

PENGARUH LIMBAH CUCIAN PERAK TERHADAP STRUKTUR MIKROANATOMI HEPATOPANKREAS IKAN NILA (*Oreochromis niloticus* Trewavas)

Alpha Olivia Hidayati
Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta
Telepon: 085228388572
email: azkiya_alph@yahoo.co.id

Abstract

The wastewater from the washing unit of silverwork industries may contain toxic substances, such as lead, copper, silver, nickel, and mercury. The waste water is generally discharged to a nearby ditch or canal without any treatment. The waste water might cause a harmful effect to the aquatic organisms in the canal. This research was aimed to determine the effect of silver waste water to the microanatomy structure of the hepatopancreas of nila fish (*Oreochromis niloticus* Trewavas), and to measure the concentration of the waste water which caused the effect. The method used in this research consisted of acclimation of test animals, toxicity tests (orientation test, preceding test, actual test) for determining the LC_{50-96 hours}. Waste concentration levels of 0; 0,06 %; 0,07 %; 0,07 %; 0,08 %; and 0,09 % were used during this research. The experiment used 25 nila fishes which were divided into five groups. The next steps was preparing the hepatopancreas microanatomy using paraffin method. The cells were dyed with hematoxylin-eosin. The cell damage was analyzed qualitatively and quantitatively. The results of hepatopancreas microanatomy observation showed that the increase of nila fish hepatopancreas cell damage was proportional to the increase of silver wastewater concentration. The damage was shown as the occurrence of cloudy swelling, hydrophic degeneration, fatty degeneration, and necrosis. Results of this research also showed that the waste water of the silverwork industry contained lead, copper, silver, nickel, and mercury, which exceeded the waste water quality standards.

Key word: silverwork waste water, cell damage, LC_{50-96 hour}, nila fish

1. PENDAHULUAN

Kawasan Kotagede merupakan salah satu kawasan dengan aktivitas industri kerajinan perak di Indonesia. Di dalam produksinya dilakukan peleburan perak, pencucian dan penyepuhan. Pencucian perak dilakukan dengan menggunakan “obat godog” (H₂SO₄/HCl) dan tawas yang dijual secara bebas di pasaran. Pada tahun 2001, ditemukan bahwa hasil buangan cucian perak 14 perusahaan perak Kotagede mengandung B3 (Bahan Berbahaya Beracun) seperti Cn, Cr, Pb, Cu, Zn, Ni dan Cd (Anonim, 2004).

Logam berat masuk dalam tubuh organisme akuatik dalam bentuk ion melalui beberapa

tahap. Tahap pertama adalah absorpsi melalui saluran gastrointestinal, kulit dan paru-paru. Tahap kedua adalah distribusi logam berat melalui sistem sirkulasi menuju ke seluruh jaringan. Tahap ketiga adalah ekskresi (pengeluaran) toksikan dari dalam tubuh (Kanedi, 2002).

Salah satu organisme akuatik yang sering digunakan sebagai indikator biologis adalah ikan. Indikator biologis merupakan petunjuk ada atau tidaknya perubahan lingkungan dari keadaan normal, melalui analisis kandungan logam atau kandungan senyawa kimia tertentu (Suhendrayatna, 2001). Respon organisme akuatik terhadap logam berat ditunjukkan dengan perubahan fisiologis, reproduksi dan

perkembangan organ, pola makan yang berubah, perubahan metabolisme respirasi, dan efisiensi sistem pencernaan (Tanjung, 2002). Pada penelitian ini digunakan ikan nila sebagai indikator biologis karena paling banyak dibudidayakan oleh masyarakat sekitar dan siklus hidupnya pendek, sehingga memudahkan pengamatan.

Hati merupakan organ utama yang berperan dalam detoksifikasi, yaitu pengubahan senyawa toksik menjadi bentuk terlarut atau bentuk terionisasi yang mudah diekskresikan oleh ginjal. Jika proses detoksifikasi terlalu berat, hepatosit (sel hepar) dapat mengalami gangguan, kerusakan dan perubahan struktur serta kelainan fungsi. Kerusakan pada hati dapat mempengaruhi metabolisme tubuh dikarenakan hepar juga berperan dalam sintesis protein, sekresi empedu dan tempat penyimpanan nutrien (Rocha dan Rogerio, 1999). Fase degenerasi sel yang merupakan tanda kerusakan hepatosit antara lain: degenerasi bengkak keruh, degenerasi hidrofik, degenerasi lemak (perlemakan), nekrosis dan atropi.

Degenerasi bengkak keruh adalah apabila sel terlihat membengkak dan sitoplasma keruh serta bergranuler. Nukleus terlihat tetap normal atau menjadi tidak jelas. Kekeruhan terjadi karena degenerasi mitokondria dan retikulum endoplasma (Anonimus, 2001). Sedangkan degenerasi hidrofik terjadi karena vakuola berisi air di dalam sitoplasma sel. Vakuola tersebut merupakan organela sitoplasmatis yang mudah menimbun air sehingga seperti kantong-kantong berisi air. Pada tingkat degenerasi ini, sel masih reversibel untuk kembali menjadi sel normal (Takashima dan Hibiya, 1995). Untuk degenerasi lemak terjadi ketika hepar mengandung berat lipid lebih dari 5%. Lemak terakumulasi di perifer atau tidak tampak. Perlemakan terjadi mulai dari dekat vena sentralis (Anonim, 2001).

Degenerasi yang lainnya adalah nekrosis. Nekrosis merupakan degenerasi lemak yang

terus menerus dan dapat menyebabkan kematian sel serta atropi. Keadaan ini ditandai dengan nukleus mengalami: (1) piknosis, yaitu nukleus gelap, kromatin mengelompok, membran inti mengkerut, (2) karioreksis, apabila membran inti pecah dan mengalami fragmentasi, serta nukleus terlihat tidak bulat, (3) kariolisis: hilangnya nukleus yang mengalami fragmentasi (Takashima dan Hibiya, 1995). Sedangkan untuk atropi ditandai dengan hepatosit yang mengecil dan nukleus mengalami piknosis. Pada jaringan pankreas kerusakan ini diikuti dengan berkurangnya *granula zymogen* (Takashima dan Hibiya, 1995). Pada ikan, hepar masih berupa hepatopankreas, yaitu jaringan pankreas yang tersebar di dalam hepar terutama di sepanjang *arteria hepatica*, *duktus biliferus* dan *vena porta* (Munshi dan Hiran, 1996).

Berdasarkan latar belakang tersebut maka penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh limbah cucian perak terhadap struktur mikroanatomi hepatopankreas ikan nila (*Oreochromis niloticus* Trewavas) dan konsentrasi logam berat (Pb, Cu, Ni, Ag dan Hg) terhadap ambang batas baku mutu air limbah.

2. METODOLOGI

Penelitian dilakukan di dua tempat, yaitu Laboratorium Ekologi Fakultas Biologi UGM untuk perlakuan limbah cucian perak dan Laboratorium Anatomi Hewan Fakultas Biologi UGM untuk membuat preparat mikroanatomi. Sedangkan limbah cucian perak diperoleh dari pengrajin perak *home industry* di Kotagede.

Penelitian dilakukan dalam lima tahap, yaitu aklimatisasi hewan uji, uji toksisitas (meliputi uji orientasi, uji pendahuluan dan uji sebenarnya) dan pembuatan preparat mikroanatomi hepatopankreas ikan nila (*Oreochromis niloticus*) serta analisis data. Aklimatisasi hewan uji terdiri atas; ikan

dipindahkan dari lingkungan asal ke tempat penampungan, diberi makan satu kali sehari, pemeliharaan dilakukan selama 10 hari, dan satu hari sebelum pengujian ikan tidak diberi makan. Pada uji orientasi hewan uji sebanyak 50 ekor dibagi menjadi lima kelompok, masing-masing 10 ekor, ditempatkan dalam akuarium berisi 30 liter air. Berat ikan rata-rata sebesar 60 gram. Kelima kelompok tersebut diberi limbah dengan konsentrasi masing-masing 0%; 0,05%; 0,5%; 5%; dan 50%. Konsentrasi tersebut ditentukan berdasarkan skala logaritmik. Kemudian dihitung mortalitasnya setiap 0, 24, 48, 72 dan 96 jam. Uji ini diulang sebanyak tiga kali.

Dari uji orientasi tersebut akan diperoleh konsentrasi limbah dengan persen mortalitas 50% setelah 96 jam, yaitu 0,05%. Pada uji pendahuluan diambil konsentrasi limbah di atas dan di bawah 0,05% dengan interval tetap, yaitu 0; 0,02%; 0,06% dan 0,1%. Hewan uji sebanyak 40 ekor dibagi menjadi empat kelompok, masing-masing 10 ekor tiap kelompok yang ditempatkan di dalam akuarium berisi 30 liter air, dengan berat ikan ± 60 gram. Hewan uji dihitung nilai mortalitasnya pada 0, 24, 48, 72, dan 96 jam. Uji pendahuluan ini diulang sebanyak tiga kali. Dari sini dilakukan perhitungan LC_{50-96} jam untuk menentukan kisaran konsentrasi pada uji sebenarnya.

Berdasarkan hasil perhitungan LC_{50-96} jam pada uji pendahuluan diperoleh nilai 0,08%. Kemudian diambil konsentrasi di atas dan di bawah nilai LC_{50-96} jam, yaitu 0%; 0,06%; 0,07%; 0,08% dan 0,09%. Hewan uji dibagi menjadi lima kelompok masing-masing satu ekor, ditempatkan dalam stoples berisi tiga liter air. Masing-masing konsentrasi diulang sebanyak lima kali. Pada masing-masing konsentrasi dilakukan pengamatan pengaruh sublethal hewan uji, yaitu kecepatan bernafas per menit, pola gerak ikan, warna tubuh, dan mukus pada 0, 24, 48, 72, dan 96 jam. Setelah 96 jam hewan uji masing-masing konsentrasi dibedah dan diambil hepatopankreasnya

kemudian dibuat preparat mikroanatominya. Pembuatan preparat mikroanatominya hepatopankreas menggunakan Metode Parafin, Fiksatif Bouin dan Formalin 10% serta pewarnaan dengan Hematoxylin-Eosin (HE). Analisis data untuk menentukan LC_{50-96} jam menggunakan uji regresi linier sedangkan untuk kerusakan sel menggunakan ANAVA dan DMRT.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, hasil pemeriksaan terhadap limbah cucian perak Kotagede menunjukkan bahwa logam Pb, Ag, Ni, dan Cu konsentrasinya melebihi standar baku mutu, sedangkan Hg konsentrasinya mendekati ambang. Hal ini jelas terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Logam Berat dalam Limbah Cucian Perak

No.	Logam Berat	Konsentrasi (mg/L)	Standar Baku Mutu (mg/L)
1.	Cu	3,0684	3,0
2.	Ni	0,6278	0,5
3.	Hg	0,0046	0,005
4.	Ag	1,6524	0,5
5.	Pb	2,8314	1,0

Dari Tabel 1 terlihat bahwa konsentrasi Cu melebihi standar baku mutu (3,0684 mg/L). Hal ini dikarenakan Cu merupakan bahan utama selain Ag yang digunakan untuk membuat kerajinan perak. Selain harganya yang relatif lebih murah, Cu dapat dicampurkan dalam proses peleburan perak untuk memperoleh campuran perak yang tidak terlalu lunak sehingga mudah dalam pembentukan. Sedangkan logam Ni, Hg dan Pb digunakan dalam campuran perak dengan jumlah yang relatif lebih kecil. Proses pencucian hasil kerajinan perak dengan asam kuat (H_2SO_4/HCl) menyebabkan logam-logam tersebut larut dan selanjutnya mengendap.

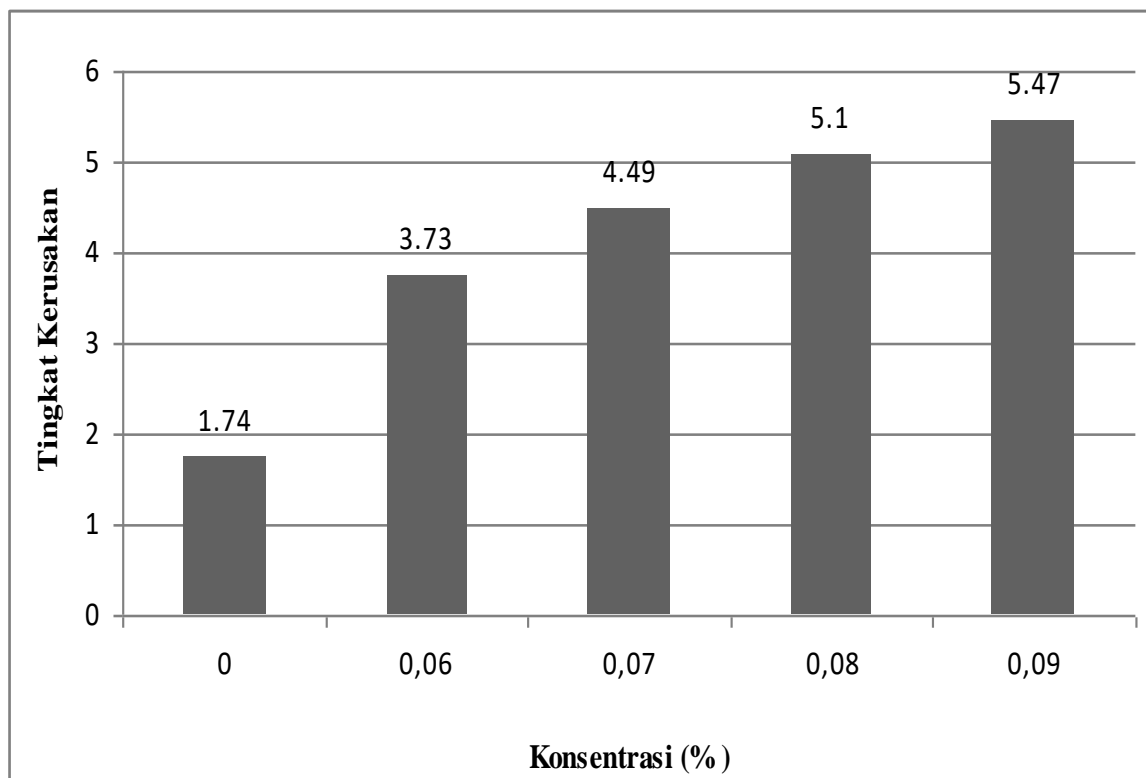
Ikan nila yang diberi perlakuan limbah cair cucian perak dengan konsentrasi berturut-turut 0%; 0,06%; 0,07%; 0,08% dan 0,09% menunjukkan pengaruh sublethal. Pengaruh tersebut meliputi kecepatan bernafas per menit, pola gerak ikan, warna tubuh, dan produksi mucus. Pengaruh sublethal tersebut secara lengkap ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Pengaruh Sublethal Ikan Nila

Konsentrasi	Hasil Pengamatan
0,06 %	Ikan bergerak normal, kulit tubuh cerah (merah), produksi mukus pada permukaan kulit normal, kecepatan bernafas rata-rata 60 kali per menit.
0,07 %	Ikan bergerak lambat, kulit tubuh pucat, produksi mukus pada permukaan kulit banyak, kecepatan bernafas rata-rata 60 kali per menit.
0,08 %	Ikan bergerak lambat, kulit tubuh pucat, produksi mukus pada permukaan kulit lebih banyak, kecepatan bernafas rata-rata 60 kali per menit.
0,09 %	Ikan bergerak lambat sekali, kulit tubuh sangat pucat, produksi mukus pada permukaan sangat banyak, sisik ikan mengelupas, kecepatan bernafas rata-rata 60 kali per menit.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa pada saat ikan dimasukkan dalam akuarium, ikan bergerak sangat agresif namun setelah 96 jam pergerakan ikan melambat terutama pada konsentrasi limbah yang tinggi. Pada konsentrasi di atas 0,06% warna tubuh menjadi pucat, produksi mukus meningkat bahkan pada konsentrasi 0,09% sisik mengelupas. Hal ini dikarenakan adanya asam kuat dalam limbah menyebabkan rasa terbakar pada kulit, jika berlangsung lama menyebabkan iritasi dan kerusakan pada permukaan kulit. Tubuh memberikan respon dengan meningkatkan produksi mukus untuk mengurangi rasa terbakar dan mengurangi kontak langsung kulit dengan air limbah. Kerusakan kulit dapat menyebabkan absorpsi logam berat ke dalam tubuh melalui kulit terjadi lebih mudah karena selektifitas kulit menurun bahkan hilang.

Pada penelitian ini dilakukan pengamatan kerusakan pada tingkat sel setelah 96 jam perlakuan (Gambar 1).

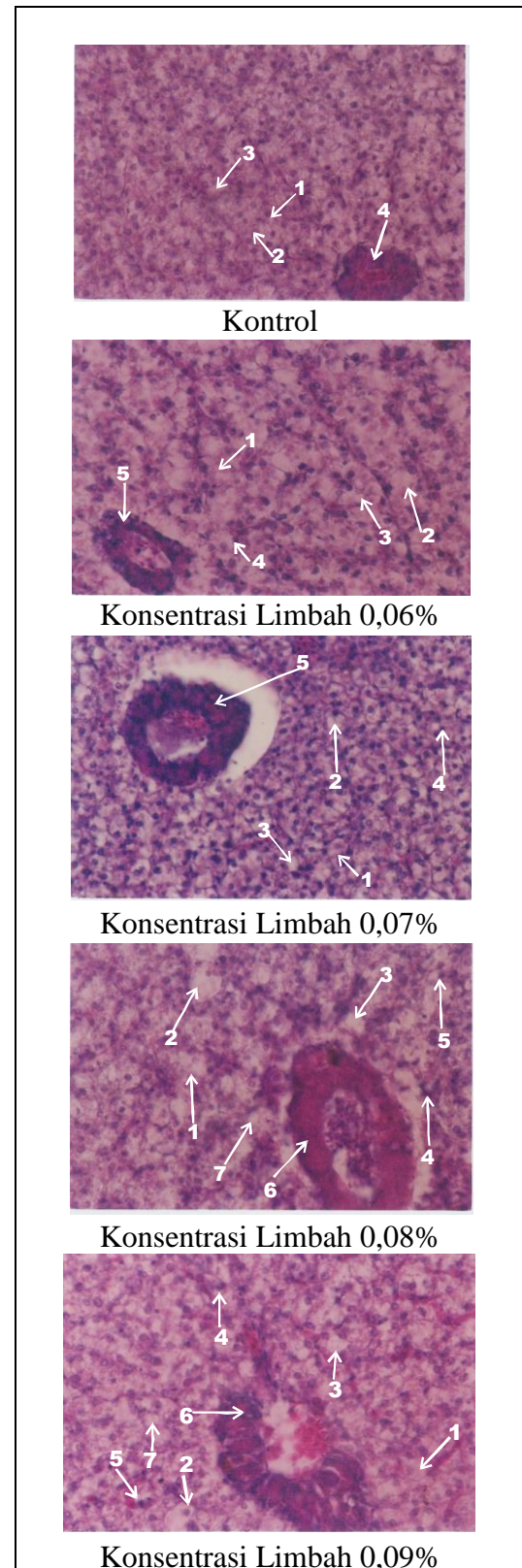


Gambar 1. Hasil Analisis Kerusakan Hepato-pankreas Ikan Nila

Pada Gambar 1 terlihat konsentrasi limbah 0 menunjukkan tingkat kerusakan sel kategori normal. Sedangkan pada konsentrasi limbah 0,06% terjadi kerusakan sel mencapai 3,73 yang termasuk dalam kategori kerusakan sedang. Kerusakan sel meningkat pada konsentrasi 0,07%, yaitu 4,49 yang dikategorikan kerusakan berat. Pada konsentrasi 0,08% kerusakan sel telah memasuki kategori parah (5,1) dan meningkat pada konsentrasi 0,09%. Kerusakan sel hepatopankreas ikan nila melalui pengamatan preparat mikroanatomi ditunjukkan pada Gambar 2.

Pada konsentrasi limbah 0,06%, hepatosit mengalami bengkak keruh, degenerasi hidrofik, dan perlemakan yang diikuti piknosis dalam jumlah kecil. Hal ini terjadi pula pada konsentrasi limbah 0,07% dengan tingkat kerusakan lebih tinggi yang ditandai dengan jumlah sel yang mengalami piknosis lebih banyak. Pada konsentrasi 0,08% dan 0,09% tergolong kerusakan parah. Pada kedua konsentrasi tersebut terjadi bengkak keruh, degenerasi hidrofik dan perlemakan pada sebagian besar hepatosit. Beberapa inti hepatosit juga mengalami piknosis, karioreksis dan kariolisis. Kondisi ini meningkat pada konsentrasi 0,09% yang diikuti pula dengan penurunan intensitas penyerapan terhadap zat warna.

Degenerasi bengkak keruh terjadi karena masuknya ion Cu yang berlebih dan ion Pb ke dalam hepatosit yang menyebabkan terganggunya proses transport aktif ion lain melalui membran sel maupun membran organela intraseluler seperti mitokondria dan retikulum endoplasma (Darmono, 1995). Akibatnya terjadi penurunan permeabilitas membran sehingga membran kurang selektif terhadap molekul yang masuk ke dalam sel. Keadaan ini juga mengakibatkan hepatosit tidak dapat memompa keluar ion Na^+ dalam jumlah yang cukup dari dalam sel. Kenaikkan konsentrasi Na^+ di dalam sel menyebabkan penyerapan air yang berlebih sehingga sel membengkak (Anonimus, 2001).



Keterangan:

1. Bengkak Keruh, 2. Perlemakan, 3. Karioreksis, 4. Degenerasi Hidrofik, 5. Piknosis, 6. Jaringan Pankreas, 7. Kariolisis)

Gambar 2. Kerusakan Pada Hepatopankreas

Pembengkakan sel diikuti pula pembengkakan pada organela di dalam sel (granula) yang menyebabkan sel tampak keruh. Jika hal ini terjadi terus-menerus akan diikuti dengan degenerasi hidrofik, dimana organela menjadi kantong-kantong berisi air dan sitoplasma menjadi bervakuola. Perlemakan terjadi karena ion Hg terdistribusi ke dalam hepatosit sehingga sintesis protein dalam sel terhambat. Akibatnya protein sebagai pengikat lemak dalam bentuk lipoprotein hilang dan terbentuk tetes-tetes lemak berbentuk globuler di dalam sitoplasma sel (Anonimus, 2001).

Pada konsentrasi limbah yang tinggi (>0,06 %) terjadi nekrosis, yaitu piknosis (inti mengkerut, gelap dan padat), karioreksis (inti sel pecah dan tidak bulat) dan kariolisis (menghilangnya inti sel). Hal ini disebabkan oleh terganggunya metabolisme sel yang mengakibatkan terganggunya juga keseimbangan pH di dalam sel. Hal ini akan memicu lisosom menghasilkan enzim hidrolitik yang dapat melarutkan inti dari hepatosit dan kromatin. Terhidrolisisnya kromatin akan menyebabkan penurunan penyerapan terhadap zat warna (Rocha dan Rogerio, 1999).

4. KESIMPULAN

Limbah cucian perak dengan konsentrasi 0,06%, 0,07%, 0,08% dan 0,09% menyebabkan kerusakan sel hepatopankreas Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang berupa bengkak keruh, degenerasi hidrofik, perlemakan dan nekrosis (piknosis, karioreksis dan kariolisis). Rata-rata tingkat kerusakan hepatopankreas meningkat seiring dengan naiknya konsentrasi limbah, yaitu: kontrol=normal; konsentrasi 0,06%=sedang; konsentrasi 0,07%=berat; konsentrasi 0,08%=parah dan konsentrasi 0,09%=parah. Limbah cair cucian perak Kotagede mengandung logam-logam berat (Pb, Cu, Ni, Ag dan Hg) yang konsentrasinya melebihi ambang batas baku mutu air limbah.

DAFTAR PUSTAKA

Anonimus. (2001). Bahan-Bahan Berbahaya dan Dampaknya Terhadap Kesehatan

Manusia. Departemen Kesehatan RI. Jakarta.

Anonim (2004). Satu Lagi Aset Baru Kotagede. *Majalah Brosur Lebaran*. 43. hal. 31-42.

Darmono (2001). Lingkungan Hidup dan Pencemaran. UI Press. Jakarta.

Kanedi, M. (2002). Laporan Penelitian: Kandungan Logam Berat pada Air dan Sedimen Hubungannya dengan keanekaragaman Hewan Bentos dan Kondisi Terumbu Karang di Teluk Lampung. Fakultas MIPA Universitas Lampung.

Lu, F.C. (1995). Basic Toxicology: Fundamentals, Target organ, and Risk Assessment. Terjemahan E. Nugroho. Toksikologi Dasar: Azas, Organ Sasaran, dan Penilaian Resiko. Second edition. Penerbit UI Press. Jakarta.

Munshi, D.J.S and Hiran M.D. (1996). Fish Morphology Horizon of New Research. Science Pub., Inc. USA.

Rocha, E. and Rogerio A.F.M. (1999). Ichthyology: Recent, Research, Advances. Editor: D.N. Saksena. Science Pub., Inc. USA.

Suhendrayatna. (2001). Laporan Penelitian: Bioremoval Logam Berat dengan Menggunakan Mikroorganisme. *Seminar On Air Biotek untuk Indonesia Abad 21*. Institute for Science and Technology Studies Japan.

Takashima, F and T. Hibiya. (1995). An Atlas of Fish Histology Normal and Pathological Features. Second edition Kodansha Ltd. Tokyo.

Tanjung, S.D. (2002). Toksikologi Lingkungan. Pusat Studi Lingkungan Hidup Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.