

KADAR LOGAM Cu, Pb, Cd DAN Cr DALAM IKAN SEGAR DAN KERANG DARI TELUK JAKARTA TAHUN 1995/1996

Inswiasri*, A. Tri Tugawati*, Agustina Lubis*

ABSTRACT

STUDY ON TRACE METAL CONCENTRATION IN FRESHFISH AND SHELLFISH FROM JAKARTA BAY, 1995/1996

A study on trace metal concentration in freshfish and shellfish from Jakarta bay was conducted in order to know trace metal contamination in freshfish and shellfish consumed by Jakarta community.

This study was carried out for 10 months. Samples were taken from fish market and fishpond at Muara Angke once in a month. These metals were determined by Atomic Absorption Spectrophotometer using nitrogen-acetylen flame for Cr and the others (Cu, Pb and Cd) using air-acetylen flames.

The results showed that average concentration of these metals in freshfish and shellfish were not exceeding the permissible concentration except Cd in shellfish. The average concentration of Cd in shellfish was $0,45 \pm 0,05$ ppm, higher than the permissible concentration and the concentration of these metals in dry season were higher than rainy season.

PENDAHULUAN

Limbah industri, pertanian dan hasil kegiatan manusia lainnya yang mengandung logam berat dapat mengkontaminasi perairan sungai maupun laut dan bio-akumulasi dalam rantai makanan yang berasal dari perairan tersebut seperti kerang, ikan, rumput laut dan sebagainya. Di Teluk Jakarta paling sedikit ada 9 muara sungai yang membawa limbah, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga.

Hasil penelitian dan pemantauan Teluk Jakarta tahun 1993/ 1994 - tahun 1994/1995 menunjukkan bahwa persentase contoh ikan segar dengan kadar Cd yang melebihi standar meningkat bila dibandingkan dengan hasil monitoring tahun sebelumnya. Kadar rata-rata logam Cd dalam air laut sudah melebihi Baku Mutu Air Laut berdasarkan SK Men.LH. 02/1988^{1,2)}.

Ikan dan kerang merupakan sumber protein, vitamin, mineral, dan asam lemak

* Staf Peneliti Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.

tidak jenuh yang merupakan bahan pangan dengan nilai gizi tinggi bagi masyarakat.

Mengingat bahwa mengkonsumsi hasil laut yang terkontaminasi logam dapat membahayakan kesehatan masyarakat, maka dirasa perlu melakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana kontaminasi logam dalam ikan segar dan kerang yang dikonsumsi masyarakat DKI Jakarta.

BAHAN DAN CARA KERJA

Contoh ikan segar dan kerang yang akan diperiksa diambil dari Tempat Pelelangan Ikan (TPI) Muara Angke dan Cilincing serta dari Tambak Muara Angke. Ukuran dan berat ikan tidak menjadi perhatian, sepanjang ikan tersebut dikonsumsi oleh masyarakat.

Pengambilan dan pemeriksaan contoh ikan segar dilakukan setiap bulan sekali mulai bulan Mei 1994 - Februari 1995. Setiap kali sampling, masing-masing jenis ikan diambil 2 kali. Jumlah contoh ikan segar dari Tambak dan TPI yang dibutuhkan adalah 0,5-2 kg, tergantung dari jenis ikannya. Contoh ikan yang tidak segera diperiksa di laboratorium dibungkus dengan aluminium foil dan disimpan dalam freezer. Untuk kerang, diambil daging dari beberapa kerang yang sejenis dibungkus dalam aluminium foil kemudian disimpan dalam freezer. Jenis ikan Tambak yang diambil pada umumnya adalah Bandeng (*Chanos chanos*), Udang (*Penacus sp*), Mujahir (*Tilapia mossambica*) dan Belanak (*Mugil labiosus*). Jenis ikan laut segar yang diteliti diutamakan jenis yang banyak dikonsumsi masyarakat, yaitu meliputi ikan Bandeng (*Chanos chanos*), Tongkol (*Autis thazard*), Bawal (*Formio niger*), Kembung (*Restrallinger brachysoma*) dan Tengiri (*Scomberomous cavilla*). Jenis kerang yang diperiksa adalah Kerang Hijau (*Mytilus viridus*), Kerang Bulu (*Anadara indica*),

Kerang Darah (*Anadara granosa*) dan Kerang Putih (*Cardium uneda*).

Logam yang diperiksa meliputi Timah Hitam (Pb), Cadmium (Cd), Kromium (Cr) dan Tembaga (Cu). Contoh ikan laut segar yang diperiksa adalah bagian daging yang dapat dimakan (*edible part*), tanpa tulang, kepala dan isi perut.

Pemeriksaan Logam Cd, Cu, Cr, dan Pb

Sekitar 5 gram contoh ikan atau 5 gram daging kerang (yang biasanya diambil dari beberapa kerang yang sejenis) dipanaskan dalam oven pada suhu 105° C selama 24 jam. Setelah didinginkan dalam desikator, ditimbang kembali dan ditambah dengan 5 ml HNO₃ pekat. Kemudian dipanaskan kembali pada "hot plate" dengan suhu 500° C sampai terbentuk abu yang berwarna putih atau kuning muda. Setelah pengabuan sempurna ditambah dengan 15 ml HNO₃ encer (1%) dan selanjutnya diperiksa dengan alat Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) GBC dengan metoda nyala udara asetilen untuk pemeriksaan logam Cd, Cu dan Pb. Sedangkan untuk logam Cr menggunakan metode nyala Nitrogen - asetilen.

HASIL

Hasil pemeriksaan logam dalam ikan segar dan kerang dari TPI dan Tambak disajikan dalam Tabel 1 dan Tabel 2.

Dalam Tabel 1 di bawah terlihat bahwa rata-rata logam Pb, Cd dan Cr dalam ikan segar dan kerang secara keseluruhan paling tinggi dalam contoh yang diambil pada bulan Mei, sedangkan untuk logam Cu kadar rata-rata paling tinggi terdapat dalam contoh yang diambil pada bulan Agustus. Kadar rata-rata logam Cd sudah melebihi kadar maksimum

yang diperbolehkan yaitu 0,20 ppm. Sedangkan kadar logam Cu, Pb dan Cr masih dalam batas

normal (tidak melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan).

Tabel 1. Kadar Logam dalam Ikan Segar dan Kerang dari TPI dan Tambak Teluk Jakarta Selama 10 Bulan (Mei 1995 - Februari 1996).

Bulan	N	Kadar Logam Berat (ppm)			
		Cu Rerata \pm SE Kisaran	Pb Rerata \pm SE Kisaran	Cd Rerata \pm SE Kisaran	Cr Rerata \pm SE Kisaran
Mei	33	0,69 \pm 0,10 0,1006-2,0853	0,85 \pm 0,14 0,0000-3,7172	0,41 \pm 0,11 0,0444-2,8948	0,28 \pm 0,05 0,0000-0,8188
Juni	33	0,27 \pm 0,04 0,0553-1,1293	0,47 \pm 0,10 0,0000-2,5082	0,36 \pm 0,06 0,0523-1,4967	0,09 \pm 0,01 0,0000-0,1594
Juli	32	0,72 \pm 0,16 0,0890-4,3883	0,37 \pm 0,03 0,1052-0,6828	0,30 \pm 0,10 0,0000-2,1822	0,04 \pm 0,02 0,0000-0,3541
Agustus	35	1,19 \pm 0,23 0,0958-6,7629	0,43 \pm 0,03 0,0996-1,1318	0,14 \pm 0,06 0,0000-2,0044	0,04 \pm 0,01 0,0000-0,2354
September	36	0,39 \pm 0,08 0,0000-1,9461	0,39 \pm 0,04 0,0776-1,2005	0,33 \pm 0,13 0,0000-3,5124	0,06 \pm 0,01 0,0000-0,2208
Oktober	37	0,57 \pm 0,12 0,0317-3,0169	0,57 \pm 0,03 0,0704-1,0156	0,20 \pm 0,09 0,0022-2,3857	0,04 \pm 0,01 0,0000-0,2017
November	18	0,35 \pm 0,10 0,0500-1,3542	0,41 \pm 0,04 0,2083-0,8452	0,20 \pm 0,15 0,0003-2,7245	0,02 \pm 0,01 0,0000-0,1688
Desember	36	0,58 \pm 0,14 0,0693-4,3065	0,42 \pm 0,02 0,1741-0,6281	0,12 \pm 0,06 0,0052-2,1263	0,17 \pm 0,10 0,0000-3,7300
Januari	28	0,17 \pm 0,02 0,0439-0,5396	0,15 \pm 0,02 0,0000-0,3413	0,05 \pm 0,02 0,0000-0,4580	0,05 \pm 0,02 0,0000-0,5685
Februari	23	0,23 \pm 0,06 0,0806-1,3534	0,07 \pm 0,01 0,0000-0,2048	0,03 \pm 0,01 0,0027-0,1238	0,06 \pm 0,01 0,0162-0,1198
Jumlah	311	0,54 \pm 0,04 0,0000-6,7629	0,41 \pm 0,02 0,0000-3,7172	0,22 \pm 0,03 0,0000-3,5124	0,08 \pm 0,01 0,0000-3,7300

Tabel 2. Kadar Logam dalam Ikan Segar dan Kerang dari TPI dan Tambak Menurut Jenis Ikan (Mei 1995 - Februari 1996).

Jenis Ikan	N	Kadar Logam Berat (ppm)			
		Cu Rerata \pm SE Kisaran	Pb Rerata \pm SE Kisaran	Cd Rerata \pm SE Kisaran	Cr Rerata \pm SE Kisaran
Tongkol	31	0,56 \pm 0,09 0,0439-1,7659	0,35 \pm 0,03 0,0000-0,9404	0,06 \pm 0,02 0,0014-0,5557	0,08 \pm 0,03 0,0000-0,6616
Tengiri	17	0,21 \pm 0,03 0,0317-0,5056	0,61 \pm 0,18 0,1003-3,3310	0,08 \pm 0,04 0,0000-0,6751	0,07 \pm 0,03 0,0000-0,5210
Bawal	35	0,19 \pm 0,02 0,0000-0,4081	0,46 \pm 0,06 0,0245-1,9345	0,19 \pm 0,04 0,0000-1,0871	0,09 \pm 0,04 0,0000-0,8188
Kembung	30	0,35 \pm 0,05 0,0737-1,0094	0,43 \pm 0,04 0,1103-1,0156	0,07 \pm 0,02 0,0014-0,5293	0,08 \pm 0,03 0,0000-0,5623
Bandeng	20	0,12 \pm 0,01 0,0000-0,2552	0,31 \pm 0,05 0,0000-0,6827	0,07 \pm 0,03 0,0000-0,4040	0,06 \pm 0,03 0,0000-0,5562
Jumlah	133	0,30 \pm 0,05 0,0000-1,7659	0,42 \pm 0,02 0,0000-3,3310	0,01 \pm 0,05 0,0000-1,0871	0,01 \pm 0,01 0,0000-0,8188
Kerang Hijau	38	0,64 \pm 0,12 0,0619-2,9065	0,33 \pm 0,04 0,0000-1,1318	0,14 \pm 0,05 0,0017-1,4967	0,03 \pm 0,01 0,0000-0,1415
Kerang Darah	34	0,78 \pm 0,15 0,0622-3,9715	0,36 \pm 0,04 0,0000-1,2715	0,62 \pm 0,14 0,0035-2,9110	0,18 \pm 0,11 0,0000-3,7300
Kerang Bulu	37	0,69 \pm 0,11 0,0546-2,2752	0,31 \pm 0,03 0,0000-0,8183	0,73 \pm 0,15 0,0000-3,5124	0,09 \pm 0,02 0,0000-0,5685
Kerang Putih	13	0,85 \pm 0,18 0,0836-2,2116	0,43 \pm 0,18 0,1147-2,5082	0,09 \pm 0,02 0,0135-0,2391	0,05 \pm 0,02 0,0000-0,2354
Jumlah	122	0,72 \pm 0,06 0,0546-3,9715	0,34 \pm 0,04 0,0000-2,5082	0,45 \pm 0,05 0,0000-3,6124	0,09 \pm 0,03 0,0000-3,7300

Jenis Ikan	N	Kadar Logam Berat (ppm)			
		Cu Rerata \pm SE Kisaran	Pb Rerata \pm SE Kisaran	Cd Rerata \pm SE Kisaran	Cr Rerata \pm SE Kisaran
Mujahir	20	0,23 \pm 0,03 0,0517-0,5597	0,59 \pm 0,19 0,0564-3,7172	0,10 \pm 0,04 0,0046-0,5803	0,08 \pm 0,03 0,0000-0,4978
Udang	15	1,99 \pm 0,50 0,1884-6,7629	0,51 \pm 0,15 0,1167-2,4332	0,06 \pm 0,02 0,0000-0,2041	0,13 \pm 0,05 0,0000-0,7259
Belanak	14	0,22 \pm 0,03 0,0470-0,4252	0,45 \pm 0,06 0,0770-0,8452	0,07 \pm 0,02 0,0025-0,2342	0,03 \pm 0,01 0,0000-0,1927
Bandeng	7	0,20 \pm 0,06 0,0475-0,4462	0,31 \pm 0,06 0,0000-0,4952	0,09 \pm 0,05 0,0000-0,3362	0,03 \pm 0,02 0,0000-0,1594
Jumlah	56	0,70 \pm 0,17 0,0470-6,7629	0,50 \pm 0,08 0,0000-3,7172	0,08 \pm 0,02 0,0000-0,5809	0,07 \pm 0,02 0,0000-0,7259

Untuk kelompok ikan yang berasal dari TPI, kadar rata-rata tertinggi untuk logam Cd dan Cr terdapat dalam ikan Bawal, sedangkan kadar rata-rata untuk logam Cu dan Pb tertinggi terdapat dalam ikan Tongkol. Kadar rata-rata logam dalam ikan segar dari TPI secara keseluruhan masih dalam batas normal.

Untuk kelompok kerang, kadar rata-rata logam Cu dan Pb tertinggi terdapat dalam kerang Putih, sedangkan kadar rata-rata untuk logam Cd dan Cr terdapat dalam kerang Bulu dan kerang Darah. Secara keseluruhan kadar rata-rata logam Cu, Pb dan Cr dalam kerang masih dalam batas normal, tetapi kadar rata-rata logam Cd sudah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan (sudah mencapai $0,45 \pm 0,05$ ppm).

Untuk kelompok ikan hasil budidaya Tambak Muara Angke, terlihat bahwa kadar

rata-rata logam Cu dan Cr tertinggi terdapat dalam Udang, sedangkan kadar rata-rata logam Pb dan Cd tertinggi terdapat dalam ikan Mujahir. Kadar rata-rata logam dalam ikan hasil budidaya Tambak Muara Angke secara keseluruhan masih dalam batas normal. Secara keseluruhan kadar rata-rata logam Cu, Cd dan Cr tertinggi terdapat dalam kelompok kerang, dan kadar rata-rata logam Pb tertinggi terdapat dalam kelompok ikan hasil budidaya Tambak Muara Angke.

Bila hasil pemeriksaan kadar logam dalam ikan segar dan kerang dibandingkan dengan kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu untuk logam Cu = 20 ppm, Pb = 2,0 ppm, Cd = 0,2 ppm dan Cr = 1,0 ppm (menurut Kep.Ditjen POM No.03725/B/SK/1982 dan menurut Zooke serta Federal Water Pollution Control Administration³⁾, maka jumlah sampel yang telah melebihi kadar tersebut dapat dilihat seperti dalam Tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Sampel dengan Kadar Logam yang Melebihi Standar (Mei 1995 - Februari 1996).

Lokasi	Jenis Ikan	N (%)	Jumlah Sampel dengan Kadar Logam > Standar			
			Cu	Pb	Cd	Cr
PTI	Ikan	133 (100,0)	0 (0,0)	1 (0,7)	14 (10,5)	0 (0,0)
	Kerang	122 (100,0)	0 (0,0)	1 (0,8)	50 (40,1)	1 (0,8)
Tambak	Ikan	56 (100,0)	0 (0,0)	3 (5,4)	0 (0,0)	0 (0,0)
Jumlah		311 (100,0)	0 (0,0)	5 (1,6)	64 (20,6)	1 (0,3)

Dari Tabel 3 terlihat bahwa 40,1% jumlah contoh dengan kadar Cd yang melebihi standar. Kadar rata-rata logam Cu dalam ikan dan kerang dari TPI maupun dalam ikan hasil budidaya Tambak masih dalam batas yang aman (tidak ada yang melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan).

PEMBAHASAN

Sampling penelitian ini dilakukan dalam 10 bulan dari bulan Mei 1995 sampai dengan bulan Februari 1996. Bulan Mei, Juni, Juli dan Agustus adalah musim kemarau. Sedangkan bulan September, Oktober, November, Desember, Januari dan Februari termasuk musim hujan. Kalau dibedakan dalam 2 musim, kadar rata-rata logam pada musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan yaitu kadar (ppm) Cu = 0,70; Pb = 0,53; Cd = 0,30 dan Cr = 0,09 (musim kemarau) dan pada musim hujan kadar (ppm) Cu = 0,38; Pb = 0,35; Cd = 0,23 dan Cr = 0,07.

Kelihatan dengan jelas bahwa kadar logam dalam ikan segar dan kerang pada musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan. Hal ini dapat terjadi karena pada musim hujan pencemaran logam dalam perairan tersebut mendapat pengenceran dari air hujan.

Kadar rata-rata logam Cd dalam ikan segar dan kerang secara keseluruhan sudah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu 0,22 ppm (dari Tabel 1). Namun setelah dikelompokkan lebih lanjut antara ikan segar dari TPI, kerang-kerangan dan ikan segar hasil budidaya Tambak Muara Angke, kadar rata-rata logam dalam kerang paling tinggi dibandingkan dengan kadar rata-rata dalam ikan segar dari TPI dan hasil budidaya Tambak Muara Angke.

Sampai saat ini logam Cu, Pb dan Cr dalam kerang maupun dalam ikan segar masih dalam batas normal, sehingga bagi masyarakat yang gemar makan ikan belum ada dampak yang membahayakan kesehatan.

Kadar rata-rata logam Cd dalam ikan segar dari TPI dan hasil budidaya Tambak Muara Angke masih di bawah kadar maksimum yang diperbolehkan, tetapi kadar rata-rata logam Cd dalam kerang sudah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan yaitu sudah mencapai $0,45 \pm 0,05$ ppm. Untuk mengetahui sejauh mana bahaya kerang dan ikan segar yang terkontaminasi logam Cd membahayakan kesehatan masyarakat, masih perlu dikaji mengenai pola konsumsi kerang dan ikan segar oleh masyarakat DKI Jakarta. Selain itu, karena hasil pemeriksaan logam Cd ternyata sudah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan, maka harus dilakukan penelusuran dari mana asalnya kontaminasi tersebut (apakah berasal dari limbah industri atau limbah domestik). Industri-industri yang menggunakan logam Cd antara lain adalah industri-industri yang bergerak dalam bidang *electroplating*, *bearing*, zat warna, alat-alat listrik, *system five-prokation*, baterai, TV, produk-produk karet dan plastik, reaktor nuklir, fungisida dan fotografi.

Apabila kontaminasi tersebut berasal dari limbah industri, perlu diupayakan adanya unit pengolahan limbah industri untuk mengendalikan masuknya pencemaran Cd ke dalam lingkungan. Makanan yang banyak mengandung logam Cd adalah jenis kerang-kerangan, hati dan ginjal. Logam Cd tidak berguna bagi tubuh dan bersifat akumulatif. Masukan harian logam Cd berkisar 0,018 - 0,20 mg/hari⁴. Kadar Cd rata-rata dalam beras yang dihasilkan di Pulau Jawa adalah 0,031 ppm⁵. Penyakit yang timbul karena keracunan logam Cd seperti yang terjadi di Fuchu (Japan) dinamai penyakit "Itai-Itai" (rheumatic & myalgic pains).

Tingginya akumulasi logam Cd dalam kerang ini berhubungan erat dengan sifat hidupnya sebagai binatang dasar yang mengambil makanan dengan cara menyaring

air (filter feeder) sehingga jenis kerang-kerangan (moluska/bivalvia) dapat mengakumulasi Cd sampai 352 kali lebih tinggi dari kadar Cd yang terdapat dalam airnya⁶. Sedangkan kadar rata-rata logam berat dalam ikan Tambak lebih tinggi bila dibandingkan dengan kadar rata-rata logam dalam ikan yang berasal dari TPI kecuali Pb kadar rata-rata dalam ikan segar dari TPI dan Tambak Muara Angke tidak berbeda jauh.

Ikan segar yang diambil dari TPI adalah jenis ikan lepas pantai dari berbagai wilayah perairan Indonesia. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa pencemaran logam Cu, Cd dan Cr di pantai Jakarta lebih tinggi daripada di wilayah lepas pantai perairan Indonesia dan untuk logam Pb pencemaran di pantai Jakarta tidak berbeda jauh dengan wilayah lepas pantai perairan Indonesia.

Hal ini perlu diperhatikan karena pencemaran di lepas pantai mestinya lebih rendah daripada di wilayah pantai karena terjadi pengenceran oleh air laut. Kalau keadaan di lepas pantai tidak berbeda dengan keadaan di wilayah pantai, kemungkinan dapat terjadi adanya pencemaran di wilayah lepas pantai itu sendiri (misalnya pembuangan sampah, limbah dari kapal-kapal pengeboran minyak lepas pantai).

KESIMPULAN DAN SARAN

Pemeriksaan kadar logam berat dalam ikan segar dan kerang dari Teluk Jakarta menyatakan bahwa kadar rata-rata logam dalam ikan dan kerang pada musim kemarau lebih tinggi daripada musim hujan.

Kadar rata-rata logam Cu, Pb dan Cr dalam ikan segar dari TPI dan hasil budidaya Tambak Muara Angke serta dalam kerang

masih di bawah kadar maksimum yang diperbolehkan, tetapi kadar rata-rata logam Cd dalam kerang sudah melebihi kadar maksimum yang diperbolehkan. Kadar rata-rata logam Cd dalam ikan segar dari TPI dan ikan hasil budidaya Tambak Muara Angke juga masih dalam batas normal. Untuk mengetahui sejauh mana kerang dan ikan segar yang terkontaminasi logam Cd membahayakan kesehatan masyarakat, masih perlu dikaji mengenai pola konsumsi kerang dan ikan segar oleh masyarakat DKI Jakarta. Hal ini perlu mendapat perhatian khusus mengingat logam Cd bersifat akumulatif dan tidak dibutuhkan bagi tubuh manusia. Penyakit yang timbul karena keracunan logam Cd seperti yang terjadi di Fuchu (Japan) dinamai penyakit "Itai-Itai" (rheumatic & myalgic pains).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian Ekologi Kesehatan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan yang telah memberi kepercayaan kepada kami untuk melakukan penelitian ini dan kepada seluruh tenaga peneliti serta teknisi yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Inswiasri dkk (1993). Penelitian Tentang Pencemaran Logam Berat Dalam Ikan Segar dan Kerang Dari Teluk Jakarta 1994/1995; Laporan Akhir.
2. Kantor Pengkajian Perkotaan dan Lingkungan DKI Jakarta (1994). Laporan Pemantauan Teluk Jakarta Tahun 1993/1994.
3. Zooke, EG et al (1976). National Marine Fisheries Service Preliminary Survey of Selected Seafood for Mercury, Lead, Cadmium and Arsenic Content. I. Agric Food Chen 24.
4. Hanmand, Panel B. and Balilas Robert P. Casarett and Doull's Toxicology, The Basic Science of Poisons; Second Edition; Macmillan Publishing Co, Inc New York; p.445-451
5. Suzuki, Shozuke et al (1985). Human Ecology Survey in Rural West Java in 1978 to 1992. Nissan Science Foundation, Tokyo, Japan p.155-164.
6. LIPI, Pusat Penelitian dan Pengembangan Oseanologi (1991). Status Pencemaran Laut di Indonesia dan Teluk Pemantauannya. Dalam Proyek Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Air Tawar, Jakarta.