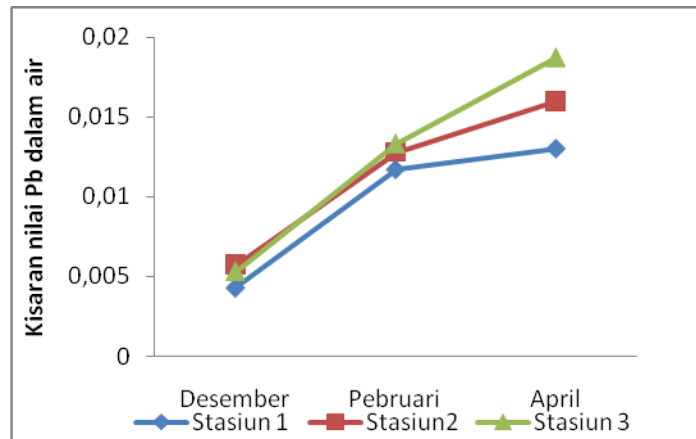
| | | | | | |
|---------|---|---|----------|---|----------------------------------|
| R | = | Koefisien korelasi | S_{xy} | = | Sebaran nilai pengamatan x dan y |
| S_x^2 | = | Keragaman nilai x | S_y^2 | = | Keragaman nilai y |
| X | = | Kandungan plumbum (Pb) dan merkuri (Hg) di air | | | |
| Y | = | Kandungan plumbum (Pb) dan merkuri (Hg) di ikan | | | |

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis rata-rata kandungan logam Pb dalam air di setiap stasiun pengamatan diperoleh nilai minimum sebesar 0,002 mg/l pada stasiun dua, nilai maximum 0,024 mg/l pada stasiun satu (Gambar 2). Stasiun 1 merupakan inlet dari Waduk Cirata, yang airnya berasal dari Waduk Saguling yang diduga membawa logam berat (dari limbah pertanian, domestik dan industri yang berada di DAS Citarum hulu). Selain itu di sekitar lokasi stasiun satu terdapat pemukiman, persawahan dan dekat dengan tempat pembuangan akhir sampah. Penyebab lainnya yang juga memberikan kontribusi keberadaan Pb di air adalah penggunaan bahan bakar yang mengandung Pb pada perahu bermotor sebagai transportasi air baik untuk transportasi wisata, mobilisasi penduduk sekitar, untuk membawa ikan ataupun pakan. Akibatnya hasil pembakaran bensin yang mengandung plumbum tetraetil menguap, kemudian adanya hujan akan terbawa dan masuk ke perairan, jika kondisi perairan asam maka jatuhnya plumbum bersamaan air hujan akan bereaksi menjadi $PbNO_3$.

Rendahnya kadar Pb di stasiun dua disebabkan sekitar lokasi maupun sekitar aliran air yang masuk dari Sungai Cisokan merupakan lahan kering dan tebing, sehingga sangat kecil adanya bahan kontaminan yang masuk ke aliran air Sungai Cisokan. Tingginya konsentrasi Pb pada bulan April dibandingkan pada bulan Desember, diakibatkan adanya agitasi, sehingga logam plumbum yang mengendap di sedimen selama musim kemarau akan terlepas dari sedimen yang pada akhirnya Pb terakumulasi pada kolom air. Jika dibandingkan dengan standar baku mutu kualitas air (PP No 82 tahun 2001; Davis dan Corwell 1991), kelarutan Pb di Waduk Cirata cukup rendah, dimana kadar plumbum dalam air masih jauh

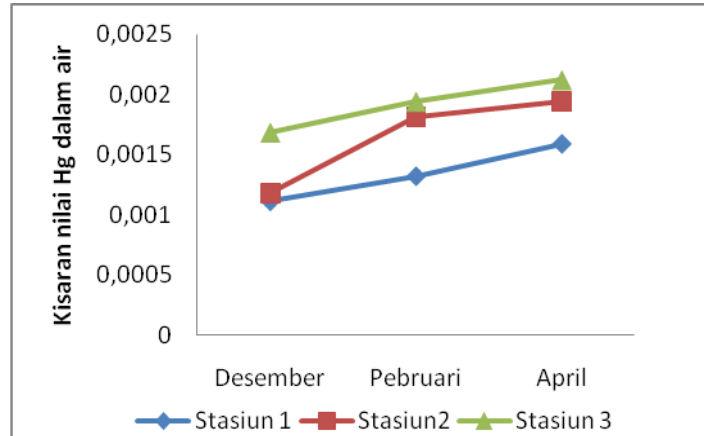
dari ambang batas baku mutu. Untuk pengolahan air minum secara konvensional minimum kandungan Pb 0,1 mg/l dan masih sesuai dengan peruntukannya sebagai area budidaya, 0,3 mg/l.



Gambar 2. Nilai Pb dalam air

Hasil analisis Hg dalam air pada tiap stasiun di kedalaman 2 m nilai minimum 0,00102 mg/l di stasiun dua dan nilai maximum 0,00325 mg/l pada stasiun tiga dan satu (Gambar 3). Data tersebut diatas menunjukkan bahwa lokasi yang memiliki kadar Hg terendah sama dengan logam Pb yaitu di stasiun dua. Lokasi pengamatan pada stasiun tiga merupakan tempat bertemunya semua aliran air yang masuk ke Waduk Cirata, dimana area yang terbuka luas merupakan tempat masuknya merkuri dari udara, diikuti dengan proses sedimentasi melalui air hujan ataupun lepasnya merkuri dari tanah dan sedimen. Sumber merkuri lainnya berasal dari kegiatan manusia, terutama kegiatan yang menggunakan senyawa merkuri sebagai katalis. Merkuri terserap dalam bahan partikulat dan mengalami presipitasi. Merkuri termasuk dalam kelompok yang toksit, selain sifatnya yang tidak larut dalam air dan lemak, juga karena tekanan uap merkuri cukup tinggi sehingga pada suhu normal dapat menghasilkan konsentrasi uap yang dapat membahayakan, misal pada suhu 24 °C pada udara yang jenuh uap merkuri akan mengandung 18 mg/m³ (360 kali lebih besar dari nilai ambang batas yang dikeluarkan oleh *The National Institutes of Safety and Health*, USA 0,05 mg/m³). Uap merkuri mempunyai waktu tinggal di atmosfer antara 0,4 dan 3 tahun, sedangkan merkuri dalam bentuk terlarut memiliki waktu tinggal sekitar tiga minggu (WHO, 1993).

Berdasarkan PP No 82 tahun 2001 mengenai standar baku mutu kualitas air, maka kadar Hg dalam air di WC cukup rendah. Kadar baku Hg yang dikeluarkan oleh US Environment Protect American (EPA) untuk air minum, maksimum adalah 2 ug/l.



Gambar 3. Nilai Hg dalam air

Kandungan Logam Berat pada Ikan Mas

Hasil pengukuran rata-rata konsentrasi logam Pb dan Hg pada hati dan daging ikan mas tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi rata-rata logam berat Pb dan Hg pada Hati dan daging ikan mas (mg/kg bobot tubuh)

| Stasiun | Logam | | | | | | | | | | | |
|---------|--------|-------|-------|--------|----|---------|------|-------|--------|--------|----|----|
| | Pb | | | | | | Hg | | | | | |
| | Hati | | | Daging | | | Hati | | | Daging | | |
| | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 | 1 | 3 | 5 |
| I | 0,0533 | 0,307 | 0,567 | Tt | Tt | 0,00013 | Tt | 0,018 | 0,0246 | Tt | Tt | Tt |
| II | 0,0433 | 0,233 | 0,463 | Tt | Tt | 0,00011 | Tt | 0,033 | 0,0166 | Tt | Tt | Tt |
| III | 0,0633 | 0,396 | 0,600 | Tt | Tt | 0,00022 | Tt | 0,063 | 0,0293 | Tt | Tt | Tt |

Keterangan : Tt = tidak terdeteksi

Analisis logam Pb dan Hg pada daging ikan mas umur satu dan tiga bulan tidak terdeteksi. Begitu juga logam merkuri tidak terdeteksi pada umur satu bulan dalam organ hati dan umur satu, tiga dan lima bulan pada daging. Secara garis besar hasil analisis logam plumbum dan merkuri pada hati maupun daging dalam tiap tingkatan umur tidak melebihi kriteria baku mutu.

Hasil uji ANOVA antar stasiun, pengaruh umur terhadap konsentrasi logam plumbun dalam organ hati ikan mas berbeda nyata pada $p < 0,05$.

Tabel 2. Pengaruh umur terhadap konsentrasi logam plumbun dan merkuri dalam organ hati ikan mas antar stasiun.

| Jenis Ikan | Peubah | Plumbun (Pb) | | Merkuri (Hg) | |
|------------|-----------|--------------|--------|--------------|--------|
| | | F | P | F | P |
| Mas | Umur ikan | 68,58 | 0,000* | 1,30 | 0,274 |
| | Stasiun | 3,28 | 0,057 | 9,54 | 0,002* |

Ket : F= nilai statistik uji; P=probability; * = berbeda nyata pada taraf 5%.

Hasil uji pada Tabel 2, menunjukkan bahwa keberadaan logam plumbun pada ikan mas yang dipelihara di perairan waduk Cirata dipengaruhi oleh umur dan lokasi. Kondisi tersebut diatas dimungkinkan karena logam plumbun yang masuk ke perairan berasal dari beberapa sumber, seperti dampak dari aktifitas manusia (pertanian dan air limbah industri yang berkaitan dengan logam plumbun (baterai, cat, barang-barang elektronik). Hal ini mengakibatkan makin lama ikan dipelihara makin banyak logam yang terakumulasi oleh jaringan ikan. Faktor stasiun menunjukkan berbeda nyata terhadap logam plumbun, ini berkaitan dengan luasan area, dimana difusi dari udara ke air. Hasil uji ANOVA di setiap stasiun menunjukkan bahwa, pengaruh umur terhadap konsentrasi logam plumbun dalam organ hati terhadap umur ikan mas pada tiap stasiun menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada tingkat $p < 0,05$, sedangkan pengaruh umur terhadap konsentrasi logam merkuri pada ikan mas berbeda nyata ($p < 0,05$) di stasiun tiga (Tabel 3).

Tabel 3. Pengaruh umur terhadap logam plumbun dan merkuri dalam organ hati ikan mas pada tiap stasiun.

| Lokasi Pengamatan | Jenis Ikan | Plumbun (Pb) | | Merkuri (Hg) | |
|-------------------|------------|--------------|--------|--------------|--------|
| | | F | P | F | P |
| Stasiun I | Mas | 40,34 | 0,000* | 1,12 | 0,350 |
| Stasiun II | Mas | 20,01 | 0,002* | 1,34 | 0,311 |
| Stasiun III | Mas | 15,59 | 0,004* | 16,67 | 0,015* |

Ket: F = nilai statistik uji ; P = probability; * = berbeda nyata pada taraf 5%

Berdasarkan pada kondisi tersebut diatas menunjukkan bahwa kandungan logam plumbun di setiap stasiun dipengaruhi oleh umur ikan. Data

yang ditunjukkan secara deskriptif, memperlihatkan bahwa konsentrasi logam pada ikan cenderung tinggi sesuai umur ikan. Semakin lama ikan terpapar, akan semakin tinggi kandungan logam yang terdapat pada ikan mas.

Hasil analisis korelasi dan regresi yang dibuat berdasarkan adanya signifikansi pengaruh umur terhadap konsentrasi kandungan plumbun pada ikan (Tabel 4). Terdapat satu hubungan yang signifikan ($P < 0,05$), yaitu antara konsentrasi logam plumbun pada hati ikan mas umur tiga bulan dengan konsentrasi logam plumbun dalam air (Stasiun 2) yang mempunyai nilai korelasi 0,999 pada taraf nyata 5% (Tabel 4). Hasil persamaan regresi yang didapatkan $Y = 0,1729 + 13,95X$, dimana hubungannya adalah regresi positif yang berarti bahwa semakin tinggi konsentrasi logam plumbun dalam air maka konsentrasi logam Pb pada ikan mas umur 3 bulan akan semakin tinggi.

Tabel 4. Hasil analisis regresi dan korelasi antara konsentrasi logam plumbun dalam air (X) dan konsentrasi logam plumbun pada ikan mas (Y)

| Stasiun | Umur | Regresi | R^2 | Korelasi |
|---------|---------|-------------------------|-------|----------|
| 1 | 1 bulan | $Y = 0,06132 - 0,6140X$ | 0,645 | -0,803 |
| | 3 bulan | $Y = 0,3347 - 1,754X$ | 0,188 | -0,434 |
| | 5 bulan | $Y = 0,5421 + 1,32X$ | 0,003 | 0,057 |
| 2 | 1 bulan | $Y = 0,03321 + 1,786X$ | 0,893 | 0,945 |
| | 3 bulan | $Y = 0,1729 + 13,95X$ | 0,999 | 0,999* |
| | 5 bulan | $Y = 0,7871 - 60,71X$ | 0,462 | -0,679 |
| 3 | 1 bulan | $Y = 0,07243 - 0,7798X$ | 0,663 | -0,814 |
| | 3 bulan | $Y = -0,4700 + 65,00X$ | 0,693 | 0,832 |
| | 5 bulan | $Y = 0,8442 - 19,07X$ | 0,814 | -0,902 |

Terdapat korelasi negatif dan tidak berbeda nyata antara konsentrasi logam merkuri dalam air dan pada ikan mas (Tabel 5). Adanya perbedaan pengambilan ion logam merkuri dan plumbun oleh ikan dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi dari masing-masing logam dalam air. Menurut Darmono (2001), mekanisme plumbun dan merkuri tidak diregulasi oleh organisme air, yaitu terus menerus terakumulasi oleh jaringan organisme tersebut, sehingga kandungan dalam jaringan naik terus sesuai dengan kenaikan konsentrasi logam dalam air dan logam ini hanya diekskresikan sedikit sekali.

Tabel 5. Hasil analisis regresi dan korelasi antara konsentrasi logam merkuri dalam air (X) dan konsentrasi logam merkuri pada ikan mas (Y)

| Stasiun | Umur | Regresi | R ² | Korelasi |
|---------|------|--------------------------|----------------|----------|
| 1 | - | $Y = 0,03188 - 5,218X$ | 0,266 | -0,516 |
| 2 | - | $Y = - 0,00215 + 17,17X$ | 0,266 | 0,516 |
| 3 | 3 | $Y = 0,04476 - 1,520X$ | 0,109 | -0,33 |
| | 5 | $Y = 0,03025 - 0,454X$ | 0,035 | -0,186 |

Dari Tabel 5, menunjukkan bahwa adanya korelasi negatif dan tidak berbeda nyata antara konsentrasi logam merkuri dalam air pada ikan mas dan nila.

KESIMPULAN

Kisaran konsentrasi nilai plumbun dalam air yang terukur adalah 0,002 mg/l sampai 0,024 mg/l, untuk merkuri pada kisaran 0,00102 mg/l dan 0,00325 mg/l . Konsentrasi Pb dalam hati ikan mas tertinggi 0,600 mg/kg bobot tubuh . Logam Pb pada daging ikan mas, ditemukan pada umur tebar 5 bulan. Pada hati ikan mas, Hg ditemukan pada umur tebar 3 dan 5 bulan, sedangkan dalam daging tidak didapatkan.

Pengaruh umur terhadap konsentrasi logam plumbun dalam hati ikan mas pada tiap stasiun menunjukkan signifikansi pada tingkat $p < 0.5$, sedangkan logam merkuri menunjukkan berbeda nyata pada organ hati ikan mas di stasiun 3. Hasil analisis regresi dan korelasi antara konsentrasi logam plumbun dalam air dan konsentrasi plumbun pada hati ikan, menunjukkan bahwa hanya ada satu hubungan yang signifikan pada $p < 0.05$, yaitu antara konsentrasi logam plumbun pada hati ikan mas umur 3 bulan dengan konsentrasi logam plumbun dalam air (stasiun 2).

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pengendalian Lingkungan Hidup Daerah Jawa-Barat. 2002-2006. Pencemaran Logam Berat di Waduk Cirata dan Saguling. www.bplhdjabar.go.id.
- Cooper R. A. & A. J. Weekes. 1983. *Data, Models, and Statistical Analysis*. Philip Allan Publishers Limited. Oxford. 400p.

- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia. Jakarta. 179 hal.
- Davis ML., Cornwell DA. 1991. Introduction to Environmental Engineering. Second edition. New York. Nc-Graw-Hill, Inc. H. 822.
- Forstner, U. and G.T.W. Wittmann. 1983. Metal Pollution in the Aquatic environment. Second revised Edition. Springer-Verlag, Heidelberg. New York. Tokyo.
- Manan, S. 1992. Pengelolaan Hutan Lindung yang Mendukung Pembangunan Berkelanjutan di Pulau Sumatera Rimba Indonesia XXVII ; 3 – 4 Persatuan Peminat dan Ahli Kehutanan.
- Matjik, A.A. dan M. Sumertajaya. 2000. Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab Jilid I. Institut Pertanian Bogor Press. 326 hal.
- Palar, H. 2004. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineke Cipta. Jakarta. 152 hal.
- Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta.
- Sanusi H.S., S. Syamsu dan S. Sarjirun. 1985. Kandungan dan Distribusi Logam Berat pada berbagai Komoditi Ikan Laut yang Disalurkan lewat TPI Pasar Ikan Jakarta. FPIK IPB, Bogor.
- Suin, M. Nurdin. 1994. Dampak Pencemaran pada Ekosistem Pengairan. Prosiding Penataran Pencemaran Lingkungan Dampak dan Penanggulangannya. Pemda Kota TK. II. Padang.

CATATAN

Diperlukan konsistensi penulisan nama logam berat Plumbum (Pb) dan Merkuri (Hg).