



STRIPPING VOLTAMMETRY GLASSY CARBON PADA STUDI CEMARAN LOGAM BERAT Cd DAN Pb DI PERAIRAN GRESIK DENGAN BIOINDIKATOR KERANG BULU (ANADARA ANTIQUATA LINN)

Iswani GS., Fajar Hidayat
PPNY-BATAN, Jl. Babarsari P.O. Box 1008, Yogyakarta 55010

Arief Zulkarnaen
Fak. Perikanan-UNIBRAW Malang

ABSTRAK

STRIPPING VOLTAMMETRY GLASSY CARBON PADA STUDI CEMARAN LOGAM BERAT Cd DAN Pb DENGAN BIOINDIKATOR KERANG BULU. Telah dipelajari adanya logam berat Cd dan Pb dalam air laut dan bioindikator kerang bulu di perairan Gresik dengan stripping voltammetry Glassy Carbon pada parameter menu 2 berturut-turut potensial dan waktu pelapisan -1000 V dan 90 detik, sweep rate : 375 V/det., waktu pelepasan (strip time) : 2 detik, elektrolit trides, pH = 4 (untuk kerang) dan -1000 V dan 120 detik, 999 V/det., 2 detik, khloroasetat pada pH = 5. Diperoleh bahwa rerata kadar Cd dan Pb dalam air laut pada pH = 7.0, salinitas 28-29 ppm, kadar oksigen 7.1-8.1 dan suhu 27-30°C yang dipantau pada lokasi 1 dan 2 (daerah industri) dan lokasi 3 dan 4 (daerah bersih) berturut-turut 0.01 dan 0.17 ppm serta 1.44 dan 1.35 ppm. Uji statistik kadar Cd dan Pb dalam air laut dan kerang bulu di lokasi 1,2 terhadap lokasi 3,4 berbeda nyata dan tak berbeda nyata. Adapun rerata kadar Cd dan Pb dalam kerang bulu di lokasi 1,2 dan 3,4 pada kisaran panjang cangkang dan berat kering kerang (dilaporkan) berturut-turut 5.94 ppm dan 3.05 ppm, 0.03 ppm dan 0.03 ppm. Ketelitian metode diuji dengan SRM copepoda MA-A-1 dan W-4.

ABSTRACT

STRIPPING VOLTAMMETRY GLASSY CARBON ON THE STUDY OF Cd AND Pb HEAVY METALS POLLUTION USING ANADARA ANTIQUATA LINN BIOINDICATOR. The presence of cadmium and lead in sea water and shell fish (ana-dara antiquata linn) bioindicator in Gresik waters by glassy carbon stripping voltammetry was studied at menu 2 parameters as follows: time and potensial plating - 1000V and 90 sec., sweep rate: 375 mV/sec, strip time 2 sec, electrolyte: aquatrides, pH= 4.0 (for shell fish) and -1000V and 120sec, 999 mV/sec, 2 sec, chloracetic, pH= 5.0. It was found that the mean of Cd and Pb contents in sea water at pH= 7.0, salinity =28-29 ppm, oxygen content= 7.1-8.1 and temperature= 27-30°C which was monitoring at location 1,2 and location 3,4 were 0.01 and 0.17 ppm, 1.44 and 1.35 ppm respectively. Furthermore the mean of Cd and Pb contents in shell fish at location 1,2 and 3,4 (snail range and shell fish dry weight were reported) were 5.94 and 3.05 ppm, 0.03 and 0.03 ppm. The t-test for Cd and Pb contents in sea waters and shell fish at location 1,2 compared with location 3,4 were significant and no significant. The accuracy of the method was tested with SRM copepoda MA-A-1 dan W-4.

PENDAHULUAN

Perairan pantai merupakan suatu ekosistem terbuka yang memungkinkan masuknya semua hasil buangan dari berbagai kegiatan manusia di daerah pemukiman pertanian dan industri yang ada disekitarnya. Limbah pertanian dan industri mengandung bahan kimia dan zat-zat beracun berupa logam berat (Hg, Pb, Cd)⁽¹⁾. Logam berat merupakan "persistent substance" yang sulit diurai dan dapat terakumulasi dalam organisme hidup.

Kemampuan untuk terakumulasi secara biologis itu dapat menyebabkan zat pencemar tersebut berbahaya bagi konsumennya. Oleh sebab itu laju pertumbuhan penduduk yang cepat dan perkembangan teknologi yang cepat memberikan tekanan yang semakin berat terhadap lingkungan laut, khususnya perairan pantai baik langsung maupun tak langsung berupa pencemaran laut yang dari waktu ke waktu terasa semakin meningkat⁽²⁾. Pernyataan ini diperkuat oleh Danusaputro⁽³⁾ yang berpendapat bahwa gejala pencemaran memiliki hubungan erat dengan mekanisasi, industrialisasi

dan pertumbuhan pola hidup modern. Dampak yang paling terasa akibat pertumbuhan industri adalah meningkatnya pencemaran lingkungan hidup akibat tidak sempurnanya sistem pembuangan limbah industri (*industri baja, baterai, elektronik*) dan kadarnya semakin meningkat bila tidak diupayakan penanggulangannya. Limbah industri yang dihasilkan karena aktivitas manusia akan mencapai laut melalui muara. Fardiat⁽⁴⁾ menyebutkan bahwa ada beberapa jenis logam berat yang banyak digunakan dalam berbagai keperluan industri sehingga selalu diproduksi secara rutin. Oleh sebab itu sampai sekarang keberadaan logam berat di alam sudah cukup banyak dan mungkin telah mencemari perairan umum (*misalnya Pb dan Hg*).

Salah satu indikator untuk mengetahui pencemaran logam berat di suatu perairan adalah organisme hidup. Philip dan Mulyanto⁽⁵⁾ dan anonim⁽⁶⁾ menyebutkan bahwa bioindikator yang tepat dan efisien adalah jenis kerang (*anadara, antiquata linn, anadara granosa dan anadara inflata*) yang sudah lama dimanfaatkan oleh manusia dan mikroalgae. Hal ini disebabkan karena anadara merupakan organisme benthos yang hidup menetap (*sessile*)⁽⁷⁾ sehingga kemungkinan terkena pencemaran yang sangat berpengaruh pada kelangsungan hidupnya dan berakibat terakumulasinya bahan pencemar (*pestisida, logam berat*) di dalam tubuhnya. Disamping itu memiliki sifat filter feeder karena dapat bertahan pada kondisi perairan tercemar tanpa dia sendiri mati terbunuh. Akumulasi terjadi karena kecenderungan logam berat membentuk senyawaan kompleks dengan zat organik yang terdapat dalam tubuh organisme, dengan demikian logam berat terfiksasi dan tidak segera diekskresikan oleh organisme yang bersangkutan⁽⁸⁾. Selanjutnya apabila kerang dikonsumsi oleh manusia maka logam berat secara otomatis akan terakumulasi ke dalam tubuh manusia lewat rantai makanan.

Pengaruh pencemaran logam berat seperti Pb dan Cd bagi manusia berakibat fatal. Kelebihan Cd menimbulkan kerusakan ginjal, paru-paru dan mengakibatkan penyakit tulang sedangkan kelebihan Pb mengakibatkan penyakit syaraf dan bayi yang dilahirkan mengalami Infant Mental Development index yang rendah⁽⁹⁾.

Untuk mengetahui dan memperoleh informasi ada tidaknya pencemaran logam berat Cd dan Pb di perairan Gresik, pada penelitian ini dilakukan pengujian kadar Cd dan Pb di dalam kerang bulu (*anadara antiquata linn*) dan dalam air laut di perairan Gresik pantai utara Jawa.

Pengambilan cuplikan dilakukan pada lokasi 1, 2 yaitu daerah lokasi industri dan lokasi 3, 4 yaitu daerah bebas industri. Kualitas air (pH, kadar oksigen, suhu dan salinitas larutan) juga ditentukan untuk mendukung data yang pengujian kadar Cd dan Pb yang diperoleh.

TATA KERJA

Bahan

- HNO₃ suprapur
- HNO₃ p.a.
- HClO₄ p.a.
- larutan asam askorbat
- buffer klor asetat (campuran 2.2 gr Na asetat 14,6 NaCl, 1.2 ml larutan asam asetat glasial ditepatkan menjadi 1 l dengan akuatrides)
- MnSO₄
- N₂ cair
- akuatrides
- CO₂ kering/dry ice
- kerang bulu ukuran konsumsi
- SRM W₄ (air)
- SRM MA-A-I (*copepoda homogenate*)
- air laut
- NaOH p.a.
- NaOH KI
- H₂SO₄
- Na₂S₂O₃ 0.025 N
- amilum.

Peralatan

- sarung tangan plastik
- vial polietilen 250 ml
- timbangan Mattler PE 360
- pengering beku Lyovac GT 2
- botol D O
- karet penghisap/propipet
- termometer air raksa
- pisau baja tahan karat
- alat gelas laboratorium
- PDV 2000 dengan elektrode glasoy carbon
- kotak gabus
- pinset
- wadah polietilen
- refraktometer
- sendok kuarsa
- eppendorf
- oven
- bom teflon
- jangka sorong

CARA KERJA

1. Pengambilan cuplikan kerang dan air laut

Dilakukan di daerah hidup kerang dan frekuensi pengambilan sebanyak 3 kali dengan selang 2 minggu. Cuplikan kerang diambil sebanyak 30 ekor untuk setiap pengambilan. Kemudian dimasukkan ke dalam lemari pendingin (*freezer*) suhu -20°C agar tidak membusuk dan tidak rusak. Cuplikan air laut diambil sesuai dengan tempat pengambilan kerang menggunakan botol

polietilen 250 ml diasamkan dengan HNO₃ hingga pH = 2 untuk menghindari serapan logam oleh dinding wadah. (Selama pengambilan cuplikan digunakan sarung tangan). Cuplikan air juga dimasukkan ke dalam freezer sebelum dilakukan analisis. Lokasi pengambilan kerang atau air laut di perairan Gresik dibagi menjadi lokasi dekat daerah industri (diduga terjadi pencemaran) dan lokasi jauh dari daerah industri (kontrol).

2. Persiapan cuplikan

Kerang diambil dari freezer dan dibersihkan dari gumpalan es, kemudian diukur panjang cangkang total, berat total serta berat daging basah. Daging basah dimasukkan dalam wadah polietilen, selanjutnya dilakukan penghancuran daging kerang dengan alu dan lumpang aluminium setelah pemberian N₂ cair. Daging yang sudah dihancurkan dimasukkan ke dalam cawan petri dan dikeringkan dengan freeze drying pada tekanan ≈ 10⁻² mBar.

3. Analisis kualitas air

Analisis kualitas air meliputi suhu, salinitas, kadar oksigen dan pH air. Pengukuran suhu dilakukan dengan cara termometer dimasukkan ke dalam air sampai mendekati dasar perairan, kemudian diangkat dengan cepat dan dibaca angka yang tertera. Salinitas air diukur dengan refraktometer dengan cara meneteskan 1 tetes air contoh kemudian dibaca angka yang tertera pada refraktometer (setelah dikalibrasi dengan akuatrides). Adapun kadar oksigen terlarut ditentukan dengan metode Winkler yaitu dengan mengisi botol Winkler dengan air contoh sampai penuh dan ditutup hati-hati untuk menghindari adanya kontak dengan udara. Kemudian ke dalamnya ditambahkan 2 ml larutan MnSO₄ dan 2 ml larutan NaOH KI dan dikocok beberapa saat. Gumpalan yang terjadi dibiarkan mengendap selama 10 - 20 menit. Beningan dibuang dan gumpalan yang terjadi ditetesi dengan larutan H₂SO₄ hingga terjadi warna coklat muda (kekuningan). Ditambahkan larutan indikator amilum 1 - 2 tetes (biru). Dilakukan titrasi dengan Na₂S₂O₃ 0,025 N hingga warna biru hilang, titrasi dihentikan dan dihitung:

$$DO = \frac{a \cdot N \cdot 6000}{V - 4}$$

DO = oksigen terlarut

a = volum titran Na₂S₂O₃ (ml)

N = normalitas Na₂S₂O₃ (0,025 N)

V = volum botol (ml)

pH air diukur dengan menggunakan kertas pH universal

4. Analisis cuplikan

Cuplikan kerang (yang telah dikeringkan) masing-masing ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalamnya 5 ml HNO₃ pekat suprapur dan cuplikan dan cuplikan didestruksi dalam bom teflon pada suhu 150°C selama 3 jam. Hasil destruksi setelah didinginkan ditambah dengan 0.5 - 1.0 ml HClO₄ pekat dan dipanaskan (untuk menghilangkan sisa organik yang masih ada) sampai larutan menjadi bening. Larutan dipindahkan ke dalam labu takar 20 ml dan ditepatkan hingga batas dengan akuatrides. Dari larutan tersebut dipipetkan masing-masing 100 µl ke dalam sel voltametri, ditambahkan 5 ml larutan pendukung bufer klorasetat dan akuatrides hingga volum 10 ml (pH larutan 5.0). Analisis dilakukan dengan voltameter PDV 2000 dengan elektrode glassy carbon yang telah diplating dengan larutan merkuri (100 µl Hg 1000 ppm) pada kondisi parameter pot akumulasi 1000 V, waktu akumulasi 90 detik, laju lacak potensial 375 mV/det. dan waktu pelucutan (semp time) 2 detik. Untuk cuplikan air dipipetkan 1 ml, ditambahkan 5 ml klorasetat dan akuatrides hingga volum 10 ml. Analisis dilakukan dengan PDV 2000 pada pot akumulasi - 1000 V, 120 det., waktu tunda 15 detik, dan laju lacak potensial 999 mV/det.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengamatan pengujian kadar Cd dan Pb di lokasi 1,2,3, dan 4 dengan stripping voltammeter PDV-2000 dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian kadar Cd dan Pb dalam air laut di perairan Gresik

Lokasi	Kadar Unsur (ppm)	
	Rerata Cd	Rerata Pb
1	0,01	1,75
2	0,01	1,12
3	0,09	1,08
4	0,24	1,61

Sedangkan pada Tabel 2 dan 3 dapat dilihat kondisi perairan Gresik serta kualitas air di perairan Gresik selama pengambilan cuplikan.

Tabel 2. Kondisi perairan Gresik selama pengambilan cuplikan

Pengambilan	Lokasi	Waktu	Kondisi	
			Cuaca	Perairan
I	1	Sore	Berangin	Berombak
	2	Sore	Berangin	Berombak
	3	Pagi	Tidak Berangin	Tenang
	4	Pagi	Tidak Berangin	Tenang
II	1	Sore	Tidak Berangin	Tenang
	2	Sore	Tidak Berangin	Tenang
	3	Pagi	Tidak Berangin	Tenang
	4	Pagi	Tidak Berangin	Tenang
III	1	Sore	Tidak Berangin	Tenang

Tabel 3. Kualitas air di perairan Gresik selama pengambilan cuplikan

Pengamatan	Lokasi	Data kualitas air			
		pH	Suhu °C	Kadar Oksigen (ppm)	Salinitas (ppm)
I	1	7,5	30	8,1	29
	2	7,0	30	8,2	28
	3	7,0	27,5	7,5	28
	4	7,0	29	8,0	29
II	1	7,0	28	8,1	29
	2	7,0	27	8,1	28
	3	7,0	29	7,1	29
	4	7,0	29	7,5	28
III	1	7,0	29,5	7,5	28,5
	2	7,0	29	7,5	29
	3	7,0	30	8,1	28
	4	7,0	30	8,2	29

Dari hasil pengujian kadar Cd dalam air di perairan Gresik pada lokasi 1, 2, 3, dan 4 ternyata kadar Cd dalam air rerata dari 3 pengambilan pada lokasi 1 dan 2 (daerah bekas industri) justru lebih kecil (0.01 ppm) dibandingkan dengan lokasi 3 dan 4 (0.09-0.24 ppm) dan hasil uji t berbeda nyata, meskipun kondisi perairan berangin /berombak atau tidak berangin/tenang belum menunjukkan keterkaitan yang jelas dengan perbedaan hasil yang diperoleh (Tabel 2) padahal kondisi air (pH, suhu, kadar oksigen dan salinitas) mirip. Hal ini mungkin disebabkan karena ion Cd bebas (Lokasi 1,2) bereaksi dengan limbah industri anorganik yang berada di sekitarnya dan mengendap sehingga yang ada dalam larutan sedikit ($pK_{sp} \text{ CdCO}_3 = 5.2 \times 10^{-27}$, $pK_{sp} \text{ Cd(OH)}_2 = 5.9 \times 10^{-10}$, dan $pK_{sp} \text{ CdS} = 7.9 \times 10^{-27}$). Sebaliknya di daerah bebas industri (daerah bersih lokasi 3,4) ion Cd bebas hanya sedikit yang bereaksi dengan limbah anorganik sehingga Cd yang teruji dalam air di lokasi yang relatif bersih, lebih besar daripada di lokasi 1,2. Ini sesuai dengan pendapat Page dkk. dalam anonymous(10) yang menyatakan bahwa Cd di perairan dalam bentuk Cd^{++} banyak ditemukan di perairan yang relatif bersih (66%). Namun demikian kadar Cd di Lokasi 3,4 sudah melebihi batas maksimum yang ditentukan oleh BKLH (baku mutu gol c) yi 0.01 ppm. (Tabel 4). Sedangkan kadar Pb selama 3 kali pengambilan tampak bervariasi dan rerata dari kadar Pb di Lokasi 1,2 dan Lokasi 3,4 tidak berbeda nyata. Timbal cenderung lebih banyak berada dalam bentuk larutan dari pada dalam bentuk endapan dan penyebarannya lebih merata dari pada Cd, dengan demikian unsur Pb yang diakumulasi oleh kerang yang hidup di perairan tersebut tentunya sedikit meskipun dilihat dari kualitas airnya baik untuk kehidupan kerang (menurut Mulyanto, pH 6.5-7.0, Salinitas 26-30 ppm, suhu 28.5°C - 31 °C)

Dari Tabel tersebut terlihat bahwa kadar Cd dalam kerang bulu di lokasi 1,2 lebih besar dari pada lokasi 3,4. Ini menunjukkan bahwa di daerah industri kadar Cd cenderung lebih tinggi dari pada kadar Cd di daerah bebas industri. Kadmium yang ada di dasar perairan lebih banyak pada lokasi 1,2 dari pada lokasi 3,4 (hasil Tabel 1), sehingga akumulasi Cd oleh kerang bulu juga lebih besar. Hal ini didukung oleh rerata berat dan kisaran panjang cangkang (Tabel 6) di lokasi-1,2 lebih besar dari pada lokasi 3,4 sehingga otomatis kesempatan akumulasinya lebih banyak. Berbeda dengan Cd, kadar Pb yang diperoleh dalam kerang bulu rendah baik di daerah industri maupun di daerah bebas industri dan tidak berbeda nyata.

Tabel 4. Logam berat yang boleh masuk dalam tubuh manusia menurut SADDY Dan Baku Mutu Air gol.C

a. Unsur logam berat yang boleh masuk dalam tubuh manusia menurut SADDY.

Unsur	Asupan harian maks. yang dapat ditrima (mg/kg/berat badan)	Asupan harian maks. yang dapat ditrima normal (mg/kg/berat badan)
Cd	-	0,0067-0,0083
Fe	0,8	-
Pb	-	0,05
Hg (total)	-	0,005

b. Baku mutu air gol. C

Lampiran keputusan Gubernur Kepala Daerah Tk. I Jatim tgl. 5 Desember 1987 No.413 tahun 1987.

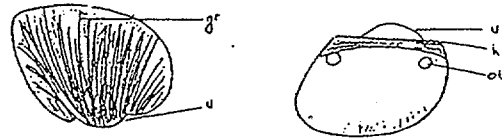
Parameter	Satuan	Kadar Maks.	Metode Analisis	Peralatan
Kimia				
Kadmium (Cd)	ml/l	0,01	-Spektrofotometri -SSA	Spektrofotometer UV-Vis SSA
Timbal (Pb)	ml/l	0,03	-SSA	-SSA

Tabel 5. Kadar Cd dan Pb dalam tubuh kerang bulu selama pengambilan cuplikan

Lokasi	Kadar Unsur (ppm)	
	Rerata Cd	Rerata Pb
1	6,03	0,026
2	5,85	0,027
3	3,21	0,027
4	2,88	0,027

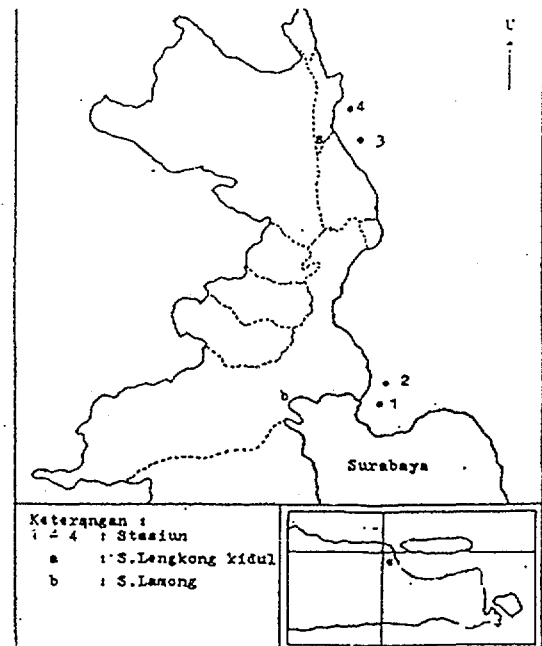
Dalam hal ini perbedaan berat dan panjang cangkang tidak berpengaruh pada kadar Pb dalam kerang bulu. Rendahnya kadar Pb dimungkinkan karena Pb dalam kerang memang sedikit atau karena kemampuan akumulasi kerang bulu terhadap Pb rendah. Atau juga karena Pb lebih suka ada dalam bentuk larutan mengingat kadar Pb yang diperoleh di perairan tinggi. Meskipun demikian disebutkan bahwa akumulasi Pb ke dalam tubuh kerang lewat makanan kecil. Pada Gambar 1 dapat dilihat morfologi kerang bulu yang digunakan

sebagai bioindikator. Sedang pada Gambar 2 dapat dilihat peta lokasi pengambilan cuplikan (air dan kerang bulu) di perairan Gresik.



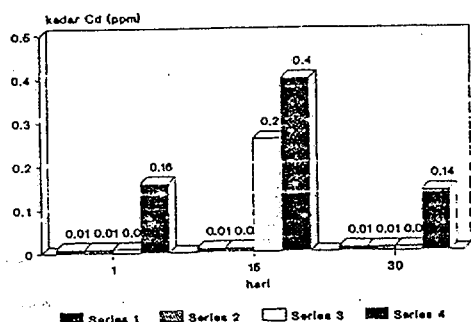
a. Cangkang bagian luar b Cangkang bagian dalam
gr : garis radier u : umbo h : hinge ot : otot aduktor

Gambar 1. Morfologi kerang bulu yang digunakan sebagai bioindikator

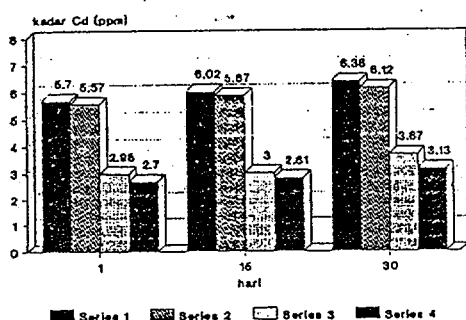


Gambar 2. Lokasi pengambilan cuplikan di perairan Gresik

Kecenderungan kadar Cd dalam air laut



Kecenderungan kadar Cd dalam kerang bulu



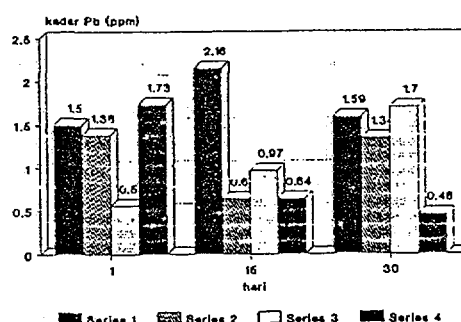
Gambar 3. Kecenderungan kadar Cd dalam air laut dan kerang bulu.

KESIMPULAN

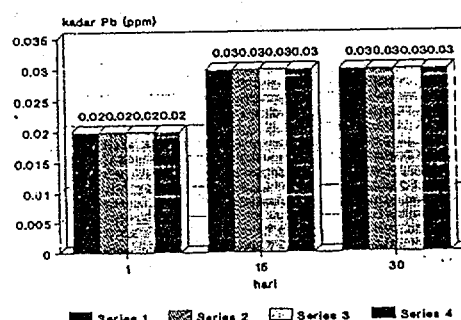
Dari hasil-hasil yang diperoleh dapat disimpulkan :

1. Air laut di perairan Gresik menunjukkan indikasi tercemar logam Cd dan Pb mengingat kadar Cd dan Pb sudah melebihi ambang batas yang ditentukan oleh BKLH (kadar Cd = 0.01 ppm dan Pb = 0.05 ppm).
2. Suhu, kadar oksigen terlarut, salinitas dan pH (27-30°C, 7.1-8.2 ppm, 28-29 ppm, dan 7.0-7.5) merupakan kondisi yang baik untuk kehidupan kerang bulu.
3. Kerang bulu (*Anadara antiquata* Linn) dapat digunakan sebagai bioindikator pencemaran logam berat Cd dan Pb.
4. Rerata kadar Cd dalam air laut di perairan Gresik pada lokasi 1,2 sebesar 0.01 ppm dan lokasi 3,4 sebesar 0.17 ppm, sedangkan rerata kadar Cd di lokasi 1 dan 2 sebesar 1.43 serta di lokasi 3,4 sebesar 1.35 ppm.

Kecenderungan kadar Pb dalam air laut



Kecenderungan kadar Pb dalam kerang bulu



Gambar 4. Kecenderungan kadar Pb dalam air laut dan kerang bulu.

Uji statistik kadar Cd dalam air di lokasi 1,2 dan 3,4 berbeda nyata, tetapi untuk Pb tidak berbeda nyata.

6. Rerata kadar Cd dalam kerang bulu di perairan Gresik pada lokasi 1,2 sebesar 5.94 ppm dan di lokasi 3,4 sebesar 3.05 ppm, sedangkan kadar Pb di dalam kerang bulu pada lokasi 1,2 dan lokasi 3,4 sebesar 0.03 ppm.
7. Uji statistik kadar Cd dalam kerang bulu di lokasi 1,2 dan 3,4 berbeda nyata, sedangkan untuk Pb tidak berbeda nyata.

DAFTAR PUSTAKA

1. WUDIANTO, R., "Petunjuk Penggunaan Pestisida." Ps. Penebar Swadaya, Jakarta (1990)
2. SOEGIHARTO, A., "Aspek Penelitian Di dalam Pencegahan Dan Penanggulangan

Tabel 6. Data kisaran panjang cangkang, berat daging basah, berat daging kering dan kadar air.

Pengambilan ke	Lokasi		Kisaran panjang (cm)	Berat daging		Kadar Air (%)
	Ke	Bagian		Basah (gr)	Kering (gr)	
I	1	a	4,0 - 4,4	69,35	9,67	86,0562
		b	4,3 - 5,4	112,05	11,395	89,8304
		c	4,3 - 5,1	122,83	12,23	90,0431
	2	a	4,0 - 4,7	88,51	9,29	89,5040
		b	4,4 - 5,5	120,84	12,74	89,4571
		c	3,8 - 4,4	78	9,66	87,6154
	3	a	2,4 - 3,8	45,73	6,81	85,1082
		b	2,7 - 3,4	41,37	5,73	81,7341
		c	2,8 - 3,2	37,31	5,591	85,0147
	4	a	4,1 - 5,6	181,43	22,55	85,5710
		b	3,3 - 4,8	72,5	10,31	85,7793
		c	2,6 - 3,4	31,44	5,64	82,0611
II	1	a	7,2 - 7,8	656,71	66,08	89,9377
		b	6,8 - 7,7	555,77	43,949	92,0922
		c	6,8 - 7,5	613,42	37,13	93,9471
	2	a	6,0 - 7,1	514,236	35,67	93,0635
		b	6,8 - 7,7	702,205	44,768	93,6251
		c	6,8 - 7,5	461,134	34,12	92,6008
	3	a	3,0 - 3,5	50,37	7,687	84,7389
		b	2,4 - 3,1	34,38	5,82	83,0716
		c	2,6 - 3,0	25,348	4,436	82,4996
	4	a	3,0 - 3,6	40,075	6,384	84,0699
		b	3,0 - 3,3	39,6	6,36	83,9394
		c	2,5 - 3,0	26,18	4,111	84,2972
III	1	a	7,1 - 7,5	686,35	55,76	91,87
		b	6,9 - 7,7	636,74	40,72	93,60
		c	5,1 - 7,0	331,77	28,56	91,39
	2	a	5,3 - 6,3	327,99	27,06	91,95
		b	5,1 - 7,2	458,37	40,76	91,11

Pencemaran Laut," Prosiding Seminar Pencemaran laut. Lembaga Oseanologi Nasional, Jakarta (1976).

3. DANUSAPUTRO, ST.M., " Tata Bina Pencegahan Dan Penanggulangan Pencemaran Laut Untuk Menuju Kepada

Managemen P3L", Prosiding Seminar Pencemaran Laut, Lembaga Oseanologi Nasional, hal. 75-121, Jakarta (1976)

4. FARDIAZ, S., " Polusi Air dan Udara", Kanisius, Yogyakarta (1992)

5. MULYANTO., " Kandungan Logam Berat Raksa (Hg) dan kandungan kadmium (Cd) dalam Tubuh Kerang Hijau yang dibudidayakan di Perairan Ancol Teluk Jakarta", Fakultas Perikanan, IPB Bogor(1985)
6. ANONIMUS., "Laporan Penelitian Perikanan Laut", Balai Penelitian Perikanan Laut, Balai Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Deppertan, Jakarta (1984).
7. ISMAIL, W., WASILUN., "Pengamatan Pendahuluan Kualitas Perairan Kamal", Jurnal Penelitian Perikanan Laut No. 35, Balai Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Laut dan Air Tawar, hal. 89-94, Jakarta (1986).
8. ANDAMARI, R., PRATIWI, E., "Analisis Kandungan Logam Berat (Hg, Cd, Pb) Pada Kerang (*Anadara Spp*) di Pantai Rawameneng Jawa Barat", Jurnal Penelitian Perikanan Laut No. 37, Balai Penelitian Perikanan laut, hal. 95-99, Jakarta (1986).
9. ANONIMUS., "Logam Cemari Ikan", Jawa Pos, 25 April (1993).
10. ANONIMOUS., "Cadmium, Lead and Tin in The Marine Environment", UNEP Region Seas Reports and Studies No. 56, UNEP Nairobi, Kenya (1985).

TANYA JAWAB

Sukarsono

Tindakan apa yang akan diambil ibu setelah diketahui bahwa terdapat pencemaran Pb & Cd di perairan Gresik

Iswani GS

Pada penelitian ini saya hanya bisa menyimpulkan sementara bahwa daerah perairan Gresik telah tercemar logam Cd & Pb, sedang tindakan yang perlu diambil itu merupakan wewenang Gubernur Jatim

Muzakky

Bagaimana cara pengambilan cuplikan saudara ?, apa sudah memenuhi syarat pengambilan cuplikan secara statistik seperti uniur, letak (daerah), musim kawin dsb ?

Iswani GS

Pengambilan cuplikan air sudah dilakukan dengan teliti yaitu menggunakan botol polietilen yang telah ditreatment dengan HNO₃ 1:3 dan akuatrides kemudian disimpan dalam plastik klip. Pada waktu pengambilan cuplikan air digunakan pula sarung tangan plastik, sedang untuk cuplikan kerang juga sudah diberi petunjuk pengambilan. Namun karena kita tidak dapat mengambil sendiri, kita menunggu nelayan menjaring (pagi atau sore, setiap pengambilan cuplikan sebanyak 30 ekor -sudah memenuhi statistik-, cuaca/angin juga dicatat saat pengambilan, demikian pula untuk suhu, pH, oksigen terlarut dan salinitas.

Mashudi

Mohon dijelaskan keterkaitan penelitian ini dengan program BATAN, terima kasih.

Iswani GS

Penelitian ini dibuat dalam rangka kerjasama antara UNIBRAW dengan PPNY dan waktu itu telah disetujui untuk dilaksanakan.