

Volume II No. 2, Mei 2011



ISSN 2085-6490



MULTI SAINS

EKONOMI, HUKUM, PERTANIAN, TEKNIK
KEDOKTERAN, PENDIDIKAN,

- **PERANAN KOMUNIKASI DALAM PENYATUAN ANTAR BUDAYA**
Oleh : Dra. Elisabeth Sitepu, M.Si
- **PENINGKATAN KINERJA MANAJEMEN MELALUI MITOS DAN ISTILAH MANAJEMEN**
Oleh : Drs. Buyung, M.Si
- **PERAN ASISTEN APOTEKER DALAM PELAYANAN KEFARMASIAN**
Oleh : Drs. Hafni
- **PENGARUH MERKURI AKIBAT PERINDUSTRIAN DAN KEGIATAN ALAM TERHADAP KEHIDUPAN BIOTA AIR**
Oleh : Ika Rosenta Purba, M.Si
- **STRATEGI PEMBANGUNAN KOTA DAN WILAYAH**
Oleh : DR. HD Melva Sitanggang, M.Si
- **PENYUSUNAN ANGGARAN PERUSAHAAN SEBAGAI ALAT MANAJEMEN DALAM PENCAPAIAN TUJUAN**
Oleh : Sunarji Harahap, S.Pd., MM
- **ANALISIS PARADOKSI PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA**
Oleh : Drs. Samuel Tarigan
- **KEBIJAKAN HARGA PRODUSEN DAN PENGARUH TERHADAP DAYA SAING BERAS**
Oleh : Kenal P. Hutapea, S.P
- **POTENSI DAN KONTRIBUSI UKM TERHADAP PEREKONOMIAN**
Oleh : Maludin Panjaitan, M.Si

Jurnal Multi Sains

Jurnal menerima tulisan dari berbagai disiplin Ilmu, Ekonomi, Sosial Politik, Hukum, Pertanian dan Peternakan, Kesehatan, MIPA, Komputer, Teknologi, Pendidikan. Terbit 6 x setahun. Belum pernah dimuat di Jurnal lain.

Penasehat /

Penanggung Jawab : Drs. Harkim, M.Si

Pemimpin Redaksi : Januar Y. Purba, S.Si

Dewan Redaksi : Ir. Bridon Silaban, MBA

Jhonson BS. Rajagukguk, S.Sos

Ir. Melva Sitanggang, M.Si

Dr. Derlina Sinaga, MM

Manager Sirkulasi : Surya Darma Pardede, S.Pd, MM

Alamat Redaksi dan Tata Usaha :

Jln. William Iskandar Komp MMTK Blok P No.8-10

Telp. 061-76288101, 7332093 Medan - Sumatera Utara

Redaksi menerima sumbangan tulisan yang belum pernah diterbitkan oleh media cetak lain. Naskah diketik dengan spasi 1 pada kertas kuarto. Dewan redaksi berhak mengevaluasi dan melakukan perubahan terhadap naskah yang masuk untuk keragaman format tanpa mengubah maksud dan isinya. Tulisan yang tidak dimuat akan dikembalikan kepada penulis untuk diadakan penyempurnaan.

Isi diluar tanggung jawab Penasehat/ Penanggung Jawab dan Pemimpin Redaksi.

Isi Diluar Tanggung Jawab Percetakan

JURNAL MULTI SAINS
Volume II No. 2 Mei 2011

Daftar Isi

- PERANAN KOMUNIKASI DALAM PENYATUAN ANTAR BUDAYA
Oleh : Dra. Elisabeth Sitepu, Msi Hal 1 - 8
- PENINGKATAN KINERJA MANAJEMEN MELALUI MITOS DAN ISTILAH
MANAJEMEN
Oleh : Drs. Buyung, M.Si Hal 9 - 16
- PERAN ASISTEN APOTEKER DALAM PELAYANAN KEFARMASIAN
Oleh : Drs. Hafni Hal 17 - 26
- PENGARUH MERKURI AKIBAT PERINDUSTRIAN DAN KEGIATAN ALAM
TERHADAP KEHIDUPAN BIOTA AIR
Oleh : Ika Rosenta Purba, M.Si Hal 27 - 34
- STRATEGI PEMBANGUNAN KOTA DAN WILAYAH
Oleh : DR. HD Melva Sitanggang, M.Si Hal 35 - 50
- PENYUSUNAN ANGGARAN PERUSAHAAN SEBAGAI ALAT
MANAJEMEN DALAM PENCAPAIAN TUJUAN
Oleh: Sunarji Harahap, S.Pd, MM Hal 51 - 68
- ANALISIS PARADOKSI PERTUMBUHAN EKONOMI INDONESIA
Oleh: Drs. Samuel Tarigan Hal 69 - 75
- KEBIJAKAN HARGA PRODUSEN DAN PENGARUH TERHADAP DAYA
SAING BERAS
Oleh : Kenal P Hutapea, S.P Hal 76 - 82
- POTENSI DAN KONTRIBUSI UKM TERHADAP PEREKONOMIAN
Oleh : Maludin Panjaitan, M.Si Hal 83 - 90

PENGARUH MERKURI AKIBAT PERINDUSTRIAN DAN KEGIATAN ALAM TERHADAP KEHIDUPAN BIOTA AIR

Oleh :

Ika Rosenta Purba, M.Si

Dosen Universitas Simalungun, Pematang Siantar

Abstrak

Penulisan makalah ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh merkuri akibat perindustrian dan kegiatan alam terhadap kehidupan biota air. Metode penulisan menggunakan metode library research. Dari hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa terdapatnya merkuri di lingkungan perairan disebabkan kegiatan perindustrian dan kegiatan alam. Pengaruh merkuri sebagai *pollutan* terhadap kehidupan biota laut dapat bersifat langsung maupun tidak langsung, misalnya melalui penurunan kualitas air, dan melalui rantai makanan (*food chain*). Bentuk yang bersifat toksis dari merkuri adalah methyl merkuri, yang dapat diakumulasi oleh biota air.

Kata kunci : *merkuri, perindustrian, dan biota air*

1. Pendahuluan

1.1. Latar Belakang

• Pengelolaan lingkungan hidup yang diartikan sebagai upaya terpadu untuk melestarikan fungsi lingkungan hidup yang mencakup kebijaksanaan penataan, pemanfaatan, pengembangan, pemeliharaan, pemulihan, pengawasan dan pengendalian lingkungan hidup (Pasal 1 angka 2 Undang-undang No.23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup). Amanat pasal tersebut memiliki makna terdapat korelasi antara Negara (*state*), wujud perbuatan hukumnya berupa kebijakan (*policy making*) serta sistem tata kelola lingkungan yang bertanggung jawab.

Dalam banyak kasus di bidang lingkungan yang mencuat mengindikasikan bagaimana sesungguhnya terjadi pencemaran lingkungan. Pencemaran di lingkungan perairan terutama disebabkan oleh zat-zat beracun hasil buangan pabrik maupun akibat eksplorasi sumber daya alam. Salah satu contoh pencemaran yang terjadi di lingkungan perairan

adalah pencemaran akibat logam merkuri.

Logam merkuri (Hg) adalah salah satu *trace element* yang mempunyai sifat cair pada temperatur ruang dengan spesifik gravity dan daya hantar listrik yang tinggi. Karena sifat-sifat tersebut, merkuri banyak digunakan baik dalam kegiatan perindustrian maupun laboratorium.

Merkuri yang terdapat dalam limbah atau *waste* di perairan umum diubah oleh aktifitas mikro organisme menjadi komponen methyl merkuri ($\text{CH}_3\text{-Hg}$) yang memiliki sifat racun dan daya ikat yang kuat disamping kelarutannya yang tinggi terutama dalam tubuh hewan air. Hal tersebut mengakibatkan merkuri terakumulasi melalui proses *bioakumulasi* dan *biomagnifikasi* dalam jaringan tubuh hewan-hewan air, sehingga kadar merkuri dapat mencapai level yang berbahaya baik bagi kehidupan hewan air maupun kesehatan manusia, yang makan hasil tangkap hewan-hewan air tersebut.

Sanusi (1980), mengemukakan bahwa terjadinya proses akumulasi merkuri di dalam tubuh hewan air, karena pengambilan merkuri (*up take rate*) oleh organisme air lebih cepat dibandingkan dengan proses ekresi. Diantara berbagai macam logam berat, merkuri digolongkan sebagai pencemar paling berbahaya. Sedang

unsur-unsur logam berat lainnya juga memiliki potensi yang membahayakan lingkungan perairan. Disamping itu, ternyata produksinya cukup besar dan penggunaannya di berbagai bidang cukup luas.

Djojosoebagio (1978) di dalam Widodo (1980) mengatakan bahwa pencemaran yang disebabkan oleh logam-logam berat yang juga merupakan unsur-unsur langka (seng, timah, kadmium, merkuri, arsen, nikel, vanadium dan berilium) merupakan masalah yang serius dewasa ini.

Pengaruh merkuri sebagai *pollutan* terhadap kehidupan biota laut dapat bersifat langsung maupun tidak langsung, misalnya dengan melalui penurunan kualitas air. Adanya kemampuan mengakumulasi merkuri di dalam tubuh biota laut dapat membahayakan kehidupan biota yang bersangkutan maupun biota lainnya misalnya melalui rantai makanan atau *food chain*.

1.2. Tujuan Penulisan

Penulisan makalah ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh toksisitas merkuri terhadap manusia.

2. Kajian Teoritis

Kadar merkuri yang tinggi pada perairan umumnya diakibatkan oleh buangan industri (*industrial wastes*) dan akibat sampingan dari penggunaan senyawa-senyawa merkuri di bidang pertanian. Merkuri dapat berada dalam bentuk

metal, senyawa-senyawa anorganik dan senyawa organik. Terdapatnya merkuri di perairan dapat disebabkan oleh dua hal, yaitu pertama oleh kegiatan perindustrian seperti pabrik cat, kertas, peralatan listrik, chlorine dan *caustic soda*; kedua oleh alam itu sendiri melalui proses pelapukan batuan dan peletusan gunung berapi. Namun pencemaran merkuri yang disebabkan kegiatan alam pengaruhnya terhadap biologi maupun ekologi tidak signifikan.

Di antara beberapa sumber polutan yang menyebabkan penimbunan merkuri di lingkungan laut, menurut Mandlli di dalam Portmann (1976) yang terpenting adalah industri penambangan logam, industri biji besi, termasuk *metal plating*, industri yang memproduksi bahan kimia, baik organik maupun anorganik, dan *offshore dumping* sampah domestik, lumpur dan lain-lain.

Telah lama diketahui bahwa merkuri dan turunannya sangat beracun, sehingga kehadirannya di lingkungan perairan dapat mengakibatkan kerugian pada manusia karena sifatnya yang mudah larut dan terikat dalam jaringan tubuh organisme air. Selain itu pencemaran perairan oleh merkuri mempunyai pengaruh terhadap ekosistem setempat yang disebabkan oleh sifatnya yang stabil dalam sendimen, kelarutannya yang rendah dalam air dan kemudahannya diserap dan terkumpul dalam

jaringan tubuh organisme air, baik melalui proses *bioaccumulation* maupun *biomagnification* yaitu melalui *food chain*. Dikatakan pula bahwa fluktuasi merkuri di lingkungan laut, terutama di daerah estuarin dan daerah pantai ditentukan oleh proses *precipitation*, *sedimentation*, *floculation* dan reaksi adsorpsi desorpsi. Akumulasi merkuri di dalam tubuh hewan air, yaitu phytoplankton (*Chlorella sp.*), Mussel (genus *Vivipare*) dan ikan herbivore *Gyrinocheilus aymonieri* (fam. *Gyrinochelidae*) karena *uptake rate* merkuri oleh organisme air lebih cepat dibandingkan proses ekskresi (Sanusi, 1980).

Hamidah (1980) mengatakan bahwa merkuri di alam umumnya terdapat sebagai methyl merkuri ($\text{CH}_3\text{-Hg}$), yaitu bentuk senyawa organik dengan daya racun tinggi dan sukar terurai dibandingkan zat asalnya. FAO (1971) mengemukakan bahwa merkuri yang dapat diakumulasi adalah merkuri yang berbentuk metil merkuri, yang mana dapat diakumulasi oleh ikan atau *shellfish*, dan juga merupakan racun bagi manusia.

Proses metilasi terpengaruh dengan adanya dominasi unsur sulfur (S), yaitu pada keadaan anaerob dan redokpotensial yang rendah. Faktor-faktor yang sangat berpengaruh di dalam pembentukan methyl merkuri antara lain : suhu, kadar ion Cl^- , kandungan organik, derajat keasaman (pH), dan kadar merkuri Gavis dan Ferguson (1972)

di dalam Sanusi (1980) mengemukakan beberapa kemungkinan bentuk merkuri yang masuk ke dalam lingkungan perairan alam, yaitu :

- Sebagai *inorganic* merkuri, melalui hujan, *run-off* ataupun aliran sungai. Unsur ini bersifat stabil terutama pada keadaan pH rendah.

- Dalam bentuk *organic* merkuri, yaitu phenyl merkuri ($\text{C}_6\text{H}_5\text{-Hg}$), methyl merkuri ($\text{CH}_3\text{-Hg}$) dan alkoxyalkyl merkuri atau methoxyethyl merkuri ($\text{CH}_3\text{O-CH}_2\text{-CH}_2\text{-Hg}^+$). Organik merkuri yang terdapat di perairan alam dapat berasal dari kegiatan pertanian (pestisida).

- Terikat dalam bentuk *suspended solid* sebagai Hg^{2+2} (ion merkuro), mempunyai sifat reduksi yang baik.

- Sebagai metalik merkuri (HgO), melalui kegiatan perindustrian dan manufaktur.

Unsur ini memiliki sifat reduksi yang tinggi, berbentuk cair pada temperatur ruang dan mudah menguap. Transfer dan transformasi merkuri dapat dilakukan oleh phytoplankton dan bakteri, disebabkan kedua organisme tersebut relatif mendominasi suatu perairan, dan juga oleh *sea grasses*. Bakteri dapat merubah merkuri menjadi methyl merkuri, dan membebaskan merkuri dari sendimen. Dalam kegiatannya bakteri membutuhkan bahan organik atau komponen-komponen karbon, nitrogen dan posphat sebagai

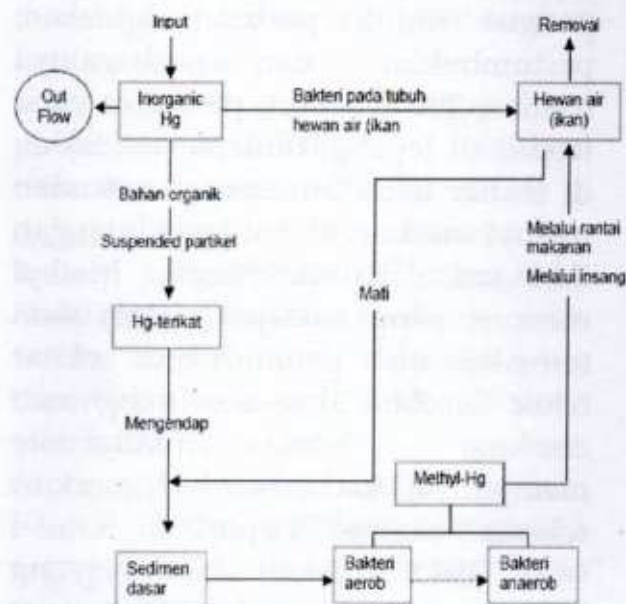
makanannya (Goldwater 1971); (Wood, 1972) di dalam Sanusi (1980).

Windom (1974) di dalam Portmann (1976) mengemukakan bahwa *sea grasses system* mendominasi penyerapan merkuri dari sedimen dan dari air laut. Pada proses tersebut merkuri yang bebas dari sedimen dengan jalan lain dapat kembali ke dalam jaring makanan melalui akarnya. Gavis dan Ferguson, (1972); Shin dan Krenkel, (1976) di dalam Sanusi (1980), mengatakan bahwa methyl merkuri yang terbentuk dalam sedimen bersifat tidak stabil, sehingga mudah dilepaskan ke dalam perairan yang kemudian diakumulasi oleh hewan maupun tumbuh-tumbuhan air.

Karena sifatnya yang sangat beracun, maka U.S. Food and Administration (FDA) menentukan pembakuan atau Nilai Ambang Batas (NAB) kadar merkuri yang ada dalam jaringan tubuh badan air, yaitu sebesar 0,005 ppm (Walter et al 1973) di dalam Sanusi (1980). Nilai Ambang Batas yaitu suatu keadaan dimana suatu larutan kimia, dalam hal ini merkuri dianggap belum membahayakan bagi kesehatan manusia.

Bila dalam air atau makanan, kadar merkuri sudah melampaui NAB, maka air maupun makanan yang diperoleh dari tempat tertentu harus dinyatakan berbahaya. Wardoyo (1981) menyatakan NAB air yang mengandung merkuri total 0,002 ppm baik digunakan untuk perikanan.

Pencemaran perairan oleh merkuri akibat kegiatan alam mempunyai kisaran antara 0,00001 sampai 0,0028 ppm, kecuali pada beberapa tempat seperti sungai-sungai di Italia dimana terdapat sumber endapan logam merkuri alamiah, kadarnya dapat mencapai 136 pph (OECD, 1974) di dalam Sanusi (1980). Secara kualitatif pergerakan lokal unsur merkuri di perairan umum dapat digambarkan berikut ini :



Gambar 1. Pergerakan lokal unsur merkuri di perairan umum (Gavis dan Ferguson, 1972) di dalam Sanusi (1980)

3. Pembahasan

Pengaruh langsung *pollutan* (terutama pestisida) terhadap ikan biasa dinyatakan sebagai *lethal* (akut), yaitu akibat-akibat yang timbul pada waktu kurang dari 96 jam atau *sublethal* (kronis), yaitu akibat-akibat

yang timbul pada waktu lebih dari 96 jam (empat hari). Sifat toksis yang lethal dan sublethal dapat menimbulkan efek genetik maupun teratogenik terhadap biota yang bersangkutan (Jensen dan Jernelov, 1969; Skerving et al 1970; Ramel, 1967 di dalam FAO, 1971). Pengaruh *lethal* disebabkan gangguan pada saraf pusat sehingga ikan tidak bergerak atau bernapas akibatnya cepat mati. Pengaruh *sub lethal* terjadi pada organ-organ tubuh, menyebabkan kerusakan pada hati, mengurangi potensi untuk berkembangbiakan, pertumbuhan dan sebagainya (Callan, 2000). Seperti peristiwa yang terjadi di Jepang, dimana penduduk di sekitar teluk Minamata keracunan methyl merkuri akibat hasil buangan dari suatu pabrik plastik. Methyl merkuri yang terdapat dalam ikan termakan oleh penduduk di sekitar teluk tersebut. Ikan-ikan yang mati disekitar teluk Minamata mempunyai kadar methyl merkuri sebesar 9 sampai 24 ppm.

Faktor-faktor yang berpengaruh di dalam proses pembentukan methyl merkuri adalah merupakan faktor-faktor lingkungan yang menentukan tingkat keracunannya. Merkuri yang diakumulasi dalam tubuh hewan air akan merusak atau menstimuli sistem enzimatik, yang berakibat dapat menimbulkan penurunan kemampuan adaptasi bagi hewan yang bersangkutan terhadap lingkungan yang tercemar tersebut. Pada ikan, organ yang paling banyak

mengakumulasi merkuri adalah ginjal, hati dan lensa mata (Leland, et al 1975) di dalam Sanusi (1980).

Toksisitas logam-logam berat yang melukai insang dan struktur jaringan luar lainnya, dapat menimbulkan kematian terhadap ikan yang disebabkan oleh proses *anoxemia*, yaitu terhambatnya fungsi pernapasan yakni sirkulasi dan ekskresi dari insang. Unsur-unsur logam berat yang mempunyai pengaruh terhadap insang adalah timah, seng, besi, tembaga, kadmium dan merkuri. Percobaan yang dilakukan terhadap ikan *Carasius auratus* menunjukkan bahwa urutan penyerapan logam berat oleh *chemoreceptor (taste bund)* dari ikan adalah merkuri, tembaga, seng, dan timah (Ellis, 1937); (Carpenter, 1930) dan Madhava dan Tomotuiwai, 1975) di dalam Widodo (1980).

Menurut Harris (1971) di dalam Sanusi (1980) pengaruh pencemaran merkuri terhadap ekologi bersifat jangka panjang, yaitu meliputi kerusakan struktur komunitas, keturunan, jaringan makanan, tingkah laku hewan air, fisiologi, resistensi maupun pengaruhnya yang bersifat sinergisme. Sedang pengaruhnya yang bersifat linier terjadi pada tumbuhan air, yaitu semakin tinggi kadar merkuri semakin besar pengaruh racunnya.

Perbedaan derajat toksisitas logam berat terhadap berbagai jenis biota laut dapat ditunjukkan oleh percobaan yang dilakukan Schweiger

terhadap beberapa jenis ikan (antara lain *trout* dan *carp*) yang ternyata memperlihatkan tingkat sensitifitas yang berbeda-beda dari masing-masing jenis ikan tersebut. Dari percobaan ini dapat dibuktikan bahwa perbedaan sensitifitas berkaitan erat dengan perbedaan aktifitas dari ikan-ikan tersebut (Schweiger, 1957) di dalam Widodo (1980). Derajat toksisitas juga ada hubungannya dengan *respiratory flow* dari masing-masing organisme, yakni semakin tinggi *respiratory flow*, meningkat pula toksisitas dari logam berat tersebut. Demikian pula secara tidak langsung kadar oksigen terlarut yang rendah mengharuskan ikan untuk lebih banyak memompa air melalui insangnya, dengan demikian *respiratory flow* meningkat, sehingga lebih banyak racun yang terserap masuk ke dalam tubuh melalui insang. Di samping itu ada beberapa ion dari berbagai logam berat yang bersifat sinergisme atau antagonistik satu terhadap yang lain, misalnya Cu mempunyai sifat sinergisme terhadap Cd dan Mg (Lloyd, 1965; FWPCA, 1968) di dalam Widodo (1980).

Menurut Herawati (1980) merkuri dapat menggumpalkan lendir pada permukaan insang dan merusak jaringan insang sehingga ikan mati. Huckabee dan Griffith (1974) di dalam EIFAC (1980) mengemukakan bahwa kadar 0,001 ppm merkuri ($HgCl_2$) dan selenium

(SeO_2) dapat mereduksi dalam kantong telur ikan mas (*Cyprinus carpio*). Ditambahkan pula bahwa dosis tertentu methyl merkuri dapat menyebabkan pengaruh yang serius pada kehidupan biologis dan penambahan dosis dapat menyebabkan kematian. Widodo (1980) mengatakan bahwa akumulasi merkuri dalam tubuh biota laut juga terpusat pada organ tubuh yang berfungsi untuk reproduksi, sehingga akan berpengaruh terhadap perkembangan kehidupan biota laut terutama di dalam mengembangkan keturunannya.

Untuk mengevaluasi pengaruh toksisitas merkuri terhadap manusia, OECD (1974) di dalam Sanusi (1980) menentukan konsep yang disebut ADI (*Acceptable Daily Intake*) untuk merkuri, yaitu intake merkuri oleh manusia yang diperbolehkan per hari. Konsep tersebut dinyatakan :

1. Jika *intake* merkuri (dalam bentuk methyl merkuri) sebesar 0,3 mg per hari, maka merkuri akan tertinggal dalam darah manusia sebesar 0,2ug. Kadar setinggi itu akan dapat mengakibatkan keracunan (*clinical symptoms*). Karenanya dianjurkan ADI sebesar 0,03 mg per hari.

2. Jika tubuh ikan atau hewan mengandung 1 ppm merkuri dalam bentuk total inorganik merkuri, maka manusia dilarang makan daging ikan atau hewan tersebut melampaui 2.0 g per minggu.

4. Kesimpulan

Dari uraian mengenai pengaruh pencemaran merkuri terhadap ikan di perairan tropis dapat disimpulkan sebagai berikut :

➤ Terdapatnya merkuri di lingkungan perairan disebabkan kegiatan perindustrian dan kegiatan alam.

➤ Pengaruh merkuri sebagai *pollutan* terhadap kehidupan biota laut dapat bersifat langsung maupun tidak langsung, misalnya melalui penurunan kualitas air, dan melalui rantai makanan (*food chain*).

➤ Bentuk yang bersifat toksis dari merkuri adalah methyl merkuri, yang dapat diakumulasi oleh biota air.

➤ Terjadinya proses akumulasi di dalam tubuh ikan karena pengambilan merkuri (*up take rate*) oleh ikan lebih cepat dibandingkan proses ekskresi.

➤ Pengaruh toksisitas merkuri terhadap ikan dapat bersifat lethal dan sublethal; sinergism dan antagonism.

Daftar Pustaka

Callan, S.J. and Thomas, J.M. (2000) Environmental Economics and Management: Theory, Policy, and Applications, The Dryden Press.

EIFAC, 1980. Water quality Criteria For European Freshwater Fish. FAO Of The United Nations, Rome. 49 p.

FAO, 1971. Pollution An International Problem For Fisheries. Fishery Resources Division, Rome. 85 p.

Hamidah, 1980. Pengaruh Logam Berat Terhadap Lingkungan di dalam *Pewarta Oseana*, No: 2/VI, LON, Jakarta. Halaman 15 - 19.

Portmann, J, E, 1976. Manual And Methods In Aquatic Environment Research. Part-2, FAO Of The United Nations, Rome.76 p.

Sanusi, H. S, 1980. Sifat-sifat Logam Berat Merkuri Di Lingkungan Perairan Tropis. Pusat Studi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan, Fakultas Perikanan IPB, Bogor. 19 p.

Tata H., 1980. Pengaruh Pencemaran Air Terhadap Ikan. Di dalam *Majalah Pertanian*, No.28/1, Jakarta. Halaman 39-45.

Wardoyo, S. T. H, 1981. Analisa Dampak Suatu Proyek Terhadap Kualitas Air. Training ANDAL PPLH-UNDP-PUSDI.PSL, IPB. Bogor. 30 p.

Widodo, J. 1980. Toksisitas Biota Laut Disebabkan Oleh Pencemaran Merkuri. LPPL Semarang. 6 p.