

Analysis Of The Heavy Metal Content Of Hg, Pb, And Cu In Water, Sediment And Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Plants In Lake Tondano

Analisis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Air, Sedimen Dan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Di Danau Tondano

Febrian Sayow¹, Bobby J. V. Polii², Meldi Tienieke Magdalena Sinolungan^{2*}

¹Program Studi Magister Agronomi, Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado, 95115

²Program Studi Magister Agronomi, Pascasarjana Universitas Sam Ratulangi Manado, 95115

*Corresponding author:
meldisinolungan@unsrat.ac.id

Manuscript received: 9 Maret 2024.
Revision accepted: 8 Mei 2024.

Abstract

This research aims to analyze the heavy metal content of Mercury (Hg), Lead (Pb), and Copper (Cu) in Water, Sediment, and Water Hyacinth Plants (*Eichornia Crassipes*) in Lake Tondano. Held at Lake Tondano. The method used is descriptive research and laboratory analysis. Sampling of water, sediment, and water hyacinth plants was carried out twice (in conditions of no rain (TH) and rain (H)), analysis of the heavy metal Mercury was carried out at the SGS WLN Manado Laboratory, and the heavy metals Lead and Copper at the Baristand Laboratory. The laboratory analysis method is the Atomic Absorption Spectrometry Method (SSA). Based on research results, the heavy metal content of Mercury (Hg), Lead (Pb), and Copper (Cu) has been detected in water, sediment, and water hyacinth plants (*Eichornia Crassipes*), however, the heavy metal content in water and sediment has not exceeded the quality standard limits. has been set.

Keywords: Heavy Metals, Lake Tondano, Water, Sediment, Water Hyacinth Plants.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen dan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) di Danau Tondano. Dilaksanakan di Danau Tondano. Metode yang digunakan adalah penelitian deskriptif dan analisis laboratorium. Pengambilan sampel air, sedimen dan tanaman eceng gondok dilakukan sebanyak 2 kali (pada kondisi tidak hujan (TH) dan hujan (H)), analisis logam berat Merkuri dilakukan di Laboratorium SGS WLN Manado dan logam berat Timbal dan Tembaga di Laboratorium Baristand. Metode analisis laboratoriumnya adalah Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA). Berdasarkan hasil penelitian kandungan logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) sudah terdeteksi pada Air, Sedimen akan dan Tanaman Eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) akan tetapi kandungan logam berat pada air dan sedimen belum melewati batas baku mutu yang sudah ditetapkan.

Kata Kunci: Logam Berat, Danau Tondano, Air, Sedimen, Tanaman Eceng Gondok.

PENDAHULUAN

Logam berat di perairan merupakan ancaman bagi makhluk hidup baik itu biota yang ada di dalam perairan tersebut maupun pada tumbuh-tumbuhan dan manusia yang bergantung pada sumber air tersebut. Logam berat memiliki sifat akumulatif di lingkungan. Keberadaan logam berat seperti Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Tembaga (Cu) yang terdapat pada air dan sedimen akan masuk ke dalam kehidupan organisme di dalamnya. Logam berat pada konsentrasi tertentu akan terakumulasi ke dalam air, biota, serta sedimen pada

perairan tersebut, dan dapat menimbulkan efek toksik terhadap organisme di dalamnya (Sembel, 2015).

Danau Tondano merupakan danau yang terbesar di Provinsi Sulawesi Utara yang terletak di Kabupaten Minahasa dengan luas antara 44 – 48 km². Dilihat dari proses terbentuknya, Danau Tondano memiliki dua versi yaitu: 1) Danau yang terbentuk sebagai hasil letusan gunung api purba (danau krater), dan 2) Danau yang terjadi akibat terbenyungnya sistem drainase sebagai akibat geantiklinal Minahasa yaitu munculnya dua gunung api Sopotan dan Mahawu. Danau Tondano

mempunyai fungsi sebagai sumber air pertanian, perikanan, PDAM dan PLTA (Badan Penelitian Perikanan Perairan Umum Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2016). Namun demikian permasalahan lingkungan yang terdapat di danau Tondano dan Daerah Aliran Sungai-nya terus meningkat dari tahun ketahun. Kegiatan pemupukan di persawahan yang berlebihan, peternakan itik, limbah rumah tangga (detergent, kotoran manusia) perikanan tancap yang mencapai kurang lebih 7000 unit memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap peningkatan konsentrasi bahan organik dan anorganik yang masuk ke danau Tondano (Sittadewi, 2008). Berbagai kegiatan tersebut dapat mencemari air dan sedimen danau dan berpotensi terdapat kandungan logam berat dalam air dan Danau Tondano .

Beberapa hasil penelitian tentang logam berat telah dilakukan di Danau Tondano, antara lain Jusuf dkk. (2021) menunjukkan bahwa kandungan Timbal dalam air Danau Tondano yang berada di Kecamatan Remboken tepatnya 3 desa (Desa Kaima, Desa Paslaten, Desa Leleko) sudah melebihi baku mutu atau nilai ambang batas berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, kandungan Pb dalam air di Desa Kaima 0,10 mg/L, Desa Paslaten 0.22 mg/L dan Desa Leleko 0,14 mg/L dimana kadar Pb ini sudah melebihi ambang batas (yaitu 0,03 mg/L). Sedangkan Sinolungan, dkk. (2008) menemukan bahwa sedimen yang ada di Danau Tondano (bagian inlet, timur, barat, dan outlet danau) sudah mengandung logam berat seperti Tembaga (Cu) dan Merkuri (Hg) walaupun kandungannya belum melewati standar baku mutu berdasarkan Kementrian Lingkungan Hidup Pemerintah Jepang (Cu 125 mg/kg dan Hg 0,3 mg/kg).

Di Danau Tondano juga terdapat tumbuhan air, antara lain eceng gondok. Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu jenis tanaman air yang mempunyai kemampuan untuk

menyerap dan mengakumulasi logam berat (Ingole, 2003). Tumbuhan ini berpotensi dapat menyerap logam berat karena tanaman ini mempunyai toleransi tinggi yang dapat tumbuh sangat baik dalam limbah, pertumbuhannya cepat dan mengakumulasi logam dengan baik dalam waktu yang singkat. Hasil penelitian Wajong, dkk. (2022) menunjukkan bahwa eceng gondok dapat menurunkan kadar logam berat Cu pada air limbah pertambangan yang awalnya kadar logam berat Cu sebesar 15,59 mg/L setelah diberikan eceng gondok menurun sampai 0,11 mg/L. Jadi penurunan konsentrasi Cu oleh eceng gondok mulai dari 7,02 mg/L sampai 15,48 mg/L dengan efektifitas 45% sampai 99.3%. Tosepu (2012) menjelaskan bahwa eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) mampu menyerap logam berat Kadmium dan Timbal pada air limbah sampai titik nol atau sampai habis dalam waktu 24 sampai 33 hari.

METODOLOGI

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan selama 4 (empat) bulan yaitu bulan Oktober 2023 – Januari 2024. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Danau Tondano pada 2 (dua) titik lokasi yakni Inlet (Kecamatan Kakas) dan Outlet (Kecamatan Tondano Timur) selanjutnya dilanjutkan analisis di Laboratorium Badan Riset dan Standarisasi (Baristand) dan Laboratorium SGS WLN Indonesia - Manado.

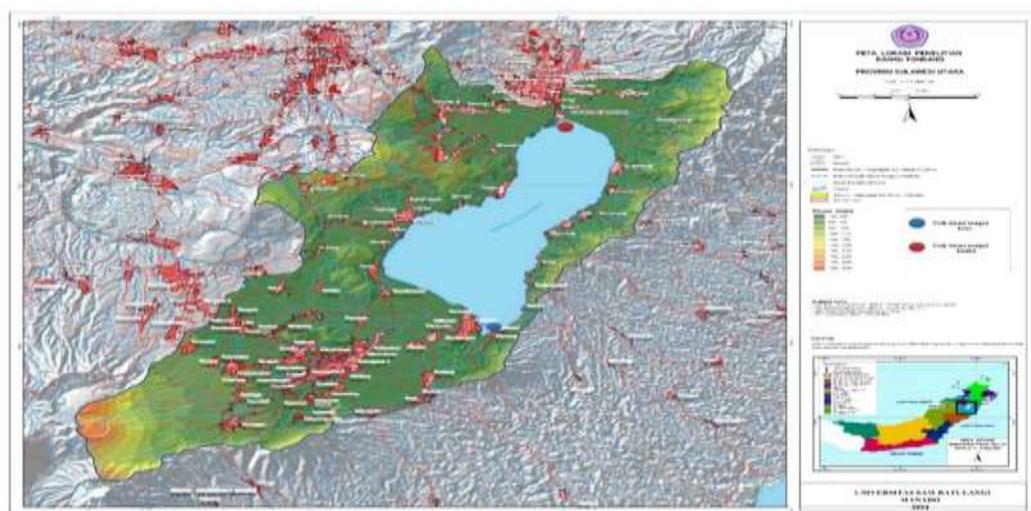
Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah botol sampel, gayung, loyang, *Grab sampler*, tali, *cool box*, plastik penampung sampel sedimen, label nama, tissue, alat tulis menulis, kamera, GPS, serta alat laboratorium yang digunakan untuk mengukur parameter yang dianalisis dan timbangan analitik. Bahan yang digunakan yaitu sampel air, sedimen dan tanaman eceng gondok.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif dan analisis laboratorium. Pengambilan sampel air, sedimen dan eceng gondok dilakukan sebanyak 2 kali (pada kondisi TH= tidak hujan dan H= hujan) di dua lokasi (*inlet* dan *outlet*). Analisis logam

berat Merkuri (Hg) dilakukan di Laboratorium SGS WLN Manado, sedangkan logam berat Timbal dan Tembaga di Laboratorium Baristand Manado untuk mendapatkan data sesuai parameter yang ditetapkan dalam penelitian ini.



Gambar 1. Peta Lokasi

Tabel 1. Titik Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian

No.	Titik Koordinat	Keterangan
1	1°17'05''N 124°54'11''E	Bagian <i>Inlet</i>
2	1°10'13''N 124°53'23''E	Bagian <i>Outlet</i>

Parameter yang Dianalisis

- Kandungan logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb,) dan Tembaga (Cu) yang ada pada sampel air, sampel sedimen dan sampel eceng gondok di dua titik lokasi pengambilan sampel (*inlet* dan *outlet* Danau Tondano) pada dua kondisi (TH= tidak hujan dan H=hujan)
- Membandingkan nilai tiap logam berat didasarkan pada Baku Mutu Air Danau (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021 Lampiran VI), Baku Mutu Sedimen (ANZECC/ARMCANZ Tahun 2000), dan untuk analisis logam berat pada eceng gondok.

Prosedur Penelitian

1. Persiapan

Kegiatan persiapan meliputi pengadaan alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian dan persiapan untuk turun lapangan.

2. Pengambilan sampel

Pengambilan sampel air dilakukan dengan mengambil sampel air menggunakan botol sampel air yang sudah disterilkan, kemudian dimasukkan ke dalam botol sampel. Botol sampel yang sudah terisi selanjutnya dimasukkan ke dalam *cool box*. Untuk pengambilan sampel sedimen menggunakan alat *Grab sampler*, dengan cara grab tersebut diturunkan ke dasar perairan setelah terisi sedimen grab itu diangkat ke permukaan, kemudian sedimen yang sudah diambil diletakkan ke dalam plastik penampung, dan untuk pengambilan sampel eceng gondok yaitu dengan

memotong tanaman dari permukaan air dengan berat yang sama, kemudian dimasukkan ke dalam plastik penampung sampel. Pengambilan sampel air, sedimen dan eceng gondok dilakukan dua kali waktu pengambilan sampel yakni pada kondisi TH= tidak hujan dan kondisi H= hujan, di dua titik lokasi yakni *inlet* dan *outlet*.

3. Pengukuran/ Analisis laboratorium

Sampel yang sudah diambil di lokasi penelitian dibawa ke Laboratorium SGS WLN dan Baristand Manado untuk

dianalisis kandungan logam berat pada air, sedimen dan tanaman eceng gondok Danau Tondano berdasarkan parameter yang dianalisis logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Tembaga (Cu).

Prosedur Kerja di Laboratorium

Alat dan metode yang digunakan untuk menganalisis parameter logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Tembaga (Cu).

Tabel 2. Parameter, Prosedur dan Metode Analisis Air Danau

No.	Parameter	Prosedur Analisis	Metode yang digunakan
1	Merkuri (Hg)	USEPA-245-7(2005)	Spektrometri Fluoresensi Atom Uap Dingin
2	Timbal (Pb)	SNI 6989.46:2009	Spektrometri Serapan Atom (SSA) –Tungku karbon
3	Tembaga (Cu)	SNI 6989.84-2019	Spektrometri Serapan Atom (SSA) –Nyala

Tabel 3. Parameter, Prosedur dan Metode Analisis Sedimen Danau

No.	Parameter	Prosedur Analisis	Metode yang digunakan
1	Merkuri (Hg)	WI-(ID)-[EHS]-LA-070 (CVAFS)	WI-(ID)-[EHS]-LA-070 (CVAFS)
2	Timbal (Pb)	SNI 06-6992.3-2004	Metode Destruksi Asam
3	Tembaga (Cu)	SNI 06-6992.5-2004	Menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA)

Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)

Untuk pengujian kadar logam berat pada tanaman eceng gondok dilakukan dengan menggunakan alat Spektrometri Serapan Atom (SSA) dengan prosedur analisis yang sudah ditentukan oleh laboratorium.

Analisis Data

Dari hasil analisis Laboratorium SGS-WLN dan Baristand Manado kemudian dibandingkan dengan Baku Mutu air dan sedimen yang sudah ditetapkan dianalisis secara deksriptif dan dilaporkan dalam bentuk tabel, diagram dan grafik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Air Danau Tondano.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium kandungan logam berat Merkuri (Hg)terlarut, Timbal (Pb)terlarut, dan Tembaga (Cu)terlarut pada Air Danau Tondano, dapat dilihat pada Tabel 4. Menunjukkan Air di Danau Tondano telah terdeteksi logam berat Merkuri (Hg)terlarut sebesar <0,00005 mg/L pada kedua titik lokasi inlet Danau Tondano (Kecamatan Kakas) dan outlet (Kecamatan Tondano Timur). Berdasarkan hasil analisis yang

didapat kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada air Danau Tondano belum berada di atas baku mutu 0,001-0,005 mg/L berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor

22 (2021). Kandungan logam berat Merkuri tersebut hubungannya dengan baku mutu disajikan pada Gambar 2.

Tabel 4. Hasil Analisis Laboratorium Logam Berat pada Air Danau Tondano

No.	Logam Berat	Baku Mutu	Titik Lokasi Pengambilan Sampel			
			Kondisi TH		Kondisi H	
			Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
1	Merkuri (Hg) _{terlarut} (mg/L)	0,001 – 0,005	<0,00005	<0,00005	<0,00005	<0,00005
2	Timbal (Pb) _{terlarut} (mg/L)	0,03 – 0,05	<0,0001	0,0007	0,0001	0,0001
3	Tembaga (Cu) _{terlarut} (mg/L)	0,2	<0,0023	<0,0023	<0,0023	<0,0023

(Ket: **TH** =kondisi tidak hujan, **H** =kondisi hujan)



Gambar 2. Diagram Hasil Analisis Logam Berat Merkuri pada Air Danau Tondano

Gambar 2 menunjukkan bahwa kandungan Merkuri (Hg)_{terlarut} pada air Danau Tondano belum melewati baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah. Kurangnya aktivitas manusia di sekitar Danau Tondano yang menghasilkan logam berat Merkuri sehingga air Danau Tondano masih dalam taraf yang aman dari cemaran Merkuri, faktor lainnya adalah karena logam merkuri sangat mudah terakumulasi dan mengendap di dasar perairan.

Menurut Harahap dkk. (1991), logam berat Merkuri mudah larut dan mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan partikel pada perairan, kemudian mengendap

membentuk lumpur. Penyebab logam berat Merkuri tidak mudah terdeteksi di permukaan perairan karena Merkuri memiliki sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan sehingga kemungkinan akan lebih besar kandungannya di dalam sedimen. Hal ini sejalan dengan Rochyatun (2006) yang menyatakan bahwa kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air karena terakumulasi dari pengendapan, dan logam berat dalam air lebih kecil karena proses pengenceran.

Kandungan logam berat Timbal (Pb)_{terlarut} pada Air Danau Tondano di titik lokasi inlet dengan 2 kali waktu pengambilan (kondisi TH dan H) nilai

logam beratnya yaitu $<0,0001$ mg/L, sedangkan pada titik outlet nilainya berbeda yakni pada kondisi TH sebesar $0,0007$ mg/L dan kondisi H sebesar $0,0001$ mg/L dimana pada kondisi TH lebih besar daripada kondisi H (Tabel 4). Berdasarkan hasil analisis kandungan Pb tersebut masih berada di bawah baku mutu yang sudah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah. Kandungan logam berat Pb sehubungan dengan baku mutu disajikan pada Gambar 3.

Gambar 3 menunjukkan bahwa air Danau Tondano sudah terdeteksi logam berat Timbal (Pb) namun kandungannya masih jauh di bawah baku mutu yang sudah ditetapkan. Rendahnya kandungan Pb pada air Danau Tondano dikarenakan rendahnya aktivitas manusia yang menghasilkan logam berat Pb.

Hasil penelitian dari Jusuf dkk. (2021) bahwa kandungan Timbal (Pb) pada air di sekitar tambak ikan Danau Tondano di Kecamatan Remboken sudah melebihi ambang batas yang sudah ditetapkan dalam PP 82 Tahun 2021. Kandungan Pb tertinggi terdapat di Desa Paslaten dikarenakan tambak ikan di desa tersebut berdekatan dengan pemukiman yang menghasilkan limbah domestik, serta perahu motor yang digunakan masyarakat sebagai transportasi ke tambak ikan karena tambak tersebut

berada di pesisir danau. Selanjutnya di Desa Kaima dan Leleko kandungan logam Pb lebih rendah dikarenakan faktor aktivitas masyarakat lebih rendah karena tidak terdapat pemukiman di sekitar tambak ikan.

Menurut Sarjono (2009), rendahnya kadar Pb juga diakibatkan oleh curah hujan karena logam berat pada perairan terencerkan air hujan dan dalam perairan juga akan mengalami pengendapan, kemudian akan diserap oleh organisme yang ada di perairan. Keberadaan Timbal di perairan disebabkan oleh aktifitas manusia yang memasukkan Pb lewat membuang limbahnya ke sungai, pengelupasan lapisan-lapisan alat masak seperti panci, pembuangan baterai dibadan perairan, dari pengelepusan cat dinding yang digunakan oleh proyek, pengairan dan masyarakat, sisa pembakaran bahan bakar dari perahu mesin yang digunakan sebagai alat transportasi (Chandra, 2007).

Kandungan logam berat Tembaga (Cu)terlarut pada air Danau Tondano di semua titik (inlet dan outlet) pada semua kondisi (TH dan H) menunjukkan nilainya sama yaitu $<0,0023$ mg/L (Tabel 4). Berdasarkan hasil analisis kandungan Cu pada air Danau Tondano masih berada di bawah baku mutu yang sudah ditetapkan. Kandungan logam Cu sehubungan dengan baku mutu disajikan pada Gambar 4.



Gambar 3. Diagram Hasil Analisis Logam Berat Timbal pada Air Danau Tondano



Gambar 4. Diagram Hasil Analisis Logam Berat Tembaga pada Air Danau Tondano

Secara umum kurangnya kadar logam berat air Danau Tondano dikarenakan kurangnya aktivitas manusia di sekitar Danau Tondano yang menghasilkan logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) sehingga air Danau Tondano masih dalam taraf yang aman dari cemaran logam berat, kemudian faktor lainnya adalah karena logam berat dalam air mengalami proses pengenceran, yang terjadi karena adanya proses difusi dan dispersi. Proses difusi terjadi ketika molekul-molekul logam berat bergerak dari konsentrasi tinggi ke konsentrasi rendah. Sementara itu proses dispersi terjadi ketika molekul-molekul logam berat tercampur dengan air danau dan terdistribusi secara merata.

Menurut Rochyatun et al. (2007), akumulasi logam berat dalam sedimen terjadi karena logam berat dalam air mengalami proses pengenceran. Rendahnya kadar logam berat dalam air, bukan berarti bahan cemaran yang mengandung logam berat tersebut tidak berdampak negatif terhadap perairan, tetapi lebih disebabkan oleh kemampuan perairan tersebut untuk mengencerkan bahan cemaran yang cukup tinggi. Logam berat yang telah terikat dalam sedimen sulit untuk lepas kembali dan melarut dalam air.

Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sedimen Danau Tondano

Berdasarkan hasil analisis laboratorium kandungan logam berat Merkuri (Hg)_{total}, Timbal (Pb)_{terlarut}, dan Tembaga

(Cu)_{terlarut} pada Sedimen Danau Tondano, dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan Tabel 5. hasil uji laboratorium logam berat Merkuri (Hg)_{total} pada Sedimen Danau Tondano pada semua kondisi (TH dan H) di kedua titik lokasi (*inlet* dan *outlet*) secara umum masih di bawah baku mutu yang ditetapkan, dimana nilai logam berat Merkuri sedimen pada kondisi TH yaitu <0,05 mg/kg di kedua titik lokasi (*inlet* dan *outlet*), sedangkan pada kondisi H di titik *inlet* sebesar 0,05 mg/kg dimana nilainya lebih kecil dibandingkan di titik *outlet* sebesar 0,12 mg/kg dan semua nilai ini belum melewati baku mutu ANZECC/ARMCANZ (2000), yaitu sebesar 0,5 mg/kg. Kandungan logam Merkuri pada sedimen sehubungan dengan baku mutu disajikan pada Gambar 5.

Kandungan logam berat Timbal (Pb)_{terlarut} pada Sedimen Danau Tondano berdasarkan hasil analisis laboratorium (Tabel 5) menunjukkan bahwa nilainya masih jauh di bawah baku mutu yang ditetapkan yaitu sebesar 50 - 200 mg/kg. Kandungan Pb pada sedimen di kedua titik lokasi pengambilan sampel dan kondisi (TH dan H) semua nilainya berbeda, dimana pada kondisi TH di titik lokasi *inlet* sebesar 0,18 mg/kg dan dan kondisi H lebih besar dari kondisi TH, yaitu sebesar 11,73 mg/kg. Kemudian di titik lokasi *outlet* nilai kandungan logam berat Pb sebesar 0,64 mg/kg pada kondisi TH dan 13,48 mg/kg pada kondisi H. Kandungan logam Pb pada

sedimen sehubungan dengan baku mutu disajikan pada Gambar 6.

Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa Sedimen Danau Tondano sudah mengandung logam berat Tembaga (Cu)_{terlarut} bisa dilihat pada Tabel 5. Sedimen yang ada di Danau Tondano sudah mengandung logam berat Cu namun belum melewati batas baku mutu berdasarkan ANZECC/ARMCANZ (2000),

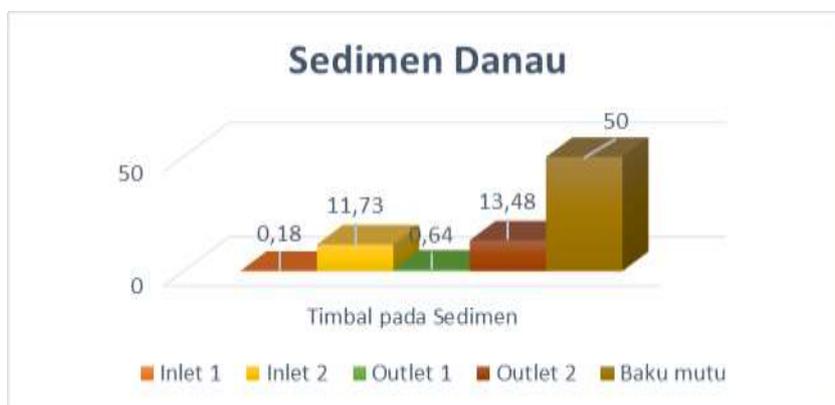
yaitu sebesar 62 - 270 mg/kg. Pada kondisi TH memiliki nilai Cu sedimen yang sama di kedua titik lokasi *inlet* dan *outlet* yakni sebesar <0,20 mg/kg, sedangkan pada kondisi H nilai Cu sedimen di titik lokasi *inlet* sebesar 7,02 mg/kg dan di titik lokasi *outlet* sebesar 8,20 mg/kg. Kandungan logam Tembaga (Cu) sehubungan dengan baku mutu disajikan pada Gambar 7.

Tabel 5 Hasil Analisis Laboratorium Logam Berat pada Sedimen Danau Tondano
Titik Lokasi Pengambilan Sampel

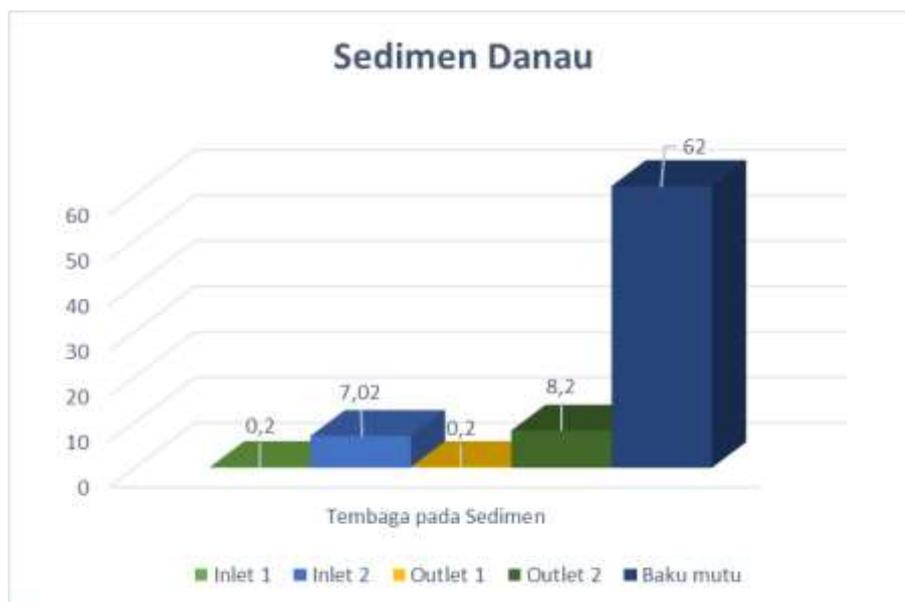
Logam Berat	Baku Mutu	Kondisi TH		Kondisi H	
		Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
Merkuri (Hg) _{total} (mg/kg)	0,5 – 10	<0,05	<0,05	0,05	0,12
Timbal (Pb) _{terlarut} (mg/kg)	50 – 220	0,18	0,64	11,73	13,48
Tembaga(Cu) _{terlarut} (mg/kg)	62 – 270	<0,20	<0,20	7,02	8,20



Gambar 5. Diagram Hasil Analisis Logam Berat Merkuri pada Sedimen Danau Tondano



Gambar 6. Diagram Hasil Analisis Logam Berat Timbal pada Sedimen Danau Tondano



Gambar 7. Diagram Hasil Analisis Logam Berat Tembaga pada Sedimen Danau Tondano

Dari semua hasil analisis laboratorium nilai logam berat pada sedimen meningkat pada kondisi pengambilan sampel. Hal ini terjadi karena pada saat pengambilan sampel kondisi H diambil pada saat setelah terjadinya hujan di Danau Tondano. Penelitian yang dilakukan Najamuddin *dkk.* 2016 menyebutkan bahwa konsentrasi logam berat pada musim kemarau lebih rendah dibandingkan dengan musim hujan. Hal tersebut terjadi karena pada saat musim hujan banyak terjadi erosi dan masuknya *run off* ke dalam badan air sehingga logam berat akan mengendap ke dalam sedimen juga semakin banyak. Menurut Ahyar *dkk.* (2017), tingginya konsentrasi logam berat dalam sedimen dapat disebabkan oleh berbagai faktor, salah satunya adalah proses *sinkling* (penenggelaman). Logam berat yang masuk ke dalam perairan ukuran dan beratnya akan bertambah besar karena proses adsorpsi, kemudian jatuh dan mengendap di dasar perairan karena perbedaan massa jenis.

Secara umum kandungan logam berat pada sedimen lebih tinggi daripada kandungan logam berat pada air danau. Hal ini disebabkan karena logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen. Pengendapan logam berat

di suatu perairan terjadi karena adanya anion karbonat hidroksil dan klorida (Nugraha, 2009).

Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) di Danau Tondano.

Berdasarkan hasil analisis laboratorium kandungan logam berat Merkuri (Hg)total, Timbal (Pb), dan Tembaga (Cu) pada tanaman Eceng Gondok di Danau Tondano dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan uji laboratorium dengan menggunakan Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA), tanaman eceng gondok yang ada di Danau Tondano mengandung logam berat Merkuri, Timbal dan Tembaga baik pada titik lokasi inlet maupun outlet. Bisa dilihat pada Tabel 6 bahwa tanaman eceng gondok terdapat kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada kondisi TH terdapat 0,001 mg/kgbasah pada titik lokasi inlet dan pada titik lokasi outlet < 0,001, sedangkan pada kondisi H kandungan logam berat Merkuri meningkat sebesar 0,014 mg/kg di titik lokasi inlet dan 0,011 mg/kg di titik lokasi outlet.

Untuk logam berat Pb, pada kedua titik lokasi pengambilan sampel tanaman

eceng gondok sudah terdapat logam berat Pb, di mana pada kondisi TH di titik lokasi inlet nilai logam berat Pb sebesar 0,04 mg/kg terjadi peningkatan kadar logam berat dengan nilai 16,24 mg/kg pada kondisi H. Kemudian pada kondisi TH titik lokasi outlet nilai Pb sebesar 0,03 mg/kg dan meningkat pada kondisi H sebesar 16,10 mg/kg.

Hasil uji laboratorium pada Tabel 6 menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok yang ada di Danau Tondano mengandung logam berat Tembaga (Cu) di mana pada setiap titik lokasi pengambilan sampel baik inlet maupun outlet terdapat <0,20 mg/kg logam berat Cu pada tanaman eceng gondok pada kondisi TH dan H. Terdapatnya kandungan logam berat pada eceng gondok disebabkan karena eceng gondok dapat menyerap logam berat di lingkungan perairan. Menurut Mengel and Kirkby (1987), kemampuan eceng gondok menyerap logam berat disebabkan karena

eceng gondok mempunyai akar yang bercabang-cabang halus berfungsi sebagai alat untuk menyerap senyawa logam sehingga toksisitas logam yang terlarut semakin berkurang. Eceng gondok bisa melakukan perubahan pH di dalam akar, kemudian membentuk suatu zat khelat yang disebut fitosiderofor. Zat inilah yang kemudian mengikat logam dan dibawa ke dalam sel akar. Agar penyerapan logam meningkat maka eceng gondok membentuk molekul rediktase pada membran akar. Model transportasi di dalam tubuh tanaman ini adalah logam yang dibawa masuk ke sel akar kemudian ke jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem, lalu ke bagian tanaman lain. Lokalisasi logam pada jaringan bertujuan untuk mencegah keracunan logam terhadap sel sehingga tanaman akan melakukan detoksifikasi, misalnya menimbun logam ke dalam organ tertentu seperti akar (Foth, 1991).

Tabel 6. Hasil Analisis Laboratorium Logam Berat pada Tanaman Eceng Gondok
Titik Lokasi Pengambilan Sampel

No.	Logam Berat	Baku Mutu	Kondisi TH		Kondisi H	
			Inlet	Outlet	Inlet	Outlet
1.	Merkuri (Hg) _{total} (mg/kg)	0,5 – 10	<0,05	<0,05	0,05	0,12
2.	Timbal (Pb) _{terlarut} (mg/kg)	50 – 220	0,18	0,64	11,73	13,48
3.	Tembaga (Cu) _{terlarut} (mg/kg)	62 – 270	<0,20	<0,20	7,02	8,20

KESIMPULAN

Air dan Sedimen Danau Tondano sudah terdeteksi adanya kandungan logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) akan tetapi kandungan logam berat tersebut belum melewati baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021 Lampiran VI (Baku Mutu Air Danau) dan ANZECC/ARMCANZ Tahun 2000 (Baku Mutu Sedimen)

Tanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) yang ada di Danau Tondano sudah mengandung logam berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu)

DAFTAR PUSTAKA

Ahyar, Bengen, D. G., & Wardiyatno, Y. 2017. Sebaran dan Bioakumulasi Logam Berat Pb dan Cd pada *Bivalvia Anadara nodifera*, *Meretrix lyrata*, dan *Solen lamarckii* di Perairan Pesisir Selat. Jurnal Ilmu dan

- Teknologi Kelautan Tropis Vol.9 No.2, 631-643.
- ANZECC dan ARMCANZ. 2000. Australian and New Zealand Guidelines for Fresh and Marine Water Quality. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council/Agriculture and Resource Management Council Of Australia and New Zealand. Australia: Canberra Act.126 p.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Kelautan dan Perikanan Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2016. Laporan Teknis Penelitian 2016. Kajian stok sebagai sumberdaya ikan Danau Tondano Sulawesi Utara (KKP-PUD 421).
- Foth H. D. 1991. Dasar-dasar Ilmu Tanah, Edisi 7. Adisoemarto S. Jakarta: Penerbit Erlangga, terjemahan dari: Fundamental of Soil Science.
- Harahap, S. Soeratno, F. G. K Sutamihardja. (1991). Tingkat Pencemaran Air Kali Cakung Ditinjau dari Sifat FisikaKimia Khususnya Logam Berat dan Keanekaragaman Jenis Hewan Benthos Makro. <https://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/121725>.
- Ingole NW, Bhole ag. 2003. Removal Of Heavy Metals From Aqueous Solution By Water Hyacinth (*Eichhornia Crassipes*) . J. Water SRT-Aqua 52: 119-128.
- Jusuf D. D, O R. Pinontoan, R H. Akili. 2021. Analisis Kandungan Timbal.(Pb) Dan Seng.(Zn) Pada Air .Dan Ikan. Di Tambak Ikan Kecamatan Remboken Kabupaten Minahasa Tahun 2021. Jurnal KESMAS, Vol. 10, No. 6.
- Najamuddin, T. Partono, H. S. Sanusi dan I W. Nurjaya. (2016). Seasonal Distribution and Geochemical Fractionation of Heavy Metals From Surface Sediment in a Tropical Estuary of Jeneberang River, Indonesia. Marine Pollution Bulletin.
- Mengel, K. and E. A. Kirkby, 1987. Principles of Plant Nutrition. 3rd Edition. International Potash Institute, Switzerland. Pp. 238-244.
- Nugraha, W. 2009. Kandungan Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Socah Dan Kwanyar Kabupaten Bangkalan. Jurnal Kelautan, 2(2), 158–164.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No.22 Tahun 2021. Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Rochyatun, E., dan Abdul, R. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat dalam Sedimen Perairan Teluk Jakarta. Makara Sains, Vol. 11, No. 1 pp. 28-36.
- Sembel, D.T. 2015. Toksikologi Lingkungan Dampak Pencemaran dari Berbagai Bahan Kimia dalam Kehidupan Sehari-hari. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Sinolungan M.T.M., B. Soeroto, F. Kondo, T. Koumoto. 2008. The Geochemical Characteristics of Sediment in Tondano Lake, Indonesia: Heavy metals and organic matter contents, and grain size distribution. Paddy Water Environ (2008) 6:341-348.
- Sittadewi, E. H. 2008. Fungsi Strategis Danau Tondano, Perubahan Ekosistem Dan Masalah Yang Terjadi. Jurnal Tek.Ling. Volume 9 Nomor 1 Halaman 59-66.
- Tosepu Ramadhan. 2012. Laju Penurunan Logam Berat Plumbum (Pb) dan Cadmium (Cd) oleh *Eichornia Crassipes* dan *Cyperus Papyrus*. J. Manusia dan Lingkungan, Vol 19, No.1, Maret 2012: 37 – 45.
- Wajong R., B Polii., W. C Rotinsulu. 2022. Pengaruh Penyerapan Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dan Apu Apu (*Pistia stratiotes*) terhadap Konsentrasi Cu dan Zn pada Air

Limbah Pertambangan PT J
Resources Bolaang Mongondow.
Jurnal Agri-SosioEkonomi Unsrat.

Volume 18 Nomor 3, ISSN (p) 1907-
4298.