

DETEKSI LOGAM TIMBAL (Pb) PADA IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DI SEPANJANG SUNGAI KALIMAS SURABAYA

METAL DETECTION OF LEAD IN TILAPIA (*Oreochromis niloticus*) ALONG THE KALIMAS RIVER IN SURABAYA

Jakfar, Agustono dan Abdul Manan

Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Airlangga
Kampus C Mulyorejo - Surabaya, 60115 Telp. 031-5911451

Abstract

Industrial waste and urban waste containing heavy metals can pollute rivers and sea waters. Heavy metals can be divided into two parts, namely the essential and non essential, non-essential heavy metals can be toxic to both human beings and fish. Heavy metals that enter the water will have absorbed the deposition of the sediments and fish in one body of harmful heavy metals lead dlah. Based on the 2009 SNI maximum content of lead in fish is 0.3ppm. This study aims to know the lead content in tilapia, river water and sediment. The sampling process conducted in Surabaya Kalimas river. This study is descriptive, the results of lead content analysis conducted by the destructive method was then performed by using Atomic Absorption readings Spectrophotometer (AAS) with a wavelength of 283.3. Based on the analysis of lead content in Surabaya Kalimas river is not exceed the threshold value based on SNI.

Keywords : *Oreochromis niloticus*, Lead (Pb), Surabaya Kalimas River

Pendahuluan

Ikan merupakan salah satu bahan makanan sumber protein hewani. Ikan nila merupakan salah satu biota sungai yang ada di Indonesia dan memiliki nilai komersil cukup tinggi dan telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat (DKP, 2007).

Salah satu daerah habitat ikan nila (*oreochromis niloticus*) adalah sungai Kalimas Surabaya. Dikarenakan semakin berkembangnya jumlah penduduk mengakibatkan semakin berkembang pula kegiatan industri pada umumnya, sehingga menjadikan daerah sungai rentan atas perubahan dan kerusakan. Sungai Kalimas Surabaya merupakan salah satu perairan yang berpotensi mengalami perubahan lingkungan akibat adanya pembuangan limbah industri, pertanian, dan rumah tangga. Sebagian limbah tersebut bersifat toksik dan dapat berdampak pada pencemaran lingkungan yang sangat besar (Murtini dkk., 2003).

Penurunan kualitas lingkungan hidup perikanan berdampak pada penurunan produktivitas dan higienitas komoditas perikanan yang dihasilkan (Rahmanyah, 1997). Dalam dunia perdagangan, produk pangan yang telah tercemar akan berdampak buruk pada konsumen sehingga nilainya di pasaran akan turun. Salah satu penyebab tercemarnya produk perikanan karena adanya kandungan logam berat dalam jumlah yang berlebih.

Meningkatnya kadar logam berat di sungai akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk proses metabolisme oleh organisme akan berubah menjadi racun bagi organisme tersebut (Darmono, 1995).

Timbal merupakan logam berat dengan lambang Pb yang berasal dari bahasa latin yaitu *plumbum*. Timbal merupakan logam nonesensial yang terdapat di alam akibat proses alamiah dan kegiatan manusia seperti pertambangan, pembakaran batu bara, pabrik semen dan digunakan di dalam bensin (Grosell *et al.*, 2005 dalam Panna, 2009). Timah hitam kerap disebut pula timbal dikenal oleh orang awam, karena banyak digunakan pada kegiatan industri dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup (Darmono, 1995). Timah hitam (Pb) adalah logam yang berwarna kebiruan atau abu-abu keperakan, tidak berbau, memiliki titik didih sekitar 1740°C, meleleh pada suhu 328°C, memiliki berat jenis 11,34 serta mudah dibentuk atau lunak dan larut pada air (Siswanto, 1994; Canada Metal Ltd, 2003).

Terjadinya kontaminasi zat beracun pada organisme perairan dapat melalui tiga cara : (1) permukaan organisme (2) respirasi atau ingesti dari air dan (3) pengambilan makanan (zooplankton, phitoplankton) yang mengandung bahan pencemar kimia (Jardine, 1993). Supriharyono (2002) menulis diantara jenis

limbah industri yang berbahaya bagi kesehatan manusia adalah logam berat. Keberadaan logam berat di suatu perairan dapat terakumulasi pada ikan-ikan yang hidup disekitar perairan tersebut. Masyarakat yang mengkonsumsi ikan-ikan tersebut berpotensi terkontaminasi logam berat melalui proses rantai makanan. Ikan sebagai salah satu biota air dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran perairan. Jika di dalam tubuh ikan terdapat kandungan logam berat yang tinggi dan melebihi kadar batas ambang normal yang telah ditentukan, maka dapat dipastikan bahwa perairan tersebut tercemar logam berat. Adnan (1978) menyatakan bahwa kandungan logam berat dalam ikan sangat erat kaitannya dengan pembuangan limbah industri disekitar habitat ikan tersebut, seperti sungai, danau dan laut.

Perumusan masalah pada penelitian ini adalah Berapa kadar logam timbal pada ikan nila, air dan sedimen di Sungai Kalimas Surabaya? Tujuan penelitian ini adalah untuk Mengetahui kadar logam timbal pada ikan nila, air dan sedimen di Sungai Kalimas Surabaya telah melebihi ambang baku mutu yang telah ditetapkan.

Materi dan Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan September hingga Oktober 2011. kegiatan penelitian meliputi pengamatan di lapang pada bulan September 2011 dan analisis laboratorium pada bulan Oktober 2011. Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Kalimas pada 7 (tujuh) lokasi dimulai dari daerah Karang Pilang, Gunung Sari, Wonokromo, Ngagel, Gubeng, Jembatan Merah hingga terakhir di daerah Perak. Pemeriksaan kadar logam berat timbal (Pb) pada sampel ikan nila, air sungai dan sedimen dilakukan di Laboratorium Kimia Instrumen jurusan Kimia-FMIPA ITS Surabaya dan Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pemberantasan Penyakit Menular Surabaya

Bahan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan nila yang didapatkan dari lokasi penelitian Bahan yang digunakan untuk analisis timbal (Pb) pada ikan dan non ikan yaitu H_2SO_4 , $HClO_4$, HNO_3 , dan aquades. Bahan yang digunakan untuk analisis timbal pada air sungai yaitu NH_3CH_3COOH , NH_4Cl , HCl , APDC (*Amonium Pirolidin Ditiocarbamat*), NaDDC (*Natrium Dietilditiocarbamat*), MIBK (*Metil Isobutil Ketone*), dan HNO_3 . Adapun alat-alat yang digunakan adalah *cool box*, kantong plastik, kertas label, thermometer, pH meter, DO testkit, serta mesin *Atomic Absorption*

Spectrophotometer (AAS) dengan panjang gelombang (λ) untuk Pb 283,3 μm .

Metode penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah metode observasi lapangan yang dilakukan di sungai Kalimas Surabaya dan hasilnya dianalisa di laboratorium. Metode observasi adalah pengamatan terhadap suatu obyek yang diteliti baik secara langsung maupun tidak langsung untuk memperoleh data yang harus dikumpulkan dalam penelitian (Satori dan Komariah, 2009).

Parameter utama dalam penelitian ini adalah analisis kadar timbal pada sampel ikan nila di ketujuh lokasi penelitian. Kadar timbal dianalisa dengan alat *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS). Sedangkan parameter pendukung untuk penelitian ini adalah analisis kadar timbal pada air dan sedimen sungai di ketujuh lokasi penelitian serta parameter pH, suhu, dan DO (kandungan oksigen terlarut). Untuk analisis parameter penunjang digunakan peralatan berupa *Atomic Absorption Spetrometer* (AAS), pH paper, thermometer dan DO testkit.

Data yang terukur dianalisa secara deskriptif yaitu membandingkan data yang terukur dengan baku mutu menurut Kep. Men. LH. No. Kep-02/MENKLH/1988 untuk kandungan timbal di air dan Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang produk perikanan untuk kandungan timbal di ikan nila. Data dikaji dengan pola perbandingan (*comparison*). Data yang sudah diperoleh kemudian disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

Hasil dan Pembahasan

Keberadaan logam berat dalam air mempengaruhi kehidupan biota air, karena kemampuan biota dalam mengakumulasi logam berat yang ada dalam air. Ikan nila memiliki sifat omnivora, sehingga ikan nila memiliki potensi dari penimbunan logam berat dalam tubuh lebih besar dibanding dengan ikan herbivora maupun karnivora yang lain. Dari hasil penelitian kadar logam berat dalam tubuh ikan nila yang diambil dari setiap lokasi pengamatan di Sungai Kalimas Surabaya dapat dilihat pada Tabel 1. Kadar timbal pada ikan nila bervariasi antara 0,021-0,027 mg/l.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data mengenai kadar timbal (Pb) pada air sungai. Kadar timbal terlarut pada lokasi pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2. Pada Tabel 2 dapat dilihat kadar timbal pada Sungai Kalimas Surabaya berada pada kisaran 0,039 mg/l ke bawah dengan kadar tertinggi pada lokasi 5.

Tabel 1. Kadar Pb dalam tubuh ikan nila

No	Lokasi	Timbal (mg/l)
1	Karang Pilang	0,024
2	Gunung Sari	0,024
3	Wonokromo	0,026
4	Ngagel	---
5	Gubeng	0,021
6	Jembatan Merah	0,026
7	Perak	0,029

Tabel 2. Kadar Pb pada air sungai

No	Lokasi	Timbal (mg/l)
1	Karang Pilang	< 0,036
2	Gunung Sari	< 0,036
3	Wonokromo	< 0,036
4	Ngagel	< 0,036
5	Gubeng	0,0398
6	Jembatan Merah	< 0,036
7	Perak	< 0,036

Tabel 3. Kadar Pb pada sedimen sungai

No	Lokasi	Timbal (mg/l)
1	Karang Pilang	0,232
2	Gunung Sari	< 0,216
3	Wonokromo	< 0,216
4	Ngagel	< 0,216
5	Gubeng	< 0,216
6	Jembatan Merah	0,241
7	Perak	0,253

Keberadaan timbal terlarut di sungai Kalimas Surabaya sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia di daerah aliran sungai, aktivitas tersebut dapat menyebabkan penimbunan bahan pencemar di sungai, kegiatan yang dapat mempengaruhi keberadaan timbal di sungai Kalimas seperti pembuangan limbah oleh pabrik, aktifitas kapal nelayan maupun tanker di laut. Kadar timbal terlarut pada seluruh lokasi pengamatan sungai Kalimas Surabaya masih tergolong aman karena tidak melebihi dari Nilai Ambang Batas (NAB) dalam air yaitu 0,2 mg/l.

Kandungan logam berat dalam biota air biasanya akan bertambah dari waktu ke waktu, hal ini dikarenakan sifat logam berat yang bioakumulatif, sehingga biota air sangat baik untuk digunakan sebagai bioindikator pencemaran dalam perairan. Hubungan antara jumlah absorpsi logam dan kandungan logam dalam air biasanya secara proposional, kenaikan kandungan logam dalam jaringan sesuai dengan kandungan logam dalam air. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data mengenai kadar timbal (Pb) pada sedimen sungai. Kadar timbal pada lokasi pengamatan dapat dilihat pada Tabel 3.

Pengambilan sampel air untuk analisis timbal dilakukan pada tujuh lokasi pengamatan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data mengenai kualitas air sungai lokasi pengambilan sampel di sungai Kalimas Surabaya. Data hasil pengukuran kualitas air di sungai Kalimas Surabaya menunjukkan bahwa suhu air sungai pada tujuh lokasi pengambilan sampel berkisar antara 25-27°C. Suhu sungai dapat mempengaruhi keberadaan dan sifat logam berat. Peningkatan suhu perairan cenderung menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat, hal ini terjadi karena meningkatnya laju metabolisme dari organisme air (Sorensen, 1991). Dari hasil pengukuran suhu pada setiap lokasi cenderung stabil. Suhu berpengaruh terhadap oksigen dan oksigen berbanding terbalik dengan suhu (Ghufran *dkk*, 2005). Dari hasil pengukuran suhu terendah di lokasi 1 dan suhu tertinggi di lokasi 7.

Suhu memiliki pengaruh penting dalam spesiasi logam, karena kebanyakan tingkat reaksi kimia sangat sensitif terhadap perubahan suhu. Suhu juga dapat mempengaruhi kuantitas logam berat yang diserap ikan, karena rata-rata proses biologi akan meningkat dua kali lipat

Tabel 4. Kualitas air

Lokasi	pH	DO (mg/l)	Suhu (°C)	Kecerahan (cm)	Warna air
Karang Pilang	6-7	5	25-28	10	keruh kecoklatan
Gunung Sari	6,5-7	5	25,5-29	10	keruh kecoklatan
Wonokromo	6-7	5	26-29	10	keruh kecoklatan
Ngagel	6,5-7	5	26-29	10	keruh kecoklatan
Gubeng	6-7	5	26-29	10	keruh kecoklatan
Jembatan Merah	7-7,5	5	26-29	10	keruh kecoklatan
Perak	7-7,5	5	27-29	10	keruh kecoklatan

pada tiap kenaikan suhu 10°C karena kenaikan suhu mempengaruhi tingkat *influx* (pemasukan) dan *efflux* (pengeluaran) logam berat, sehingga dapat menyebabkan bioakumulasi total dapat meningkat atau tidak (Luoma, 1983 dalam John dan Leventhal, 1995).

Derajat keasaman (pH) pada lokasi pengambilan sampel berkisar antara 6-7 dengan pH terendah pada lokasi 1, 3, dan 5 dan tertinggi pada stasiun 7. Kisaran pH pada lokasi pengamatan dapat dikatakan berada pada kisaran pH alami di alam. Sedangkan untuk pengukuran oksigen terlarut (DO) pada lokasi pengamatan memiliki nilai yang sama pada setiap lokasi yaitu 5 mg/l, sehingga dengan kata lain persebaran DO dari sungai Kalimas Surabaya terjadi secara merata, berdasarkan data pada tabel 1 dapat diketahui kecerahan air sungai di lokasi pengamatan memiliki nilai yang sama 10 cm, parameter fisik sungai seperti warna air sungai berdasarkan pengamatan di lapangan menunjukkan warna coklat keruh.

Hasil analisis *Atomic Absorption spectrometer* (AAS) pada penelitian ini menunjukkan bahwa kadar timbal pada ikan nila pada lokasi 1 kadar timbal Pada ikan nila sedikit lebih besar daripada yang dapat dilihat pada lokasi 2 hal ini disebabkan karena pada lokasi 1 lokasinya berdekatan dengan lokasi industri dan banyak terdapatnya bengkel mobil, sehingga dari kegiatan industri maupun non industri yang membuang limbahnya pada aliran sungai berakibat pada kenaikan senyawa pencemar pada lokasi 1. Namun pada lokasi 2 yang letaknya lebih jauh dari lokasi industri serta bengkel mobil kadar timbal relatif lebih kecil. Pada lokasi 3 tercatat nilai kadar timbal pada ikan lebih besar serta terpecahnya aliran sungai menjadi 2 bagian yaitu menuju Ngagel dan menuju Rungkut pada lokasi 4 kadar timbal menunjukkan kadar yang paling kecil hal ini dikarenakan karena di daerah ngagel jarang terdapat kegiatan yang dapat menyebabkan masuknya bahan pencemar ke sungai meskipun pada lokasi tersebut terdapat beberapa bengkel

mobil maupun bus tetapi tidak membuang limbahnya ke sungai. Sedangkan pada lokasi 5 kadar timbal tetap tinggi meskipun daerah tersebut merupakan wilayah tengah kota dan jauh dari lokasi industri akan tetapi masih terdapat bengkel bus yang membuang langsung limbahnya ke sungai hal ini juga yang menyebabkan kadar timbal pada air di lokasi 5 merupakan yang tertinggi, sedangkan pada lokasi 6 dan 7 kadar timbal pada ikan nila relatif lebih besar karena lokasinya yang berdekatan dengan lokasi industri pada lokasi 6 serta wilayah yang berdekatan dengan laut dan banyaknya kegiatan niaga di sungai pada lokasi 7. Hal ini sesuai dengan pendapat Mukadar (2008) yaitu pencemaran perairan oleh timbal mempunyai pengaruh terhadap ekosistem setempat yang sifatnya stabil dalam ekosistem, hal ini diperkuat dengan hasil pemeriksaan kadar timbal yang terdapat pada air dan sedimen di Sungai Kalimas Surabaya. Sedangkan kadar timbal pada sedimen lokasi 7 merupakan yang tertinggi karena banyaknya kegiatan niaga

Dari hasil tersebut, kualitas perairan pada setiap lokasi pengambilan sampel masih dalam kondisi normal air sungai, sehingga biota perairan masih dapat hidup dengan baik pada kondisi tersebut.

Kesimpulan

Kadar timbal yang terdapat pada ikan nila di sepanjang sungai Kalimas Surabaya berkisar 0,025 mg/l. Kadar timbal pada air sungai 0,0398 mg/l sedangkan pada sedimen 0,242 mg/l. Ikan nila dan air yang terdapat di sepanjang sungai Kalimas Surabaya terdeteksi mengandung logam timbal akan tetapi dibawah ambang batas, sedangkan sedimen diatas ambang batas SNI.

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar logam berat yang berbeda di lokasi yang berbeda dan pada jenis ikan yang terdapat di sungai tersebut.

Daftar Pustaka

- Amri K, dan Khairuman, A 2003. *Budidaya Ikan Nila secara intensif* Agromedia Pustaka, Jakarta.hal 4-62
- Adriyani, R., Retno Inong, G., Choirul Atik, H. 2008, *Identifikasi Masalah Gaky Di Daerah Pantai Kaitannya Dengan Pencemaran Logam Berat Pb Di Kecamatan Bulak Surabaya* Lembaga Penelitian Universitas Airlangga. Surabaya
- Amsyari, F. 1996. *Membangun Lingkungan Sehat. Menyambut 50 Tahun Indonesia Merdeka.* Airlangga University Press. Surabaya
- Andriyanto, F. 2006. *Studi Penentuan Luasan Kawasan Mangrove Berbasis Analisis Pengendalian Pencemaran di Pantai Timur Surabaya.* Tesis Program Pasca Sarjana. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Arief, M. 2001. *Pengaruh Logam Berat Pb Dalam Ikan dan Kerang Terhadap Kesehatan Masyarakat di Kelurahan Sukolilo Kecamatan Kenjeran Surabaya* Tesis Program Pasca Sarjana. Universitas Airlangga. Surabaya
- Badan Standardisasi Nasional. 1992. *Standar Nasional Indonesia (SNI). Produk Perikanan*
- Balai Laboratorium Pengujian Mutu Hasil Perikanan (BLPMHP) Surabaya. 2006. *Instruksi Kerja Pengujian Plumbum (Pb).* Surabaya
- Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Hidup (BTKL). 1997. *Analisis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Cuprum (Cu) dan Timbal (Pb) Pada Ikan dan Kerang, Serta Pengaruhnya Terhadap Kesehatan di Pesisir pantai Kelurahan Sukolilo, Kecamatan Kenjeran dan Sekitarnya.* Laporan Penelitian. Surabaya
- Blumer, M. 1970. *Oil Contamination And The Living Resources Of The Sea.* FAO, Rome, FIR : MP /Jo/R-1 : 11 p
- Burhan, A.L. 1991. *Kualitas Perairan Pesisir Dengan Keragaman Makrozoobenthos di Pantai Timur Surabaya.* Thesis Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Canada Metal (Eastern) Ltd. 2003. *Lead Material Safety Data Sheet.* <http://www.leadcastings.com/msds/lead.pdf>
- Dahuri, R. 2003. *Keanekaragaman Hayati Laut. Aset Pembangunan Berkelanjutan Indonesia.* PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup.* Universitas Indonesia. Jakarta
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2004. *Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan, Nomor : Kep. 17/MEN/2004 Tentang Sistem Sanitasi ICekerangan Indonesia*
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1996. *Bahan-bahan Berbahaya dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia. Proyek Kesehatan Lingkungan Bantuan UNDP.* Jakarta
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Polusi Udara.* Fakultas Pangan Dan Gizi. IPB. Bogor
- Frumkin, H. 1983. *Toxins and their effects.* In B.S Levy & D.H Wegman (eds). *Occupational Health* (pp : 134-135) Boston-Toronto. Little Brown and Company
- Grosell, M., R. M Gerdes and K. V Brix. 2005. *Chronic Toxicity of Lead to Three Freshwater Intervertebrates - Brachionus calyciflorus, Chironomus tentans and Lymnaea stagnalis.* *Journal of Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sciences, University of Miami.* 8 p
- Hach. 1999. *Dataloging Colorimeter Handbook.* Hach Company. PO Box 608. Loveland, Co
- Hadisoegondo, S.W. 1990. *Pencemaran Air oleh Bahan Kimia dan Hubungannya dengan Kesehatan Masyarakat.* *Majalah Kesehatan masyarakat Indonesia Tahun XIX, N0.5, September 1990*
- Halang, B. 2007. *Kandungan Cu dan Pb Pada Air Dan Ikan Puyau (Punteus huguenini) Di Bendungan Sungai Tabaniao Desa Bajuin Kecamatan Pelaihari Kabupaten Tanah Laut.* Program Sudi Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lambung Mangkurat. Banjarmasin
- Herman, D.Z. 2006. *Tinjauan Terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Dari Sisa Pengolahan Bijih Logam,* *Jurnal Geologi, Vol.1 No.1, Maret 2006*
- Hutagalung, P.H. 1979. *Penentuan kadar unsur-unsur Se, As, Hg, Pb, Cd, dan Cr Dalam Beberapa Air Sumur Di Daerah Industry Pulogadung.* FIPIA. Universitas Indonesia. Jakarta
- Idler, D.R. 1972. *Effect of Pollutants on Quality of Marine Products and Effects ? on Fishing.* *Dalam Marine pollution and sea*

- life (Ruivo, editor). Fishing News (Books) Ltd, England : 535-541
- ILO (International Labour Organization). 1983. Encyclopedia of Occupational Health and Safety). 3rd edition. Vol 2. Geneva
- Indrakusuma, A. 2005. Kandungan Merkuri dalam Otot dan Insang Kerang Darah (*Anadara granulosa*) di Pantai Kenjeran Surabaya. Skripsi Program Studi Biologi FMIPA. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Iqbal, H. Z. and M.A. Qodir. 1990. AAS determination of Lead and Cadmium in Leaves Polluted by Vehicles Exhaust. Interface. *Jurnal Environmental Analytic Chemistry*. 38 (4): 533 – 538
- Kordi, G. H. 2000. Budidaya Ikan Nila. Effhar dan Dahara Prize Percetakan dan Penerbitan. Semarang. Hal 179-188
- Kusriningrum, R. S. 2008. Perancangan Percobaan. Airlangga University Press. Surabaya. 5-69
- Mandell, E. 1976. Monitoring of Trace Element Other Than Radionuclides. Dalam *Manual Methods On Aquatic Environment Research*. FAO, Fish. Paper No. 150 Part II: 27-37
- Marganof. 2003. Potensi Limbah Udang Sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Cadmium dan Tembaga) Di Perairan. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Miller, G.T. 1991. *Environmental Science : Sustaining the Earth*, Wadsworth Publishing Co, California, USA
- Midyanto, M., Mahmudi dan Guntur. 1993. Monitoring Pencemaran Logam Berat Raksa (Hg), Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) di Perairan Pantai Utara Jawa Timur
- Nishimura, M.S., Konishi and K. Hata. 1979. Mercury Concentration in The Pacific and Adjacent Seas. Dalam *Furth Symposium of the cooperative study of the Kuroshio and adjacent region*. Tokyo : 390-412
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT Rineka Cipta. Jakarta. 152 hal
- Panna, A. 2009. Pengaruh Pemaparan Logam Berat Pb (Timbal) Terhadap Perubahan Wama dan Peningkatan Presentase Anakan Jantan *Daphnia* sp. Fakultas Perikanan dan Kelautan. Universitas Airlangga
- Philips, D.J.H. 1980. Proposal for monitoring studies on Cont. of the East Asian Seas. By Trace Metals and Organochlorines Programme. FAO. Manila : 7 p
- Pikir, S. 1994. Studi Tentang Kandungan Logam Berat Dalam Sedimen dan Kupang di Daerah Estuarin Pantai Timur Surabaya. *Jurnal Penelitian Universitas Airlangga*. Vol 11 No. 1, Juli 1994
- Puspitasari R, 2007. Laju Polutan Dalam Ekosistem Laut. *Majalah Ilmiah Semi Populer, OSEANA*, Vol. XXXII No.2 Tahun 2007. LIPL Pusat Penelitian Oseanografi. Jakarta
- Saadah, M. 2008. Studi Bioakumulasi Logam Berat Untuk Pengembangan Zona Tangkap Kekeringan Di Pesisir Sidoarjo. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Siswanto, A. 1994. Toksikologi Industri. Balai Hiperkes dan Keselamatan Kerja Jawa Timur. Surabaya
- Sofjan, A. 2005. Kandungan Logam Berat Pb Dalam Ikan dan Kerang Serta Kaitannya Dengan Kejadian Gaky Pada Murid Sekolah Dasar. *Tests Program Pasca Sarjana*. Universitas Airlangga. Surabaya
- Sudiati, K. 2007. Daya Dukung Lingkungan Pantai Kenjeran Dalam menerima Beban Pencemaran Dari Darat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Suhendrayatna. 2001. Heavy Metal Bioremoval by Microorganism, A Literature Study, Institute for Science and Technology Studies (ISTSCS) Japan Department of Applied Chemistry and Chemical Engineering Faculty of Engineering. Kagoshima. Japan
- Supriharyono, 2002. Pelestarian dan Pengelolaan Sumber daya Alam di Wilayah Pesisir Tropis. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Sutamihardja, R.T.M., Adnan, K. dan Sanusi. 1982. Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya. Fakultas Pascasarjana, Jurusan PSL. IPB
- Ulfin, I. 2001. Penyerapan Logam Berat Timbal dan Cadmium dalam Larutan oleh Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L). *Majalah KAPPA* Vol.2 No.1 Januari 2001. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya
- Unar, M. 1972. Selat Malaka Ditinjau Dari Segi Perikanan. LIPI. Jakarta
- Wiyono, W. 2005. Peran Dan Strategi Koperasi Perikanan Dalam Menghadapi Tantangan Pengembangan TPI Dan PPI di Indonesia Terutama Pulau Jawa. *Makalah Dalam Semiloka Internasional Tentang Revitalisasi Dinamis Pelabuhan Perikanan dan Perikanan Tangkap Di Pulau Jawa Dalam Pembangunan Perikanan Indonesia*. Bogor