

KONSENTRASI LOGAM PADA AIR, SEDIMEN, DAN ALGA MERAH *Halimeda opuntia* (Linnaeus) J.V.Lamouroux DARI PERAIRAN TELUK TOTOK DAN PERAIRAN BLONGKO, SULAWESI UTARA

(*Metal Concentration In Water, Sediment, and Green Alga Halimeda opuntia (Linnaeus) J.V. Lamouroux from Totok Bay and Blongko Waters, North Sulawesi*)

Nasprianto^{1*}, Desy M.H, Mantiri², and Grevo S. Gerung²

¹Program Studi Ilmu Perairan, Program Pascasarjana, Universitas Sam Ratulangi, Jln. Kampus Unsrat Kleak. Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia

²Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi, Jln.Kampus Unsrat Bahu, Manado 95115, Sulawesi Utara, Indonesia

*E-mail: nasprianto_skel@yahoo.co.id

ABSTRACT

Heavy metals in the water and sediment, in spite of low concentration, will not degrade and even can be absorbed and biologically accumulated by marine algae. This study was aimed to analyze the heavy metal concentrations in the seawater, sediment, and *Halimeda opuntia* in Totok Bay and Blongko waters. Samples were analyzed using APHA method and USEPA method in Water Laboratory Nusantara (WLN). Results showed that the heavy metal concentration in Totok Bay waters was <0.0001 ppm for Cadmium (Cd), <0.001 ppm for lead (Pb), <0.005 ppm for Zinc (Zn), and <0.00005 ppm for mercury (Hg), respectively, while Blongko waters had Cd concentration of <0.0001 ppm, Pb <0.001 ppm, Zn <0,005 ppm, Hg <0.00005 ppm. Heavy metal concentration in the sediment of Totok Bay was 4.71 ppm for Cd, 10.7 ppm for lead, 58 ppm for Zn, and 2.68 ppm for Hg, respectively, while in Blongko, the heavy metal concentration was 0,03 ppm for Cd, 0.4 ppm for Pb, <1 ppm for Zn, and <0.05 ppm for Hg, respectively. The heavy metal concentration in *H. opuntia* of Totok Bay was 0.18 ppm for Cd, 2.2 ppm for Pb, 5.10 ppm for Zn, 0.74 ppm for Hg, while *H. opuntia* of Blongko contained 0.02 ppm of Cd, 0.2 ppm of lead, <0.5 ppm of Zn, and 0.009 ppm of Hg, respectively.

Keywords : Cadmium (Cd); Lead (Pb); Zink (Zn); Mercury (Hg); *Halimeda opuntia*; Totok Bay; Blongko waters.

ABSTRAK

Logam berat dalam perairan dan sedimen meskipun memiliki kadar yang relatif rendah namun tidak akan mengalami degradasi bahkan dapat diabsorpsi dan terakumulasi secara biologis oleh alga laut. Tujuan penelitian adalah menganalisis kandungan logam berat dalam air laut, sedimen dan *Halimeda opuntia* di perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko. Analisis sampel mengacu metode APHA, (2012) dan USEPA, (2005) yang dianalisis di Water Laboratory Nusantara (WLN). Hasil analisis konsentrasi logam berat dalam air laut di perairan Teluk Totok yaitu kadmium (Cd) <0,0001 ppm, timbal (Pb) <0,001 ppm, seng (Zn) <0,005 ppm dan merkuri (Hg) <0,00005 ppm sedangkan dari perairan Blongko yaitu konsentrasi kadmium (Cd) <0,0001 ppm, timbal (Pb) <0,001 ppm, seng (Zn) <0,005 ppm dan merkuri (Hg) <0,00005 ppm. Konsentrasi logam berat pada sedimen di perairan Teluk Totok yaitu kadmium (Cd) 4,71 ppm, timbal (Pb) 10,7 ppm, seng (Zn) 58 ppm dan merkuri (Hg) 2,68 ppm dan perairan Blongko

dengan konsentrasi kadmium (Cd) 0,03 ppm, timbal (Pb) 0,4 ppm, seng (Zn) <1 ppm dan merkuri (Hg) <0,05 ppm. Sedangkan konsentrasi logam berat pada *H. opuntia* di perairan Teluk Totok dengan konsentrasi kadmium (Cd) 0,18 ppm, timbal (Pb) 2,2 ppm, seng (Zn) 5,10 ppm dan merkuri (Hg) 0,74 ppm dan perairan Blongko dengan konsentrasi kadmium (Cd) 0,02 ppm, timbal (Pb) 0,2, seng (Zn) <0,5 ppm dan merkuri (Hg) 0,009 ppm.

Kata-kata kunci : Kadmium (Cd); Timbal (Pb); Seng (Zn); Merkuri (Hg); *Halimeda opuntia*; Teluk Totok; Perairan Blongko.

PENDAHULUAN

Sebagian besar aktifitas Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) di Kecamatan Ratatotok terdapat di beberapa desa seperti di Desa Soyowan, Desa Ratatotok dan Desa Ratatotok Utara. Aktifitas pengolahan tambang emas tersebut semakin meningkat dan jumlahnya terus bertambah bahkan lokasi tromol berada di perumahan warga. Mawikere dkk (2015) menyatakan bahwa hasil survei pada bulan Februari 2014 menunjukkan bahwa pada sepanjang jalan dari desa Ratatotok hingga lokasi hutan, ditemukan 778 tong jumlah ini hanya sebagian kecil. Seluruh tong digunakan untuk menggiling tanah batuan yang mengandung emas dan sepenuhnya akan menghasilkan "lumpur sampah" atau *tailing* yang dibuang ke sungai.

Beberapa penelitian terhadap kandungan merkuri dalam sedimen dan kerang di lokasi Teluk Totok mempunyai nilai rata-rata 1,2341 ppm dan 1,4217 ppm lebih tinggi dari lokasi Teluk Buyat (rata-rata 0,1150 ppm dan 0,5019 ppm). Penelitian tersebut menunjukkan bahwa proses pengolahan emas yang dikelola secara tradisional oleh rakyat adalah sumber utama pencemaran merkuri (Roeroe, 2000). Hasil penelitian Mantiri dkk (2018) menunjukkan konsentrasi logam dalam air laut dari kedua lokasi Teluk Totok dan Blongko adalah sama dengan konsentrasi Arsen (As) <0,0005 ppm, Chromium (Cr) <0,01 ppm, dan Tembaga (Cu) <0,005 ppm. Konsentrasi logam dalam sedimen dari Teluk Totok yaitu As 19 ppm, Cr 10,9 ppm, dan Cu 12 ppm lebih tinggi dibandingkan dengan sampel sedimen dari perairan Blongko yaitu As <1 ppm, Cr <0,2 ppm,

dan Cu <1 ppm. Kecenderungan serupa juga dengan konsentrasi logam dalam *H. Opuntia* yaitu konsentrasi yang lebih tinggi dari sampel alga di Teluk Totok yaitu As 6,5 ppm, Cr 0,7 ppm, dan Cu 2,3 ppm sedangkan dari Perairan Blongko As 1,5 ppm, Cr 0,1 ppm, dan Cu <0,5 ppm. Sedangkan berdasarkan penelitian Lasut (2010) Hg di pantai sedimen di Teluk Buyat, Teluk Totok dan Bajo adalah telah termetilasi dalam kisaran 0,4% hingga 3,2% dari Total Hg. Metil merkuri di lingkungan laut Teluk Buyat, termasuk yang di pantai sedimen, terakumulasi di biota laut, termasuk pada manusia, melalui jaringan makanan.

Proses bioakumulasi merkuri dapat terjadi pada produsen hingga konsumen pada rantai makanan, hal berdasarkan penelitian Lasut (2009) di mana bioakumulasi Hg terjadi antara fitoplankton *N. oculata* sebagai produsen, ikan herbivora *L. reticulatus* sebagai konsumen tingkat 1, dan ikan karnivora 'Tiger Fish' *Symphysodon* sp. sebagai konsumen tingkat 2 dalam rantai makanan, dan jumlah Hg yang terakumulasi tergantung dari jumlah Hg yang dikontaminasi. Proses biotransfer Hg terjadi dalam wadah percobaan dimana biotransfer tertinggi terjadi antara fitoplankton dan ikan 'herbivora'.

Alga laut dapat berperan sebagai fitoremediasi logam hal ini ditunjukkan beberapa penelitian di antaranya Ihsan dkk (2015) menyatakan bahwa konsentrasi Pb dalam air laut sebesar 0.05 ppm, 0.5 ppm dan 1 ppm dapat diserap oleh *Gracilaria* sp. menjadi 0.55 ppm, 1.77 ppm dan 2.94 ppm. Kepel dkk (2018) menyatakan bahwa konsentrasi arsen dalam *Ulva* sp. dari Totok Bay

lebih tinggi dari perairan Blongko dengan konsentrasi 4,8 ppm dan <0,5 ppm. Di Perairan Teluk Totok, hidup beragam biota laut antara lain beberapa spesies alga seperti *Padina australis*, *Caulerpa serrulata*, *Acanthophora spicifera*, dan *Halimeda* sp (Katamang (2016) dan Siahaan dkk., (2015). Meskipun *Halimeda* sp hidup didaerah yang relatif tercemar, alga tersebut dapat berkembang dan mempunyai kandungan aktivitas antioksidan yang sangat tinggi. Dari hasil pengujian kedua ekstrak sampel *Halimeda macroloba* dan *H. opuntia* memiliki kandungan antioksidan (Leibo dkk., 2016)

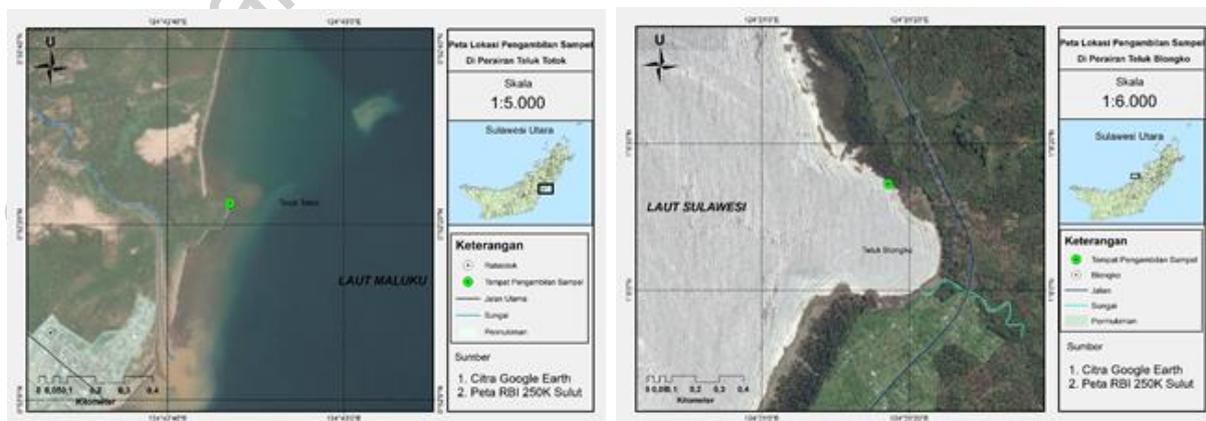
Halimeda merupakan alga hijau berkapur yang berperan sebagai komponen utama bagi terumbu karang tropis pada substrat keras dan lunak (Hillis-Colinvaux, 1980). *Halimeda* dapat dijumpai pada zona intertidal sampai ke bagian bawah dan berkembang dengan baik di daerah rata-rata terumbu karang (Litler dkk, 1985). Dari hasil penelitian Kepel dan Mantiri (2018) di perairan Tongkaina ditemukan 15 spesies alga, yang terdiri dari 7 spesies alga hijau, 4 spesies alga coklat dan 4 spesies alga merah. Jenis alga makro yang ditemukan di pantai Desa Mokupa Kecamatan Tombariri berjumlah 7 spesies, yaitu *Halimeda macroloba*, *H. opuntia*, *Udotea orientalis*, *Padina minor*, *Sargassum polycystum*, *Gracilaria edulis*, dan *G. Firma* dkk (Wowor, 2015).

Sifat logam berat yang sulit terdegradasi walupun dalam jumlah yang sedikit dan akan terus terakumulasi dalam sedimen dan melalui rantai makanan akan masuk dalam organisme perairan hingga manusia. Mengingat tingginya aktivitas PESK di wilayah Rata Totok untuk itu perlu ditelaah apakah alga dapat menjadi fitoremediator. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan logam dalam air laut, sedimen dan jaringan *H. opuntia* di perairan Teluk Totok dan Blongko.

MATERIAL DAN METODE

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian di sekitar perairan Teluk Totok Kabupaten Minahasa Tenggara yang merupakan muara sungai Rata Totok dengan koordinat titik pengambilan sampel 124°42'47,141"E 0°52'22,269"N. Sedangkan sebagai kontrol diambil sampel dari perairan Blongko Kabupaten Minahasa Selatan dengan koordinat titik pengambilan sampel 124°21'17,121"E 1°8'14,488"N. Peta lokasi penelitian ditunjukkan dalam Gambar 1. Analisis kandungan logam dalam air, sedimen dan alga hijau dilakukan di laboratorium *Water Laboratory Nusantara* (WLN) dengan menggunakan dengan menggunakan ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry).



Gambar 1. Alga *Kappaphycus alvarezii* dari Lokasi Pembudidayaan di Desa Belang

Prosedur Penelitian

Pengambilan sampel air dan sedimen diambil dari perairan Teluk Totok dan perairan Blongko. Sampel diambil dengan menggunakan botol kaca pada kedalaman 30-40 cm dari permukaan air, kemudian penutupnya dibuka sehingga air masuk dan langsung ditutup rapat-rapat. Pengambilan sampel sedimen permukaan dianggap memiliki range kedalaman dari 0 – 6 inchi. Pengumpulan sedimen dilakukan dengan menggunakan Eckman Dredge dan Ponar Dredge. Parameter yang diukur secara langsung di lapangan (*in situ*) adalah suhu, pH, salinitas, DO dan kekeruhan.

Pengambilan sampel dilakukan dengan menjelajah perairan Teluk Totok dan Perairan Pantai Blongko. Alga hijau yang diambil adalah jenis alga hijau yang dominan di lokasi penelitian dan merupakan jenis yang sama yang terdapat di perairan teluk Totok dan perairan Blongko. Sampel alga yang ditemukan diambil dengan cara mencabut alga dari substrat tempat alga hijau tersebut menempel, tanpa

memperhatikan tingkat pertumbuhan dari alga hijau tersebut.

Pengukuran logam kadmium (Cd), timbal (Pb), dan seng (Zn) pada air laut, sedimen dan alga laut mengacu pada metode (APHA, 2012), Sedangkan pengukuran sampel merkuri (Hg) pada air laut, sedimen dan alga laut mengacu pada metode (USEPA, 2005).

Analisis Data

Data konsentrasi logam kadmium (Cd), timbal (Pb), seng (Zn) dan merkuri (Hg) dianalisis secara deskriptif di mana dengan cara melihat konsentrasi logam dalam air laut, sedimen dan alga laut kemudian membandingkan konsentrasi logam di kedua lokasi dan dengan standar baku yang ditetapkan seperti Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 untuk air laut, *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME) untuk sedimen, SNI No. 7387 - 2009 untuk alga laut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Parameter Fisika dan Kimia Perairan

Hasil pengukuran kualitas air dapat dilihat dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Analisis Kualitas Air

No	Parameter Kualitas Air	Konsentrasi		Standar Baku Mutu KepMenLH No. 51 Tahun 2004
		Teluk Totok	Perairan Blongko	
1	Suhu	31,93 °C	28,72 °C	Alami
2	Salinitas	34,8 ‰	32,5 ‰	Alami
3	pH	8,33	6,91	7 – 8,5
4	DO	0,23 mg/L	0,1 mg/L	> 5
5	Kekeruhan	76,25 NTU	30,15 NTU	< 5

Hasil pengukuran suhu di perairan Teluk Totok berkisar 31,93 °C sedangkan suhu di perairan Blongko berkisar 28,72 °C, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara suhu di kedua lokasi penelitian dan masih dalam keadaan normal, di mana nilai suhu di lapisan permukaan laut yang normal berkisar antara 20-30 °C (Nybakken, 1988). Salinitas di kedua

lokasi penelitian masih dalam keadaan normal dimana hasil pengukuran salinitas di Teluk Totok berkisar 34,8 ‰ sedangkan hasil pengukuran salinitas di perairan Blongko berkisar 32,5 ‰ karena menurut Odum (1971) sejumlah besar organisme yang hidup di laut dapat bertahan pada batas toleransi kisaran salinitas berkisar antara 30 – 40 ‰. Fardiaz (1992) menyatakan bahwa

bahwa nilai pH air normal adalah antara 6 – 8, dengan demikian dari hasil pengukuran pH di perairan Teluk Totok dan perairan Blongko masih dalam keadaan normal dimana nilai pH dari perairan Teluk Totok 8,33 sedangkan di perairan Blongko adalah 6,91.

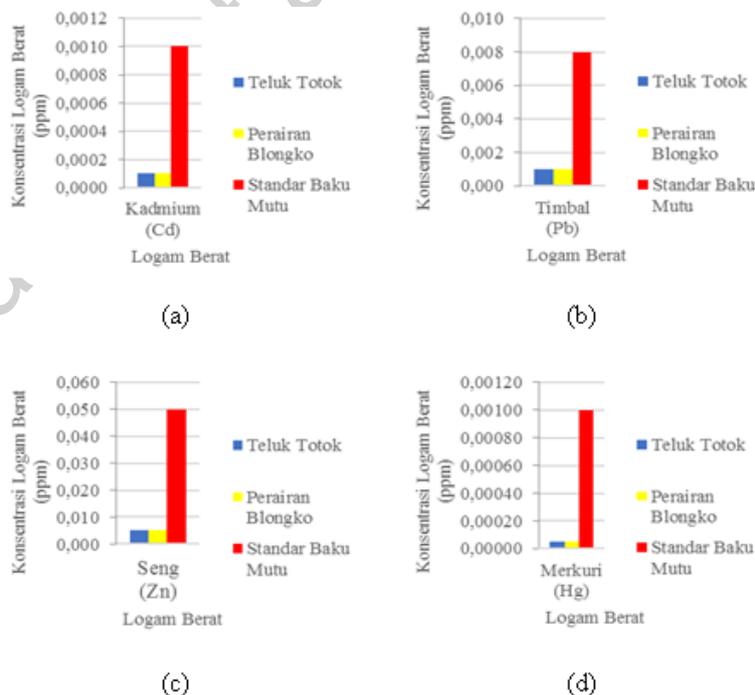
Kadar oksigen terlarut (DO) di perairan ke dua lokasi sangat rendah dan berada di bawah standar baku mutu KEPMENLH No. 51 Tahun 2004 sebesar > 5 mg/l di mana konsentrasi DO di perairan Teluk Totok 0,23 mg/l dan perairan Blongko 0,1 mg/l. Kandungan oksigen terlarut dapat meyakinkan derajat pengotoran pada perairan, DO yang tinggi akan menunjukkan derajat pengotoran yang rendah (Mahida, 1992). Hasil pengukuran kekeruhan di perairan Teluk Totok sangat tinggi sebesar 76,25 NTU jika dibandingkan perairan Blongko 30,15 NTU dan standar baku mutu KEPMENLH No. 51 Tahun 2004 sebesar < 5 NTU. Tingginya kekeruhan di Teluk Totok disebabkan tingginya buangan limbah aktivitas pertambangan hal ini menyebabkan akan mengganggu

fenetrasi cahaya yang masuk dan akan menghambat proses fotosintesis yang dilakukan oleh alga.

Konsentrasi Logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Seng (Zn) dan Merkuri (Hg) Pada Air Laut di Perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko

Hasil analisis konsentrasi logam berat pada air laut di Teluk Totok dan perairan Blongko berada di bawah Standar Baku Mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004. Adapun konsentrasi logam berat yang terdapat di perairan Teluk Totok yaitu kadmium (Cd) dengan konsentrasi < 0,0001 ppm, timbal (Pb) dengan konsentrasi < 0,001 ppm, seng (Zn) dengan konsentrasi < 0,005 ppm dan merkuri (Hg) dengan konsentrasi < 0,00005 ppm.

Sedangkan konsentrasi logam berat pada air laut di perairan Blongko yaitu kadmium (Cd) dengan konsentrasi < 0,0001 ppm, timbal (Pb) dengan konsentrasi < 0,001 ppm, seng (Zn) dengan konsentrasi < 0,005 ppm dan merkuri (Hg) dengan konsentrasi < 0,00005 ppm (Gambar 2).



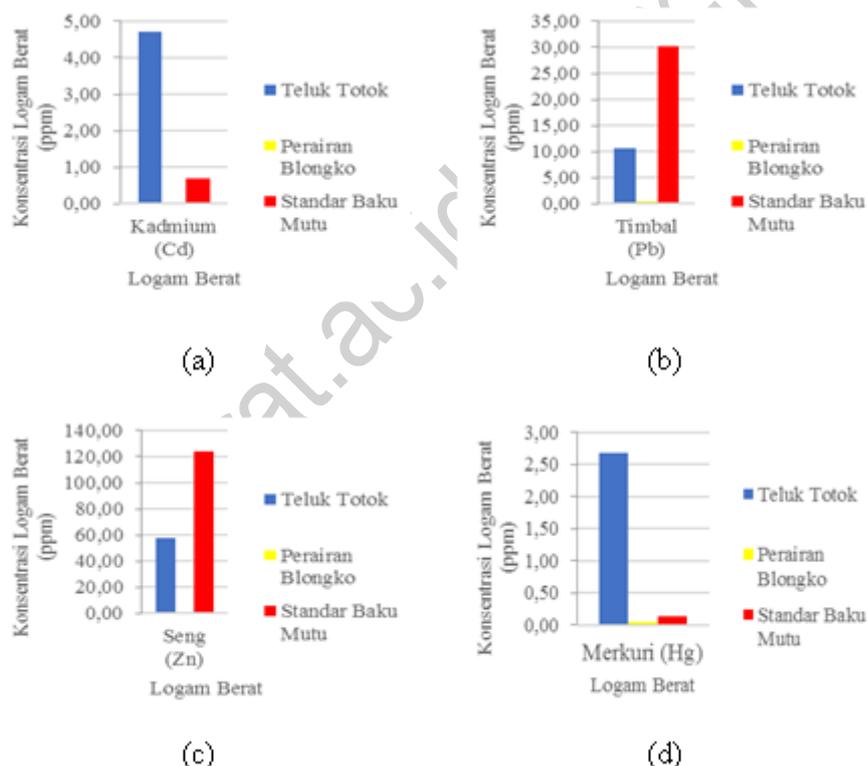
Gambar 2. Konsentrasi Logam Pada Air di Perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko: (a) Kadmium (Cd), (b) Timbal (Pb), (c) Seng (Zn) dan (d) Merkuri (Hg)

Konsentrasi logam Cd, Pb, Zn dan Hg dalam air laut baik dari perairan Teluk Totok dan perairan Blongko hampir tidak terdeteksi karena dipengaruhi oleh pola arus dan gelombang. Menurut Metcalf dan Edy (1978) karena kondisi hidrodinamika yang berbeda-beda menyebabkan tingkat pencemaran yang masuk ke dalam perairan sungai, danau, estuari dan laut adalah berbeda.

Konsentrasi Logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Seng (Zn) dan Merkuri (Hg) Pada Sedimen di Perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko

Hasil analisis konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada

sedimen dari perairan Teluk Totok memiliki nilai konsentrasi yang masih berada di bawah standar baku mutu *Canadian Council of Ministers of the Environment* (CCME) kecuali kadmium (Cd) dan merkuri (Hg) yang konsentrasinya berada di atas standar baku mutu. Sedangkan konsentrasi logam berat dalam sedimen dari perairan Blongko konsentrasinya sangat rendah dan berada di bawah standar baku mutu. Konsentrasi logam berat di perairan Teluk Totok memiliki nilai konsentrasi yang jauh lebih tinggi bila dibandingkan dengan konsentrasi logam berat pada sedimen dari perairan Blongko (Gambar 3).



Gambar 3. Konsentrasi Logam Pada Sedimen di Perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko: (a) Kadmium (Cd), (b) Timbal (Pb), (c) Seng (Zn) dan (d) Merkuri (Hg)

Konsentrasi logam kadmium (Cd) yang terdapat di sedimen perairan Teluk Totok cukup tinggi yaitu 4,71 ppm berada di atas standar baku CCME yaitu 0,7 ppm. Sedangkan konsentrasi kadmium pada sedimen dari perairan Blongko cukup rendah yaitu 0,03 ppm

dan berada di bawah standar baku CCME. Konsentrasi merkuri dalam sedimen di perairan Teluk Totok berkisar 2,68 ppm berada di atas standar baku mutu CCME sebesar 0,13 ppm sedang konsentrasi merkuri dalam sedimen di perairan Blongko sebesar <

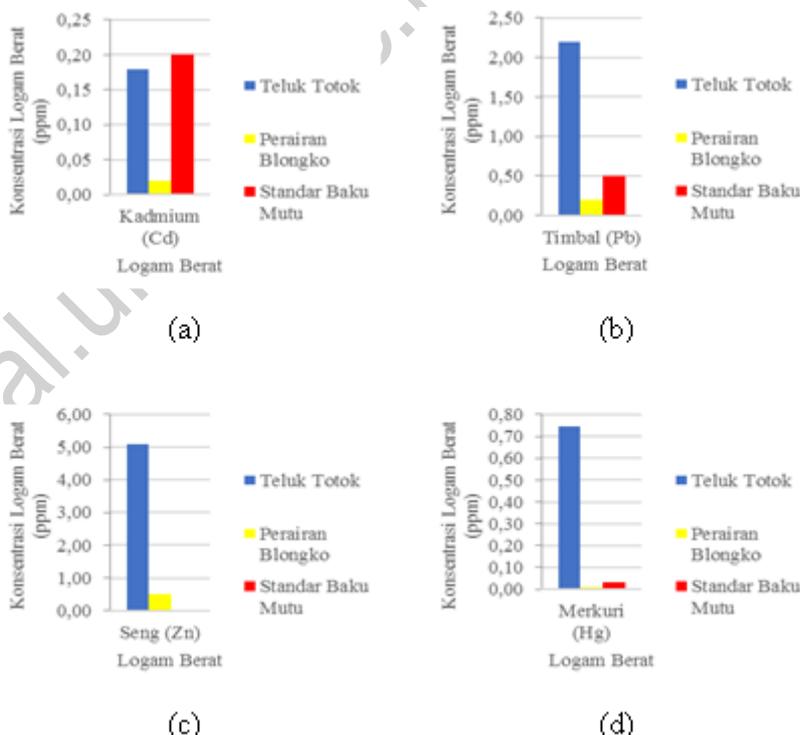
0,05 ppm berada di bawah standar baku mutu CCME.

Konsentrasi timbal (Pb) di perairan Blongko sebesar 0,4 ppm sedangkan konsentrasi timbal di perairan Teluk Totok sebesar 10,7 ppm. Konsentrasi timbal (Pb) di kedua lokasi masih berada di bawah standar baku mutu CCME sebesar 30,12 ppm sama halnya dengan konsentrasi logam seng (Zn) pada sedimen di perairan Teluk Totok dengan konsentrasi 58 ppm sedangkan konsentrasi seng (Zn) dari perairan Blongko sangat rendah dengan konsentrasi < 1 ppm. Terlihat bahwa terjadi perbedaan yang sangat signifikan antara nilai konsentrasi seng (Zn) antara perairan Teluk Totok dan perairan Blongko namun keduanya masih beradiah di bawah standar baku mutu CCME dengan konsentrasi 124 ppm.

Tingginya logam berat pada sedimen di perairan Teluk Totok dikarenakan oleh masukan secara geologis melalui pengikisan batuan, limbah penambangan atau tailing serta

aktivitas pertambangan disekitar lokasi merupakan sumber utama tingginya logam berat dalam sedimen hal ini dapat dilihat dari tingginya buangan limbah/lumpur hasil pertambangan yang masuk dalam sungai hingga dalam perairan. Kondisi sedimen di perairan teluk Totok didominasi oleh lumpur limbah tailing. Selain itu kadar logam Pb dan Zn berhubungan langsung dengan proses pengolahan emas dengan cara amalgamasi dimana mineral sulfida logam, khususnya Cu, Pb dan Zn, bersama dengan merkuri terbuang sebagai material tailing.

Konsentrasi logam dalam sedimen lebih tinggi bila dibandingkan dengan konsentrasi logam pada air di kedua lokasi penelitian dikarenakan sifat dari logam berat tersebut. Logam mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air (Harahap, 1991).



Gambar 4. Konsentrasi Logam Pada *H. opuntia* di Perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko: (a) Kadmium (Cd), (b) Timbal (Pb), (c) Seng (Zn) dan (d) Merkuri (Hg)

Konsentrasi Logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb), Seng (Zn) dan Merkuri (Hg) Pada *H. opuntia* di Perairan Teluk Totok dan Perairan Blongko

Dari hasil analisis konsentrasi logam berat kadmium (Cd), timbal (Pb), seng (Zn) dan merkuri (Hg) pada alga makro *H. opuntia* terdapat di perairan Teluk Totok berada di atas standar baku mutu SNI No. 7387 - 2009 sedangkan konsentrasi logam berat kadmium (Cd), timbal (Pb), seng (Zn) dan merkuri (Hg) dari perairan Blongko berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan (Gambar 4).

Konsentrasi kadmium (Cd) pada *H. opuntia* di perairan Teluk Totok sebesar 0,18 ppm dan berada di bawah standar baku mutu SNI No. 7387 - 2009 sebesar 0,2 ppm sama halnya dengan konsentrasi kadmium pada *H. opuntia* yang berada di perairan Blongko berada di bawah standar baku mutu SNI No. 7387 - 2009 dengan konsentrasi 0,002 ppm dan konsentrasi timbal (Pb) *H. opuntia* di perairan Teluk Totok sangat tinggi dengan konsentrasi 2,2 ppm berada di atas standar baku mutu SNI No. 7387 Tahun 2009 sebesar 0,5 ppm dan konsentrasi Pb di Teluk Totok jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi Pb di Perairan Blongko dengan konsentrasi 0,2 ppm dan berada di bawah standar baku mutu yang ditentukan

Konsentrasi logam seng (Zn) pada *H. opuntia* di perairan Teluk Totok sebesar 5,1 ppm sedangkan konsentrasi Zn di Perairan Blongko sangat rendah dengan konsentrasi < 0,5 ppm. Konsentrasi Zn pada *H. opuntia* di Teluk Totok jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi Zn di perairan Blongko dan konsentrasi logam merkuri (Hg) pada *H. opuntia* di perairan Teluk Totok sebesar 0,744 ppm sedangkan konsentrasi merkuri pada *H. opuntia* di perairan Blongko jauh lebih rendah dengan konsentrasi 0,009 ppm. Konsentrasi merkuri di perairan Teluk Totok berada di atas standar baku mutu SNI. No. 7387 - 2009 dengan

konsentrasi 0,03 ppm sedangkan konsentrasi merkuri yang terkandung pada *H. opuntia* berada di bawah standar baku mutu.

Terdeteksinya kandungan logam dalam *H. opuntia* mengindikasikan terjadi penyerapan logam berat disebabkan oleh biomassa alga yang mengandung beberapa gugus fungsi dan dapat berperan sebagai ligan terhadap ion logam. Seperti yang dilaporkan dari hasil penelitian terdahulu, bahwa interaksi biomassa *Sargassum fluitans* dengan ion Fe(II) dan Fe(III), terjadi melalui pembentukan kompleks antara ion logam dan gugus karboksil dan gugus sulfonat dari biomassa (Figueira *et al*, 1999).

KESIMPULAN

Konsentrasi logam berat yang terdapat di perairan Teluk Totok yaitu kadmium (Cd) < 0,0001 ppm, timbal (Pb) < 0,001 ppm, seng (Zn) < 0,005 ppm dan merkuri (Hg) < 0,00005 ppm. Sedangkan konsentrasi logam berat pada air laut di perairan Blongko yaitu kadmium (Cd) < 0,0001 ppm, timbal (Pb) < 0,001 ppm, seng (Zn) < 0,005 ppm dan merkuri (Hg) < 0,00005 ppm.

Konsentrasi logam berat dalam sedimen di perairan Teluk Totok yaitu kadmium (Cd) 4,71 ppm, timbal (Pb) 10,7 ppm, seng (Zn) 58 ppm dan merkuri (Hg) 2,68 ppm sedangkan konsentrasi logam berat dalam sedimen dari perairan Blongko yaitu kadmium (Cd) 0,03 ppm, timbal (Pb) 0,4 ppm, seng (Zn) <1 ppm dan merkuri (Hg) <0,05 ppm. Konsentrasi logam berat pada *Halimeda opuntia* di perairan Teluk Totok dengan konsentrasi kadmium (Cd) 0,18 ppm, timbal (Pb) 2,2 ppm, seng (Zn) 5,10 ppm dan merkuri (Hg) 0,74 ppm dan perairan Blongko dengan konsentrasi kadmium (Cd) 0,02 ppm, timbal (Pb) 0,2 ppm, seng (Zn) <0,5 ppm dan merkuri (Hg) 0,009 ppm.

Alga hijau *Halimeda opuntia* (Linnaeus) J.V. Lamouroux dapat mentransfer logam yang berada dalam

sedimen dan terakumulasi dalam thallus namun tetap dapat tumbuh dan berkembang di perairan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- American Public Health Association, 1992. *Standar method for the examination of water and waste water*. 18th Edition. Washington, D.C. American Public Health Association.
- American Public Health Association, 2012. *Standard methods for the examination of water and wastewater. amer.* 22th Edition. New York Health Association.
- Badan Standarisasi Nasional, 2009. *Standar nasional indonesia nomor 7387:2009*. Tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. Jakarta.
- Canadian Council of Ministers for the Environment (CCME). 2002. *Canadian sediment quality guidelines for the protection of aquatic life summary table*. Winnipeg.
- Fardiaz, S., 1992. *Polusi air & udara*. Yogyakarta. Penerbit Kanisius.
- Figueira, M.M., Volesky, B., & Mathieu, H.J., 1999. *Environ sciens technology*. vol. 33, 1840-1846.
- Harahap, S., 1991. *Tingkat pencemaran air kali cakung ditinjau dari sifat fisika-kimia khususnya logam berat dan keanekaragaman jenis hewan benthos makro*. Institut Pertanian Bogor.
- Hillis - Colinvaux, L., 1980. *Ecology and Taxonomy of Halimeda : Primary Producer of Coral Reefs*. *Avd. Biol.* 17 : 1-327.
- Ihsan, Y.N., Aprodita, A., Rustikawati, I., dan Pribadi, T.D.K., 2015. *Kemampuan Gracilaria sp. Sebagai Agen Bioremediasi Dalam Menyerap Logam Berat Pb*. *Jurnal Kelautan Universitas Trunojoyo Madura*. Volume 8, No. 1, April 2015 ISSN: 1907-9931.
- Katamang A. V., 2016. *Telaah bentuk sel Acanthophora spicifera dari perairan teluk totok kabupaten minahasa tenggara dan perairan pantai beton panjang mokupa kabupaten minahasa*. Skripsi. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi. Manado.
- Kepel, C.H., Mantiri, D.M.H., Paransa, D.S.J., Paulus, J.J.H., Nasprianto., and Wagey, B.T., 2018. *Arsenic content, cell structure, and pigment of Ulva sp. from Totok Bay and Blongko waters, North Sulawesi, Indonesia*. *AACL Bioflux*, 2018, Volume 11, Issue 3.
- Kepel, C.H., dan Mantiri, D.M.H., 2018. *Biodiversitas Makroalga di Perairan Pesisir Tongkaina, Kota Manado*. *Jurnal Ilmiah Platax*. Vol. 6: (1), Januari 2018 ISSN: 2302-3589.
- Komarawidjaja, W., 2005. *Rumput laut Gracilaria sp. sebagai fitoremediasi bahan organik perairan tambak budidaya*. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.6, No. 2, Hal: 410-415.
- Lasut, M.T., 2009. *Proses Bioakumulasi dan Biotransfer Merkuri (Hg) pada Organisme Perairan di dalam Wadah Terkontrol*. *Jurnal Matematika dan Sains*, September 2009, Vol. 14 No. 3.
- Lasut, M.T., Y. Yasuda, E.N. Etinger & J.M. Pangemanan., 2010. *Distribution and accumulation of mercury derived from gold mining in marine environment and its impact on residents of Buyat Bay, North Sulawesi, Indonesia*. *Water, Air, and Soil Pollution* 208: 153-164.
- Leibo, R., Mantiri D.M.H., Gerung, G.S., 2016. *Uji Aktivitas Antioksidan dari Ekstrak Total Alga Hijau Halimeda opuntia Linnaeus dan Halimeda macroloba Decaisne dari Perairan Teluk Totok*. *Jurnal Pesisir Dan*

- Laut Tropis FPIK – UNSRAT. Volume 2 Nomor 1.
- Littler, M. M., D.S. littler., 1985, S. M. Blair and J. N. Noris. 1985. *Deepest Known Plant Live Discovered on Uncharted Seamounth*. Science 227 : 57-59.
- Mantiri, D.M.H., Kepel, C.H., Wagey, B.T., and Nasprianto., 2018. *Heavy Metal Content, Cell Structure and Pigment of Halimeda opuntia (Linnaeus) J.V. Lamouroux from Totok Bay and Blongko Waters, North Sulawesi, Indonesia*. Ecology, Environment and Conservation Paper. Vol 24, Issue 3 2018; Page No.1076-1084.
- Mawikere, F.R., Ulean, A.J., Karebungu, F., Mantiri, D.M.H., dan Hoetagaol, S.M., 2015. *Sejarah Terbentuknya Yayasan Pembangunan Berkelanjutan Sulawesi Utara Dari Belantara Pertambangan Menuju Pembangunan Berkelanjutan*. Jakarta. Yayasan Pembangunan Berkelanjutan Sulawesi Utar (YPBSU).
- Metcalf & Eddy, Inc., 1991. *Wastewater engineering: collection, treatment, disposal*. McGraw Hill Inc. New Delhi.
- Nybakken., 1988. *Biologi laut suatu pendekatan ekologi*. Jakarta. Gramedia.
- Odum, E.P., 1971. *Dasar-dasar ekologi*. Edisi ketiga. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Parera, K., Kepel, C.H., Kambey, A.D., 2015. *Analisis Populasi (Berat Basah Total, Berat Kapur Total dan Jumlah Segmen Total) Halimeda opuntia (Linnaeus) Lamouroux di Perairan Tongkaina Kota Manado*. Jurnal Ilmiah Platax Vol. 3:(1). ISSN: 2302-3589 Hal. 68 - 78.
- Roeroe, P., 2000. *Kandungan merkuri dalam air, sedimen dan kerang (studi kasus perairan teluk buyat dan sekitarnya, provinsi sulawesi utara)*. Tesis. Program Studi Ilmu Lingkungan Pascasarjana. Universitas Indonesia.
- Siahaan B., Mantiri D.M.H., Rimper J. 2017 *Analisis logam timbal (Pb) dan konsentrasi klorofil pada alga Padina australis Hauck dari perairan teluk Totok dan perairan Blongko, provinsi Sulawesi Utara*. Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis FPIK – UNSRAT. Vol 2 No 1.
- Siahaan D.O., Mantiri D.M.H., Rumengan., 2000. *Kajian Awal Fitoremediasi Merkuri Pada Caulerpa serrulata dan Halimeda macroloba dari Perairan Teluk Totok*. Jurnal Pesisir Dan Laut Tropis FPIK – UNSRAT. Vol 2 No 1.
- Surat Keputusan MENLH No. 51/MEN-LH/I/2004 Tahun 2004, *Tentang Baku Mutu Air Laut, Sekretariat Menteri Negara dan Kependudukan dan Lingkungan Hidup*. Jakarta.
- United States Environmental Protection Agency, 2005. *Monitored natural attenuation of inorganic contaminants in ground water, volume2: assessment for non-radionuclides including, arsenic, cadmium,chromium, copper, lead, nickel, nitrate, perchlorate, and selenium*,National Risk Management Research Laboratory Office of Research and Development U.S. EPA, Ohio.
- Wowor, R.M., Kepel, C.H., Lumingas, L.J.L., 2015. *Struktur Komunitas Makro Alga di Pantai Desa Mokupa Kecamatan tombariri Kabupaten Minahasa Sulawesi Utara*. Jurnal Ilmiah Platax Vol. 3:(1). ISSN: 2302-3589 Hal. 30 – 35.