

KANDUNGAN Pb DAN Cr TOTAL DALAM AIR SERTA BIOAVAILABILITASNYA DALAM SEDIMEN DI PERAIRAN SUNGAI BEDADUNG JEMBER

Wahyu Irwansyah*, Emmy Sahara, Oka Ratnayani

Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas
Udayana, Kampus Bukit Jimbaran, Jimbaran, Bali, Indonesia
*wahyuirwansyah1296@gmail.com

ABSTRAK: Sungai Bedadung yang membelah kota Jember memiliki resiko terhadap pencemaran karena sungai ini digunakan sebagai tempat pembuangan sampah. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan tingkat pencemaran dan bioavailabilitas Pb dan Cr dalam sedimen di perairan sungai Bedadung Jember. Digesti sampel dilakukan menggunakan campuran HNO₃ dan HCl (3:1) dalam *ultrasonic bath* pada suhu 60 °C selama 45 menit dilanjutkan dengan pemanasan pada suhu 140°C selama 45 menit. Spesiasi dilakukan dengan metode ekstraksi bertahap. Konsentrasi Pb dan Cr dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS) dengan metode adisi standar tunggal untuk sampel air dan kurva kalibrasi untuk sampel sedimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Pb dan Cr total dalam air berturut-turut sebesar 0,1103 - 0,6151 mg/L dan 0,0287 – 0,1731 mg/L, sedangkan konsentrasi Pb dan Cr total dalam sedimen berturut-turut sebesar 1,7075 – 10,6026 mg/kg dan 2,5256 – 8,0493 mg/kg. Hasil spesiasi logam Pb dan Cr berturut-turut adalah sebagai berikut: fraksi EFLE sebesar td (tidak terdeteksi) hingga 6,5456 mg/kg dan 0,8662 – 3,2820 mg/kg, fraksi Fe/Mn oksida sebesar td hingga 2,6743 mg/kg dan 0,3528 – 2,8290 mg/kg, fraksi organik sulfida sebesar 0,3541 – 3,2564 mg/kg dan 0,2197 – 1,2285 mg/kg serta fraksi *Resistant* sebesar td hingga 3,8375 mg/kg dan 0,1111 – 0,5943 mg/kg. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa logam Pb dan Cr yang *bioavailable* sebesar td hingga 61,74% dan 34,30 – 59,71%, yang berpotensi *bioavailable* untuk logam Pb sebesar td hingga 49,69% dan 9,77 – 35,15% untuk logam Cr, sedangkan logam Pb dan Cr yang *non-bioavailable* sebesar td hingga 58,68% dan 3,08 – 22,34%.

Kata kunci: bioavailabilitas, Cr, Pb, sungai Bedadung Jember

ABSTRACT: Bedadung River dividing the city of Jember faces the risk of pollution because of the fact that this river has become a waste disposal area. This study aimed to determine the level of pollution and bioavailability of Pb and Cr in sediments of the Bedadung Jember river. The sample digestion was carried out using the mixture of HNO₃ and HCl (3:1) in an ultrasonic bath at 60 °C for 45 minutes followed by heating at 140 °C for 45 minutes. The speciation was carried out by four stages sequential extraction method. Pb and Cr concentrations in the solution were analyzed by using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) with a single standard addition method for water samples and calibration curves for sediment. The results showed that the total Pb and Cr concentrations in the water were 0.1103 – 0.6151 mg/L and 0.0287 – 0.1731 mg/L, respectively, while the total Pb and Cr concentrations in the sediments were 1.7075 – 10.6026 mg/kg and 2.5256 – 8.0493 mg/kg, respectively. The results of the speciation for Pb and Cr metals were as follows: EFLE fraction of nd (undetectable) – 6.5456 mg/kg and 0.8662 – 3.2820 mg/kg, Fe/Mn oxide fraction of nd – 2.6743 mg/kg and 0.3528 – 2.8290 mg/kg, organic sulfide fraction of 0.3541 – 3.2564 mg/kg and 0.2197 – 1.2285 mg/kg and resistant fraction of nd – 3.8375 mg/kg and 0.1111 – 0.5943 mg/kg, respectively. From these results, it could be found that the bioavailable, potentially bioavailable and non-bioavailable of Pb and Cr were nd – 61.74%

and 34.30 – 59.71%, nd – 49.69% and 9.77 – 35.15%; and nd – 58.68% and 3.08 – 22.34%, respectively.

Keywords: bioavailability, Bedadung river of Jember, Cr, Pb

1. PENDAHULUAN

Sungai Bedadung adalah salah satu sungai di Jember, Jawa Timur yang berpotensi tercemar akibat aktivitas masyarakat di sekitar sungai. Hal itu dapat diketahui dari aktivitas masyarakat yang masih memanfaatkan sungai Bedadung sebagai tempat pembuangan sampah. Sebagai akibatnya, terjadi penumpukan limbah baik limbah gas, cair maupun padat yang berdampak pada pencemaran badan air dan menyebabkan sedimentasi. Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar berbahaya di sungai Bedadung yang berasal dari pembuangan limbah, diantaranya limbah rumah tangga, limbah rumah sakit, limbah industri elektroplating, dan limbah pertanian.

Logam berat merupakan kelompok logam dan metalloid dengan densitas lebih besar dari 5 g/cm^3 , diantaranya Timbal (Pb) dan Kromium (Cr) [1]. Tingkat pencemaran pada sedimen dipengaruhi oleh logam berat yang terakumulasi. Kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air karena sifatnya yang mudah mengikat, mengendap dan menyatu dengan sedimen [2].

Beberapa penelitian logam berat total di perairan sungai Bedadung telah dilakukan. Kandungan Pb dalam ikan Sapu-sapu di sungai Bedadung rata-rata sebesar 0,2563 mg/L [3], sedangkan kandungan Pb dalam ikan Nila (*Oreochromis nilotica*) di sungai Bedadung rata-rata sebesar 0,1360 mg/L [4]. Penelitian mengenai kandungan kromium pada air sungai Bedadung di sekitar Industri Elektroplating X di Kelurahan Tegal Besar diperoleh rata-rata sebesar 0,1820 mg/L [5]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kondisi perairan sungai Bedadung telah tercemar oleh logam Pb dan Cr.

Selain konsentrasi logam total, konsentrasi logam yang tersedia secara

biologis (*bioavailability*) juga sangat berpengaruh dalam penilaian dampak bahaya logam terhadap kehidupan biota dan ekosistem di suatu perairan. Berdasarkan latar belakang di atas, sampai sejauh ini belum tersedia data mengenai kandungan Pb dan Cr total dalam air dan sedimen di sungai Bedadung, begitu pula dengan tingkat bioavailabilitasnya dalam sedimen di sungai ini. Dengan demikian perlu dilakukan penelitian mengenai kandungan Pb dan Cr total dalam air serta bioavailabilitasnya dalam sedimen di perairan sungai Bedadung ini.

2. PERCOBAAN

2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: Sampel sedimen dan air, aquades, asam nitrat (HNO_3) 1 M, asam klorida (HCl), asam asetat (CH_3COOH), hidroksilamin hidroklorida ($\text{NH}_2\text{OH}\cdot\text{HCl}$), hidrogen peroksida (H_2O_2), ammonium asetat ($\text{CH}_3\text{COONH}_4$), $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2\cdot 7\text{H}_2\text{O}$ dan $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$. Semua zat kimia yang digunakan memiliki derajat kemurnian pro analisis.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: ayakan $63 \mu\text{m}$, botol polietilen, botol semprot, cawan porselin, *coolbox*, desikator, gelas beaker, gelas ukur, *hot plate*, kantong plastik, kertas saring, labu Erlenmeyer, labu ukur, mortar, neraca analitik, oven, penggojog elektrik (shaker), pH meter, pipet tetes, pipet volume, sendok polietilen, *sentrifuge*, tabung ekstraksi, *ultrasonic bath*, dan *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS).

2.2 Metode

2.2.1 Pengambilan Sampel Air

Sampel air diambil dari 5 lokasi di daerah aliran sungai Bedadung yaitu dari hulu, tengah, muara, antara hulu dan tengah

serta antara tengah dan muara dengan menggunakan botol polietilen. Masing-masing lokasi diambil 3 titik sampel, sehingga total sampel adalah 15 dengan jumlah volume yang sama. Pada tiap lokasi pengambilan sampel ditetapkan tiga titik pengambilan sampel yaitu: di sebelah kanan sungai, di sebelah kiri sungai dan di tengah sungai. Selanjutnya sampel air dari tiga titik tersebut dijadikan satu, lalu diambil sejumlah volume dan diasamkan dengan asam nitrat 1 M sampai konsentrasinya 0,01 M, kemudian disimpan dalam *coolbox*. Sebelum dianalisis konsentrasi logamnya, dilakukan pengukuran nilai pH dan suhu sampel air.

2.2.2 Pengambilan Sampel Sedimen

Sedimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sedimen permukaan. Sampel sedimen diambil dari 5 lokasi di daerah aliran sungai Bedadung yaitu dari hulu, tengah, muara, antara hulu dan tengah serta antara tengah dan muara. Masing-masing lokasi diambil 3 titik sampel, sehingga total sampel adalah 15. Pada tiap lokasi pengambilan sampel ditetapkan tiga titik pengambilan sampel yaitu: sedimen di sebelah kanan sungai, di sebelah kiri sungai dan di tengah sungai. Selanjutnya sampel sedimen dari tiga titik tersebut dijadikan satu.

Sampel sedimen diambil pada kedalaman 0-10 cm dari titik sedimen paling atas. Sampel ditampung dalam kantong plastik polietilen dan diikat erat hingga tidak terjadi pertukaran udara, kemudian kantong plastik tersebut dimasukkan ke dalam *coolbox*.

2.2.3 Perlakuan Sampel Sedimen

Sejumlah sampel sedimen dikeringkan dalam oven pada suhu 105⁰C hingga diperoleh massa konstan. Selanjutnya sampel kering digerus dan diayak menggunakan ayakan berukuran 63 μ m. Sampel sedimen yang lolos dari

ayakan kemudian disimpan ke dalam botol kering untuk analisis lebih lanjut.

2.2.4 Penentuan Konsentrasi Pb dan Cr Total dalam Sampel Air

Penentuan konsentrasi Pb dan Cr dilakukan secara adisi standar tunggal. Sampel air disaring menggunakan kertas saring. Selanjutnya setiap sampel air dibagi dua, dimana sebanyak 20 mL sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian ditambahkan larutan standar Pb 10 mg/L dengan cara dipipet sebanyak 5 mL larutan induk Pb 100 mg/L dan diencerkan dengan HNO₃ 0,01 M hingga tanda batas, sedangkan satu sampel lainnya tidak ditambahkan standar. Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk penentuan Cr, dimana sebanyak 20 mL sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL, kemudian ditambahkan larutan standar Cr 4 mg/L dengan cara dipipet sebanyak 2 mL larutan induk Cr 100 mg/L dan diencerkan dengan HNO₃ 0,01 M hingga tanda batas, sedangkan satu sampel lainnya tidak ditambahkan standar. Selanjutnya masing-masing sampel diukur absorbansinya menggunakan AAS pada panjang gelombang 283,30 nm untuk logam Pb dan 357,75 nm untuk logam Cr.

2.2.5 Penentuan Konsentrasi Pb dan Cr Total dalam Sampel Sedimen

Satu gram sampel sedimen dilarutkan dengan 10 mL *reverse aquaregia* (campuran HNO₃ dan HCl dengan perbandingan 3:1). Selanjutnya campuran didigesti menggunakan *ultrasonic bath* pada suhu 60 °C selama 45 menit, kemudian dipanaskan dengan *hotplate* pada suhu 140 °C selama 45 menit. Larutan yang diperoleh di saring dan diambil filtratnya, kemudian diencerkan sampai volume 50 mL dengan aquades [6]. Selanjutnya, absorbansi kedua logam diukur menggunakan AAS pada panjang gelombang 283,30 nm untuk logam Pb dan 357,75 nm untuk logam Cr.

2.2.6 Ekstraksi Bertahap

Prosedur ekstraksi bertahap yang digunakan dalam penelitian ini didasarkan atas metode yang telah digunakan oleh [7].

Fraksi 1 (Fraksi EFLE/ *Easily, Freely, Leachable and Exchangeable*)

Satu gram sampel sedimen ditambahkan 40 mL CH_3COOH 0,1 M, kemudian campuran digojog selama 2 jam. Selanjutnya campuran sampel disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Bagian cair didekantasi dan diencerkan dengan aquades sampai 50 mL. Larutan tersebut kemudian diukur absorbansinya dengan AAS untuk Pb dan Cr pada panjang gelombang masing-masing 283,30 nm dan 357,75 nm. Residu yang dihasilkan digunakan untuk ekstraksi tahap berikutnya.

Fraksi 2 (Fraksi Mn dan Fe oksida)

Residu fraksi 1 ditambahkan 40 mL $\text{NH}_2\text{OH.HCl}$ 0,1 M dan campuran diatur keasamannya sampai pH 2 dengan menambahkan asam nitrat. Selanjutnya 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. Larutan tersebut kemudian diukur absorbansinya dengan AAS untuk Pb dan Cr pada panjang gelombang masing-masing 283,30 nm dan 357,75 nm. Residu yang dihasilkan digunakan untuk ekstraksi tahap berikutnya.

Fraksi 3 (Fraksi organik dan sulfida)

Residu fraksi 2 di tambahkan 10 mL H_2O_2 8,8 M, kemudian campuran sampel didiamkan selama 1 jam pada suhu ruang dan sesekali dikocok. Selanjutnya campuran dipanaskan pada suhu 85°C selama 1 jam dalam penangas air, campuran kemudian didinginkan dan ditambahkan 20 mL $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ 1 M dan campuran diatur keasamannya sampai pH 2 dengan menambahkan asam nitrat. Selanjutnya campuran sampel disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Bagian cair didekantasi

dan diencerkan dengan aquades sampai 50 mL. Larutan tersebut kemudian diukur absorbansinya dengan AAS untuk Pb dan Cr pada panjang gelombang masing-masing 283,30 nm dan 357,75 nm. Residu yang dihasilkan digunakan untuk ekstraksi tahap berikutnya.

Fraksi 4 (Fraksi *resistant*)

Residu fraksi 3 dicuci dengan 10 mL aquades, selanjutnya campuran yang telah dicuci ditambahkan dengan 10 mL *reverse aquaregia*, kemudian didigesti dengan *ultrasonic bath* pada suhu 60°C selama 45 menit dan dipanaskan dengan *hot plate* pada suhu 140°C selama 45 menit. Selanjutnya campuran sampel disentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit. Bagian cair di dekantasi dan diencerkan dengan aquades sampai 50 mL. Larutan tersebut kemudian diukur absorbansinya dengan AAS untuk Pb dan Cr pada panjang gelombang masing-masing 283,30 nm dan 357,75 nm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Konsentrasi Pb dan Cr Total dalam Sampel Air

Konsentrasi Pb dan Cr total dalam sampel air di perairan sungai Bedadung Jember ditentukan dengan menggunakan metode adisi standar tunggal.

Tabel 1. Konsentrasi Pb dan Cr Total dalam Sampel Air di Perairan Sungai Bedadung Jember

Lokasi	[Pb] mg/L	[Cr] mg/L
Hulu	0,1616 ±	0,0287 ±
	0,0172	0,0192
Hulu-tengah	0,1103 ±	0,0490 ±
	0,0628	0,0112
Tengah	0,4540 ±	0,0436 ±
	0,1651	0,0242
Tengah-muara	0,6151 ±	0,1248 ±
	0,1210	0,0130
Muara	0,4305 ±	0,1731 ±
	0,1633	0,0145

Pada Tabel 1. menunjukkan bahwa di setiap lokasi konsentrasi Pb sudah melebihi ambang batas yang telah ditetapkan oleh

Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 yaitu sebesar 0,05 mg/L. Konsentrasi Pb tertinggi terletak di lokasi tengah-muara yaitu sebesar $0,6151 \pm 0,1210$ mg/L, hal ini disebabkan karena letak lokasi tengah-muara yang berada di jalur arus menuju muara menyebabkan logam-logam yang berasal dari aktivitas manusia tertahan pada saat arus air mengalami penurunan kecepatan aliran.

Konsentrasi Cr dari kelima lokasi hanya lokasi tengah-muara dan muara yang memiliki konsentrasi melebihi nilai ambang batas kromium yang telah ditetapkan oleh Peraturan Menteri Kesehatan No. 32 Tahun 2017 yaitu sebesar 0,05 mg/L. Konsentrasi Cr tertinggi terletak di lokasi Muara yaitu sebesar $0,1731 \pm 0,0145$ mg/L, sedangkan konsentrasi terkecil terletak di lokasi hulu yaitu sebesar $0,0287 \pm 0,0192$ mg/L. Berdasarkan derajat keasaman (pH) yang diperoleh dari pengukuran parameter fisik air, lokasi hulu cenderung memiliki derajat keasaman yang lebih basa dibandingkan lokasi lainnya yaitu sebesar 8,2. Hal tersebut menyebabkan lokasi hulu memiliki konsentrasi yang lebih kecil dibandingkan dengan lokasi lainnya akibat logam yang berada dalam bentuk oksida/hidroksida, sehingga mobilitasnya rendah dan cenderung mengendap dalam sedimen.

Hasil penelitian mengenai kandungan kromium pada air sungai Bedadung di sekitar Industri Elektroplating X di Kelurahan Tegal Besar rata-rata sebesar 0,182 mg/L [5]. Data tersebut menunjukkan bahwa tidak terjadi perubahan yang signifikan oleh cemaran Cr di Perairan sungai Bedadung dalam kurun 4 tahun terakhir.

3.2 Konsentrasi Pb dan Cr Total dalam Sampel Sedimen

Konsentrasi Pb dan Cr total dalam sampel sedimen di perairan sungai Bedadung Jember ditentukan secara kurva kalibrasi dengan menggunakan persamaan regresi linear yaitu $y = 0,0086x + 0,0039$ untuk Pb dan $y = 0,0551x + 0,0144$ untuk Cr (Tabel 2).

Tabel 2. Konsentrasi Pb dan Cr Total dalam Sampel Sedimen di Perairan Sungai Bedadung Jember

Lokasi	[Pb] (mg/kg)	[Cr] (mg/kg)
Hulu	$10,6026 \pm 0,8861$	$8,0493 \pm 0,3166$
Hulu-tengah	$1,7075 \pm 0,3349$	$2,5256 \pm 0,9169$
Tengah	$6,5402 \pm 1,2049$	$3,6113 \pm 0,5213$
Tengah-muara	$9,4444 \pm 2,6179$	$5,6051 \pm 0,1063$
Muara	$5,3823 \pm 0,3352$	$3,5221 \pm 0,0534$

Konsentrasi Pb yang diperbolehkan dalam sedimen sebesar 36 mg/kg berat kering [8], sedangkan konsentrasi Cr yang diperbolehkan dalam sedimen sebesar 80 mg/kg berat kering. Pada Tabel 2. dapat dilihat bahwa konsentrasi Pb dan Cr masih berada di bawah ambang batas yaitu berkisar $1,7075 - 10,6026$ mg/kg dan berkisar $2,5256 - 8,0493$ mg/kg. Kecilnya konsentrasi logam Pb dan Cr di lokasi hulu-tengah disebabkan oleh arus air yang memiliki aliran yang cepat sehingga logam tidak dapat terakumulasi karena terbawa arus.

Konsentrasi logam Pb dan Cr tertinggi terletak di lokasi hulu. Derajat keasaman yang lebih basa dibandingkan lokasi lainnya yaitu sebesar 8,2 mengakibatkan lokasi hulu mempunyai konsentrasi yang lebih tinggi karena logam berada dalam bentuk oksida/hidroksida dan cenderung mengendap dalam sedimen. Selain itu, suhu yang diperoleh masih berada dalam batas normal yaitu sebesar 28°C . Suhu yang masih normal memungkinkan logam lebih banyak mengendap karena apabila suhu yang diperoleh tinggi akan menyebabkan logam berada dalam bentuk ionnya, sehingga lebih banyak berada dalam badan perairan.

3.3 Spesiasi dan Bioavailabilitas Logam Pb dan Cr dalam Sedimen di Perairan Sungai Bedadung Jember

Spesiasi Pb dan Cr ditentukan dengan metode ekstraksi bertahap, sehingga diketahui fraksi logam berat dalam berbagai bentuk perikatannya yaitu fraksi EFLE/ *Easily, Freely, Leachable and*

Exchangeable (F₁), fraksi Fe/Mn oksida (F₂), fraksi organik sulfida (F₃) dan fraksi *resistant* (F₄). Dengan mengetahui berbagai fraksi ini, maka dapat ditentukan bioavailabilitas kedua logam tersebut. Hasil konsentrasi logam kedua tersebut disajikan dalam Tabel 3 dan 4.

Tabel 3. Konsentrasi Logam Pb dalam Sedimen Sungai Bedadung di Berbagai Fraksi

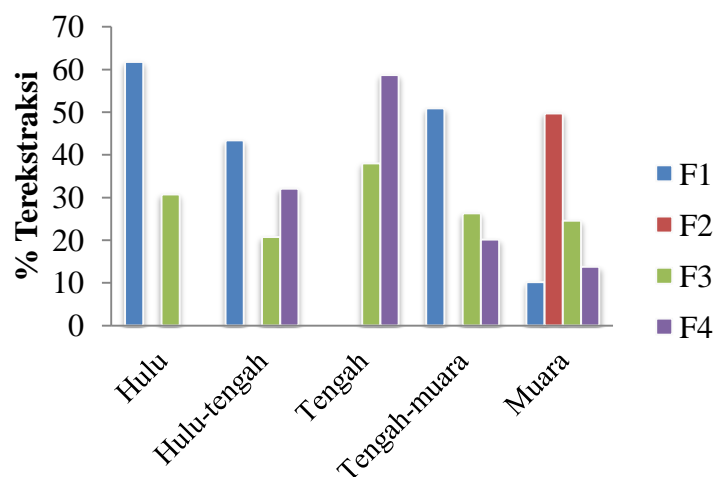
Fraksi	Konsentrasi Logam Pb yang Terekstrak (mg/kg)				
	Hulu	Hulu-tengah	Tengah	Tengah-muara	Muara
EFLE	6,5456 ± 0,3366	0,7411 ± 0,2735	td	4,8039 ± 0,3332	0,5472 ± 0,3347
Fe/Mn oksida	td	td	td	td	2,6743 ± 0,0012
organik sulfida	3,2564 ± 0,5813	0,3541 ± 0,0002	2,4827 ± 0,6695	2,4825 ± 0,6714	1,3206 ± 0,3344
<i>resistant</i>	td	0,5476 ± 0,3351	3,8375 ± 0,0014	1,9019 ± 0,3350	0,7405 ± 0,3347

td = Tidak terdeteksi

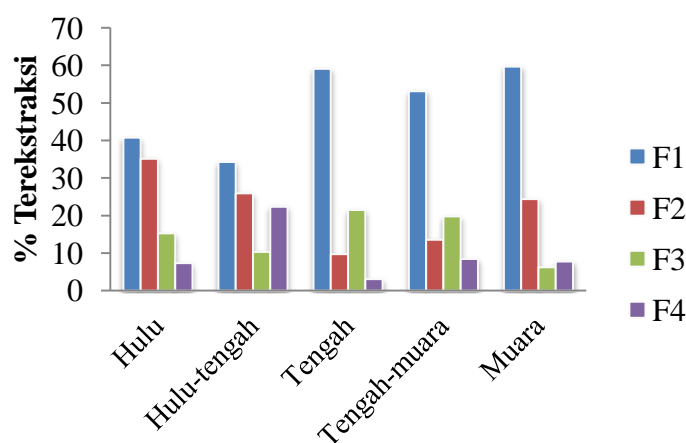
Tabel 4. Konsentrasi Logam Cr dalam Sedimen Sungai Bedadung di Berbagai Fraksi

Fraksi	Konsentrasi Logam Cr yang Terekstrak (mg/kg)				
	Hulu	Hulu-tengah	Tengah	Tengah-muara	Muara
EFLE	3,2820 ± 0,3661	0,8662 ± 0,0909	2,1349 ± 0,3266	2,9799 ± 0,2761	2,1030 ± 0,2272
Fe/Mn oksida	2,8290 ± 0,1377	0,6548 ± 0,0524	0,3528 ± 0,0524	0,7634 ± 0,0729	0,8596 ± 0,0135
organik sulfida	1,2285 ± 0,3952	0,2622 ± 0,1047	0,7756 ± 0,0904	1,1076 ± 0,2767	0,2197 ± 0,0418
<i>resistant</i>	0,5943 ± 0,4531	0,5642 ± 0,0521	0,1111 ± 0,1046	0,4735 ± 0,0521	0,2741 ± 0,0457

td = Tidak terdeteksi



Gambar 1. Bioavailabilitas (%) logam Pb dalam sedimen di setiap lokasi



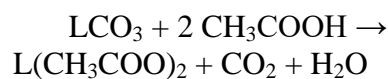
Gambar 2. Bioavailabilitas (%) logam Cr dalam sedimen di setiap lokasi

Fraksi 1 (Fraksi EFLE)

Pada fraksi ini logam Pb yang terekstrak dari td hingga 6,5456 mg/kg, sedangkan logam Cr berkisar 0,8662 – 3,2820 mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa karbonat lebih banyak berikatan dengan logam Pb dari pada logam Cr.

Logam-logam yang terekstraksi pada tahap ini bersifat *bioavailable* (tersedia untuk hayati) karena memiliki ikatan yang sangat lemah dengan komponen yang ada di dalam sedimen, sehingga logam tersebut mudah lepas ke perairan dalam bentuk ionnya. Untuk mengekstrak logam-logam karbonat digunakan CH₃COOH agar logam Pb dan Cr dalam bentuk karbonat dapat larut tanpa merusak spesi lain di dalam

sedimen [9]. Reaksi yang terjadi pada fraksi ini sebagai berikut:



dimana L: Logam.

Fraksi 2 (Fraksi Mn dan Fe oksida)

Berdasarkan data pada Tabel 1. dapat diketahui bahwa logam Pb yang terekstrak pada fraksi ini hanya terdeteksi di lokasi muara yaitu sebesar 2,6743 mg/kg atau sekitar 49,69% dari Pb totalnya, hal ini menandakan bahwa hanya logam Pb di lokasi muara yang berasosiasi dengan Fe/Mn oksida dan mungkin karena kecenderungan logam Pb berada dalam

spesies yang lemah/labil, mudah tereduksi dan *resistant*.

Logam Cr yang terekstraksi pada fraksi 2 terdeteksi di seluruh lokasi yaitu sebesar 0,3528 – 2,8290 mg/kg. Logam Cr terdeteksi dengan rentangan konsentrasi yang tergolong tinggi. Fraksi *acid reducible* Cr yang tinggi menandakan bahwa logam kromium cenderung berasosiasi dengan Fe/Mn oksida, sehingga logam pada tahap ini mempunyai mobilitas yang tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan fraksi EFLE [10]. Akibatnya, logam Cr yang berasosiasi dengan senyawa ini hanya berpotensi *bioavailable*.

Fraksi 3 (Fraksi Organik dan Sulfida)

Dalam fraksi ini, logam Pb yang terekstraksi sebesar 0,3541 – 3,2564 mg/kg, sedangkan logam Cr yaitu sebesar 0,2197 – 1,2285 mg/kg. Dari hasil tersebut dapat dilihat bahwa fraksi organik dan sulfida dalam sedimen cenderung lebih berasosiasi dengan logam Pb sehingga lebih banyak dibandingkan dengan logam Cr.

Fraksi organik dan sulfida merupakan fraksi yang dapat berpotensi *bioavailable* apabila terdapat oksidator kuat seperti hidrogen peroksida (H₂O₂) dalam suatu perairan yang mampu melepaskan ikatan logam berat dengan senyawa organik dan sulfida. Besarnya fraksi organik dan sulfida pada logam Pb di perairan sungai Bedadung disebabkan oleh masukan Antropogenik diantaranya limbah organik yang berasal dari buangan bahan bakar yang mengandung tetrametil-Pb dan tetraetil-Pb. Reaksi yang terjadi sebagai berikut:



Fraksi 4 (Fraksi *Resistant*)

Berdasarkan data yang disajikan dalam Tabel 1. dan 2. logam Pb lebih banyak yang terekstrak dengan konsentrasi sebesar td - 3.8375 mg/kg dibandingkan dengan logam Cr yaitu sebesar 0.1111 - 0.5943 mg/kg. Fraksi *resistant* merupakan fraksi yang bersifat *non-bioavailable* (tidak tersedia bagi hayati) karena sifatnya yang stabil dan terikat kuat dengan mineral-

mineral dalam sedimen sehingga konsentrasi logam yang diperoleh pada spesies ini tidak perlu dikhawatirkan keberadaannya dalam lingkungan. Pada fraksi ini, logam yang berasosiasi dengan silikat atau mineral stabil merupakan cemaran yang berasal dari pelapukan batuan secara alami [11].

Bioavailabilitas Logam Pb dan Cr dalam Sedimen di Perairan Sungai Bedadung Jember

Data yang disajikan dalam Gambar 1. dan 2. menunjukkan bahwa logam Pb dan Cr dalam sedimen secara berturut-turut didominasi oleh bentuk *bioavailable* (td hingga 61,74%) dan (34,30 – 59,71%), diikuti berpotensi *bioavailable* (td hingga 49,69%) dan (20,74 - 37,96%) serta (9,77 – 35,15%) dan (6,24 – 21,48%), sedangkan *non-bioavailable* (td hingga 58,68%) dan (3,08 – 22,34%).

Kecenderungan logam Pb dan Cr bersifat *bioavailable* (tersedia untuk hayati) karena memiliki ikatan yang sangat labil/lemah dengan komponen yang ada di dalam sedimen, sehingga logam tersebut mudah lepas ke perairan dalam bentuk ionnya. Pb yang *bioavailable* di semua lokasi dapat diurutkan sebagai berikut: hulu>tengah-muara>hulu-tengah>muara>tengah, sedangkan Cr yang *bioavailable* yaitu hulu>tengah-muara>tengah>muara>hulu-tengah. Dari hasil penelitian ini, pencemaran logam yang berasal dari aktivitas manusia di perairan sungai Bedadung Jember lebih didominasi oleh logam Cr dibandingkan logam Pb.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan sebagai berikut: Konsentrasi Pb dan Cr total di perairan sungai Bedadung secara berturut-turut yaitu 0,1103 – 0,6151 mg/kg dan 0,0287 – 0,1731 mg/kg dalam air, dan 1,7075 – 10,6026 mg/kg dan 2,5256 – 8,0493 mg/kg dalam sedimen. Konsentrasi Pb dalam air pada setiap lokasi sudah melebihi ambang batas, sedangkan

konsentrasi Cr hanya lokasi tengah-muara dan muara yang melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan. Konsentrasi Pb dan Cr dalam sedimen masih berada di bawah ambang batas, sehingga dapat dikatakan bahwa sedimen di perairan sungai Bedadung masih belum tercemar. Spesiasi logam pada fraksi EFLE logam Pb yang terekstraksi berkisar dari td hingga 6,5456 mg/kg dan 0,8662 – 3,2820 mg/kg untuk logam Cr. Pada fraksi Fe/Mn oksida logam Pb hanya terdeteksi di lokasi muara sebesar 2,6743 mg/kg dan logam Cr berkisar 0,3528 – 2,8290 mg/kg. Fraksi organik dan sulfida berkisar 0,3541 – 3,2564 mg/kg untuk logam Pb dan 0,2197 – 1,2285 mg/kg untuk logam Cr, sedangkan pada fraksi *resistant* berkisar dari td hingga 3,8375 mg/kg untuk logam Pb dan 0,1111 – 0,5943 mg/kg untuk logam Cr. Logam Pb dan Cr dalam sedimen secara berturut-turut didominasi oleh bentuk *bioavailable* (td hingga 61,74%) dan (34,30 – 59,71%), diikuti berpotensi *bioavailable* (td hingga 49,69%) dan (20,74 - 37,96%) serta (9,77 – 35,15%) dan (6,24 – 21,48%), sedangkan *non-bioavailable* (td hingga 58,68%) dan (3,08 – 22,34%).

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Penelitian Kimia Universitas Udayana atas fasilitas yang telah diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Dr. Drs. Made Siaka, M.Sc (Hons)., Dr. Ir. Sri Wahyuni, M.Kes dan Ir. Ni Gst. Ayu Made Dwi Adhi Suastuti, M.Si yang telah memberikan saran untuk perbaikan dalam proses penyempurnaan penelitian ini.

6. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hutagalung, H. P. 1991. *Pencemaran Laut Oleh Logam Berat dalam Status Pencemaran Laut Di Indonesia dan Teknik Pemantauannya*. Jakarta: P30-LIPI. 45-59.
- [2] Harahap, S. 1991. *Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung Ditinjau dari Sifat Fisika-Kimia Khususnya Logam Berat*

dan Keanekaragaman Jenis Hewan Benthos Makro. Bogor: IPB. 167.

- [3] Munandar, K., dan Eurika N. 2016. Keanekaragaman Ikan yang Bernilai Ekonomi dan Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Ikan Sapu-Sapu Di Sungai Bedadung Jember. *Proceeding Biology Education Conference: Seminar Nasional XIII Pendidikan Biologi FKIP UNS*. 13(1): 717-722.
- [4] Ginanjar, R., Munandar, K., dan Hapsari, A. I. 2016. Kadar Logam Berat Pb dan Cd Pada Ikan Nila (*Oreochromis nilotica*) Di Sungai Bedadung Wilayah Kota Jember. *Skripsi*. Pendidikan Biologi Fkip-Universitas Muhammadiyah Jember. Jember.
- [5] Mauna, R. B., Ma'rufi, I., dan Nigrum, P. T. 2015. Kandungan Kromium (Cr) pada Limbah Cair dan Air Sungai serta Keluhan Kesehatan Masyarakat di Sekitar Industri Elektroplating (Studi di Industri Elektroplating X Kelurahan Tegal Besar Kecamatan Kaliwates Kabupaten Jember). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*. Universitas Jember. Jember.
- [6] Siaka, M., Owens, C. M., and Birch, G. F. 2006. Evaluation of Some Digestion Methods for the Determination of Heavy Metals in Sediment Sample by Flame-AAS. *Analytical Letters*. 31(4): 703-718.
- [7] Davidson, C. M., Duncan, A. L., Littlejohn, D., Ure, A. M., Garden, L. M. 1998. A Critical Evaluation of The Tree-Stage BCR Sequential Extraction Procedure to Assess The Potential Mobility and Toxicity of Heavy Metals in Industrially-Contaminated Land. *Analytica Chimica Acta*. 393: 45-55.
- [8] Australian and New Zealand Environment and Conservation Council (ANZECC). 2000. *ANZECC Interim Sediment Quality Guidelines*. Report for the Environmental Research Institute of the Supervising Scientist. Sydney. Australia: ANZECC ISQG-Low.

- [9] Tessier, A., Campbell, P.G.C., and Bisson, M. 1979. Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Tracemetals. *Analytical Chemistry*. 51: 844-851.
- [10] Zaenal, A., Fadhlina, D. 2007. *Geokimia Logam Berat Pb, Cd, Cu dan Zn dalam Sedimen di Perairan Teluk Jakarta*. Bogor: IPB Press.
- [11] Badri, M. A., and Aston, S. R. 1983. Observations in Heavy Metal Geochemical Associations in Polluted and Non-Polluted Estuarine Sediments. *Environmental Pollution (Series B)*. 6: 181-193.