

DISTRIBUSI Pb DAN Cu PADA BERBAGAI UKURAN PARTIKEL SEDIMEN DI PELABUHAN BENOA

E. Sahara

Laboratorium Kimia Analitik, Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang distribusi Pb dan Cu dalam berbagai ukuran partikel sedimen yang diambil dari Pelabuhan Benoa, Bali. Konsentrasi Pb dan Cu ditentukan dari sedimen dengan ukuran >300; 300 – 100; 100 – 88,88 – 63 dan <63 μm . Destruksi sedimen dilakukan dengan campuran HNO_3 dan H_2O_2 (1:1) pada suhu 120°C , sedangkan pengukuran konsentrasi kedua logam dilakukan dengan teknik Spektroskopi Serapan Atom dengan metode kurva kalibrasi.

Hasil pengukuran terhadap berbagai ukuran sedimen dari empat lokasi sampling menunjukkan bahwa partikel sedimen dengan ukuran >300 μm mengandung 0,74 – 0,77 mg/kg Pb dan 0,15 – 9,24 mg/kg Cu, sedangkan partikel sedimen yang < 63 μm mengandung 21,36 – 53,01 mg/kg Pb dan 104,14 – 132,82 mg/kg Cu. Semakin kecil ukuran partikel, kandungan Pb dan Cu semakin besar. Diperoleh pula bahwa pola distribusi ukuran partikel pada sedimen dari berbagai lokasi sampling memiliki kemiripan.

Kata kunci : distribusi, ukuran partikel, sedimen, Pelabuhan Benoa

ABSTRACT

This paper discusses the distribution of Pb and Cu in various particle sizes of sediment collected from Benoa Bay, Bali. The particle sizes of sediment observed were >300; 300 – 100; 100 – 88,88 – 63 and <63 μm . Prior to the determination of both heavy metals, the sediments were digested with the mixture of HNO_3 and H_2O_2 (1:1) at 120°C . The measurements of the metal concentrations were performed by the use of Atomic Absorption Spectroscopy technique with the application of calibration method.

It was found that the smaller the particle sizes the higher the metals concentrations were. The sediment of >300 μm contained Pb and Cu 0,74 – 0,77 mg/kg and 0,15 – 9,24 mg/kg, respectively. On the other hand, the sediment of < 63 μm contained 21,36 – 53,01 mg/kg Pb and 104,14 – 132,82 mg/kg Cu. It was also observed that the distribution of particle sizes of all sediment collected from four sampling locations had similar pattern.

Keywords : distribution, particle size, sediment, Benoa Bay

PENDAHULUAN

Makin cepatnya pertumbuhan penduduk dunia dan makin meningkatnya pertumbuhan industri mengakibatkan makin banyak bahan-bahan yang bersifat racun yang dibuang ke lingkungan termasuk ke lingkungan laut yang akhirnya bermuara ke laut dalam jumlah yang sulit dikontrol secara tepat. Bahan-bahan beracun

tersebut diantaranya adalah logam Pb dan Cu (Hutabarat dan Hewart, 1985).

Logam Pb umumnya digunakan dalam industri baterai, cat tembok dan bahan bakar bensin, sedangkan logam Cu banyak digunakan dalam industri galangan kapal dan bermacam-macam aktifitas pelabuhan lainnya (Palar, 1994).

Logam berat Pb dan Cu dalam perairan merupakan suatu masalah yang perlu mendapat perhatian khusus, karena logam berat dapat

berpengaruh buruk terhadap organisme yang hidup di perairan tersebut. Logam berat dapat berakumulasi lebih besar pada organisme tropik tingkat tinggi dalam rantai makanan (Nybakken, 1985).

Pb dalam sedimen Pelabuhan Benoa, Bali telah dilaporkan melebihi ambang batas yaitu 12,50 – 21,80 mg/kg (Santosa, 2000). Daya racun Pb yang akut pada perairan alami menyebabkan kerusakan hebat pada ginjal, sistem reproduksi, hati dan otak serta sistem syaraf sentral, dan bisa menyebabkan kematian (Achmad, 2004). Dilihat dari keberadaan Pelabuhan Benoa sebagai pelabuhan internasional, maka setiap tahun aktivitasnya terus bertambah (dengan kunjungan kapal yang tertinggi dibandingkan dengan pelabuhan lainnya yang berada di Bali). Pelabuhan Benoa tidak hanya digunakan sebagai tempat berlabuhnya kapal dagang dan kapal penangkap ikan, tetapi juga digunakan sebagai tempat pelaksanaan kegiatan kelautan. Hal ini mengindikasikan bahwa kemungkinan besar kandungan logam berat pada sedimen di Pelabuhan Benoa cukup tinggi (Indu, 2001).

Dalam badan perairan, logam Pb dan Cu umumnya berada dalam bentuk ion, baik sebagai pasangan ion ataupun dalam bentuk ion tunggal (Palar, 1994). Senyawa Pb dan Cu yang terlarut dalam air dapat diadsorpsi oleh partikulat dan masuk ke dalam sedimen yang terdiri dari partikel yang berasal dari penghancuran batuan dan rangka organisme laut (Hutabarat dan Hewart, 1985). Logam Cu dalam lingkungan air dapat berasal dari pengelasan logam, limbah industri dan domestik, penambangan dan pencucian mineral (Achmad, 2004).

Ukuran partikel mempunyai peranan penting dalam distribusi logam berat pada sedimen. Kandungan bahan organik berhubungan dengan ukuran partikel sedimen. Pada sedimen yang halus persentase bahan organik lebih tinggi daripada dalam sedimen yang kasar. Hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen halus berupa lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organiknya lebih tinggi. Logam berat yang berasal dari aktifitas manusia maupun alam terdistribusi pada partikel sedimen yang

memiliki ukuran berbeda. Beberapa peneliti telah mempelajari hubungan antara ukuran partikel sedimen dengan konsentrasi logam berat. Distribusi logam berat pada berbagai ukuran partikel dipengaruhi oleh pembentukan sedimen baik secara alami maupun non-alami (Siaka *et al*, 2000). Disamping itu, distribusi logam tersebut juga dipengaruhi oleh keadaan fase penyusun sedimen terutama fase yang mampu mengadsorpsi atau bereaksi dengan logam-logam tersebut.

Berkaitan dengan hal tersebut di atas, perlu kiranya diteliti distribusi Pb dan Cu pada berbagai ukuran partikel sedimen di Pelabuhan Benoa, Bali. Dalam penelitian ini logam Pb dan Cu yang ada dalam sedimen ditentukan dengan teknik Spektroskopi Serapan Atom, dimana sampel sedimen dengan berbagai ukuran didestruksi dengan campuran HNO₃ dan H₂O₂ (1:1) (Siaka *et al*, 1998).

MATERI DAN METODE

Bahan

Sampel sedimen diambil secara acak di areal Pelabuhan Benoa. Bahan-bahan kimia yang digunakan yang mempunyai derajat kemurnian pro-analisis diantaranya HNO₃, Pb(NO₃)₂, CuSO₄ anhidrat, H₂O₂ dan air yang digunakan adalah akuademineralisata. Untuk validasi metode dilakukan analisis terhadap sedimen standar bersertifikat AGAL-10.

Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah labu ukur, pipet volume, gelas ukur, mortar, kertas saring, neraca analitik, desikator, oven, ayakan, gelas beaker, sendok polietilen, botol plastik polietilen, botol semprot, pemanas listrik, dan Spektrofotometer Serapan Atom (AAS) Varian model Spectra A-30

Cara Kerja

Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sampel dilakukan pada 8 lokasi secara acak di sekitar Pelabuhan Benoa, dimana sampel yang diambil adalah sedimen permukaan dengan kedalaman 0 sampai 10 cm (Siaka, 1998). Dari masing-masing lokasi

diambil sekitar 100 gram sampel dengan menggunakan sendok polieilen. Dari masing-masing lokasi sampel diambil juga 5 liter air laut untuk tujuan pengayakan. Sampel dimasukkan ke dalam botol polietilen, dimasukkan ke dalam kotak es dan segera dibawa ke laboratorium. Sampel kemudian disimpan dalam lemari es (4°C) sampai pengerjaan selanjutnya.

Pengayakan sampel sedimen

Sedimen basah diayak dengan ayakan 300, 100, 88, dan 63 μm dengan bantuan air yang diambil dari tempat pengambilan sampel. Ini dilakukan dengan tujuan agar semua butiran yang lolos dari ayakan mencerminkan ukuran yang sebenarnya di alam. Butiran yang bercampur dengan air diendapkan selama satu hari. Selanjutnya, cairan yang jernih didekantasi dan endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga berat konstan (Birch and Irvine, 1998; Siaka, 1998). Sedimen kering kemudian digerus, selanjutnya disimpan dalam botol kering sebelum dianalisis lebih lanjut.

Penyiapan sampel

Ditimbang teliti 2 gram sedimen kering lalu dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian ditambahkan 20 mL campuran HNO_3 dan H_2O_2 (1:1) dan didestruksi selama 3 jam pada suhu 120°C (Siaka et al, 1998). Hasil destruksi ini disaring dan filtratnya ditampung dalam labu ukur 50 mL dan diencerkan dengan aquades sampai tanda batas. Kandungan Pb dan Cu dalam filtrat ini kemudian diukur dengan AAS.

Pembuatan kurva kalibrasi

Kurva kalibrasi dibuat dengan cara mengukur absorbans dari larutan Pb dan Cu dengan konsentrasi 0, 1, 2, 4, dan 8 mg/L. Masing-masing larutan diukur absorbansnya pada $\lambda = 217,0\text{ nm}$ untuk Pb dan $\lambda = 324,7\text{ nm}$ untuk Cu. Kurva kalibrasi dibuat dengan memplot konsentrasi vs absorbans.

Penentuan konsentrasi Pb dan Cu dalam sedimen standar bersertifikat AGAL-10

Untuk menguji kehandalan metode yang digunakan, maka dalam penelitian ini dilakukan pengujian dengan sedimen standar AGAL-10. Perlakuan yang digunakan untuk zat standar ini sama seperti perlakuan terhadap sampel sedimen.

Penentuan konsentrasi Pb dan Cu dalam sampel sedimen

Filtrat hasil destruksi diukur dengan AAS menggunakan lebar celah 1 nm untuk Pb dan 0,5 nm untuk Cu. Penentuan konsentrasi logam Pb dan Cu pada sampel dilakukan dengan teknik kurva kalibrasi yang berupa garis linier, sehingga dapat ditentukan konsentrasi sampel dari absorbans yang terukur. Setelah konsentrasi pengukuran diketahui, maka konsentrasi sebenarnya dari Pb dan Cu dalam sampel kering dapat ditentukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pb dan Cu dalam sedimen standar AGAL-10 ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Perolehan Kembali Pb dan Cu dalam Sedimen Standar AGAL-10

L	Ditemukan (mg/kg)	Kandungan logam dalam sedimen standar (mg/kg)	% Perolehan kembali
Pb	$41,23 \pm 0,19$	$42,34 \pm 5,24$	97,38
Cu	$23,25 \pm 0,06$	$23,51 \pm 1,63$	98,89

Dari hasil perolehan kembali dalam tabel di atas, dapat dilihat bahwa destruksi terhadap sampel dengan campuran HNO_3 dan H_2O_2 (1:1) memberikan hasil pengukuran Pb dan Cu yang akurat dan teliti.

Pengukuran Pb dan Cu dalam sedimen dengan berbagai ukuran dapat dilihat dalam Tabel 2 berikut:

Tabel 2. Kandungan Pb dan Cu pada Berbagai Ukuran Partikel

Lokasi	Ukuran partikel (μm)	Jumlah partikel (% b/b)	Pb (mg/kg)	Cu (mg/kg)
I	>300	25,10	$0,76 \pm 0,09$	$1,28 \pm 0,06$
	300 – 100	19,11	$1,49 \pm 0,06$	$2,24 \pm 0,05$
	100 – 88	18,69	$2,23 \pm 0,08$	$36,37 \pm 0,02$
	88 – 63	14,17	$18,63 \pm 0,18$	$196,35 \pm 0,3$
	<63	22,94	$53,01 \pm 0,27$	$127,26 \pm 0,2$
II	>300	21,09	$0,76 \pm 0,04$	$9,24 \pm 0,36$
	300 – 100	21,34	$39,95 \pm 0,02$	$26,04 \pm 0,02$
	100 – 88	19,48	$8,69 \pm 0,09$	$50,47 \pm 0,08$
	88 – 63	15,82	$28,94 \pm 0,12$	$194,43 \pm 0,06$
	<63	22,27	$21,36 \pm 0,18$	$132,82 \pm 0,02$
III	>300	20,96	$0,74 \pm 0,02$	$0,15 \pm 0,01$
	300 – 100	19,38	$1,50 \pm 0,07$	$0,47 \pm 0,02$
	100 – 88	19,24	$3,70 \pm 0,12$	$35,81 \pm 0,06$
	88 – 63	17,29	$19,88 \pm 0,18$	$68,54 \pm 0,08$
	<63	23,13	$27,00 \pm 0,21$	$104,14 \pm 0,06$
IV	>300	20,16	$0,77 \pm 0,04$	$0,23 \pm 0,02$
	300 – 100	20,05	$1,54 \pm 0,06$	$0,54 \pm 0,03$
	100 – 88	20,59	$2,23 \pm 0,09$	$33,64 \pm 0,06$
	88 – 63	17,57	$12,04 \pm 0,11$	$46,36 \pm 0,15$
	<63	21,39	$41,23 \pm 0,24$	$111,89 \pm 0,28$

Keterangan : I : ± 5 m sebelah timur Satpol Air

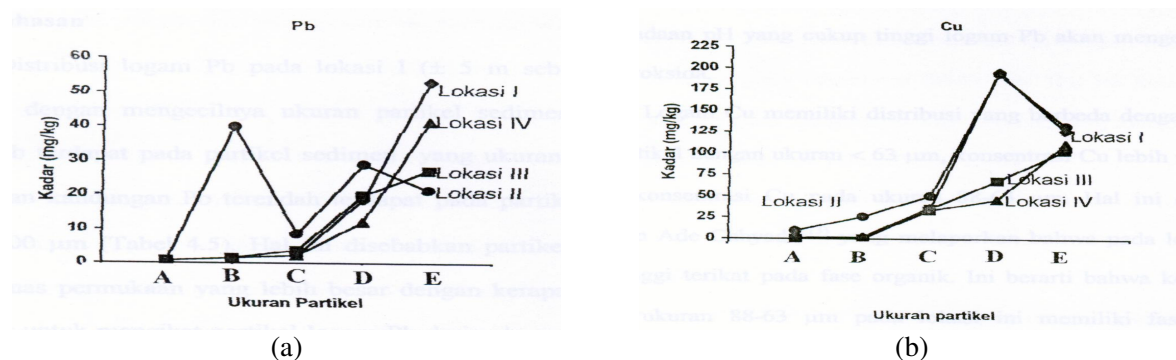
II : \pm sebelah selatan doking kapal ikan

III : ± 5 m di sekitar zona bisnis

IV : ± 100 m sebelah utara zona pelabuhan Marina

Trend kandungan logam dalam berbagai ukuran partikel dapat dilihat dalam Gambar 1 (a) dan (b). Secara umum dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran partikel, semakin besar kandungan logam beratnya baik Pb maupun Cu-nya. Ini disebabkan karena partikel sedimen yang halus memiliki luas permukaan yang besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat Pb dari pada partikel sedimen yang lebih besar (Munir, 1994). Tingginya kandungan Pb pada partikel sedimen pada lokasi I didukung oleh pH air yang cukup tinggi yaitu 8,11, dimana pada pH ini Pb mengendap sebagai oksida atau hidroksida. Cu memiliki distribusi yang berbeda dengan Pb, dimana partikel dengan ukuran <63 μm kandungan Cu-nya lebih rendah dibandingkan dengan Cu pada sedimen dengan

ukuran 88 -63 μm . Hal ini didukung oleh laporan Ade Cahyadi (Cahyadi 2000) dimana pada lokasi ini konsentrasi Cu tertinggi terikat pada fase organik. Ini berarti kemungkinan partikel yang berukuran 88 – 63 μm memiliki fase organik sehingga mempunyai kemampuan yang besar untuk mengikat Cu. Kandungan Pb dan Cu pada lokasi ini paling tinggi yaitu berturut-turut sebesar 53,01 mg/kg dan 196,35 mg/kg yang disebabkan karena pada lokasi ini terdapat banyak galangan kapal pesiar. Distribusi ukuran partikel sedimen di lokasi ini mempunyai pola yang hampir sama dengan ketiga lokasi lainnya. Sedimen pada lokasi ini paling banyak mengandung butiran pasir kasar dengan ukuran partikel >300 μm yaitu sebesar 25,10%.



Gambar 1. Distribusi logam Pb (a) dan Cu (b) pada berbagai ukuran partikel

Keterangan : A = >300 μm ;
 B = 300 – 100 μm ;
 C = 100 -88 μm ;
 D = 88 – 63 μm ;
 E = < 63 μm .

Pada lokasi II yaitu ± 3 m sebelah selatan docking kapal ikan, distribusi logam tidak beraturan (Gambar 1 (a)). Kadungan Pb tertinggi terdapat pada sedimen yang berukuran 300 – 100 μm yaitu sebesar 39,95 mg/kg, sedangkan Cu tertinggi ada pada sedimen dengan ukuran partikel 88 – 63 μm yaitu sebesar 194,43 mg/kg. Hal ini dapat disebabkan karena logam Pb pada partikel dengan ukuran 300 – 100 μm lebih banyak terikat pada fase karbonat yaitu sebesar 16 – 61%. pH air pada lokasi ini cukup tinggi yaitu 8,31 dimana pH ini memperkecil kelarutan Pb dalam air. Tingginya kandungan Cu pada ukuran 88 – 63 μm disebabkan karena sedimen ukuran ini mempunyai fase organik (25 -64 %) yang mengikat logam tersebut (Cahyadi, 2000). Dari tabel dapat dilihat sedimen pada lokasi ini paling banyak mengandung sedimen ukuran <63 μm yang berupa lempung.

Pada lokasi III distribusi Pb dan Cu meningkat dengan mengecilnya ukuran partikel. Sedimen pada lokasi ini paling banyak mengandung sedimen yang berukuran <63 μm yang berupa lempung yaitu sebesar 23,13%. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa sedimen di lokasi ini paling sedikit mengandung Pb dan Cu karena lokasi ini bukan merupakan jalur pelayaran

sehingga tidak terdapat galangan kapal. Trend distribusi logam Pb dan Cu pada lokasi IV menyerupai trend distribusi di lokasi III. Sedimen pada lokasi ini paling banyak berupa lempung dengan ukuran partikel < 63 μm .

Sedimen-sedimen yang dikumpulkan dari beberapa lokasi di Pelabuhan Benoa ini memiliki pola distribusi ukuran partikel hampir sama. Namun demikian, hubungan antara ukuran partikel dengan kandungan Pb dan Cu setiap sedimen berbeda. Secara alami, ukuran butiran dan sumber logam dalam sedimen dipengaruhi oleh dua faktor yaitu antropogenik dan masuknya logam secara alami (Birch, *et al*, 2001). Pada umumnya kandungan logam berat tertinggi terakumulasi pada partikel sedimen yang lebih kecil, sedangkan kandungan logam berat terendah terakumulasi pada partikel yang berukuran lebih besar (Siaka, *et al*, 2000).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Adapun simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah sebagai berikut diantaranya : distribusi Pb dan Cu pada sedimen dipengaruhi oleh ukuran partikel dimana

semakin kecil ukuran partikel, kandungan Pb dan Cu semakin besar. Partikel sedimen ukuran >300 µm mengandung 0,74 – 0,77 mg/kg Pb dan 0,15 – 9,24 mg/kg Cu, sedangkan partikel sedimen yang < 63 µm mengandung 21,36 – 53,01 mg/kg Pb dan 104,14 – 132,82 mg/kg Cu sedan pola distribusi ukuran partikel pada sedimen dari berbagai lokasi sampling memiliki kemiripan. Akan tetapi, kandungan Pb dan Cu pada masing-masing partikel sedimen sangat berbeda.

Saran

Mengingat tingginya kandungan Pb dan Cu yang diperoleh pada penelitian ini perlu kiranya dilakukan penelitian terhadap logam-logam berat lainnya serta spesiasinya. Pengaruh pH serta musim perlu juga dipelajari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Melalui kesempatan ini penulis menyampaikan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak I Made Siaka dan Putu Agustinawati yang telah membantu kelancaran penelitian ini, serta Pihak Pelabuhan Benoa yang telah mengizinkan dalam pengambilan sampel sedimen.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R., 2004, *Kimia Lingkungan*, Penerit ANDI, Yogyakarta.
- Birch, G. F. and Irvine, 1998, *Distribution of heavy Metal in Surficial Sediments of Port Jacktion, Sidney, New South Wales*, Australia.
- Birch, G.F., M. Siaka, and C. M. Owens, 2001, *The Source of Anthropogenic Heavy Metals In Fluvial Sediments of A Rural Catchment : Coks River, Australia*, Water, Air & Soil Pollution, 126.
- Cahyadi, A. I. G., 2000, Bioavailability dan Spesiasi Logam Pb dan Cu pada Sedimen di Pelabuhan Benoa, *Skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana, Bali.
- Hutabarat, S. dan Hewart M. E., 1985, *Pengantar Oseanografi*, Universitas Indonesia.
- Indu, 2001, Benoa Potensial Jadi Pelabuhan Bisnis, *Bali Post*, 29 Mei 2001, Denpasar.
- Nyabakken, W.J., 1985, *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*, P.T. Gramedia, Jakarta.
- Palar, H., 1994, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Penerbit Rineka Cipta, Jakarta.
- Santosa, Y. K., 2000, Kandungan Logam Timbal (Pb) dalam Air Laut, Sedimen, dan Ikan Lemuru (*sardinella Longiceps*) di Pelabuhan Benoa, *Skripsi*, Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Udayana, Denpasar.
- Siaka, M., 1998, The Application of Atomic Absorption Spectroscopy to the Determination of Selected Trace Element in Sediment of the Coks River Catchment, *Thesis*, Department of Chemistry, Faculty of Science and Technology, University of Western Sydney Nepean.
- Siaka, M., C.M. Owens, and G.F. Birch, 1998, Evaluation of Some Digestion Methods for the Determination of Heavy Metals in Sediment Samples, Flame-AAS, *Analytical Letters*, 31 (4), U.S.A.
- Siaka, M., C.M. Owens, and G.F. Birch, 2000, Distribution of Heavy Metals Between Grain Size, *Review Kimia*, Vol. 3 (2).