

## KANDUNGAN LOGAM Cu TOTAL DALAM AIR LAUT DAN SEDIMEN SERTA BIOAVAILABELNYA DALAM SEDIMEN DI PANTAI BALANGAN KABUPATEN BADUNG BALI

I G. A. K. S. P. Dewi\*, N. G. A. M. D. A. Suastuti, dan M. Krisensia

*Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana, Jimbaran, Bali, Indonesia*

*\*Email: [kuntipancadewi@unud.ac.id](mailto:kuntipancadewi@unud.ac.id)*

---

### ABSTRAK

Pantai Balangan di Kabupaten Badung Bali adalah tujuan wisata yang sangat populer yang terletak di selatan Bali dekat Pura Uluwatu. Karena banyak sekali aktivitas wisata yang menimbulkan polusi. Tujuan penelitian untuk mengetahui konsentrasi logam Cu total dalam air dan sedimen serta untuk mengetahui bioavailabilitas Cu dalam sedimen. Untuk mengetahui bioavailabilitas Cu dalam sedimen, sedimen diekstraksi dengan metode ekstraksi sekuensial, kemudian filtrat dianalisis menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) merk Shimadzu AA-7000 dengan teknik kurva kalibrasi. Kandungan logam Cu yang diperoleh dalam air dan sedimen masing-masing adalah (0,0247-0,048) mg / L dan (3,2742-6,1334) mg / kg. Hasil fraksinasi Cu dalam sedimen adalah sebagai berikut: Fraksi EFLE (mudah, bebas, leachable dan dapat ditukar) sebesar 0,130 mg / kg - 0,787 mg / kg, fraksi Fe / Mn oksida 0,165 mg / kg - 0,819 mg / kg; organik / sulfida 0,456 mg / kg - 1,641 mg / kg dan fraksi resistansi 1,008 mg / kg - 3,478 mg / kg. Oleh karena itu, fraksi ketersediaan hayati dalam sedimen untuk Cu adalah 22,92% - 52,93%, dan fraksi resistansi adalah 47,06% - 77,06%, hal ini berarti bahwa terdapat sedikit Cu yang tersedia untuk organisme dibandingkan dengan resisten.

**Kata kunci:** air laut, bioavailabilitas, Cu, Pantai Balangan, sedimen

### ABSTRACT

Balangan Beach located in Badung Regency of Bali is a very popular tourist destination in the south of Bali near Uluwatu Temple. There is a lot of tourism activities which can cause pollution. The aim of the study was to determine the concentration of total Cu metals in water and sediments as well as the bioavailability of Cu in the sediments. In order to determine the bioavailability of Cu in the sediments, the sediment was extracted by the sequential extraction method, then the filtrate was analyzed by using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) brand Shimadzu AA-7000 with a calibration curve technique. The metal content of Cu obtained in water and sediments was in the range of 0.0247-0.048 mg/L and 3.2742-6.1334 mg/kg, respectively. The results of Cu fractionation in sediments were as follows: EFLE fraction (easily, freely, leachable and exchangeable) was of 0.130 mg/kg – 0.787 mg/kg, Fe/Mn oxide fraction was of 0.165 mg/kg – 0.819 mg/kg; organic/sulfide was of 0.456 mg/kg – 1.641 mg/kg and the resistance fraction was of 1.008 mg/kg – 3.478 mg/kg. Therefore, the bioavailable fraction in the sediment for Cu was in the range of 22.92% - 52.93%, and the resistant fraction was in the range of 47.06% - 77.06%.

**Keywords:** Balangan Beach, bioavailability, Cu, sea water, sediments

### PENDAHULUAN

Pantai Balangan terletak di Desa Ungasan, Kelurahan Jimbaran, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung Bali. Pantai Balangan banyak dikunjungi oleh wisatawan terutama wisatawan mancanegara, karena

pemandangan yang indah dengan sunsetnya dan ombaknya yang besar sangat mendukung aktivitas surfing.

Laut merupakan tempat bermuaranya sungai, baik sungai besar maupun sungai kecil. Laut akan menjadi tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang terbawa

oleh aliran sungai. Pencemar logam berat sangat berbahaya karena menimbulkan efek racun bagi manusia (Boran dan Altinok, 2010). Logam Cu yang masuk ke dalam tatanan lingkungan perairan dapat terjadi secara alami maupun berasal dari kegiatan manusia. Logam yang ada di perairan, suatu saat akan turun dan mengendap di dasar perairan atau sedimen.

Bioavailabilitas adalah ketersediaan suatu zat yang dapat diserap oleh organisme hidup dan dapat menyebabkan respon fisiologis atau toksikologi merugikan (Davidson *et al.*, 1994). Konsentrasi logam yang tersedia secara biologis (*bioavailability*) yang berpengaruh dalam menentukan penilaian dampak berbahaya (*risk assessment*) dari logam terhadap kehidupan biota dan ekosistem di perairan Pantai. Bioavailabilitas suatu logam dapat diketahui melalui analisis dengan teknik spesiasi. Teknik spesiasi sangat berguna dalam memahami partisi logam, distribusi, akumulasi dan mobilitasnya baik di air, maupun sedimen. Konsentrasi logam total dalam sedimen, maupun dalam air tidak memberikan informasi mengenai toksisitasnya dan tidak bisa dijadikan indikator yang baik untuk menunjukkan bioavailabilitasnya terhadap organisme. Analisis spesiasi logam terhadap ekosistem perairan merupakan suatu landasan yang sangat berguna dalam menduga bioavailabilitas dan strategi penanganan resiko (Siaka, 1998).

Logam Cu total dalam air laut dan sedimen dikawasan pantai Serangan sebesar  $0,0017 \pm 0,00$  mg/L dan  $9,1232 \pm 1,62$  mg/kg serta fraksi resistant pada sedimen 77,40% (Aryawan *et al.*, 2017). Tingkat *bioavailable* dan berpotensi *bioavailable* logam Cu dalam sedimen di sungai Badung dari tidak terdeteksi hingga 18%, sedangkan Cu yang non *bioavailable* 15-44% (Wijayanti *et al.*, 2015). Spesiasi untuk logam Cu dalam sedimen yang diayak basah dan kering berturut turut adalah: fraksi freely, leachable, dan exchangeable (EFLE) 0,79% dan 0,49%; fraksi Fe/Mn oksida 67,75% dan 58,71%; fraksi organik dan sulfida 24,34% dan 34,71%; serta fraksi resistant 2,89% dan 2,82%, sehingga fraksi *bioavailable* dan fraksi resistant untuk Cu dalam sedimen yang diayak basah berturut turut adalah 92,88 % dan 2,89%, sedangkan yang diayak kering adalah 93,92 % dan 2,82% (Agustina, *et al.*, 2014).

## METODE

Pengambilan sampel dilakukan pada kawasan pesisir Pantai Balangan. Sampel diambil di 5 titik secara urut dengan jarak 7 meter. Pengukuran pH dan suhu air secara in situ menggunakan pH meter dan thermometer.

Sampel air diambil 1 liter menggunakan *water sampler* dengan kedalaman 10 cm (Agtas *et al.*, 2007). Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada kawasan pesisir Pantai Balangan. Sampel diambil di 5 titik secara urut yang sama dengan jarak 7 meter. Sampel sedimen yang diambil yaitu pada bagian permukaan 0-10 cm kira-kira sebanyak 100 gram dari masing-masing titik di masing-masing lokasi dengan menggunakan *Eikman Grab Sediment Sampler*, kemudian dimasukkan ke dalam kantong plastik. Sampel-sampel yang telah diambil dimasukkan dan disimpan dalam *ice box* yang diisi es dan dibawa ke laboratorium.

Sedimen basah diayak dengan ayakan  $63 \mu\text{m}$  dengan bantuan air yang diambil dari tempat pengambilan sampel. Pengayakan dilakukan terhadap sedimen basah dengan tujuan agar semua butiran sedimen yang lolos dari ayakan mencerminkan ukuran yang sebenarnya di alam. Ukuran  $\leq 63 \mu\text{m}$  dipilih karena pada ukuran tersebut lebih banyak mengikat senyawa-senyawa logam. Butiran sedimen yang bercampur dengan air laut (ukuran  $\leq 63 \mu\text{m}$ ) diendapkan selama 24 jam. Cairan yang jernih selanjutnya didekantasi dan endapannya dikeringkan dalam oven pada suhu tidak lebih dari  $60^\circ\text{C}$  hingga diperoleh massa konstan. Sedimen kering yang diperoleh digerus kemudian disimpan dalam botol kering sebelum dianalisis lebih lanjut (Arifin dan Fadhlina, 2007).

Prosedur penelitian ekstraksi bertahap didasarkan atas metode yang diusulkan oleh Davidson *et al* (1998), yaitu : Ekstraksi tahap I (Fraksi Easly, Freely, Leachable and Exchangeable (EFLE)). Sampel sedimen 1 gram ditambahkan 40 mL  $\text{CH}_3\text{COOH}$  0,1 M. Campuran digojog dengan penggojog listrik selama 2 jam. Campuran sampel disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Bagian cair didekantasi dan diencerkan dengan aquades sampai 50 mL. Hasil preparasi sampel yang diperoleh, diukur absorbansinya menggunakan AAS pada panjang gelombang 324,7 nm; Ekstraksi Tahap II (Fraksi Mn dan

Fe Oksida) residu fraksi I ditambahkan 40 mL  $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$  0,1 M dan campuran diatur keasamannya sampai pH 2 dengan menambahkan asam nitrat. campuran digojog selama 2 jam, kemudian campuran tersebut di sentrifugasi pada kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Bagian cair pada campuran didekantasi dan diencerkan dengan aquades sampai volume 50 mL kemudian diukur absorbansinya menggunakan AAS; Ekstraksi tahap III (Fraksi Organik dan Sulfida) menggunakan residu fraksi II ditambahkan 10 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  8,8 M, kemudian didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang dan sesekali dikocok.

Campuran dipanaskan pada suhu  $85^\circ\text{C}$  selama 1 jam dalam penangas air, kemudian campuran didinginkan dan ditambahkan 20 mL  $\text{CH}_3\text{COONH}_4$  1 M dan campuran diatur keasamannya sampai pH 2 dengan menambahkan asam nitrat, disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Bagian cair didekantasi dan diencerkan dengan aquades sampai 50 mL. Hasil preparasi sampel yang diperoleh, diukur absorbansinya menggunakan AAS; Ekstraksi Tahap IV (Fraksi Resistant) dilakukan dengan cara esidu fraksi III dicuci dengan 10 mL aquades, selanjutnya campuran yang telah dicuci ditambahkan dengan 10 mL *reverse aquaregia*, kemudian didigesti dengan *ultrasonic bath* pada suhu  $60^\circ\text{C}$  selama 45 menit dan dipanaskan dengan *hotplate* pada suhu  $140^\circ\text{C}$  selama 45 menit, selanjutnya disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Bagian cair di dekantasi dan diencerkan dengan aquades sampai 50 mL. kemudian diukur absorbansinya menggunakan AAS.

Kandungan logam total Cu dalam air laut ditentukan dengan mengukur absorbansinya menggunakan AAS dan konsentrasinya ditentukan berdasarkan kurve kalibrasi dengan persamaan garis  $y = 0,0527x + 0,0013$ , dengan  $R^2 = 0,9991$

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis logam Cu total dalam air laut dan sedimen ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Konsentrasi Logam Cu Total pada Air Laut dan Sedimen

Lokasi	Cu Total dalam air Laut (mg/L)	Cu Total dalam Sedimen(mg/Kg)
A	$0,0247 \pm 0,0019$	$3,2742 \pm 0,1400$
B	$0,0322 \pm 0,0019$	$4,6796 \pm 0,3796$
C	$0,0360 \pm 0,0038$	$5,2495 \pm 0,0720$
D	$0,0398 \pm 0,0019$	$5,8333 \pm 0,1412$
E	$0,0480 \pm 0,0039$	$6,1334 \pm 0,0989$

Konsentrasi rata-rata logam Cu pada air laut dari lokasi A hingga lokasi E sebesar 0,0247 mg/L, 0,0322 mg/L, 0,0360 mg/L, 0,0398 mg/L dan 0,0480 mg/L. Peraturan Gubernur Bali No. 16 Tahun 2016 tentang baku mutu air laut untuk biota laut, sebesar 0,0080 mg/L. Konsentrasi logam Cu pada semua lokasi sudah melebihi konsentrasi yang diperbolehkan, hal ini mungkin disebabkan oleh berbagai aktivitas masyarakat baik dari sektor pariwisata maupun aktivitas masyarakat seperti nelayan. Logam Cu yang ada dalam air di pantai Balangan mungkin juga berasal dari sungai-sungai yang membawa berbagai limbah baik domestic maupun industri sepanjang alirannya dan bermuara di pantai ini.

Kandungan logam Cu yang terdapat dalam sedimen di Pantai Balangan berturut-turut sebesar 3,3358 mg/kg, 3,5925 mg/kg, 3,9042 mg/kg, 4,2767mg/kg dan 4,4733 mg/kg. Konsentrasi Cu dalam sedimen jauh lebih besar daripada dalam air, karena logam dalam air suatu saat akan mengendap ke dasar perairan atau sedimen. Konsentrasi Cu dalam sedimen dipantai Balangan ini jauh lebih kecil dibandingkan dengan kandungan Cu dalam sedimen di Pelabuhan Benoa sebesar 179,9797 mg/kg (Agustina *et. al.*, 2014), hal ini mungkin disebabkan oleh aktivitas pada kedua tempat ini berbeda.

Konsentrasi logam berat dalam fraksi sedimen memberikan gambaran mengenai ketersediaan logam berat bagi makhluk hidup

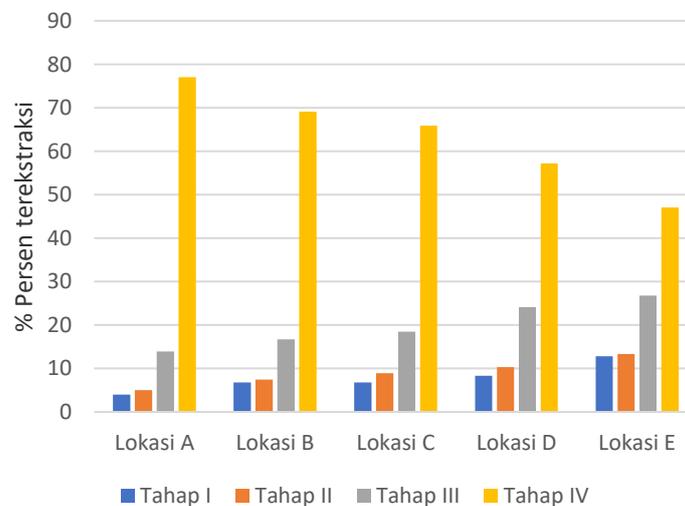
di perairan. Konsentrasi dan persentase logam Cu yang terekstraksi dengan ekstraksi bertahap dapat dilihat pada Tabel 2

**Tabel 2.** Persen Terekstrasi Logam Cu

	Lokasi		Persen Terekstrasi	
	Tahap I	Tahap II	Tahap III	Tahap IV
A	3,97	5,03	13,92	77,06
B	6,76	7,44	16,73	69,07
C	6,80	8,88	18,46	65,85
D	8,36	10,30	24,14	57,19
E	12,83	13,34	26,76	47,06

Keterangan: Tahap I : Fraksi EFLE, Tahap II: Fraksi Fe/Mn-Oksida, Tahap III: Fraksi organik dan Tahap IV: Fraksi residant

Hasil spesiasi pada keempat fraksi yang terdapat pada kelima titik sampling dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Persen Terekstraksi pada Masing-masing Tahap di Lima Lokasi Sampling

Ekstraksi tahap I diperoleh fraksi logam yang mudah terionisasi yang disebut dengan fraksi EFLE. Logam Cu yang terekstraksi sebagai fraksi EFLE lebih rendah yaitu pada kisaran 3,97-12,83% hal ini menunjukkan bahwa logam Cu yang memiliki ikatan yang lemah/labil pada sedimen di pantai Balangan sangat sedikit.

Fraksi tahap II atau fraksi Fe/Mn Oksida untuk logam Cu yang diperoleh sebesar 5,03-13,34%. Fraksi tahap III atau fraksi organik dan sulfida yang diperoleh sebesar 13,92-

26,76%. Fraksi organik sulfida untuk logam Cu menunjukkan bahwa logam tersebut mudah teroksidasi oleh peroksida sehingga diperoleh fraksi logam yang berikatan pada senyawa organik dan sulfida (Gasparatos *et al.*,2005).

Logam pada fraksi resistant atau fraksi tahap IV ini masih tertinggal di dalam residu setelah ekstraksi tahap I, II dan III. Logam Cu pada fraksi resistant berkisar 47,06-77,06%. Fraksi ini bersifat sangat stabil karena terikat kuat dengan fase silikat atau mineral stabil. Logam yang berasosiasi dengan silikat atau

mineral stabil merupakan cemaran yang berasal dari pelapukan batuan secara alami. Logam yang terdapat pada fraksi ini hanya dapat larut dengan pereaksi Reverse Aquaregia (HNO<sub>3</sub> dan HCl 3:1) (Badri dan Aston, 1983).

Logam Cu dalam sedimen di Kawasan Pantai Balangan secara berturut-turut didominasi oleh fraksi resistant 47,06-77,06%, kemudian diikuti fraksi teroksidasi organik (Oxidisable organic) 13,92-26,76%, fraksi tereduksi asam (reducible acid) 5,03-13,34% dan fraksi EFLE (easily, freely, leachable dan exchangeable) yaitu paling rendah yaitu 3,97-12,83%.

Hasil dari penjumlahan logam yang terekstraksi pada tahap I, II dan III (EFLE, reducible acid dan oxidisable organic) secara matematis disebut dengan fraksi bioavailable atau fraksi *non-resistant*. Penelitian ini diperoleh fraksi *bioavailable* logam Cu berturut-turut dari lokasi A sampai E sebesar 22,9 %, 30,93%, 34,14 %, 42,80 dan 52,93 %. Fraksi *resistant* atau *non-bioavailable* berturut-turut sebesar 47,06%, 57,19%, 65,85%, 69,07% dan 77,06%. Hasil ini menunjukkan bahwa logam Cu yang tersedia bagi makhluk hidup lebih kecil daripada yang tidak tersedia atau terikat.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan antara lain: konsentrasi logam Cu total dalam air laut dan sedimen adalah 0,0480 mg/L dan 6,1334 mg/kg. Bioavailabilitas logam Cu yang bersifat non bioavailabel masing-masing di lima lokasi 47,06%; 57,19%; 65,85%; 69,07% dan 77,06% sedangkan untuk yang bioavailabel persentasenya sangat kecil yaitu berturut-turut 22,9 %; 30,93%; 34,14 %; 42,80 dan 52,93 %.

### Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah perlu dilakukan penelitian dengan jenis logam berat lain seperti Pb, Cd, Zn, untuk melihat spesiasi dan tingkat bioavailabilitasnya pada sedimen di Pantai Balangan Bali.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agtas, S., Gey, H., & Gul, S. 2007. Concentration of Heavy Metals In Water and Chub, *Leuciscus cephalus* (Linn.) From The River Yildiz, Turkey, *Journal of Environmental Biology, J.E.B.*, 28(4) 845-849.
- Agustina, A., Sahara, E., and Dewi, I G. A. K. S. P. 2014. Spesiasi dan bioavailabilitas logam Cu dan Zn dalam sedimen dipelabuhan benoa yang diayak basah dan kering. *Jurnal Kimia*. 8 (1): 9-16
- Arifin, Z., and Fadhlina. D., 2009. Fraksinasi Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Zn dalam Sedimen dan Bioavailabilitasnya bagi Biota di Perairan Teluk Jakarta. *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*. 14 (1): 27-32
- Aryawan, R., Sahara, E., dan Suprihatin, I. E. 2017. Kandungan Logam Pb dan Cu Total dalam Air, Ikan dan Sedimen Di Kawasan Pantai Serangan Serta Bioavailabilitasnya, *Jurnal Kimia*. 11(1): 56-63.
- Boran, M., dan Altinok, I. 2010. A Review of Heavy Metals in Water, Sediment and Living Organisms in the Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* 10 : 565-572.
- Connell dan Miller. 2006. Kimia Dan Ekotoksikologi Pencemaran, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Darmono. 1995. Logam Berat dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup, UI-Press, Jakarta.
- Darmono. 2001. Lingkungan Hidup Dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia Press.
- Davidson, C.M., Thomas, R.P., McVey, S.E., Perala, R., Littlejohn, D., dan Ure, A.M. 1994. Evaluation Of A Sequential Extraction Procedure For The Speciation Of Heavy Metals In Sediments. *Analytica Chemica Acta*, 291: 277-286.
- Davidson, C.M., Duncan, A.L., Littlejohn, D., Ure, A.M., and Garden, L.M. 1998. A Critical Evaluation of The Three-Stage BCR Sequential Extraction Procedure to Assess The Potential Mobility and Toxicity of Heavy Metals in Industrially-

- Contaminated Land. *Analytica Chimica Acta*. 393(363): 45-44.
- Gasparatos, D., Haidouti, C., Adrinopoulus dan Areta, O. 2005. Chemical Speciation And Bioavailabiliyy Of Cu, Zn and Pb In Soil From The National Garden Of Athens, Greece, Proceedings : International Conference On Environmental Science And Technology, Rhodes Island, Greece, 1-3 September 2005.
- Siaka, M. 2016. Spesiasi dan Bioavailabilitas Logam Berat dalam Tanah dan Akumulasinya dalam Sayuran Sebagai dasar Penentuan Tingkat Aman Konsumsi. *Disertasi*. Pascasarjana Universitas Udayana, Falkutas Pertanian. Denpasar Bali.
- Wardhana, W.A. 2004. Dampak Pencemaran Lingkungan. Cetakan keempat. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Wijayanti, N., Siaka, I. M., dan Widihati, I. A. G. 2015. Spesiasi dan Bioavailabilitas Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) dalam Sedimen Sungai Tukad Badung. *Jurnal Kimia*. 9(2): 211-216.