

KANDUNGAN TOTAL LOGAM Pb DALAM AIR DAN SEDIMEN SERTA BIOAVAILABILITASNYA DI PANTAI KEDONGANAN BALI

Ni Gusti Ayu Made Dwi Adhi Suastuti, Irdhawati*, Nadya Sarilla Agatha

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana
Jl. By Pass Ngurah Rai Kampus Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia 80361

*Corresponding author: irdhawati@unud.ac.id

ABSTRAK: Pencemaran yang diakibatkan oleh logam berat dalam air laut dan sedimen sangat penting untuk diperhatikan karena dapat merusak lingkungan perairan dalam bentuk penurunan kualitas ekosistem. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kandungan total logam Pb dalam air dan sedimen serta bioavailabilitasnya di Pantai Kedonganan Bali. Penentuan kandungan logam Pb dalam air laut dan sedimen menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom. Penentuan spesiasi logam Pb dalam sedimen dilakukan ekstraksi bertahap dan kandungan logamnya diukur menggunakan SSA. Konsentrasi logam Pb total dalam air laut adalah antara 0,2630-1,2642 mg/L pada tiga lokasi yang berbeda. Menurut Keputusan Kementerian Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut, keberadaan logam Pb di perairan sudah melewati ambang batas sebesar 0,05 mg/L. Konsentrasi logam Pb dalam sedimen sebesar 541,7 mg/kg. Berdasarkan pedoman mutu *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC)* tahun 2000, konsentrasi logam Pb dalam sedimen sudah melewati nilai ambang batas yang telah ditentukan sebesar 50-220 mg/kg. Bioavailabilitas logam Pb didominasi oleh logam yang sifatnya berpotensi bioavailabel (46,42-53,58%), kemudian yang sifatnya non bioavailabel (37,92-39,46%), dan yang paling kecil adalah logam yang bersifat bioavailabel (7,36-15,35%).

Kata kunci: air laut; bioavailabilitas; logam berat; sedimen

ABSTRACT: Monitoring of heavy metal pollution in seawater and sediment is very important because it can damage the aquatic environment in the form of decreasing ecosystem quality. The purpose of this study was to determine the total content of Pb in water and sediment in Kedonganan Beach Bali, and their bioavailability. Determination of Pb content in seawater and sediment has been done using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The speciation of Pb in sediments was carried out by stepwise extraction, then the Pb content was measured using AAS. The concentrations of total Pb in seawater from three different locations were between 0,2630-1,2642 mg/L. According to the Decree of the State Ministry of the Environment No. 51/2004 concerning Sea Water Quality Standards, the threshold for Pb in water over than acceptable value of 0.05 mg/L. The total concentration of Pb in the sediment was 541.7 mg/kg. Based on the quality guidelines of the Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC) 2000, the concentration of Pb was more than threshold value of 50-220 mg/kg. The potential bioavailability of Pb in sediment was 46.42-53.58%, followed by non-bioavailability at 37.92-39.46%, and bioavailable 7.36-15.35%.

Keywords: bioavailability; heavy metals; sea water; sediment

1. PENDAHULUAN

Pantai Kedonganan terletak di bagian selatan Pulau Bali, tepatnya di Desa Kedonganan, Kecamatan Kuta Selatan, Kabupaten Badung. Daya tarik utama Pantai Kedonganan adalah pasar ikan dan rumah makan seafood. Keberadaan pasar ikan, aktivitas kapal nelayan, serta keberadaan rumah makan seafood dapat memberikan dampak negatif yang tentunya dapat menurunkan kualitas perairan di Kawasan Pantai Kedonganan. Hal ini disebabkan limbah-limbah yang masuk ke dalam perairan pantai kemungkinan mengandung logam-logam berat yang dapat menimbulkan pencemaran laut.

Pencemaran laut akibat logam berat dapat membahayakan semua makhluk hidup baik manusia maupun biota laut. Hal ini disebabkan logam berat yang ada di perairan, dapat terjadi bioakumulasi dan biomagnifikasi pada organisme perairan laut. Logam berat di perairan dapat mengalami sedimentasi membentuk sedimen di dasar perairan. Dengan kondisi seperti ini masyarakat yang memanfaatkan air laut dan ikan memiliki peluang yang sangat besar terkontaminasi logam berat. Logam timbal (Pb) yang masuk ke laut sebagai pencemar dapat disebabkan oleh adanya aktivitas pengisian bahan bakar minyak (BBM) bagi kapal-kapal laut [1]. Logam Pb merupakan logam yang keberadaannya dalam tubuh makhluk hidup dapat dikatakan tidak diharapkan. Keberadaan logam Pb dalam tubuh bersifat menghambat kerja enzim [2].

Kontaminasi logam berat yang mencemari lingkungan terjadi melalui rantai makanan. Proses ini mengakibatkan logam berat dapat memasuki tubuh manusia. Apabila logam berat yang terakumulasi pada jaringan hewan dan tumbuhan yang kemudian dikonsumsi oleh manusia, dapat menghambat pertumbuhan dan perkembangan tubuh, menimbulkan cacat fisik, menurunkan kecerdasan, melemahkan syaraf, dan berpengaruh ke tulang [3].

Aryawan *et al.* [4] telah melakukan analisis mengenai kandungan logam Pb dan Cu dalam air, ikan, dan sedimen serta bioavailabilitasnya di kawasan perairan pantai Serangan. Konsentrasi Pb dalam air laut di kawasan Pantai Serangan adalah $0,0389 \pm 0,02$ mg/L, dalam ikan sebesar $2,4248 \pm 1,11$ mg/kg, serta dalam sedimen sebesar $32,3011 \pm 3,02$ mg/kg. Berdasarkan hasil analisis tersebut konsentrasi Pb dalam air sudah melewati ambang batas yang ditetapkan sesuai dengan baku mutu menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Laut [5]. Beberapa peneliti lainnya juga telah melaporkan kandungan logam Pb dalam sedimen beberapa perairan di Bali diantaranya kandungan logam Pb di Pelabuhan Benoa sebesar 23,3974 mg/kg [6], dalam sedimen di Perairan Pantai Karang sebesar 1,693-5,002 mg/kg [7], serta di Muara Sungai Mati sebesar $99,2 \pm 0,0031$ mg/kg [8].

Dari beberapa hasil penelitian tersebut diketahui bahwa kandungan Pb dalam beberapa perairan di Bali telah melebihi nilai ambang batas. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian mengenai kadar logam Pb total pada air dan sedimen serta bioavailabilitas dalam sedimen di kawasan Pantai Kedonganan Bali untuk mengetahui tingkat pencemaran logam Pb.

2. PERCOBAAN

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air dan sedimen yang diambil dari perairan Pantai Kedonganan Bali, HCl, H₂SO₄, HNO₃, Pb(NO₃)₂, CuSO₄.5H₂O, NH₂OH.HCl, H₂O₂, CH₃COOH, CH₃COONH₄ (Merck), serta air suling. Semua bahan yang digunakan adalah pro analisis tanpa pemurnian lebih lanjut.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah plastik tempat sedimen, sendok plastik, botol polietilen, dan *coolbox* untuk wadah sampel air laut

dan sedimen. Termometer dan pH meter (ATC) digunakan untuk mengetahui suhu dan pH sampel air di lokasi sampling. Kertas saring bahan selulosa untuk menyaring air laut. Wadah plastik untuk mengeringkan sedimen dalam oven vakum (Nuve EV 018), digerus dalam mortar, dan diayak menggunakan ayakan 63 μ m. Neraca analitik (Mettler Toledo), sentrifugasi (Kubota S700TR), hot plate magnetic stirrer (SSM 79-1), tabung digesti, metalblock digester ZX, dan shaker (Cabinet Orbit 1900) digunakan untuk preparasi sampel sebelum diuji dengan Spektrofotometer Serapan Atom (Shimadzu AA7000), serta peralatan gelas yang umum digunakan dalam Laboratorium seperti labu ukur, labu erlenmeyer, pipet volume, pipet ukur, pipet tetes, gelas ukur, dan gelas beaker.

2.2 Metode Penelitian

Pengambilan dan preparasi sampel air laut dan sedimen

Sampel diambil di kawasan pesisir Pantai Kedonganan pada tiga lokasi yang berbeda, dan masing-masing lokasi diambil tiga titik sampling. Jarak antara lokasi minimum 50 meter. Sampel air diambil sebanyak 1 liter untuk tiap titik pada kedalaman 10-20 cm dari permukaan menggunakan botol *water sampler*. Sampel sedimen diambil sebanyak 100 gram dari masing-masing titik dengan kedalaman sekitar 50-60 cm dari permukaan air laut.

Sampel sedimen basah, dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C sampai kering, selama 3x24 jam. Sampel sedimen kering digerus dan diayak dengan ayakan 63 μ m. Sampel halus yang telah diayak kemudian disimpan dalam wadah kering untuk analisis lebih lanjut.

Penentuan konsentrasi logam Pb total dalam air laut

Sampel air laut disaring menggunakan kertas saring. Konsentrasi logam Pb dalam sampel air laut ditentukan menggunakan metode adisi standar dengan cara memipet 10,0 mL sampel dan dimasukkan ke dalam

masing-masing labu ukur 50,0 mL. Selanjutnya ke dalam masing-masing labu ukur ditambahkan larutan standar Pb 100 mg/L dengan volume 0 mL; 10,0 mL; dan 15,0 mL, dan diencerkan sampai tanda batas, sehingga diperoleh campuran larutan sampel dan standar dengan konsentrasi 0 mg/L; 20,0 mg/L; dan 30,0 mg/L. Larutan diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan lampu katoda berongga untuk Pb.

Penentuan konsentrasi logam Pb dalam sedimen

Sampel sedimen kering sebanyak 1 gram dimasukkan ke dalam tabung digesti kemudian ditambahkan 12 mL larutan *aquaregia* yaitu campuran HCl pekat dan HNO₃ pekat dengan perbandingan 3:1. Campuran didigesti menggunakan *metal block digester* selama 60 menit pada suhu 120 \pm 2°C. Larutan yang diperoleh disaring dan filtrat diencerkan dengan air suling dalam labu ukur 50,0 mL hingga tanda batas [5]. Konsentrasi Pb dalam sampel sedimen ditentukan menggunakan metode adisi standar. Larutan diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan lampu katoda berongga untuk Pb.

Spesiasi dan bioavailabilitas sedimen

Prosedur penelitian dilakukan dengan metode ekstraksi bertahap yang didasarkan atas metode yang diusulkan oleh Davidson *et al.* [9]. Adapun tahapan ekstraksinya sebagai berikut:

a. Ekstraksi tahap I (Fraksi *easily, freely, leachable, dan exchangeable/EFLE*)

Sampel sedimen tepat sebanyak 1 gram, dilarutkan dengan 40 mL larutan CH₃COOH 0,1 M, dikocok selama 2 jam dengan *shaker*, dan disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Cairan supernatan dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 mL dan diencerkan dengan air suling hingga tanda batas. Konsentrasi logam Pb dalam sampel ditentukan dengan

metode adisi standar. Larutan diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan lampu katoda berongga untuk Pb. Residu yang diperoleh digunakan untuk ekstraksi tahap selanjutnya.

b. Ekstraksi tahap II (Fraksi Mn dan Fe Oksida)

Residu dari fraksi I ditambahkan 40 mL $\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$ 0,1 M, kemudian larutan diatur tingkat keasamannya sampai pH 2 dengan menambahkan HNO_3 65%. Campuran dikocok selama 2 jam, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 mL dan diencerkan dengan air suling hingga tanda batas. Konsentrasi logam Pb dalam sampel ditentukan dengan metode adisi standar. Larutan diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan lampu katoda berongga untuk Pb. Residu yang diperoleh digunakan untuk ekstraksi tahap selanjutnya.

c. Ekstraksi tahap III (Fraksi Organik dan Sulfida)

Residu dari fraksi II dilarutkan dengan 10 mL H_2O_2 30% dan didiamkan pada suhu ruang selama 1 jam sambil dikocok sesekali. Campuran dipanaskan pada suhu 85°C dalam penangas air selama 1 jam. Campuran ditambah 10 mL H_2O_2 30% dan dipanaskan kembali pada suhu 85°C selama 1 jam. Campuran kemudian didinginkan dan ditambahkan 20 mL $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1 M dan diatur tingkat keasamannya sampai pH 2 dengan menambahkan HNO_3 65%. Campuran dikocok selama 2 jam, kemudian disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 mL dan diencerkan dengan air suling hingga tanda batas. Konsentrasi logam Pb dalam sampel ditentukan dengan metode adisi standar. Larutan diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan lampu katoda

berongga untuk Pb. Residu yang diperoleh digunakan untuk ekstraksi tahap selanjutnya.

d. Ekstraksi Tahap IV (Fraksi Resistant)

Residu dari fraksi III dicuci dengan 10 mL air suling, kemudian dimasukkan ke dalam tabung digesti, ditambahkan larutan *reverse aquaregia* yaitu campuran HNO_3 pekat dan HCl pekat dengan perbandingan 3:1. Campuran didigesti dalam *metal block digester* selama 60 menit pada suhu $120\pm 2^\circ\text{C}$. Campuran disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Supernatan yang diperoleh dimasukkan ke dalam labu ukur 50,0 mL dan diencerkan dengan air suling hingga tanda batas. Konsentrasi logam Pb dalam sampel ditentukan dengan metode adisi standar. Larutan diukur absorbansinya dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) menggunakan lampu katoda berongga untuk Pb.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Penentuan Suhu dan pH Sampel Air Laut

Pengukuran suhu dan pH sampel air laut dilakukan secara *in situ* pada tiga lokasi dengan masing-masing lokasi diambil tiga titik. Analisis suhu dan pH dilakukan pada parameter kualitas air secara *in situ* karena sifatnya yang cepat berubah dan sangat dipengaruhi oleh kondisi cuaca pada saat sampling. Deskripsi lokasi pengambilan sampel dan suhu serta pH dapat dilihat dalam Tabel 1

Pengukuran sifat fisik air berupa suhu dan pH berperan penting terhadap kondisi perairan di suatu wilayah yang dapat mempengaruhi kehidupan biota laut di dalamnya serta mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan. Hasil pengukuran suhu yang diperoleh di Kawasan Perairan Pantai Kedonganan Bali sebesar 29°C . Hal ini menunjukkan bahwa suhu perairan Pantai Kedonganan Bali dalam keadaan normal, yaitu antara $28\text{--}32^\circ\text{C}$. Pengukuran pH dilakukan untuk mengetahui tingka

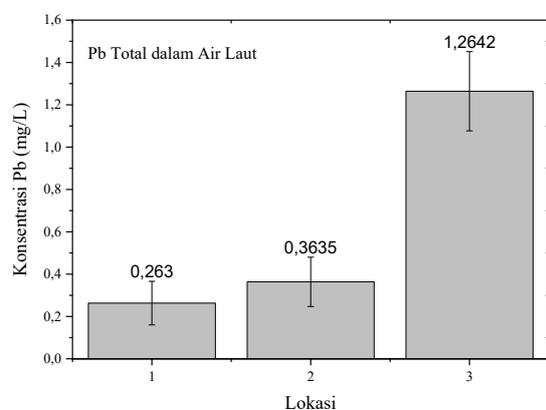
Tabel 1. Deskripsi Tempat Pengambilan Sampel, Suhu, dan pH Sampel Air Laut

Lokasi	Deskripsi	Suhu ($^{\circ}$ C)	pH
1	Lokasi 1 berada di -8,7624522 LS dan 115,1695825 LU. Lokasi ini didominasi oleh kapal nelayan yang bersandar.	29	8,0
2	Lokasi 2 berada di -8,7610413 LS dan 115,1693005 LU. Di lokasi ini terdapat kapal nelayan, tetapi didominasi oleh rumah makan <i>seafood</i>	29	8,2
3	Lokasi 3 berada di -87591363 LS dan 115,1688298 LU. Lokasi ini paling dekat dengan pasar ikan, lokasi ini juga terdapat rumah makan <i>seafood</i>	29	8,2

keasaman air laut di perairan tersebut. Derajat keasaman (pH) yang diperoleh di Kawasan Perairan Pantai Kedonganan Bali berkisar antara 8,0 sampai 8,2 masih tergolong aman, sesuai dengan Keputusan Kementerian Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut, yaitu pH yang diperbolehkan dalam suatu perairan sebesar 6,5-8,5. Nilai pH di Kawasan Perairan Pantai Kedonganan Bali cenderung bersifat basa. Hal ini mengindikasikan bahwa logam-logam cenderung mengendap karena berada dalam bentuk hidroksida sehingga mobilitasnya rendah dan membentuk sedimen [4].

3.2 Kandungan Total Logam Pb dalam Sampel Air Laut

Kandungan total logam Pb ditunjukkan pada Gambar 1.



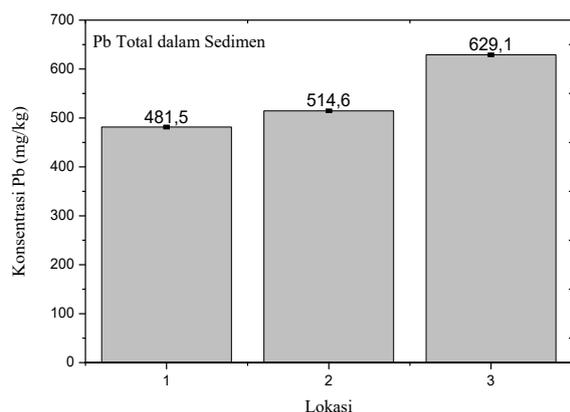
Gambar 1. Kandungan Total Logam Pb dalam Sampel Air Laut

Berdasarkan Keputusan Kementerian Negara Lingkungan Hidup No.51 tahun 2004 tentang baku mutu air laut, batas ambang keberadaan logam Pb di perairan sebesar 0,05 mg/L. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa kandungan total logam Pb di semua lokasi yaitu antara 0,2630-1,2642 mg/L sudah melewati batas ambang. Tingginya konsentrasi Pb dipengaruhi oleh suhu pengambilan sampel air laut, apabila terjadi peningkatan suhu maka kelarutan logam akan meningkat [10]. Konsentrasi logam Pb paling tinggi terdapat pada lokasi 3. Keberadaan pasar ikan dan rumah makan seafood tentunya memberikan pengaruh yang sangat besar terhadap tingginya konsentrasi logam Pb. Hal ini disebabkan mobilitas masyarakat yang terjadi di lokasi 3 paling tinggi dibandingkan lokasi 1 dan 2. Lokasi 1 hanya didominasi oleh keberadaan kapal nelayan yang bersandar serta lokasi 2 hanya didominasi oleh beberapa rumah makan seafood, sehingga limbah yang dihasilkan pada lokasi 3 juga lebih banyak. Perbedaan konsentrasi Pb yang cukup signifikan antara lokasi 1, 2, dan 3 dapat juga dipengaruhi oleh arah aliran air serta tingkat kontaminasi di perairan tersebut.

3.3 Kandungan Total Logam Pb dalam Sampel Sedimen

Berdasarkan pedoman mutu *Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC)* tahun 2000, nilai ambang batas logam Pb dalam

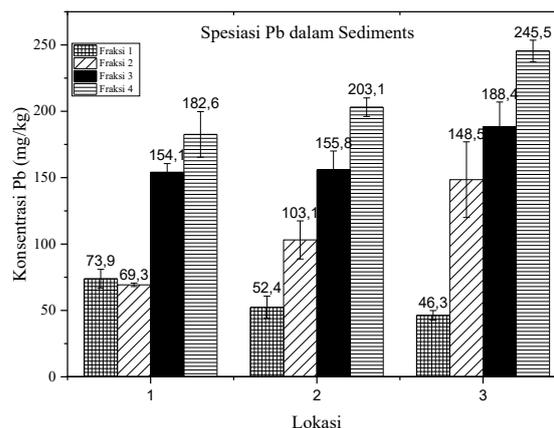
sedimen yang diperbolehkan adalah 50-220 mg/kg [11]. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa kandungan total logam Pb dalam sedimen pada semua lokasi tempat pengambilan sampel, yaitu antara 481,5-629,1 mg/kg, yang sudah melewati ambang batas yang telah ditentukan. Konsentrasi logam Pb tertinggi terdapat pada lokasi 3. Sama seperti halnya pada air laut, tingginya konsentrasi Pb pada lokasi 3 dalam sedimen disebabkan oleh akumulasi dari aktivitas buangan limbah masyarakat sekitar seperti limbah dari pasar ikan dan dari aktivitas nelayan. Mobilitas masyarakat yang cukup padat di lokasi 3 juga berperan penting dalam tingginya konsentrasi Pb di lokasi tersebut. Aktivitas pembuatan maupun pemeliharaan kapal seperti pengecatan, pengelasan, serta pembuatan kapal juga dapat menimbulkan adanya pencemaran logam Pb. Menurut Rusli (2015) logam Pb terdapat dalam cat yang berfungsi untuk menghambat pengkaratan pada permukaan logam [12]. Kandungan logam Pb pada sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air, hal ini disebabkan logam berat yang semula terlarut dalam air laut diadsorpsi oleh partikel halus dan mengendap membentuk sedimen [13].



Gambar 2. Kandungan Total Logam Pb dalam Sampel Sedimen

3.4 Spesiasi Logam Pb dalam Sedimen

Bioavailabilitas logam Pb dalam sedimen ditentukan dengan cara melakukan spesiasi logam tersebut dengan metode ekstraksi bertahap sehingga diperoleh fraksi-fraksi logam berat dalam berbagai jenis ikatannya yaitu fraksi EFLE, fraksi Mn dan Fe oksida, fraksi organik dan sulfida, serta fraksi resistant. Konsentrasi logam Pb dalam setiap fraksi hasil ekstraksi bertahap ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Konsentrasi Pb di Sedimen dalam Setiap Fraksi

Fraksi EFLE merupakan fraksi yang memiliki tingkat mobilitas tinggi dalam suatu perairan. Logam Pb dalam fraksi EFLE merupakan logam yang bersifat paling labil atau *bioavailable*. Dampak yang ditimbulkan adalah mudahnya logam ini terserap oleh biota laut. Akumulasi logam berat dalam biota laut dapat membahayakan apabila dikonsumsi berlebihan. Pada fraksi ini logam Pb yang terekstrak relatif lebih rendah dibandingkan fraksi lainnya. Hasil yang diperoleh yaitu sebanyak 46,3-73,9 mg/kg.

Fraksi kedua adalah fraksi Mn dan Fe oksida, yang menunjukkan bahwa logam berikatan dengan Mn dan Fe oksida dapat direduksi oleh asam pada kondisi redoks tertentu [7]. Fraksi ini berpotensi *available* dan akan berubah menjadi *available* jika direduksi dengan asam atau reduktor kuat pada kondisi yang ekstrim, yang artinya logam dapat terasosiasi ke organisme hidup dengan kondisi tertentu. Logam Pb yang terekstraksi pada fraksi ini adalah sebesar

69,3-148,5 mg/kg. Konsentrasi Pb yang terasosiasi pada fraksi 2 tertinggi terdapat pada lokasi 3, sedangkan yang terendah pada lokasi 1.

Fraksi ketiga adalah fraksi dari logam yang berikatan dengan senyawa organik dan/atau senyawa sulfide, yang diperoleh dengan mengekstraksi sedimen dengan oksidator kuat hidrogen peroksida (H_2O_2) yang bertujuan untuk melepaskan ikatan-ikatan logam berat yang terikat pada senyawa organik dan sulfida. Fraksi ini juga berpotensi bioavailable sama halnya dengan fraksi 2. Logam Pb yang terekstraksi pada fraksi ini adalah sebesar 154,1-188,4 mg/kg. Di fraksi ini konsentrasi Pb tertinggi terdapat pada lokasi 3, dan yang terendah terdapat pada lokasi 1.

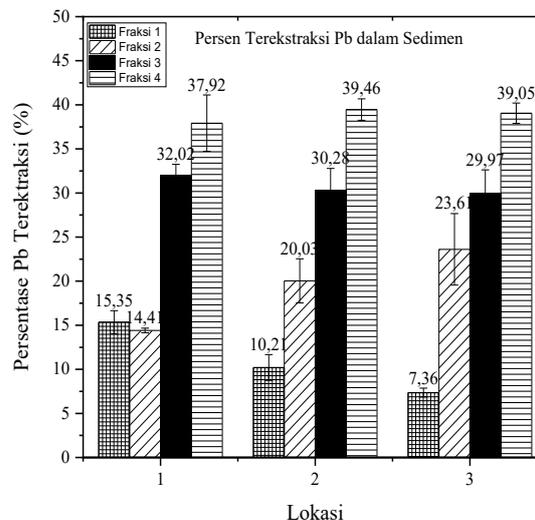
Fraksi 4 yaitu fraksi resistant berkaitan dengan logam yang bersifat stabil yang disebut fraksi *non-bioavailable* sehingga tidak dapat diserap oleh hayati. Logam Pb fraksi 4 berasal dari proses alam seperti penguraian kristal silikat pada batuan. Logam Pb yang terekstraksi pada fraksi ini sebesar 182,6-245,5mg/kg. Logam yang terekstraksi pada fraksi 4 relatif lebih besar daripada fraksi lainnya, yang menunjukkan bahwa logam Pb lebih banyak berasal dari alam.

Keragaman konsentrasi Pb pada masing-masing fraksi dari tiga lokasi menunjukkan bahwa kontaminan yang terakumulasi dalam sedimen memiliki kadar yang berbeda. Hal ini dapat disebabkan oleh perbedaan aktivitas masyarakat di sekitar lokasi pengambilan sampel, sumber pencemar, curah hujan, serta arah aliran air.

3.5 Bioavailabilitas Logam Pb dalam Sampel Sedimen

Nilai bioavailabilitas logam Pb diperoleh dengan membandingkan konsentrasi logam Pb yang terekstrak pada setiap fraksi dengan konsentrasi logam berat total di setiap lokasi sehingga diperoleh persen terekstraksi setiap fraksi dari masing-

masing lokasi. Hasil perhitungan persen terekstraksi logam Pb ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Persen Terekstraksi Logam Pb di Sedimen dalam Setiap Fraksi

Logam Pb yang terekstraksi pada tahap 1 (EFLE) merupakan logam yang bersifat bioavailabel. Pada tahap 2 dan 3 (*reducible acid dan oxidizable organic*) adalah yang bersifat berpotensi bioavailabel. Tahap 4 (*resistant*) adalah logam yang bersifat non bioavailabel. Persentase bioavailabilitas logam Pb dan Cu ditunjukkan pada Tabel 2. Data Tabel menunjukkan bahwa logam Pb dalam sedimen secara berturut-turut didominasi oleh logam yang bersifat berpotensi bioavailabel (46,42-53,58%), kemudian yang sifatnya non bioavailabel (37,92-39,46%), dan yang paling kecil adalah logam yang bersifat bioavailabel (7,36-15,35%). Hal tersebut mengindikasikan bahwa logam Pb sebagian besar berasal dari aktivitas manusia yang berpengaruh terhadap mobilitas logam Pb dalam perairan, sehingga logam Pb lebih mudah terakumulasi ke dalam organisme di perairan dan menurunkan kualitas perairan di Kawasan Pantai Kedonganan Bali.

4. KESIMPULAN

Konsentrasi rata-rata logam Pb total dalam air laut dan sedimen berturut-turut 0,6303 mg/L dan 541,7 mg/kg. Konsentrasi total Pb yang diperoleh dalam air laut dan sedimen dari tiga lokasi (sembilan titik)

Tabel 2. Persentase Bioavailabilitas Logam Pb dalam Sedimen

Lokasi	Bioavailable (%)	Berpotensi Bioavailable (%)	Non-Bioavailable (%)
1	15,35	46,42	37,92
2	10,20	50,32	39,46
3	7,36	53,58	39,05

pengambilan sampel telah melewati ambang batas yang telah ditetapkan oleh pedoman mutu. Bioavailabilitas logam Pb didominasi oleh logam yang bersifat berpotensi bioavailabel (46,42-53,58%), diikuti dengan non bioavailabel (37,92-39,46%), dan yang paling kecil adalah logam yang bersifat bioavailabel (7,36-15,35%). Pemantauan pencemaran air sangat penting untuk mencegah kerusakan lingkungan dan menjaga kesehatan organisme hidup di sekitarnya.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu pengambilan sampel air dan sedimen di Pantai Kedonganan. Terima kasih juga untuk para ahli kimia dan staf administrasi di Unit Laboratorium Kimia Analitik Universitas Udayana.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Palar H. Pencemaran dan toksikologi logam berat Edisi pertama. Rineka Cipta 1994.
- [2] Mariani R.U., Emiryati, Haya L.O.M.Y. Kandungan logam berat Pb pada sedimen dan kerang (*Polymesoda erosa*) di perairan Koeono, Kecamatan Palangga Selatan, Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Sapa Laut*, 2020, 5(4), 317-325.
- [3] Santosa L.W., Adji T.N., Pitoyo A.J., dan Suyanto A. Kajian lingkungan hidup strategis (KLHS) Kabupaten Banggai Kepulauan. Gadjah Mada University Press, 2018.
- [4] Aryawan, R., Sahara, E., dan Suprihatin, I.E. Kandungan logam Pb dan Cu total dalam air, ikan, dan sedimen di kawasan Pantai Serangan serta bioavailabilitasnya. *Jurnal Kimia*. 2017, 11(1), 56-63.
- [5] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Pedoman Penetapan Baku Mutu Air Laut. Kementerian Lingkungan Hidup, 2004.
- [6] Dewi N.L.E.L., Sahara E., dan Laksmiwati A.A.I.A.M. Fraksinasi dan bioavailabilitas logam Pb dan Cr dalam sedimen di Pelabuhan Benoa. *Jurnal Kimia*. 2014, 8(1), 63-69.
- [7] Perwira I.Y., Dewi N.P.S., dan Ernawati N.M. Kandungan timbal (Pb) pada sedimen di Perairan Pantai Karang, Sanur, Bali. *Jurnal Current Trends in Aquatic Science*. 2020, 3(1), 76-80.
- [8] Sumekar H., Suprihatin I.E., dan Irdhawati. Kandungan logam Pb dan Hg dalam sedimen di Muara Sungai Mati Kabupaten Badung Bali. *Jurnal Cakra Kimia*. 2015, 3(2), 45-49.
- [9] Davidson C.M., Duncan A.L., Littlejohn D., Ure A.M., and Garden, L.M. 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*. 1998, 393:45-55.
- [10] Budiastuti P., Rahadjo M., dan Dewanti N. A. Y. Analisis pencemaran logam berat timbal di badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (e-Journal)*. 2016, 4(5), 119-118.
- [11] Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC). ANZECC interim sediment quality guidelines. Report for

the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist, 2000.

- [12] Rusli, A. Pengujian kuantitatif kandungan logam dalam cat dengan teknik radiografi sinar x. Lembaga Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat, 2015.
- [13] Trisyani N. Kandungan logam berat timbal (Pb) pada air laut, sedimen dan daging kerang bambu (*Solen sp.*) di Pantai Madura. *Jurnal Kelautan Trunojoyo*. 2020, 13(2),163-167.