

AKUMULASI LOGAM BERAT (Pb, Cd, Hg) PADA KARANG *Acropora aspera* DI PERAIRAN POMALAA SULAWESI TENGGARA

ACCUMULATION OF HEAVY METALS (Pb, Cd, Hg) IN CORAL *Acropora aspera* AT POMALAA WATERS SOUTHEAST SULAWESI

Riska^{1*}, Ilham Antariksa Tasabaramo¹, Neviaty P. Zamani², Lalang³, & Essa Annisa Syadiah¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Perikanan, dan Peternakan Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Sulawesi Tenggara, 93517, Indonesia

²Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University, Bogor, 16680, Indonesia

³Program Studi Teknologi Kelautan, Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo, Sulawesi Tenggara, 93232, Indonesia

*E-mail: riska05071991@gmail.com

ABSTRACT

*Corals are one of the organisms that are sensitive to physical and chemical changes in the marine environment. Coral reefs in Pomalaa waters are starting to be threatened because of the nickel mining. This study aims to examine the water quality of coral reefs, and the level of accumulation of heavy metals (Pb, Cd, and Hg) in the waters and on coral (*Acropora aspera*) in Pomalaa waters. Samples were taken at 4 stations with the parameters measured were temperature, dissolved oxygen, pH, salinity, water clarity, current velocity, nitrate and phosphate. Seawater samples at each station were taken using a 500 ml sample bottle and 5 ml of HNO₃ was added. Coral samples were taken at a depth of 5-10 m at 3-5 cm then prepared and analyzed using Atomic Absorption Spectrometer Method. The results showed that the heavy metals concentrations in water and coral had different concentrations. Accumulation of heavy metals in water samples exceeds the threshold for sea water quality standards for marine biota. Accumulation of heavy metals in coral skeletons has different concentrations for each type of metal. Concentration of Pb in corals ranged from 1.20 to 28.40 mg/kg. Concentrations Cd from 12.06 to 18.53 mg/kg, while the Hg concentration from 0.03 to 1.70 mg/kg. Concentration of metals accumulated in corals is greater than in seawater. Corals have a high tendency to accumulate metals, so they can be used as bioindicators to see the level of pollution in marine waters.*

Keyword: *Acropora aspera*, accumulation, heavy metal

ABSTRAK

Karang merupakan salah satu organisme yang sensitif terhadap perubahan fisik dan kimia lingkungan laut. Terumbu karang di perairan Pomalaa mulai terancam karena adanya pertambangan Nikel. Penelitian ini bertujuan untuk melihat kualitas perairan terhadap terumbu karang, dan tingkat akumulasi logam berat (Pb, Cd, dan Hg) di perairan dan pada karang (*Acropora aspera*) di perairan Pomalaa. Sampel diambil pada 4 stasiun dengan parameter yang diukur adalah suhu, oksigen terlarut, pH, salinitas, kecerahan perairan, kecepatan arus, nitrat dan fosfat. Sampel air laut pada setiap stasiun diambil menggunakan botol sampel berukuran 500 ml dan ditambahkan HNO₃ sebanyak 5 ml. Sampel karang diambil pada kedalaman 5-10 m sebesar 3-5 cm, kemudian dipreparasi dan dianalisis menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam di air dan karang memiliki nilai yang berbeda. Akumulasi logam berat pada sampel air melebihi ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut. Akumulasi logam berat pada kerangka karang memiliki konsentrasi yang berbeda untuk setiap jenis logam. Konsentrasi logam Pb yang terakumulasi pada karang berkisar antara 1,20-28,40 mg/kg. Konsentrasi logam Cd berkisar antara 12,06-18,53 mg/kg, sedangkan konsentrasi logam Hg yang terakumulasi berkisar antara 0,03-1,70 mg/kg. Konsentrasi logam yang terakumulasi pada karang lebih besar dari pada di air. Karang memiliki kecenderungan tinggi dalam mengakumulasi logam sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator dalam melihat tingkat pencemaran perairan.

Kata kunci: *Acropora aspera*, akumulasi, logam berat

I. PENDAHULUAN

Wilayah Pomalaa Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara adalah daerah yang sebagian wilayahnya merupakan lokasi pertambangan nikel. Kegiatan pertambangan dilakukan di sepanjang wilayah pesisir Kecamatan Pomalaa dan berdampingan dengan aktivitas kenelayan masyarakat. Proses peleburan nikel di area pabrik, aktivitas eksploitasi lahan padat dan aktivitas-aktivitas lain yang dilakukan oleh masyarakat di sekitar tambang menghasilkan beberapa jenis limbah cair dan limbah padat. Salah satu dampak yang dapat dilihat sebagai akibat dari aktivitas pertambangan adalah meningkatnya kekeruhan perairan pesisir dan masuknya bahan pencemar di perairan (Dar *et al.*, 2018). Limbah cair dan limbah sisa pengolahan batuan-batuan yang mengandung mineral (*tailing*) pada material sisa hasil pembakaran (*slag*) pengolahan nikel yang secara langsung dibuang ke lingkungan perairan akan berdampak pada organisme yang hidup pada perairan tersebut. Perubahan kondisi lingkungan perairan akibat limbah tersebut dapat mengganggu pertumbuhan dan perkembangan organisme laut, dan pada kondisi ekstrim akan menyebabkan kematian organisme laut (Panuntun *et al.*, 2012). Fitriani (2021) menyebutkan bahwa konsentrasi logam Cr, Fe, Pb, Ni, Cd, dan Pb di perairan Pomalaa terus mengalami peningkatan setiap bulan dan telah melampaui kapasitas asimilasinya. Logam berat yang terakumulasi ke lingkungan tidak dapat dihancurkan (*non degradable*), logam berat akan mengendap ke dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Chan *et al.*, 2014).

Logam berat yang terdapat pada limbah cair dari kegiatan industri pertambangan, baik sebagai bahan baku atau bahan tambahan ataupun hanya sebagai katalisator yang masuk ke perairan, akan sangat membahayakan kehidupan terumbu karang. Karang merupakan salah satu organisme laut

yang peka terhadap perubahan fisik dan kimia lingkungan laut (Fitriani, 2021). Karang memiliki kecenderungan tinggi dalam mengakumulasi logam sehingga dapat dijadikan sebagai bioindikator dalam melihat tingkat pencemaran di suatu perairan (Riska *et al.*, 2015). Hewan karang sebagai organisme indikator sangat berguna untuk monitoring lingkungan, karena kerangka kapurnya dapat mengasimilasi logam-logam lebih dari ratusan tahun. Efek negatif kontaminasi logam berat pada karang tergantung pada pengambilan (*uptake*) dan pembagian (*partitioning*) logam tersebut di dalam tubuh karang (Shabib *et al.*, 2021). Salah satu jenis karang yang biasa dijadikan indikator pencemaran atau mendeteksi perubahan lingkungan adalah Genus *Acropora* (Nour & Nouh, 2020; Yang *et al.*, 2020). Beberapa dampak akumulasi logam berat pada terumbu karang diantaranya adalah stres fisiologis (Chan *et al.*, 2014); menurunnya kelangsungan hidup larva karang (El-Moselhy *et al.*, 2014); perubahan populasi dan pertumbuhan *zooxanthellae* (Erftemeijer *et al.*, 2012); perubahan laju fotosintesis mengakibatkan penurunan kalsium karbonat karang (Nour *et al.*, 2019), meningkatnya kematian karang dan menurunkan karang hidup (Patterson *et al.*, 2020).

Akumulasi logam Pb, Cd, Hg, Mn, Cu, dan Zn, dalam kerangka karang mencerminkan pengaruh antropogenik pada lingkungan laut seperti polusi industri, masukan *run off*, dan limbah yang diangkut dan didistribusikan oleh arus (Nemr *et al.*, 2014). Sifat logam Pb ini beracun bagi seluruh makhluk hidup (Panuntun *et al.*, 2012). Logam Cd dan Hg dapat menyebabkan kematian biota perairan dalam konsentrasi yang tinggi (Chan *et al.*, 2014). Kehadiran logam Cd pada tubuh organisme dapat menyebabkan kerusakan dengan penurunan laju metabolisme dan kemampuan reproduksi hingga menyebabkan kematian (Gan *et al.*, 2015). Larva planula karang *Acropora* akan mengalami kematian seiring dengan meningkatnya waktu paparan oleh

logam Cd. Konsentrasi logam Cd sebanyak 32 mg/L menyebabkan rasio kematian larva di atas 80% bahkan sampai 100%. Logam Pb, Cd dan Hg merusak jaringan sel pada larva planula karang sehingga terjadi perubahan bentuk hingga kematian sel dan larva menjadi seperti kapas (Kathryn *et al.*, 2013; Jafarabadi *et al.*, 2017). Semakin tinggi konsentrasi logam berat di laut, maka akan berdampak buruk bagi ekosistem laut termasuk ekosistem terumbu karang (Erftemeijer *et al.*, 2012).

Meskipun logam berat menimbulkan berbagai efek terhadap perubahan lingkungan perairan, penelitian mengenai akumulasi logam berat pada terumbu karang juga masih sangat minim, khususnya di kawasan perairan Sulawesi Tenggara. Sejauh ini penelitian yang dilakukan hanya melihat akumulasi logam berat pada sedimen (Effendy, 2021). Penelitian logam berat juga dilakukan oleh Fitriani *et al.* (2021) di perairan Pomalaa untuk melihat konsentrasi logam berat di air. Namun kajian yang melihat dampak dari kegiatan industri terhadap akumulasi logam berat pada ekosistem karang belum pernah dilakukan. Mengingat letaknya berhadapan dengan industri pertambangan nikel yang memiliki aktivitas tinggi, maka tidak menutup kemungkinan dampak dari aktivitas di daerah tersebut akan memengaruhi terumbu karang dan kondisi lingkungan perairan sekitarnya secara langsung. Oleh karena itu, penelitian ini perlu dilakukan untuk melihat dampak dari kegiatan industri terhadap terjadinya akumulasi logam berat pada ekosistem terumbu karang, khususnya karang *A. aspera*, yang banyak dijumpai di sekitar perairan Pomalaa.

II. METODE PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

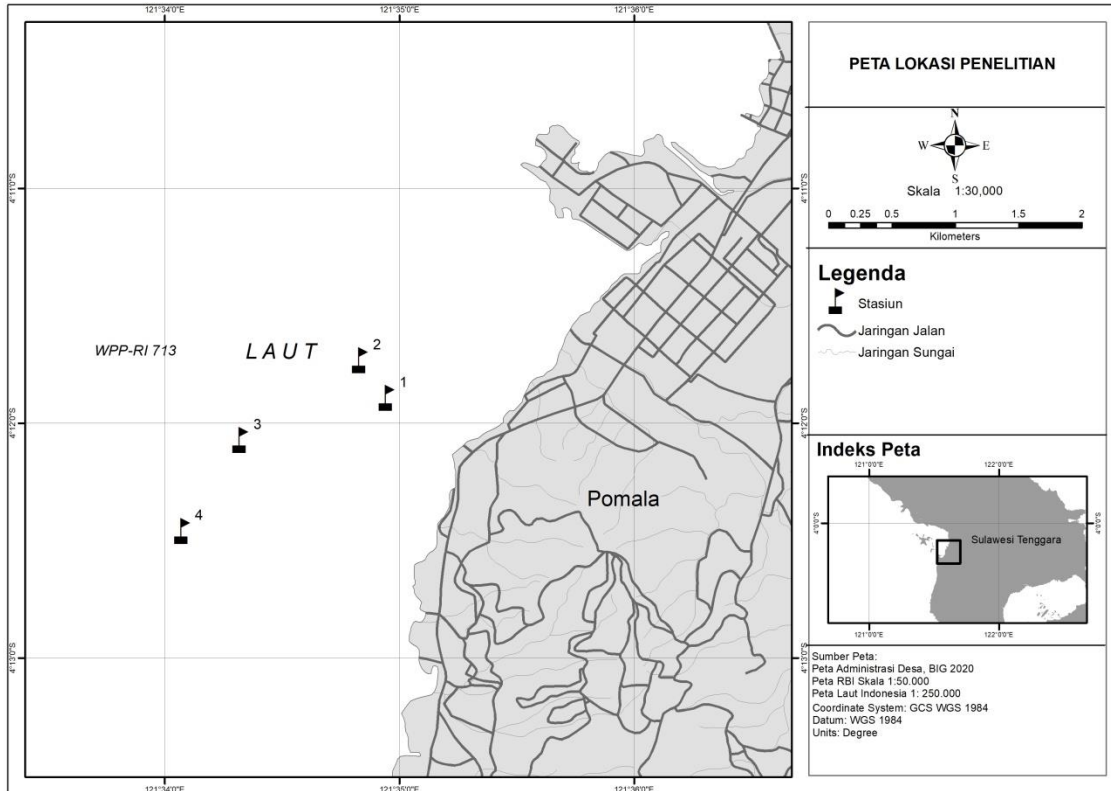
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Agustus 2021 di wilayah perairan Pomalaa Kabupaten Kolaka, Provinsi Sulawesi Tenggara. Pengambilan data

dilakukan pada 4 titik pengamatan. Titik pengamatan diperkirakan banyak menerima dampak kegiatan perindustrian nikel yang berada di sepanjang pesisir Pomalaa. Titik pengambilan sampel merupakan wilayah jalan masuknya limbah dari lokasi eksploitasi dan pabrik nikel. Sepanjang pesisir yang berhadapan dengan titik pengamatan terdapat beberapa sungai. Berdasarkan data BPS Kabupaten Kolaka (2021), jumlah penduduk di wilayah Pomalaa sebanyak 31.067 jiwa. Jumlah tersebut berpotensi sebagai penyumbang beban pencemar di perairan tersebut seperti kegiatan pertanian, sampah, limbah rumah tangga, dan penggunaan bahan pelet untuk menangkap ikan yang dilakukan oleh masyarakat (antropogenik).

Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Biomolekuler dan Lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo, Kendari. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.

2.2. Pengambilan Sampel

Beberapa parameter kualitas lingkungan yang diukur langsung di lapangan adalah suhu, oksigen terlarut (DO), pH, salinitas, kecerahan perairan, dan kecepatan arus. Analisis nitrat, fosfat dan logam berat (Pb, Cd dan Hg) dilakukan di laboratorium. Sampel terumbu karang diambil dari wilayah pesisir Pomalaa, Kolaka. Titik pengambilan sampel diawali dari pesisir Desa Tambea kemudian menjauh. Stasiun pengambilan sampel dalam penelitian ini dibagi menjadi 4 stasiun dengan metode *purposive sampling*, yaitu penentuan titik pengamatan di lapangan berdasarkan keberadaan ekosistem terumbu karang. Keempat titik ini diharapkan dapat menggambarkan distribusi intensitas polusi logam di perairan Pomalaa. Sampel air laut tiap-tiap stasiun diambil pada kolom air dengan menggunakan botol sampel sebanyak 500 ml dan ditambahkan HNO₃ sebanyak 5 ml kemudian diberi label, selanjutnya dimasukkan ke dalam *cool box*. Pengambilan sampel karang dilakukan pada kedalaman 5



Gambar 1. Lokasi penelitian di perairan Pomalaa, Kolaka, Sulawesi Tenggara.

-10 m dengan cara menyelam. Sampel karang yang diambil berukuran ± 5 cm, kemudian dimasukkan ke dalam kantong sampel, diberi label, dan dimasukkan ke dalam *cool box*. Selanjutnya dibawa ke Laboratorium Biomolekul dan Lingkungan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo bersamaan dengan sampel air laut untuk dianalisis.

2.3. Analisis Sampel

Sampel air maupun karang dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrometer* (AAS) dengan menggunakan metode American Public Health Association (2012). Konsentrasi logam berat dalam air dianalisis menggunakan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Ed. 22nd, part 3125 B*. Sampel air laut sebanyak 100 ml yang telah disaring kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala. Sampel air ditambahkan 5 mL asam nitrat (HNO_3), kemudian dipanaskan pada *hotplate* selama 2-3 jam sampai terjadi penguapan.

Kemudian ditambahkan 5 mL akuades, selanjutnya disaring dengan menggunakan kertas saring. Sampel dimasukkan ke dalam botol plastik dan siap untuk dianalisis dengan AAS-*Shimadzu 7000*. Analisis kadar nitrat menggunakan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Ed. 22nd, part 4500- NO_3E* dan untuk fosfat menggunakan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Ed. 22nd, part 4500-P B&E*.

Analisis logam berat pada kerangka karang *A. aspera* menggunakan *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater Ed. 22nd, part 3120 B*. Sampel karang dicuci menggunakan aquades, kemudian diletakkan di atas cawan petri, selanjutnya dimasukkan ke dalam oven untuk dikeringkan pada suhu 105°C dan ditimbang sebesar 5 g. Sampel karang yang telah ditimbang selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dimasukkan kembali ke dalam oven dengan suhu 500°C selama 2-3 jam sampai sampel karang menjadi abu dan

berwarna putih. Selanjutnya sampel karang yang telah diabukan, didinginkan dan ditambahkan akuades sebanyak 50 mL. Kemudian sampel tersebut disaring menggunakan kertas saring (polycarbonate) dengan ukuran 0,40-0,45 μm dan diaduk kembali dan dianalisis dengan AAS-*Shimadzu* 7000 dengan deteksi limit 0,001 mgkg^{-1} (APHA, 2012).

Larutan standar dibuat dengan mengambil 5 mL larutan standar yang terkontaminasi Pb, Cd, dan Hg 100 mg/L . Kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur yang berisi air distilasi dengan volume air 10 mL. Konsentrasi ini kemudian diencerkan kembali menjadi konsentrasi 0,1 mg/L ; 0,2 mg/L ; 0,3 mg/L ; 0,4 mg/L ; 0,5 mg/L dengan memakai mikropipet volume 5 mL.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi penelitian berada pada 4 lokasi di wilayah pesisir Pomalaa, Kolaka. Stasiun 1 adalah lokasi yang paling dekat dengan daratan utama, berjarak ± 50 km dari daratan, perairannya sangat keruh dan didominasi oleh sedimentasi. Tipe terumbu di stasiun penelitian 1 dan 2 adalah tipe *fringing reef* dengan tutupan terumbu karang yang *patchy* (sangat jarang) dan hanya terdapat jenis karang *Acropora* dan *Massive*, yang berukuran kecil. Stasiun 3 kondisi perairannya juga keruh, dengan kondisi tutupan terumbu sekitar 30%, yang terdiri dari beberapa tipe pertumbuhan karang

(*Acropora branching*, *Acropora aspera*, *Coral mushroom* dan *Coral massive*). Stasiun 4 menjadikannya sebagai lokasi pengambilan sampel paling jauh dari penelitian ini, dengan tutupan karang sekitar 50% dan berbagai macam bentuk tipe pertumbuhan karang seperti *Acropora branching*, *Acropora tabulate*, *Coral foliose*, *Coral massive* dan *Coral mushroom*.

Hasil analisis parameter kualitas air perairan Pomalaa dapat dilihat pada Tabel 1. Salah satu parameter kualitas air yang memengaruhi terumbu karang ialah suhu. Terumbu karang yang bersimbiosis dengan *zooxanthellae* sangat sensitif terhadap perubahan temperatur dan rendahnya suhu suatu perairan, hal tersebut dapat menyebabkan hilangnya *zooxanthellae* yang merupakan sumber nutrisi atau pemberi warna pada karang (Nour & Nouh, 2020). Hal ini menjadi penting untuk dilakukan analisis bahwa sejauh mana pengaruh suhu, salinitas, pH, DO, nitrat, fosfat, dan kecerahan terhadap tutupan terumbu karang, meski dari hasil parameter kualitas air laut di atas masih dalam ambang batas perumbuhan ekosistem terumbu karang untuk pertumbuhan yang baik (Tabel 1). Analisis kandungan logam berat pada perairan Pomalaa dapat dilihat pada Tabel 2. Hal ini juga mengacu pada standar Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Keperluan Biota Laut.

Tabel 1. Parameter fisika dan kimia perairan di stasiun pengamatan.

Parameter	St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	Baku Mutu*
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	29	30	30	29	28-32 (alami)
Salinitas (ppt)	33	34	33	33	33-34 (alami)
pH	7,2	7,6	7,7	7,5	7-8,5
Kecerahan perairan (m)	3,8	3	4	4,5	-
Kec. Arus (m/dtk)	0,058	0,089	0,104	0,092	-
DO (mg/l)	6,80	6,50	6,90	6,30	>5
Nitrat (mg/l)	0,018	0,027	0,022	0,019	0,008
Fosfat (mg/l)	0,012	0,006	0,011	0,09	0,015

* Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut No. 51 tahun 2004.

Tabel 2. Rata-rata konsentrasi logam berat pada perairan Pomalaa.

No.	Parameter Uji	Konsentrasi Logam (mg/l)				Baku Mutu (mg/l)*
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4	
1	Pb (Timbal)	0,012	0,009	0,011	0,006	0,008
2	Cd (Kadmium)	0,0195	0,0168	0,0120	0,0155	0,001
3	Hg (Raksa)	0,0016	0,0015	<0,001	<0,001	0,001

Keberadaan logam berat pada skeleton terumbu karang merupakan hasil dari proses detoksifikasi hewan karang tersebut. Hewan karang akan mengakumulasi logam berat di dalam sel tubuhnya, *zooxanthellae* dan skeleton kapurnya (Kathryn *et al.*, 2013). Hasil deteksi dengan AAS dalam penelitian ini menunjukkan adanya logam Pb, Cd, dan Hg. Unsur logam Pb dan Cd memiliki waktu paruh yang singkat (Riska *et al.*, 2015). Konsentrasi logam Hg tidak cukup tinggi konsentrasinya dan juga tidak cukup lama berada di tempat sampel terumbu karang hidup untuk dapat terekam dalam skeletonnya (Shabib *et al.*, 2021).

Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam Pb, Cd, dan Hg di perairan melebihi nilai ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 (Tabel 2). Hal ini mengindikasikan tingginya aktivitas buangan limbah dan semakin kritisnya wilayah perairan Pomalaa. Distribusi suatu bahan pencemar dalam tatanan ekosistem sangat penting diperhatikan, karena sangat erat kaitannya dengan keberlanjutan ekosistem tersebut dan dampak yang akan ditimbulkan dari pendistribusian bahan pencemar tersebut, tidak terkecuali untuk ekosistem perairan (Jafarabadi *et al.*, 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa distribusi logam Pb, Cd, dan Hg terlihat pada semua stasiun,

walaupun ada stasiun yang mengalami penurunan konsentrasi atau dengan kata lain bahan pencemar sudah mengalami pengenceran (Chan *et al.*, 2014). Hal ini dikarenakan karakteristik wilayah pesisir (laut) yang mengalami pasang surut dua kali dalam sehari, dan sering terjadinya gelombang besar menjadi penyebab yang mempercepat perairan melakukan purifikasi (Dar *et al.*, 2018).

Analisis kandungan logam yang terakumulasi di dalam terumbu karang *A. aspera* dilakukan per lokasi. Logam Pb, Cd, dan Hg juga terdapat secara alami pada komposisi air laut (Chen *et al.*, 2010; Yang *et al.*, 2020). Logam-logam tersebut digunakan oleh hewan karang untuk proses metabolismenya, dan ada yang didepositkan pada kerangka karang. Logam yang terakumulasi pada karang *A. aspera* dapat dilihat pada Tabel 3.

Hewan karang sendiri memiliki suatu proses metabolisme dalam pemanfaatan logam-logam yang terlarut dalam air laut (Zamani *et al.*, 2020). Pendepositan logam-logam ke dalam terumbu oleh hewan karang merupakan salah satu upaya detoksifikasi oleh hewan karang (Nour & Nouh, 2020; Yang *et al.*, 2020). Hampir 90% logam berat disalurkan oleh hewan karang ke *zooxanthellae*-nya (Bastidas & Garcia, 1999; Panuntun *et al.*, 2012). Tingkat konsentrasi logam di dalam terumbu dipengaruhi oleh

Tabel 3. Rata-rata konsentrasi logam berat pada karang *A. aspera*, dengan 3 kali pengulangan.

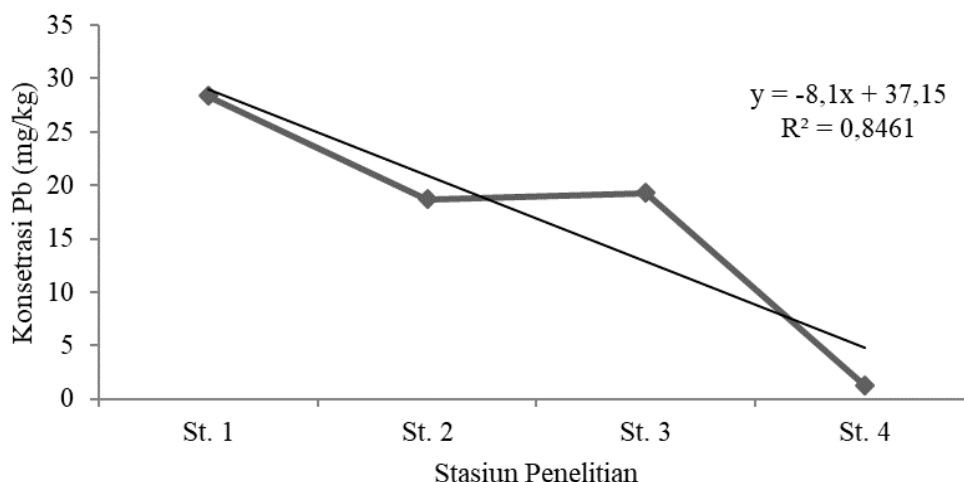
No.	Parameter Uji	Konsentrasi Logam (mg/kg)			
		St. 1	St. 2	St. 3	St. 4
1	Pb (Timbal)	28,40	18,70	19,30	1,20
2	Cd (Kadmium)	18,53	17,32	12,06	14,30
3	Hg (Raksa)	1,70	1,40	0,14	0,03

kemampuan toleransi hewan karang dan juga *zooxanthellae*-nya (Dar *et al.*, 2018). Konsentrasi logam di keempat terumbu yang berada pada konsentrasi yang berbeda, walaupun jenis karangnya sama, kemungkinan disebabkan oleh perbedaan jarak dan densitas *zooxanthellae* pada masing- masing koloni terumbu karang (Shabib *et al.*, 2021). Logam berat sangat memengaruhi *zooxanthellae* karang. *Zooxanthellae* pada karang sangat sensitif terhadap perubahan lingkungan, sehingga logam berat yang masuk ke perairan akan mengakibatkan terjadi perubahan fisiologis pada karang (El-Moselhy *et al.*, 2014). Akibat yang ditimbulkan adalah akan terjadi perubahan produktivitas ekosistem karang (Dar *et al.*, 2018).

Timbal (Pb) adalah logam beracun yang terdapat dimana-mana dan dapat dideteksi dalam berbagai macam fase, baik dalam lingkungan maupun dalam sistem biologis organisme (Panuntun *et al.*, 2012). Unsur Pb bersifat racun kepada hampir semua makhluk hidup pada tingkat pemaparan yang tinggi, dan tidak ada tanda-tanda kebutuhan biologis terhadap logam ini (Riska *et al.*, 2015). Pb anorganik berasal dari beberapa jenis industri dan pertambangan, yang kemudian masuk ke dalam perairan (El-Moselhy *et al.*, 2014; Zamani *et al.*, 2020). Hasil pengukuran konsentrasi timbal berkisar

antara 1,20-28,40 mg/kg, dengan nilai koefisien determinasi $R^2 = 0,8461$. Konsentrasi logam yang terekam juga mengalami penurunan pada setiap stasiun penelitian, sesuai dengan jarak lokasi pengambilan data.

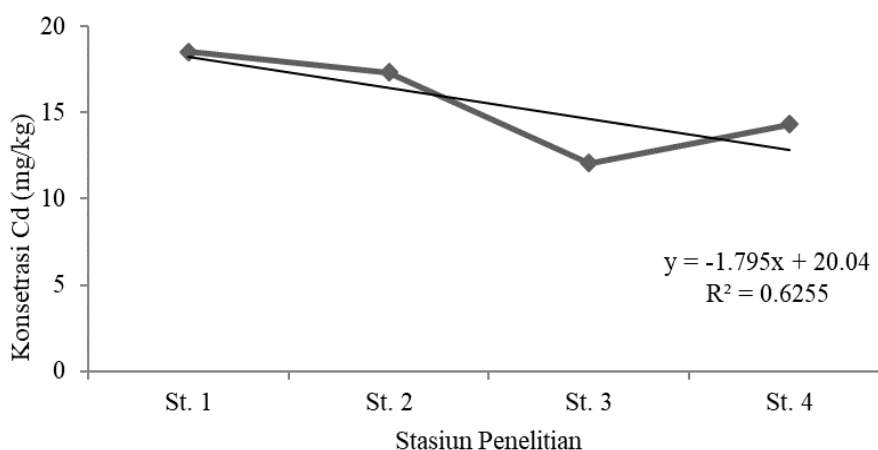
Berdasarkan hasil penelitian, logam Pb merupakan salah satu logam yang ditemukan di lingkungan laut. Limbah Pb berasal dari limbah domestik dan limbah yang terkontaminasi dengan industri di sepanjang pesisir Pomalaa. Pomalaa merupakan wilayah yang padat akan penduduk karena merupakan salah satu wilayah tambang terbesar yang ada di Sulawesi Tenggara. Terakumulasinya logam berat pada polip karang *A. aspera* juga didukung oleh riset Panuntun *et al.* (2002) dan Dar *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa logam berat akan masuk secara difusi ke dalam fitoplanton dan zooplankton yang akhirnya masuk ke dalam polip karang melalui proses rantai makanan. Terlihat perbedaan akumulasi pada setiap stasiun penelitian (Gambar 2). Konsentrasi logam berat yang terakumulasi pada karang *A. aspera*, di lingkungan perairan tidak memiliki pola yang sama. Hal ini diduga dipengaruhi oleh tinggi partikel tersuspensi di perairan, sehingga memengaruhi proses akumulasi logam berat oleh karang *A. aspera*.



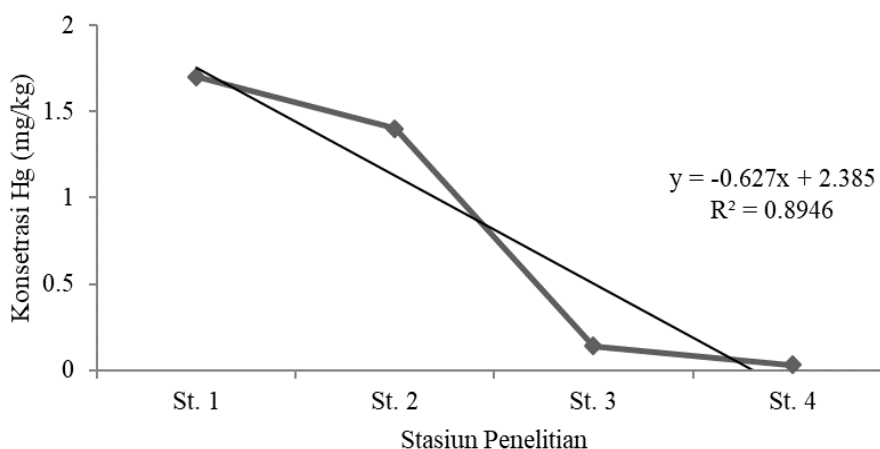
Gambar 2. Konsentrasi logam Pb pada kerangka kapur karang *A. aspera*.

Cadmium (Cd) adalah logam racun modern, baru ditemukan sebagai elemen pada tahun 1817 dan penggunaan industri baru pada 60 tahun belakangan (El-Moselhy *et al.*, 2014). Akan tetapi sekarang Cd telah dimanfaatkan oleh berbagai macam industri. Penggunaan utamanya adalah *electroplating* atau *galvanizing* karena sifatnya yang antikorosif (Yang *et al.*, 2020). Logam Cd juga berasal dari kegiatan antropogenik yang bersifat racun sehingga keberadaannya di perairan sangat mengkhawatirkan dan dalam konsentrasi yang lebih dari nilai ambang batas dapat menyebabkan kematian bagi biota perairan. Hasil pengukuran konsentrasi Cd berkisar antara 12,06-18,53 mg/kg, dengan nilai koefisien determinasi $R^2=0,6255$ (Gambar 3).

Dari hasil analisis keempat stasiun penelitian, mempunyai kandungan Hg yang bervariasi dengan nilai koefisien determinasi $R^2=0,8946$ (Gambar 4). Perbandingan konsentrasi Hg yang diperoleh secara jelas dapat dilihat pada Gambar 4, konsentrasi logam Hg pada stasiun 1 sebesar 1,70 mg/kg, stasiun 2 1,40 mg/kg dan stasiun 3 dan 4 masing-masing 0,14 mg/kg dan 0,03 mg/kg. Perbedaan kandungan Hg dalam tubuh karang disebabkan oleh kemampuan serapan biota terhadap logam yang berbeda (Panuntun *et al.*, 2012). Kontaminasi Hg di lingkungan perairan tidak terlepas dari aktivitas manusia di daratan maupun perairan itu sendiri (Dar *et al.*, 2018). Konsentrasi ion Hg yang masuk dan terakumulasi dalam jaringan biota terus meningkat seiring dengan meningkatnya



Gambar 3. Konsentrasi logam Cd pada kerangka kapur karang *A. Aspera*.



Gambar 4. Konsentrasi logam Hg pada kerangka kapur karang *A. Aspera*.

daya absorpsi dan bioakumulasi dari sampel karang yang diamati (Yang *et al.*, 2020).

Keberadaan logam Pb, Hg dan Cd di perairan Pomalaa diduga terkait dengan pemanfaatan bahan yang mengandung logam-logam tersebut dari berbagai industri di pesisir Pomalaa yang umumnya kurang tertib dalam pengolahan limbah. Hal lain yang dapat menyebabkan penurunan kualitas air pada perairan pesisir lokasi pertambangan nikel Pomalaa. Adanya limbah cair yang dihasilkan dari unit pembangkit listrik berupa air pendingin mesin, dan oli bekas. Konsentrasi logam pada karang yang dianalisis menunjukkan hasil yang berbeda-beda tiap stasiun, hal ini dikarenakan terumbu karang memiliki laju kalsifikasi tertentu setiap saat, sehingga fluktuasi konsentrasi logam yang dianalisis juga bervariasi (Dar *et al.*, 2018). Pencemaran logam berat merupakan salah satu masalah lingkungan yang serius. Selain bersifat racun bagi organisme perairan, salah satu contoh logam berat yang berbahaya bagi organisme laut adalah Cd (Wicaksono *et al.*, 2013). Logam berat Cd termasuk dalam salah satu deretan logam berat yang paling beracun bagi organisme laut, meskipun dalam jumlah yang sedikit. Telah banyak kasus terjadi yang berdampak buruk terhadap makhluk hidup akibat dari pencemaran logam berat Pb, Cd dan Hg (Kathryn *et al.*, 2013). Jumlah dan aktivitas manusia, serta industri di sekitar perairan memengaruhi kadar serta jenis dari logam berat yang ditemukan di perairan dan dapat memberikan peningkatan kadar logam dari ambang batas toksisitas.

Panuntun *et al.* (2012) menyatakan meskipun tubuh organisme menerima logam berat dalam jumlah yang sedikit, namun jika hal ini berlangsung terus menerus dan dalam waktu lama maka akan menyebabkan penumpukan logam berat dan terjadilah akumulasi dalam tubuh organisme. Menurut Shabib *et al.* (2021), logam dapat diasimilasi oleh kerangka kapur. Dalam hal ini karang *Acropora* yang paling berperan dalam mengakumulasi logam, karena karang ini

merupakan jenis karang terpenting penghasil terumbu. Bahan pencemar yang masuk ke dalam lingkungan laut, akan mengalami tiga macam proses akumulasi yaitu proses fisik, kimia dan biologi (Patterson *et al.*, 2020).

IV. KESIMPULAN

Akumulasi logam Pb, Cd, dan Hg ditemukan pada setiap stasiun pengamatan dengan konsentrasi yang berbeda-beda, baik pada sampel air maupun karang *A. aspera*. Akumulasi logam berat pada sampel air laut melebihi ambang batas baku mutu air laut untuk biota laut, sehingga dapat menjadi ancaman bagi biota laut. Akumulasi logam berat pada kerangka kapur karang terjadi secara terus menerus dan dalam waktu lama, sehingga menyebabkan penumpukan logam berat dalam tubuh karang. Hal ini dapat diperkirakan bahwa dampak kegiatan industri pertambangan mengakibatkan tercemarnya lingkungan perairan Pomalaa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi, sebagai pemberi dana dalam pelaksanaan penelitian ini. Kami juga mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian, Pengabdian Masyarakat dan Penjaminan Mutu Pendidikan (LP2M-PMP) Universitas Sembilanbelas November Kolaka yang telah memberikan dukungan dalam penyelesaian penelitian ini, serta pihak Laboratorium Biologi dan Biomolekuler Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Halu Oleo atas bantuannya dalam menganalisis sampel selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

American Public Health Association (APHA). 2012. Standard methods for the examination of waters and

- wastewaters. 22nd ed. Part 3000 APHA. Washington. 3-7 pp.
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Kolaka. 2021. Kabupaten Kolaka dalam angka 2021. CV. Metro graphia. Kendari. 474 p.
- Bastidas, C. & E. Gracia. 1999. Metal content on the reef coral *Porites asteroides*: an evaluation of river influence dan 35 years of chronology. *J. Marine Pollution Bulletin*, 38(10): 899-907.
[https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(99\)00089-2](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(99)00089-2)
- Chan, I., J.J. Hung, S.H. Peng, L.C. Tseng, T.Y. Ho, & J.S. Hwang. 2014. Comparison of metal accumulation in the azooxanthellate scleractinian coral (*Tubastraea coccinea*) from different polluted environments *J. Marine Pollution Bulletin*, 85: 648-658.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2013.11.015>
- Chen, T.R., K.F. Yu, S. Li, G.J. Price, Q. Shi, & G.J. Wei. 2010. Heavy metal pollution recorded in *Porites* corals from Daya Bay, northern South China Sea. *March Environ. Res.*, 70: 318-326.
<https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2010.06.004>
- Dar, M.A.R., F.A. Soliman, & I.M.A. Allah. 2018. The contributions of flashfloods on the heavy metals incorporations within the coral skeletons at Gulfs of Suez and Aqaba, Egypt. *International J. of Ecotoxicology and Ecobiology*, 3(1): 11-16.
<https://doi.org/10.11648/j.ijee.20180301.13>
- Effendy, I., Emiyarti, & A.G. Pratikno. 2021. Akumulasi logam berat timbal (Pb) pada sedimen Teluk Staring Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Kelautan Sapa Laut*, 6(3): 211-216.
<https://doi.org/10.33772/jsl.v6i3.20984>
- El-Moselhy, K.M., A.I. Othman, H.A. El-Azem, & M.E.A. El-Metwally. 2014. Bioaccumulation of heavy metals in some tissues of fish in the Red Sea, Egypt. *Egyptian J. of Basic and Applied Sciences*, 1: 97-105.
<https://doi.org/10.1016/j.ejbas.2014.06.001>
- Erfteemeijer, P.L.A., B. Riegl, B.W. Hoeksema, & P.A. Todd. 2012. Environmental impacts of dredging and sediment of disturbances on corals: a review. *J. Marine Pollution Bulletin*, 64: 1737-1765.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.05.008>
- Fitriani, Emiyarti, & A.G. Pratikno. 2021. Sebaran logam berat nikel (Ni) pada air di perairan Kecamatan Pomalaa, Kabupaten Kolaka. *Jurnal Ilmu Kelautan Sapa Laut*, 6(3): 177-182.
<https://doi.org/10.33772/jsl.v6i3.20984>
- Gan, H., J. Lin, H. He, F. Li, & W. Zhang. 2015. Deposition history and ecological risk assessment of heavy metals in sediments from xuwen coral reef reserve, China. *Environ Earth Science*, 74(9): 6819-6830.
<https://doi.org/10.1007/s12665-015-4677-z>
- Jafarabadi, A.R., A.R. Bakhtiyari, A.S. Toosi, & C. Jadot. 2017. Spatial distribution, ecological and health risk assessment of heavy metals in marine superficial sediments and coastal seawaters of fringing coral reefs of the Persian Gulf, Iran. *Chemosphere*, 185: 1090-1111.
<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2017.07.110>
- Kathryn, I., E. Berry, J. Seemann, O. Dellwig, U. Struck, C. Wild, & R.R. Leinfelder. 2013. Sources and spatial distribution of heavy metals in scleractinian coral tissues and sediments from the Bocas del Toro

- Archipelago, Panama. *Environ Monit Assess*, 185: 9089-9099. <https://doi.org/10.1007/s10661-013-3238-8>
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51/MENLH/2004. Baku Mutu Air Laut. Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup. 9 hlm.
- Nemr, A.E., G.F. El-Said, A. Khaled, & S. Ragab. E.N. 2014. Distribution and ecological risk assessment of some heavy metals in coastal surface sediments along the red sea, Egypt. *International J. of Sediment Research*, 31: 164-172. <https://doi.org/10.1016/j.ijsrc.2014.10.001>
- Nour, H.E., A.S. El-Sorogy, M.A. El-Wahab, E.S. Nouh, M. Mohamaden, & K. Al-Kahtany. 2019. Contamination and ecological risk assessment of heavy metals pollution from the shalateen coastal sediments, Red Sea, Egypt. *J. Marine Pollution Bulletin*, 144: 157-172. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.04.056>
- Nour, H.E. & E.S. Nouh. 2020. Using coral skeletons for monitoring of heavy metals pollution in the Red Sea Coast, Egypt. *Arabian J. of Geosciences*, 13: 341-351. <https://doi.org/10.1007/s12517-020-05308-8>
- Panuntun, P., B. Yulianto, & Ambariyanto. 2012. Akumulasi logam berat Pb pada karang *Acropora aspera*: studi pendahuluan. *J. of Marine Research*, 1(1): 153-158. <https://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jmr>
- Patterson, J., K.I. Jeyasanta, N. Sathish, J.K.P. Edward, & A.M. Booth. 2020. Microplastic and heavy metal distributions in an Indian coral reef ecosystem. *Science of The Total Environment*, Journal Pre-proof. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140706>
- Riska, N.P. Zamani, T. Prartono, & A. Arman. 2015. Konsentrasi timbal (Pb) pada pita tahunan karang *Porites lutea* di Pulau Tunda, Banten. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 7(1): 235-245. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v7i1.9809>
- Shahib, M., A. El-Taher. N.M.A. Mohamed, & H.A. Ashry. 2021. Assessment of heavy metals and rare earth elements of coral reefs in the safaga harbor by neutron activation analysis. *J. Rad. Nucl. Appl.*, 6(2): 181-188. <https://doi.org/10.18576/jrna/060212>
- Wicaksono, D.B., B. Yulianto, & Ambariyanto. 2013. Pengaruh logam berat terhadap karang. *J. of Marine Research*, 2(1): 161-166. <https://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jmr>
- Yang, T., X. Diao, H. Cheng, H. Wang, H. Zhou, H. Zhao, & C.M. Chen. 2020. Comparative study of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) and heavy metals (HMs) in corals, sediments and seawater from coral reefs of Hainan, China. *Environmental Pollution*, 264: 114719. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114719>
- Zamani, N.P., Riska, T. Prartono, A. Arman, & I. Wahab. 2020. Heavy metal content in annually-banded coral *Porites lutea* at windward and leeward of Tunda Island, Banten bay, West Java Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/404/1/012011>
- Submitted* : 10 September 2021
Reviewed : 17 November 2021
Accepted : 28 March 2022

FIGURE AND TABEL TITLES

- Figure 1. Research location in Pomalaa Waters, Kolaka, Southeast Sulawesi.*
Figure 2. Pb concentration in skeleton of coral A. aspera.
Figure 3. Cb concentration in skeleton of coral A. aspera.
Figure 4. Hg concentration in skeleton of coral A. aspera.
Table 1. Pysical and chemical paraeters of the waters at the observation station.
Table 2. Average concentrations of heavy metals in Pomalaa waters..
Table 3. Average concentrations of heavy metals in A. aspera.