

Isolation and Identification of Bacteria from Dumai Marine Waters that Have Potencial as Lead Bioremediation Agents

Della Hijri Yanti^{1*}, Nursyirwani¹, Dessy Yoswaty¹

¹Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Universitas Riau
Corresponding Author: della.hijri2397@student.unri.ac.id

Diterima/Received: 26 Agustus 2021; Disetujui/Accepted: 15 September 2021

ABSTRACT

One of the harmful pollutants to human health is the heavy metal Lead (Pb). A high concentration of lead that has can accumulate in the body of living things if in a long period of time. Lead concentrations that exceed the threshold in an environment can cause damage that affects aquatic biota and other living things. This research was carried out in February-April 2021. The purpose of this study was to isolate and identify bacteria that have the potential as lead bioremediation agents from Dumai marine waters. Isolation and identification of bacteria were carried out at the Laboratory of Marine Microbiology, Department of Marine Science, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, and the lead concentration test at the Laboratory of Chemical Testing and Analysis, Department of Chemical Engineering, Faculty of Engineering. The results of the isolation on Marine Agar media which was added with Pb acetate ($Pb(CH_3COO)_2$) obtained three bacterial isolates from Dumai sea waters, namely D1, D2, and D3. The isolate that had the best growth was isolated D1. The isolate D1 was able to reduce the highest Pb concentration from 10 ppm by 80.53%, at a concentration of 20 ppm Pb, the isolate D1 was able to reduce Pb concentration by 78.8% and at a concentration of Pb 30 ppm, isolate D1 was able to reduce Pb concentration by 77.21%.

Keywords: Bacteri, bioremediation, Dumai, Pollution

1. PENDAHULUAN

Bahan pencemar yang berbahaya bagi kesehatan manusia salah satunya adalah logam berat Timbal (Pb) yang termasuk golongan logam berat nonesensial, dan bersifat racun jika masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Pb bersifat karsinogenik dan dapat mencemari udara, air, tanah, tumbuhan, hewan, bahkan manusia (Juniawan *et al.*, 2013). Timbal dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernafasan, pencernaan dan kulit (Usman *et al.*, 2013). Apabila timbal masuk ke dalam perairan, maka akan mengganggu sistem rantai makanan dan berpengaruh terhadap kehidupan organisme (Junopia, 2015).

Perairan yang terkontaminasi oleh timbal dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan kematian biota pada perairan tersebut. Apabila konsentrasi timbal melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka dapat mengakibatkan kerusakan pada lingkungan perairan yang berdampak pada biota perairan dan makhluk hidup lainnya yang mengkonsumsi biota perairan yang tercemar timbal sehingga mengakibatkan toksisitas pada makhluk hidup.

Melihat dari efek negatif timbal di atas,

maka diperlukannya upaya-upaya untuk mengatasi bahan pencemar tersebut. Salah satu penanganan yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah kontaminasi logam Pb adalah bioremediasi menggunakan mikroba dari kelompok bakteri.

Berbagai aktifitas industri mencakup pengilangan minyak bumi (*hydrocracker*), pengilangan minyak sawit, *docking* kapal, aktifitas pelabuhan, aktivitas pabrik wilmar menjadi potensial sumber utama (*point sources*) pencemaran timbal di wilayah pesisir laut Dumai. Berbagai aktivitas tersebut tentu saja dapat menjadi penyebab bertambahnya jumlah pencemar yang masuk ke perairan sehingga mempengaruhi kondisi perairan secara fisika, kimia dan biologi. Kondisi perairan yang berubah dapat berpengaruh terhadap keberadaan dan kemampuan biota perairan untuk bertahan pada habitatnya. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang bakteri yang berpotensi sebagai agen bioremediasi timbal (Pb) dari perairan laut Dumai.

2. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian telah dilaksanakan dari bulan Februari hingga April 2021 di perairan laut Dumai. Isolasi dan Identifikasi bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Laut Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau dan uji konsentration timbal (Pb) di Laboratorium Pengujian dan Analisa Kimia Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik.

Metode Penelitian

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode survei dan eksperimen yaitu mengisolasi dan identifikasi bakteri dan menguji kemampuan bakteri dalam menyerap timbal (Pb) dengan konsentrasi yang berbeda di laboratorium.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air dilakukan pada tiga titik stasiun dan berbeda berdasarkan lokasi. Sampel air diambil sebanyak 500 ml pada masing-masing titik pengambilan. Sampel air permukaan diambil dengan menggunakan ember. Sampel air dimasukkan ke dalam botol sampel yang diberi label. Setelah itu, sampel air dimasukkan ke dalam *ice box* dan diberi es, kemudian dibawa ke Laboratorium Mikrobiologi Laut untuk dianalisis.

Isolasi Bakteri

Isolasi bakteri dari sampel air diawali dengan mengambil 5 ml sampel air dan dimasukkan ke dalam 45 ml akuades, lalu dihomogenkan sehingga didapatkan pengenceran 10^{-1} . Pengenceran dilakukan secara bertingkat sampai 10^{-6} dengan cara 1 ml dari pengenceran 10^{-1} ditambahkan ke dalam tabung reaksi yang berisi 9 ml akuades sehingga didapat pengenceran 10^{-2} , dan seterusnya hingga didapatkan pengenceran 10^{-6} .

Setelah itu dilakukan proses *plating*, suspensi dari pengenceran 10^{-6} diinokulasikan pada media marine agar dengan metode *Spread Plate*, lalu diinkubasi dalam inkubator pada suhu 37°C selama ± 24 jam, kemudian diamati koloni yang tumbuh (Harley dan Prescott, 2002). Koloni tunggal yang tumbuh dimurnikan kembali dengan metode *streak plate*. Satu koloni isolat bakteri diambil secara aseptis menggunakan jarum ose dan diinokulasikan ke

permukaan media marine agar yang ditambahkan Pb asetat 10 ppm, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam

Identifikasi Bakteri

Morfologi

Karakteristik koloni bakteri hasil inokulasi pada media MA datar yaitu berdasarkan, bentuk koloni, permukaan koloni, tepi koloni, warna koloni, dan motilitas.

Uji Biokimia

Pewarnaan Gram

Isolat bakteri diambil satu ose dengan jarum ose secara aseptis dan disuspensikan dengan akuades yang ada di atas *objek glass*. Preparat difiksasi di atas api bunsen sampai kering. Preparat ditetesi dengan Gram A (kristal violet), didiamkan selama 1 menit dan dicuci dengan akuades mengalir dan dikeringkan. Preparat ditetesi dengan larutan Gram B (larutan iodine) dan didiamkan selama 1 menit, dicuci dengan akuades mengalir dan dikeringkan. Preparat digenangi dengan larutan Gram C (alkohol) sampai warna ungu hilang. Preparat ditetesi dengan larutan Gram D (safranin) dan didiamkan selama 1 menit, dicuci dengan air mengalir dan dikeringkan. Preparat ditetesi dengan minyak imersi, preparat berwarna merah (Hadioetomo, 1993).

Uji Gula. Isolat bakteri diinokulasikan ke dalam tabung reaksi yang berisi media TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*) agar tegak dan agar miring. Kemudian dilakukan inkubasi pada suhu 29°C selama 24 jam.

Uji Katalase. Isolat bakteri diambil menggunakan jarum ose dan diletakkan gelas objek. Kemudian ditetaskan reagen H_2O_2 3% beberapa tetes.

Uji Methyl Red. Isolat bakteri diinokulasikan pada media MR-VP (*Methyl Red Vogen Proskauer*) agar dan diinkubasi selama pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah diinkubasi, reagen *methyl red* 1% ditetaskan beberapa tetes pada media.

Uji VP. Isolat bakteri diinokulasikan pada media MR-VP agar dan diinkubasi selama pada suhu 37°C selama 2×24 jam. Setelah diinkubasi, reagen a naphthol 5% dan KOH 40% ditetaskan pada media.

Uji Sulfida (H_2S). Isolat bakteri diambil menggunakan jarum ose lalu digoreskan ke media TSIA (*Triple Sugar Iron Agar*). Selanjutnya bakteri diinkubasi selama 24 jam pada suhu 28°C diamati perubahannya.

Uji Indol. Isolat bakteri diinokulasikan pada media *Motilitas Indol Ornithin* (MIO) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah diinkubasi, reagen indol diteteskan pada dinding tabung reaksi.

Uji Sitrak. Isolat bakteri diinokulasikan secara zig-zag pada media *Simmon's Citrate Agar* (SCA) dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Pembuatan Larutan McFarland.

Menurut Haris *et al.*, (2013) *McFarland* adalah peyetaraan konsentrasi mikroba dengan menggunakan larutan BaCl₂ 1% dan H₂SO₄ 1%. Prosedur pembuatan larutan *McFarland* yaitu dengan memasukkan BaCl₂ terlebih dahulu lalu ditambahkan H₂SO₄ sesuai komposisi dari skala larutan *McFarland*, kemudian larutan divortex dan ditutup dengan aluminium foil lalu disimpan pada suhu ruang. Skala standard *McFarland* yang digunakan dalam penelitian ini adalah 0,5 dengan komposisi 0,05 ml BaCl 1% + 9,95 ml H₂SO₄ 1% dengan perkiraan jumlah bakteri pada suspensi 1,5×10⁸ CFU's/ml. Larutan 0,5 *McFarland* diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan memiliki absorbansi 0,08-0,1 pada saat panjang gelombang 625 nm (Dalynn, 2014).

Uji Resistensi Bakteri Terhadap Timbal (Pb)

Setelah didapatkan isolat yang tumbuh pada media *marine agar* + Pb asetat dengan konsentrasi 10 ppm. Lalu bakteri diinokulasikan sebanyak 2 ml ke dalam medium cair TSB (*Tryptic Soy Broth*) dengan volume 50 ml yang telah diperkaya dengan timbal asetat (Pb(CH₃COO)₂) dengan konsentrasi masing-masing 0, 10, 20, dan 30 ppm. Setelah itu dilakukan pengukuran pertumbuhan bakteri pada jam ke 0, 24, 48, dan 72 dengan metode TPC dan spektrofotometri.

Uji Penurunan Konsentrasi Timbal (Pb) oleh Bakteri Menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer)

Setelah dilakukan uji pertumbuhan bakteri terhadap Pb, selanjutnya dilakukan uji penurunan pada masing-masing perlakuan konsentrasi Pb yakni 10, 20 dan 30 ppm menggunakan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) (Lewaru *et al.*, 2012).

Pengukuran Efisiensi Penurunan Kadar Pb oleh Bakteri

Menurut Fauziyah (2011), perhitungan konsentrasi logam Pb terserap dilakukan dengan menggunakan metode Langmuir dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_s = C_a - C_b$$

Perhitungan persentase (%) Penurunan Kadar Logam Penentuan persentase logam berat Pb sesuai dengan persamaan:

$$D = \frac{C(a) - C(b)}{C(a)} \times 100\%$$

Keterangan:

D = Daya penurunan kadar Pb

C_s = Pb yang kadarnya berkurang(ppm)

C(a) = Konsentrasi awal Pb (ppm)

C(b) = Konsentrasi akhir Pb (ppm)

Analisis Data

Data jumlah, jenis dan penurunan konsentrasi timbal yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Selanjutnya, data dianalisis secara deskriptif kualitatif dengan merujuk kepada referensi terkait. Data uji penurunan kadar Pb oleh bakteri, dianalisis secara statistik menggunakan uji *Anova One Way*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Deskripsi Lokasi Penelitian

Kota Dumai terletak pada bagian pesisir Timur Pulau Sumatera antara 101° 23'27'' - 101° 28' 13'' BT dan 1° 23'23'' - 1° 24'23'' LU. Secara geografis Kota Dumai sebelah Utara berbatasan dengan Pulau Rupat, Kabupaten Bengkalis, sebelah Selatan berbatasan dengan Kecamatan Mandau, sebelah Barat berbatasan dengan Kecamatan Bangko, sebelah Timur berbatasan dengan Kecamatan Bukit Batu.

Perairan Laut Dumai berbatasan langsung dengan Selat Malaka yang merupakan dataran rendah yang sebagian wilayahnya masih terdiri dari rawa-rawa dan hutan bakau. Perairan Dumai selain dimanfaatkan sebagai daerah pelabuhan, industri dan jalur pelayaran, juga merupakan tempat penangkapan ikan oleh penduduk yang tinggal di tepi pantai. Pelabuhan penyeberangan penumpang juga menggunakan perairan Dumai untuk fasilitas bongkar muat. Kondisi tersebut menjadikan perairan ini sebagai jalur pelayaran antar pulau dan antar negara yang padat. Berbagai macam kegiatan disekitar perairan tersebut merupakan

penyumbang terbesar bahan pencemar pada perairan laut Dumai termasuk logam berat.

Isolasi dan Identifikasi Bakteri

Hasil kultur bakteri secara berulang-ulang yang ditumbuhkan pada media MA yang

telah ditambahkan timbal (Pb) 10 ppm diperoleh 3 isolat bakteri dilihat berdasarkan identifikasi morfologi, yaitu isolat D1, D2, dan D3. Hasil identifikasi dari ketiga isolat dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Tabel 1. Uji Biokimia Bakteri

Kode Isolat	Uji Biokimia								
	Uji Gram	Uji Gula (TSIA)	Uji Katalase	Uji MR	Uji VP	Uji Sulfida	Uji Indol	Uji Sitrat	Motil
D.1	(+) Basil	Glukosa Gas (-)	Negatif (-) Anaerob	+	-	-	-	+	+
D.2	(+) Basil	Glukosa Gas (-)	Positif (+) Aerob	+	-	-	-	+	+
D.3	(+)Basil	Glukosa Gas (+)	Positif (+) Aerob	+	-	-	-	+	+

Tabel 2. Hasil Identifikasi Morfologi

Kode Isolat	Identifikasi Morfologi				
	Diameter (cm)	Bentuk Koloni	Permukaan Koloni	Tepian Koloni	Warna Koloni
D 1	3,3	Berbenang -benang	Datar	Bercabang	Putih susu
D 2	0,8	Bundar	Datar	Licin	Putih susu
D 3	1,25	Tidak beraturan menyebar	Datar	Licin	Putih susu

Berdasarkan identifikasi hasil uji biokimia terhadap ketiga isolat, didapatkan hasil bahwa ketiga isolat tersebut merupakan bakteri dari genus *Bacillus*. Hal ini sesuai dengan karakteristiknya yang tertera dalam buku *Bergey's Manual Determinative Bacteriology* 9th Edition (Holt *et al.*, 1994), isolat *Bacillus* sp. memiliki ciri-ciri berbentuk batang berantai, gram positif, memiliki endospora, reaksi positif terhadap pengujian katalase, motil pada medium SIM, memfermentasi glukosa, maltosa, sukrosa dan reaksi negatif terhadap uji indole serta tidak menunjukkan perubahan warna pada medium.

Uji Degradasi Bakteri terhadap Timbal (Pb)

Pada uji resistensi ini diambil satu isolat berdasarkan kemampuan pertumbuhan bakteri pada media MA yang ditambahkan Pb 10 ppm. Maka dari itu isolat bakteri yang memiliki tingkat pertumbuhan yang paling baik yaitu isolat D1. Perbedaan pertumbuhan isolat bakteri ini menunjukkan, bahwa masing-masing isolat memiliki batas maksimum toleransi terhadap logam Pb.

Uji resistensi dilakukan untuk melihat pertumbuhan bakteri selama 72 jam pada media yang mengandung Pb. Pada uji resistensi ini isolat bakteri diberikan perlakuan Pb awal

sebesar 0 ppm, 10 ppm, 20 ppm dan 30 ppm dan menghitung pertumbuhan bakteri selama 0 jam, 24 jam, 48 jam dan 72 jam dengan menggunakan metode TPC. Hasil pertumbuhan bakteri menggunakan metode TPC dapat dilihat pada Tabel 2.

Bakteri yang memperlihatkan karakteristik yang resisten terhadap logam berat dan berasal dari daerah yang terpapar logam berat berpotensi untuk dijadikan agen bioremediasi cemaran logam berat (Chihomvu *et al.*, 2014). Kemampuan bakteri dalam menurunkan konsentrasi logam berat di lingkungan tumbuhnya dapat disebabkan karena kemampuan bakteri dalam mengakumulasi logam berat tersebut (Satya dan Larashati, 2012). Mikroorganisme yang mampu bertahan pada kondisi lingkungan dengan kadar logam berat yang tinggi bergantung pada kemampuan detoksifikasi mikroorganisme tersebut.

Uji Penurunan Konsentrasi Timbal Oleh Bakteri

Uji ini dilakukan untuk bertujuan untuk melihat konsentrasi akhir Pb yang diserap oleh bakteri. Instrumen yang digunakan dalam mengukur kadar Pb adalah *Atomic Absorption Spectrofotometer* (AAS). Hasil pengukuran

kadar Pb dengan AAS dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 2. Perhitungan Jumlah Sel Bakteri Menggunakan Metode TPC

Kode Isolat	Jam Ke-	Konsentrasi (ppm)	Ulangan			Rata-Rata ($\times 10^8$ CFU)
			1	2	3	
D 1	0	0	8,5	7,9	5,2	$7,2 \pm 1,758$
		10	7,3	7	4,6	$6,3 \pm 1,480$
		20	5,8	5,2	4,6	$5,2 \pm 0,600$
		30	4,7	3,3	2,5	$3,5 \pm 1,114$
	24	0	10,4	9,5	9,8	$9,9 \pm 0,458$
		10	9,5	8,7	7,9	$8,7 \pm 0,800$
		20	8,3	7,1	6,5	$7,3 \pm 0,917$
		30	7,1	5,6	5	$5,9 \pm 1,082$
	48	0	16	15,5	14,8	$15,4 \pm 0,603$
		10	14,7	15,5	13,9	$14,7 \pm 0,800$
		20	12,9	11,8	12,5	$12,4 \pm 0,557$
		30	10,9	12,3	11,7	$11,6 \pm 0,702$
72	0	13,8	12,9	12,6	$13,1 \pm 0,624$	
	10	11,3	9,8	11,2	$10,8 \pm 0,839$	
	20	9,5	8,7	8,3	$8,8 \pm 0,611$	
	30	7,7	6,6	7,8	$7,4 \pm 0,666$	

Tabel 3. Penurunan Konsentrasi Timbal oleh Bakteri

Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	Total Akumulasi (ppm)	Rata-rata Akumulasi (ppm)	Efisiensi Penurunan (%)	Rata-rata Penurunan (%)
0	0	0		0	
0	0	0	0	0	0
0	0	0		0	
10	1,97	8,03		80,3	
10	1,95	8,05	8,05	80,5	80,53
10	1,92	8,08		80,8	
20	4,27	15,73		78,65	
20	4,2	15,8	15,76	79	78,8
20	4,25	15,75		78,75	
30	6,87	23,13		77,1	
30	6,8	23,2	23,16	77,3	77,21
30	6,83	23,17		77,23	

Hasil uji penurunan konsentrasi Pb terlihat pada Tabel 3. Isolat D1 mampu menurunkan konsentrasi Pb tertinggi dari 10 ppm sebesar 80,53%. Sedangkan pada konsentrasi Pb 20 ppm isolat bakteri mampu menurunkan konsentrasi Pb sebesar 78,8% dan pada konsentrasi Pb 30 ppm isolat bakteri mampu menurunkan konsentrasi Pb sebesar 77,21%.

Dari kemampuan dalam menurunkan konsentrasi Pb pada konsentrasi yang berbeda, dapat dikatakan isolat bakteri yang didapatkan pada penelitian berpotensi menjadi agen

bioremediasi. Bakteri resistensi terhadap logam berat mampu mengubah struktur polutan yang beracun menjadi tidak kompleks dan menghasilkan produk metabolit seperti asam organik dan metabolit lainnya sehingga dapat menghilangkan ion-ion logam berat yang terdapat di lingkungan (Priadi, 2012).

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat tiga isolat yang berpotensi sebagai agen bioremediasi timbal (Pb) dari perairan laut Dumai. Isolat yang memiliki

pertumbuhan yang paling baik adalah isolat D1. Isolat D1 mampu menurunkan konsentrasi Pb tertinggi dari 10 ppm sebesar 80,53%, pada konsentrasi Pb 20 ppm isolat D1 mampu menurunkan konsentrasi Pb sebesar 78,8% dan pada konsentrasi Pb 30 ppm isolat D1 mampu

menurunkan konsentrasi Pb sebesar 77,21%.

Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk mengidentifikasi bakteri secara molekular agar dapat mengetahui jensi bakteri secara spesifik.

DAFTAR PUSTAKA

- Chihomvu P., P. Stegmann, dan M. Pillay. (2014). Identification and Characterization of Heavy Metal Resistant Bacteria from the Klip River. *International J Biol Biomol Agri Food Biotechnol Enginee* 8(11): 1178-1188.
- Dalynn, B. (2014). *McFarland Standard*. Canada: Dalynn Biological.
- Hadioetomo, R.S. (1993). *Mikrobiologi Dasar dalam Praktek Teknik dan Prosedur Dasar Laboratorium*. PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Haris, A., Arniati, dan S. Werorilangi. (2013). Uji Antibakteri Patogen Ekstrak Sponge Menggunakan Metode High Troughput Screening (HTS) dengan indikator MTT (3-[4,5-dimethylthiazol-2-yl]-2,5-diphenyltetrazolium bromide). *Jurusan Ilmu Kelautan, FIKP, UNHAS*.
- Harley, J.P. dan L.M. Prescott. (2002). *Laboratory Exercises in Microbiology. Fifth Edition*. The McGraw-Hil.
- Holt, J.G., N.R. Krig, P.H.A. Sneath, J.T. Staley, dan S.T. Williams. (1994), '*Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 9th Edition*': Lipincott Williams and Wilkins Company, Philadelphia (USA).
- Juniawan A., B. Rumhayati dan B. Lamuyanto. (2013). Karakteristik Lumpur Lapindo dan Fluktuasi Logam Berat Pb dan Cu pada Sungai Porong dan Aloo. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* 7(1) : 1-10.
- Junopia, A.C. (2015). Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Logam Timbal (Pb) yang Bersumber dari Danau Tempe Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan. *Skripsi*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Alauddin Makassar.
- Lewaru, S., R. Indah. dan M. Yuniar. (2012). Identifikasi Bakteri Indigeneus Logam Berat Cr (VI) dengan Metode Molekuler di Sungai Cikijing Rancaekek Jawa Barat. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4) : 81-92.
- Priadie, B. (2012). Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 10(1): 38-48.
- Satya, A., dan S. Larashati. (2012). Kemampuan Isolat Bakteri dari Sedimen Situ Sebagai Aquatic Bioremoval Agent Ion Logam Timbal (Pb). *Prosiding Seminar Nasional Limnologi IV* 19: 50-60.
- Usman, S., L.N. Nafie, dan M. Ramang. (2013). Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb dalam Air, Sedimen dan Ikan Merah (*Lutjanus erythropterus*) di Sekitar Perairan Pelabuhan Parepare. *Marina Chimica Acta*, 14(2):1411-2132.