

PENCEMARAN LOGAM BERAT TERHADAP BIOTA LAUT

Oleh : Sumingkrat*)

Abstract

The living environment must be managed in order that it may be in harmony with the concept of sustainable development. Heavy metals is one of a toxic materials including on the list a hazardous and toxic waste relation by a Government Regulation. The pollution a heavy metals in the water area increase by industrial activities, where to discharge they waste to the ilegal dumping. Effect accumulation of a heavy metals in the marine biota such as fish, kind of mollusca (anadara sp), etc was absorbed, to caused a hazardous and toxic, that may endanger the environment and the health of human beings.

I. PENDAHULUAN

Permukaan planet bumi ditutupi oleh air asin kurang lebih 70 persen dengan volume sebesar $1370 \times 10^6 \text{ km}^3$ (James W. Nybakken, 1992). Dari seluruh volume air yang besar ini terdapat kehidupan berbagai jenis mahluk hidup seperti biota, tumbuh-tumbuhan dan binatang laut terbesar di planet bumi ini. Lautan didunia dapat dianggap sebagai satu kesatuan ekosistem, dimana serangkaian komunitas mahluk hidup tersebut dipengaruhi oleh faktor-faktor fisik-kimia air laut disekelilingnya. Oleh karena itu laut merupakan factor lingkungan terhadap perubahan komposisi, adaptasi dan kegiatan biota tersebut. Pada awalnya manusia menganggap laut sebagai perintang dalam usaha memenuhi kegiatan hidupnya, tetapi kemudian disadari bahwa laut dapat memenuhi kebutuhan hidup manusia. Akhirnya diketahui bahwa di dalam laut terdapat bahan makanan, yang dapat dipanen seperti juga didaratan. Jumlah biota laut seperti ikan yang ditangkap untuk konsumsi manusia kira-kira mewakili

satu persen dari seluruh jumlah pangan manusia. Jumlah ini bernilai sepuluh persen dari kebutuhan protein yang dikonsumsi manusia, sehingga laut akan menjadi periuk nasi kita dimasa mendatang. Karena menjadi andalan produksi pangan, maka perlu diusahakan pengembangan laut untuk menghasilkan produk bahan pangan (Thajib, H. 1999). Perairan dangkal merupakan wilayah laut yang paling produktif, karena hampir semua usaha penangkapan dilakukan pada paparan ini di seluruh dunia. Jumlah tersebut menunjukkan bahwa jumlah tangkapan ikan telah melampaui jumlah maksimum, sehingga tidak dapat mencapai hasil maksimum lestari (HML). Dihampir semua situasi eksploitasi berlebihan merupakan akibat langsung dari aktivitas manusia, hal ini dapat berakibat mengurangi stok. Salah satu faktor yang berkaitan dengan konsekwensi lingkungan yang berpengaruh terhadap biota laut adalah pencemaran terhadap pesisir laut. Pencemaran ini terjadi akibat aliran air ke muara dan akhirnya ke pesisir laut yang membawa cemar logam berat. Wilayah Laut dan pesisir Indonesia memiliki kekayaan sumber daya alam kelautan sebagai alternatif strategis bagi pembangun-

*) *Staf Peneliti*

Balai Penelitian Pupuk dan Petrokemia

an ekonomi nasional di masa mendatang. Pengembangan sumber daya kelautan ini juga berpotensi untuk menimbulkan dampak negatif, antara lain rusak dan tercemarnya lingkungan pesisir dan laut. Lingkungan menjadi kotor, tidak sehat dan tidak estetis, dampak negatif ini selanjutnya dapat mengancam keberlanjutan kawasan pantai tersebut. Cemar logam berat yang terjadi di pesisir laut, akan terakumulasi pada biota laut dan akhirnya mengakibatkan penyakit pada manusia. Logam berat tersebut dapat terikat dengan protein biota, hal ini dapat mengganggu metabolisme sel biota karena logam berat bersifat racun. Oleh karena itu perlu pencegahan masalah pencemaran pesisir laut dari cemaran logam berat. Untuk mengatasi dan membatasi meluasnya masalah tersebut, BAPEDAL mencanangkan Program Nasional Pantai Lestari 1996. Program ini merupakan aksi pengendalian dampak lingkungan pesisir yang meliputi pengendalian pencemaran dan kerusakan lingkungan. Program ini bertujuan meningkatkan kualitas lingkungan perairan pantai minimal memenuhi baku mutu lingkungan sesuai dengan peruntukannya. Cara yang ditempuh adalah mengendalikan pencemaran dan kerusakan lingkungan pesisir dan air laut dengan mengurangi beban pencemar yang masuk. Meningkatkan sumber daya kelembagaan dan peran serta masyarakat dalam upaya pengendalian pencemaran terutama dari buangan industri yang mengandung logam berat.

II. PENCEMARAN LAUT

Lautan telah lama dipandang sebagai tempat terakhir yang cocok untuk pembuangan sampah yang dihasilkan manusia.

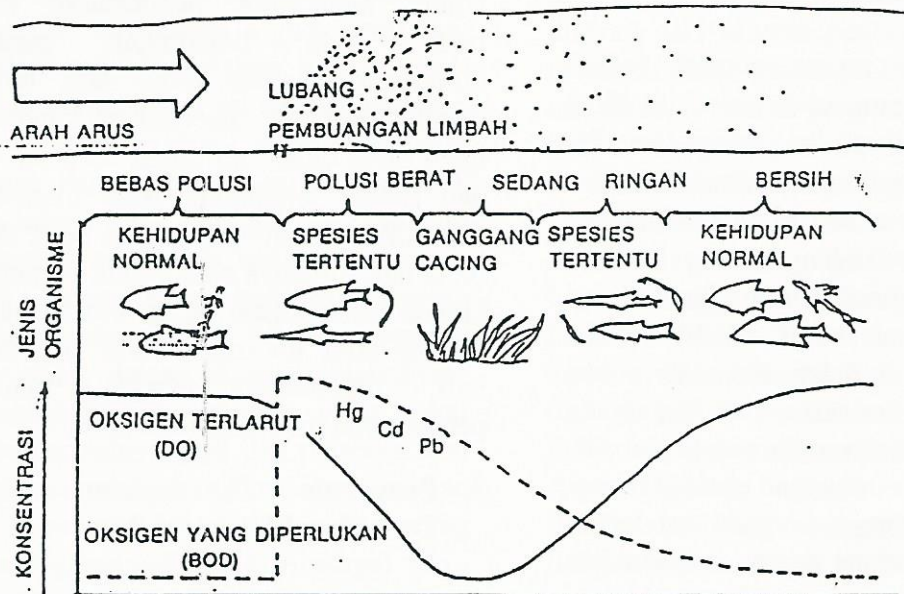
Anggapan laut di dunia yang sangat luas mempunyai kemampuan yang tidak terbatas untuk menyerap semua sampah, tetapi dampaknya dapat dirasakan hingga sekarang. Karena pengenceran oleh air laut merupakan pelarut terhadap pencemaran, padahal diketahui bahwa laut tidak mempunyai kemampuan besar untuk menyerap pencemar. Maka meskipun jumlahnya sedikit tetapi dapat mengakibatkan pengaruh terhadap komunitas dan jenis-jenis biota laut. Membuang limbah dan sampah ke perairan pesisir telah dipraktekkan oleh manusia diseluruh dunia, limbah mungkin diolah atau tidak sebelum dibuang. Limbah akan menambah partikel-partikel kecil dan unsur hara di air dalam jumlah besar. Limbah yang jumlahnya kecil dan dibuang melalui pipa pengencer, pengaruh jangka panjang terhadap komunitas pesisir sulit dideteksi. Zat yang lebih berbahaya dari pada sampah adalah berbagai macam bahan kimia beracun yang tidak tampak yang dihasilkan oleh industri dan pada akhirnya memasuki ekosistem bahari. Bahan kimia tersebut sering kali memasuki rantai makanan di laut dan berpengaruh pada biota laut, dan dari waktu ke waktu berpindah dari sumbernya. Keadaan demikian ini, sulit sekali memperkecil pengaruh bahan kimia tersebut terhadap biota laut. Dalam proses erosi alamiah kasus pencemaran menyebabkan kandungan logam dapat naik dan mengganggu kehidupan biota laut yang ada didalamnya. Sekitar tahun 1970 beberapa persetujuan internasional dalam konvensi di Oslo, London, Paris dan Barcelona mengumumkan bahwa suatu pengontrolan terhadap pencemaran air oleh bahan kimia beracun (pestisida, logam berat) perlu ditangani secara serius. Bahan-bahan pencemar tersebut telah dimasukkan

dalam “daftar hitam” berdasarkan beberapa kriteria, yaitu : terdapat bahan yang selalu ada dalam setiap proses pencemaran, mempunyai sifat toksik yang tinggi, dan mempunyai sifat tertimbun dalam jaringan biota laut (bioakumulatif).

1. Kandungan Logam Dalam Air

Beberapa macam logam biasanya dominan, disamping itu jenis air juga mempengaruhi kandungan logam didalamnya (air tawar, air payau, dan air laut). Air sungai di daerah hulu mungkin kandungan logamnya akan berbeda dengan air sungai dekat muara, hal ini disebabkan dalam perjalanannya mengalami beberapa kontaminasi. Biasanya daerah pantai memiliki kandungan logam lebih tinggi dari pada daerah laut lepas. Secara alamiah unsur logam berat terdapat di alam, tetapi hanya dalam kadar yang sangat rendah. Kadar logam berat ini dapat meningkat bila limbah masuk kedalam lingkungan perairan. Limbah biasanya berasal dari industri, karena senyawa atau unsur logam berat dimanfaatkan sebagai bahan baku maupun bahan peno-

long. Logam berat yang masuk kedalam perairan akan mengalami pengenceran, pengendapan dan dispersi, dan kemudian dapat diserap dan diabsorpsi oleh biota laut. Logam berat (heavy metals) atau logam toksik (toxic metals) adalah terminologi yang umumnya digunakan bergantian untuk menjelaskan sekelompok elemen-elemen logam yang tergolong berbahaya bila masuk kedalam jaringan biota laut. Pada keadaan bebas polusi kehidupan biota normal dan jenis organisme masih beragam, karena konsentrasi oksigen terlarut dan oksigen yang diperlukan masih mencukupi. Kemudian limbah datang mengikuti arah arus sehingga terjadi polusi berat dari Hg, Cd dan Pb jenis organisme yang tinggal spesies tertentu yang tahan. Pada keadaan polusi sedang dan ringan jenis organisme sudah mulai beragam, seperti ganggang, cacing dan spesies tertentu karena oksigen terlarut sudah mulai meningkat, juga oksigen yang diperlukan oleh organisme hidup. Selanjutnya pada tingkat laut yang dalam sudah bersih polusi sehingga organisme mengalami kehidupan normal kembali (Gambar 1).



Gambar 1. Pencemaran Logam berat dan biota yang dapat hidup didalamnya.

Logam di dalam air baik logam ringan maupun logam berat jarang sekali berbentuk atom sendiri, biasanya terikat oleh senyawa lain sehingga berbentuk molekul. Ikatan ini dapat berbentuk garam organik, seperti senyawa metil, etil, fenil maupun garam anorganik berupa oksida, karbonat, hidroksida dan sebagainya. Bentuk ion dari garam tersebut biasanya banyak ditemukan dalam air kemudian bersenyawa atau diserap dan tertimbun dalam tanaman dan hewan laut. Logam kemudian berse-nyawa dengan bahan kimia jaringan dan membentuk senyawa organik. Logam ber-bahaya itu diserap oleh biota laut melalui insang dan saluran pencernaan, karena sifatnya yang toksik logam ini dapat me-matikan. Jika biota tersebut tahan terhadap kandunga logam yang tinggi, maka logam itu dapat tertimbun didalam jaringannya, terutama hati dan ginjal. Logam itu juga berikatan dengan protein sehingga disebut metalotionein yang bersifat agak permanen dan mempunyai waktu paruh cukup lama (Half Life).

2. Batas Toleransi.

Kebanyakan air secara normal sedikit mengandung logam, oleh karen itu biota akan menyesuaikan diri dalam kondisi lingkungan tersebut. Mekanisme dan penyesuaian biota terhadap keadaan air laut disekitarnya kadang-kadang berfluk-tuasi, hal ini digunakan untuk melindungi diri dari pengaruh buruk dalam kondisi polusi. Derajat proteksi terhadap polusi tersebut sangat bervariasi dan tergantung pada spesies, maka dalam kondisi ter-kontaminasi, keseimbangan ekologi mung-kin menurun. Derajat kontaminasi logam pada ikan dan kerang dapat menyebabkan keracunan pada manusia, walaupun biota

itu sendiri tidak terpengaruh. Beberapa faktor yang mempengaruhi kekuatan racun logam berat terhadap ikan dan biota lainnya (Bryan, 1984) antara lain :

- a. Bentuk ikatan kimia dari logam yang terlarut dalam air,
- b. Pengaruh interaksi antara logam dan jenis racun lainnya.
- c. Kondisi biota, fase siklus hidup (telur, larva, dewasa), besarnya biota, jenis kelamin dan kecukupan kebutuhan nutrisi,
- d. Pengaruh lingkungan seperti tempera-tur, kadar garam, pengaruh pH atau kadar oksigen terlarut dalam air,
- e. Kemampuan biota untuk menghindar dari buruk (polusi), misalnya kecepat-an pindah biota ketempat lain,
- f. Kemampuan biota untuk beradaptasi terhadap racun, misalnya detoksikasi.

III. DAMPAK NEGATIF LOGAM BERAT TERHADAP KEHIDU-PAN BIOTA

1. Absorpsi Logam Oleh Biota Laut

Untuk memonitor pencemaran logam berat pada lingkungan perairan, diperlukan analisis biota laut terlebih dahulu. Hal ini disebabkan kandungan lgam berat dalam air dapat berubah-ubah dan sangat tergantung pada lingkungan dan iklim. Kandungan logam berat dalam biota laut biasanya akan selalu bertambah, karena sifat logam yang bioakumulatif. Karena sifat itu maka biota laut sangat baik digunakan sebagai indikator pencemaran lingkungan perairan.

3. Pengaruh Pencemaran Logam Terhadap Ekosistem Air.

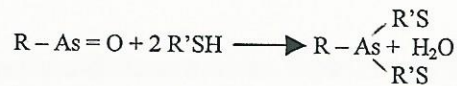
Pengaruh konsentrasi yang tinggi dari be-

berapa macam logam dalam beberapa ekosistem pantai, pelabuhan, muara sungai dan daerah rekreasi belum banyak diteliti. Tetapi dari sejumlah data menunjukkan adanya pengaruh keracunan oleh Cd pada biota laut. Toksisitas Cd pada beberapa macam biota menunjukkan bahwa konsentrasi letal terjadi pada temperatur yang agak tinggi. Logam-logam tertentu biasanya terkonsentrasi padabiota tertentu di laut, sampai pada tingkat spesies yang tinggi seperti ikan paus dan ikan tuna.

IV. PEMBAHASAN

Biota laut sebagai bahan pangan merupakan sumber protein, vitamin, mineral, lemak tak jenuh yang sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan kecerdasan. Tetapi yang menjadi masalah adalah jika perairan tempat hidup ikan-ikan tersebut tercemar oleh limbah yang mengandung limbah B3 (Bahan Berbahaya Beracun), seperti logam berat Hg, Pb, Cr, Cd dan lain-lain. Logam berat mencemari biota laut yang kemudian dikonsumsi oleh manusia dan pada akhirnya akan berdampak negatif. Keracunan logam berat menunjukkan toksisitas dalam bentuk kimiawi yang berbeda, hal ini dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu toksisitas anorganik dan organik. Bentuk anorganik adalah logam berat berikatan dengan satu atom karbon atau lebih, sedangkan bentuk organik logam berat berikatan dengan rantai alkil yang pendek. Senyawa tersebut sangat stabil dalam proses metabolisme dan menginfiltrasi jaringan yang sukar ditembus misalnya otak dan plasenta. Hal ini juga mengakibatkan kerusakan jaringan yang "irreversible" baik pada orang dewasa maupun pada anak. Absorpsi ion -

ion logam dari air laut oleh biota seperti ikan dan udang biasanya melalui insang. Logam ringan seperti Na, K, Ca, dan Mg merupakan logam dalam kelompok kelas A, yang keterlibatannya dengan mahluk hidup menyangkut proses fisiologis. Logam berat seperti Hg, Cd, dan Pb masuk dalam kelompok kelas B, merupakan logam yang terlibat dalam proses enzimatik dan dapat menimbulkan polusi. Aktivitas dari logam kelas A masuk ke dalam tubuh biota dengan cara difusi membran sel (*membrane phenomena*), sedangkan logam kelas B masuk ke dalam tubuh biota dan terikat dengan protein (*ligand binding*). Logam kelas B terlibat dalam proses fungsi enzim secara normal, dan lebih reaktif terhadap ikatan ligan dengan sulfur dan nitrogen dari pada logam kelas A. Hal ini sangat penting dalam sistem fungsi metaloenzim yang mengganggu (bersifat racun) terhadap metabolisme sel itu sendiri. Metabolisme logam meliputi fungsi dan struktur dari metaloenzim, dimana ion logam terikat erat dalam protein dan sulit untuk dilepaskan. Jenis protein yang diserap dari saluran pencernaan itu ialah metalotionein, yaitu protein yang berat molekulnya rendah yang termasuk kelas B terikat sebagai ligan. Contoh logam kelas B adalah Arsen (As), logam ini dapat memercuni biota laut dalam bentuk Arsen trivalen (As_2O_3), bentuk ini tidak larut sehingga tidak dapat diabsorpsi dan biasanya dikeluarkan lewat feses. Bentuk arsen trivalen adalah toksik pada jaringan, diduga bentuk pentavalen berubah menjadi trivalen dan sifatnya menjadi beracun. Arsen trivalen berikatan dengan protein dan enzim yang mengandung sulfhidril dengan reaksi sebagai berikut :



Reaksi ini mengakibatkan sistem oksidasi piruvat dalam sel menjadi terhambat dan memblok metabolisme karbohidrat dan lemak yang mengganggu respirasi sel. Jaringan yang banyak mengandung enzim oksidase dapat terpengaruh, seperti saluran pencernaan, ginjal, hati, paru dan epidermis. Kondisi perairan di tempat pelelangan ikan Muara Angke dan Pasar Ikan Jakarta merupakan tempat hasil dipanenya hasil laut untuk dikonsumsi warga Jakarta dan sekitarnya. Dari penelitian YLKI, 1997 mengenai pengujian logam berat seperti Hg, Pb, Cd, Cu dan As terhadap 51 contoh komoditi perikanan, didapat hasil bahwa logam berat berat sudah sedemikian terakumulasi dalam pro-

duk perikanan yang ada di pasaran, terutama Pb (timah hitam). Pengaruh negatif logam berat yang tidak mempunyai fungsi biologik sama sekali ini sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada mahluk hidup baik biota laut maupun manusia. Pencemaran juga terjadi di pantai utara Jawa Timur khususnya perairan Surabaya dan sekitarnya yaitu di perairan Manyar Gresik dan Kenjeran. Hasil penelitian Pusat Studi Lingkungan Universitas Brawijaya menunjukkan kandungan logam berat Hg, Cd dan Pb dalam air laut, biota laut dan kerang-kerangan seperti kerang bulu (*anadasa sp*) dapat dilihat pada Tabel 1. Sedangkan kondisi di Kenjeran kandungan logam berat Hg, Cd, dan Pb dalam air laut dan kerang bulu dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Kandungan Hg, Cd, dan Pb dalam Air Laut dan Kerang Bulu di Perairan Manyar Gresik pada 1 Pebruari, Maret dan April 1993 (3 kali pengamatan).

1.

Stasiun	Hg (ppb) dalam Air			Hg (ppb) dalam Kerang		
	1	2	3	1	2	3
1	0,92	1,70	2,02	37,72	22,46	31,12
2	1,67	0,97	1,09	51,02	32,32	32,76
3	3,28	1,45	1,09	48,71	72,22	46,91
4	1,90	2,05	1,89	22,63	22,48	29,79
X	1,94	1,54	1,52	40,02	37,37	33,40

2.

Stasiun	Cd (ppb) dalam Air			Cd (ppb) dalam Kerang		
	1	2	3	1	2	3
1	2,70	4,21	2,00	25,10	10,90	13,20
2	6,31	2,39	4,66	21,70	39,11	33,32
3	4,34	1,86	1,19	42,32	20,62	18,96
4	5,66	2,19	2,19	16,98	29,88	38,41
X	4,75	2,66	2,51	26,53	25,13	25,97

3.

Stasiun	Pb (ppb) dalam Air			Pb (ppb) dalam Kerang		
	1	2	3	1	2	3
1	5,13	6,38	5,59	55,98	86,39	112,27
2	9,89	10,51	8,99	92,05	77,52	98,87
3	11,09	6,65	5,67	76,64	53,33	102,44
4	8,78	4,85	3,37	42,35	29,08	89,09
X	8,72	7,10	5,91	66,76	61,58	100,67

Tabel 2. Kandungan Hg, Cd, dan Pb dalam Air Laut dan Kerang Bulu di Perairan Kenjeran Surabaya pada 2 Pebruari, Maret dan April 1993 (3 kali pengamatan).

1.

Stasiun	Hg (ppb) dalam Air			Hg (ppb) dalam Kerang		
	1	2	3	1	2	3
1	13,08	6,63	16,40	96,90	103,20	110,12
2	9,98	10,21	17,11	100,40	176,88	198,76
3	8,91	9,24	10,34	67,98	75,32	100,91
4	11,31	10,11	14,32	89,76	122,76	98,79
X	10,82	9,05	14,54	88,76	119,54	126,77

2.

Stasiun	Cd (ppb) dalam Air			Cd (ppb) dalam Kerang		
	1	2	3	1	2	3
1	5,40	3,32	7,07	66,10	65,32	93,50
2	7,52	3,37	3,61	49,10	57,83	88,91
3	6,73	2,78	5,66	38,87	63,40	54,43
4	5,32	4,04	1,42	61,83	15,56	55,18
X	6,24	3,38	4,44	53,98	43,03	73,01

3.

Stasiun	Pb (ppb) dalam Air			Pb (ppb) dalam Kerang		
	1	2	3	1	2	3
1	4,32	3,56	5,76	89,45	78,65	98,33
2	9,44	8,76	5,99	100,13	99,82	78,88
3	1,98	3,88	6,76	98,90	60,67	77,19
4	3,77	3,99	2,37	76,78	88,14	55,86
X	4,88	5,05	5,22	91,32	81,82	770,57

Berdasarkan hasil pengujian dan penelitian mengenai logam berat yang sudah terakumulasi dalam produk perikanan di perairan Jakarta dan Surabaya, mengisyaratkan adanya pencemaran perairan di Indonesia yang sudah memprihatinkan. Dengan kondisi perairan yang demikian maka perlu penegakan hukum mengenai pencegahan pencemaran terutama limbah yang mengandung logam berat.

V. KESIMPULAN

1. Pencemaran logam berat di pesisir dapat mengakibatkan kerusakan jaringan pada biota laut, seperti ikan, kerang bulu dan lain-lain.
2. Jaringan biota laut rusak karena dalam metabolisme, ion logam terkait erat dalam protein biota laut.
3. Perlu peraturan pencegahan pencemaran dan pemberian sanksi kepada semua pihak yang mencemari lingkungan, khususnya wilayah pesisir laut.

DAFTAR ACUAN

1. Darmono 1995. Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
2. Hutomo, M. 1989. Ekologi Laut. PPS Universitas Indonesia, Jakarta.
3. Kusnoputranto, H. 1995. Pengantar Toksikologi Lingkungan, Dirjen. Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.

4. Kusnoputranto, H. 1995. Pengantar Toksikologi Lingkungan, Dirjen. Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, Jakarta.
5. Kusnoputranto, H. 1996. Toksikologi Lingkungan Logam Toksik dan B3, Fakultas Kesehatan Masyarakat dan PPSML, Universitas Indonesia, Jakarta.
6. Kusnoputranto, H. 1996. Toksikologi Lingkungan Logam Toksik dan B3, Fakultas Kesehatan Masyarakat dan PPSML, Universitas Indonesia, Jakarta.
7. Marpol 73/78 1993. Ancaman Dan Pencegahan Polusi Di Laut, KMN Lingkungan Hidup RI, Siar Bersih Laut, Sibelut Indonesia, International Maritime Organization, United Nation, Jakarta. Mulyanto, Mahmudi, M dan Guntur 1993. Monitoring Pencemaran Logam Berat Hg, Cd dan Pb di Perairan Pantai Utara Jawa Timur, PSL Universitas Brawijaya, Jawa Timur.
8. LIPI 1985. Oseana volume x, Nomor 3, Lembaga Oseanologi Nasional, Jakarta.
9. RB. Clark 1986. Marine Pollution, Clarendom Press, Oxford.
10. Sumingkrat . 1999. Kliping Pribadi, Logam Berat Pada Hasil Perikanan, Penelitian YLKI, Jakarta.
11. W. Nybakken, James 1992. Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

-----ooooo0000ooooo-----