
**ANALISIS FAKTOR BIOKONSENTRASI DAN FAKTOR TRANSLOKASI DARI
LOGAM BERAT Cu PADA MANGROVE *Rhizophora sp.*
ANALYSIS OF BIOCONCENTRATION FACTORS AND TRANSLOCATION FACTORS OF HEAVY
METAL Cu IN MANGROVE *Rhizophora sp.***

Salju Qolbi Ilhami, Jihannuma Adibiah Nurdini*

Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Trunojoyo Madura
Jl. Raya Telang, PO. Box. 2 Kamal, Bangkalan, Jawa Timur, 69162

*Corresponding author email: saljuilhmi@gmail.com

Submitted: 15 November 2022 / Revised: 04 December 2024 / Accepted: 04 December 2024

<http://doi.org/10.21107/juvenil.v5i4.28067>

ABSTRAK

Salah satu polutan logam berat di lingkungan adalah tembaga (Cu) yang bersumber dari aktivitas manusia seperti industri dan pertambangan yang tidak dikelola dengan baik, menimbulkan limbah yang mengandung logam berat yang kemudian terakumulasi dan dibawa oleh aliran air menuju laut. Penelitian ini menganalisis kandungan logam berat, faktor biokonsentrasi serta faktor translokasi pada akar, sedimen, dan daun mangrove. Stasiun pengambilan sampel mencakup 5 stasiun yaitu: Sepulu, Poltera, Modung, Tajungan, dan Bancaran. Metode yang digunakan untuk menganalisis logam berat Cu adalah metode detruksi asam nitrat peklorat dan spektrofotometri serapan atom dengan panjang gelombang 324,7 nm. Hasil yang ditemukan dengan cemaran logam berat Cu tertinggi pada akar, daun, dan sedimen terdapat di stasiun 4 dengan masing-masing nilai besaran 0.5880; 0.4965; 4.8510. Sedangkan dengan nilai kandungan logam berat Cu terendah pada akar, daun, dan sedimen terdapat di stasiun 3 dengan masing-masing nilai besaran 0.2130; 0.0952; 0.5221. Faktor biokonsentrasi tertinggi adalah akar rata-rata sebesar 0.429, kemudian daun dengan rata-rata 0.220. Faktor translokasi untuk mengetahui perpindahan akumulasi logam dari akar ke daun, nilai factor translokasi tertinggi tertinggi berada di stasiun 4 sebesar 0.844. Hal ini membuktikan bahwa mangrove dapat mengakumulasi logam berat dalam jaringan tubuhnya untuk mengurangi pencemaran logam berat.

Kata Kunci: Logam berat Cu, Mangrove, *Rhizophora Mucronata*, Faktor Biokonsentrasi, Faktor Translokasi

ABSTRACT

One of the heavy metal pollutants in the environment is copper (Cu) which comes from human activities such as industry and mining that are not managed properly, causing waste containing heavy metals which then accumulate and are carried by water flow to the sea. This study analyzed the content of heavy metals, bioconcentration factors and translocation factors in roots, sediments, and mangrove leaves. Sampling stations include 5 stations, namely: Sepulu, Poltera, Modung, Tajungan, and Bancaran. The method used to analyze the heavy metal Cu is the nitric acid perchlorate destruction method and atomic absorption spectrophotometry with a wavelength of 324.7 nm. The results found with the highest Cu heavy metal contamination in roots, leaves, and sediments were at station 4 with respective values of 0.5880; 0.4965; 4.8510. While the lowest Cu heavy metal content in roots, leaves, and sediments was at station 3 with respective values of 0.2130; 0.0952; 0.5221. The bioconcentration factor is the ability of organisms to accumulate heavy metals in sediment, the highest bioconcentration factor value is the average root of 0.429, then the leaves with an average of 0.220. The translocation factor is to determine the transfer of metal accumulation from roots to leaves, the highest translocation factor value is at station 4 of 0.844. This proves that mangroves can accumulate heavy metals in their body tissues to reduce heavy metal pollution.

Keywords: Heavy metal Cu, Mangrove, *Rhizophora Mucronata*, Bioconcentration Factor, Translocation Factor

PENDAHULUAN

Pesisir merupakan bagian dari ekosistem yang sangat penting dalam menunjang kehidupan, terutama menjadi sumber daya perikanan dan mata pencaharian. Secara geografis, berbatasan langsung dengan Selat Madura yang merupakan jalur lintas laut padat dan merupakan wilayah penangkapan perikanan bagi masyarakat sekitar. Lingkungan sekitar laut yang dikelilingi oleh aktivitas manusia yang tidak terkontrol menimbulkan berbagai kekhawatiran salah satunya polutan logam berat. Kondisi tersebut semakin meningkatkan ancaman terjadinya pencemaran karena masuknya limbah secara langsung ke perairan yang dapat menyebabkan kerusakan ekosistem salah satunya pencemaran oleh logam berat (Samosir *et al.*, 2023). Salah satu polutan logam berat di lingkungan adalah tembaga (Cu) yang bersumber dari aktivitas manusia seperti industri dan pertambangan yang tidak dikelola dengan baik, menimbulkan limbah yang mengandung logam berat yang kemudian terakumulasi dan dibawa oleh aliran air menuju laut. Menurut (Kamaruzzman *et al.*, 2008) dalam (Dewi *et al.*, 2018) bahwa logam berat Cu sangat berguna dalam pertumbuhan jaringan daun yang terdapat sebuah proses fotosintesi, akan tetapi jika terlalu banyak kandungan logam berat Cu akan bersifat toksik bagi mangrove dan lingkungan sekitarnya. Faktor-faktor tersebut mengakibatkan di daerah kawasan mangrove mengandung unsur logam berat yang mana akan berdampak pada biota di sekitar mangrove.

Mangrove merupakan salah satu ekosistem pesisir yang mempunyai peranan penting di daerah estuary (Samosir *et al.*, 2023). Salah satu jenis mangrove yang sering ditemukan di pesisir madura adalah dengan jenis *Rhizophora Sp.* Mangrove dengan jenis ini mampu mengakumulasi logam berat dikarenakan memiliki bentuk akar tunjang atau penyangga dengan diameter 1-2 cm dan mencegah tersebarnya cemaran ke area lain, sehingga akar ini lebih optimal dalam menyerap logam berat (Samosir *et al.*, 2023). Menurut (Parvaresh *et al.*, 2010) bahwa selain dapat terakumulasi dalam sedimen, logam berat dapat terakumulasi pada struktur mangrove. Mangrove dapat juga menyerap logam berat melalui akar dan mengakumulasi logam berat dalam jaringan tanaman, akan tetapi kontaminasi logam berat yang berlebihan menimbulkan dampak buruk bagi mangrove, seperti mengganggu fungsi fisiologis, fotosintesis, pertumbuhan, reproduksi, hingga menyebabkan nekrosis atau kematian jaringan

pada akar dan daun mangrove. Selain itu, penurunan kualitas habitat mangrove pada keanekaragaman hayati dan penurunan kesehatan ekosistem mangrove merupakan dampak dari tingginya konsentrasi logam berat. Karakteristik sedimen mangrove berdasarkan sifat fisik dan kimia seperti tekstur sedimen, kelembapan, warna, kepadatan, pH, salinitas, dan kandungan nutrient pada mangrove, memungkinkan pengikatan dan pengendapan logam berat serta memiliki sifat anaerobik pada lapisan sedimen mangrove yang lebih dalam juga meningkatkan kapasitas sedimen untuk menahan logam berat. Mangrove memiliki mekanisme mengekstraksi logam berat dari tanah atau air melalui akar dan mentransfer ke bagian daun dan batang yang disebut fitoekstraksi. Organisme benthik yang hidup di sekitar mangrove, dapat terkena kontaminasi logam berat yang masuk melalui rantai makanan mereka dan predator yang memakan mereka juga termasuk manusia dapat terkena dampak dari logam berat. Biota laut yang terkontaminasi logam berat lalu dikonsumsi oleh manusia dapat menimbulkan dampak toksik dari logam berat serta meningkatkan resiko kesehatan, termasuk gangguan neurologis, kerusakan ginjal, dan lain sebagainya. Selain itu, penurunan kualitas habitat mangrove pada keanekaragaman hayati dan penurunan kesehatan ekosistem mangrove merupakan dampak dari tingginya konsentrasi logam berat. Berdasarkan adanya masalah-masalah tersebut perlu penelitian lebih lanjut tentang analisis besaran kontaminasi logam berat Cu terhadap kawasan mangrove dengan melakukan pengujian pada sedimen, akar, dan daun mangrove.

Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan logam berat pada akar, sedime, dan daun mangrove serta menganalisis factor biokonsentrasi untuk mengetahui kemampuan mangrove dalam mengakumulasi logam berat dalam sedimen serta menganalisis factor translokasi untuk mengetahui perpindahan akumulasi logam dari akar ke daun. Berdasarkan adanya masalah-masalah tersebut perlu penelitian lebih lanjut tentang analisis besaran kontaminasi logam berat Cu terhadap kawasan mangrove dengan melakukan pengujian pada sedimen, akar, dan daun mangrove.

MATERI DAN METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Oseanografi, Universitas Trunojoyo Madura. Penelitian dilaksanakan selama 5 bulan terhitung dari bulan Agustus 2024 hingga

Desember 2024. Pengambilan sampel dilakukan di 5 stasiun yaitu Sepuluh, Poltera, Modung, Tajungan, dan Bancaran. Pemilihan lokasi menggunakan metode random purposive sampling dengan pertimbangan bahwa lokasi tersebut merupakan pantai dimana mangrove *Rhizophora* tumbuh dan mudah diakses untuk proses pengambilan sampel

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah gelas beaker, labu ukur 10 dan 100 ml, pipet ukur, pipet pump, grinder dan Spektrofotometri serapan atom (SSA). Bahan yang digunakan adalah Sampel akar, daun, dan sedimen mangrove, aquadest, Larutan induk Cu, HNO₃, dan HClO₄ dan kertas saring. Sampel diambil langsung secara acak masing-masing stasiun dengan potongan akar 20 cm, sedimen, dan 20 lembar daun pada setiap stasiun pengambilan sampel. Selanjutnya sampel dimasukkan ke dalam kantong plastik dan kemudian disimpan dalam kotak sampel.

Metode penelitian

Metode penelitian yang digunakan yaitu metode survei dan eksperimen. Metode Analisis data dilakukan dengan menganalisis kandungan jaringan akar dan daun mangrove dari spesies mangrove dianalisis kandungan logam berat berupa Tembaga (Cu) dengan menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan Panjang gelombang 324,7 nm.

Detruksi Sampel

Masing-masing sampel dihaluskan menggunakan grinder dan dikeringkan dengan suhu ruang. Sampel yang telah kering diberi larutan HNO₃ sebanyak 5 ml dan HClO₄ sebanyak 1 ml di gelas beaker dan diaman selama 1 hari. Selanjutnya sampel dipanaskan menggunakan hotplate dengan suhu 100°C selama 1 jam 30 menit, kemudian ditingkatkan ke suhu 130° C selama 1 jam, ditingkatkan Kembali ke suhu 150° C selama 2 jam 30 menit hingga larutan menjadi bening, jika larutan masih kuning dipanaskan Kembali dengan suhu 150° C selama 2 jam 30 menit, setelah larutan berwarna bening ditingkatkan ke suhu 170° C selama 1 jam dan terakhir ditingkatkan ke suhu 200° C selama 1 jam. Sampel yang telah didetruksi diencerkan menggunakan aquades di labu ukur 10 ml dan kemudian di saring.

Pembuatan Larutan Standar 100 mg/L dan Larutan Kerja 10 mg/L

Larutan induk tembaga (Cu) 1000 mg/L dipipet sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke labu takar 100 ml kemudian ditambahkan aquades hingga tanda tera. Larutan standar baku tembaga 10 mg/L dibuat dengan cara pembuatan yang sama, namun larutan standar yang dipipet adalah konsentrasi standar 100 mg/L.

Pembuatan Larutan Deret Standar Cu (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0) mg/L

Larutan kerja tembaga 10 mg/L dipipet sebanyak (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0) ml ke labu ukur 100 ml kemudian diberi aquades hingga tanda tera. Larutan deret standar tembaga didapatkan dengan konsentrasi (0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0) mg/L.

Faktor Biokonsentrasi

Faktor Biokonsentrasi adalah nilai untuk mengetahui kemampuan Mangrove dalam mengakumulasi logam berat dalam sedimen dengan menggunakan rumus berikut :

$$Cb = \frac{Kb}{Cw} \dots\dots\dots (1)$$

Dimana, Cb: Faktor Biokonsentrasi; Kb: Konsentrasi Logam Berat dalam mangrove; Cw: Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen (Wicaksono *et al.*, 2016)

Analisis faktor biokonsentrasi dilakukan berdasarkan konsentrasi logam berat dalam mangrove dibagi dengan konsentrasi logam berat dalam sedimen. Nilai BCF >1 menunjukkan bahwa mangrove memiliki kemampuan akumulasi bahan pencemar yang tinggi, sedangkan nilai BCF <1 menunjukkan bahwa mangrove memiliki kemampuan akumulasi bahan pencemar rendah (Wicaksono *et al.*, 2016).

Faktor Translokasi

Faktor Translokasi (TF), merupakan perbandingan antara konsentrasi logam pada daun dan akar. Nilai Translokasi dihitung untuk mengetahui perpindahan akumulasi logam dari akar ke tunas (MacFarlane *et al.* 2007 dalam Hamzah dan Setiawan 2010 dalam Samosir *et al.*, 2023). Berikut merupakan rumus perhitungan BCF:

$$TF = \frac{BCF Daun}{BCF Akar} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana, TF = Faktor transstasiun; BCF = Faktor biokonsentrasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Lingkungan

Sumber logam berat tembaga berasal dari alam maupun limbah dari aktifitas manusia, seperti dari batuan mineral, debu atau partikel tembaga di udara, limbah rumah tangga, dan lain-lain. Sumber alami Cu dapat bersumber dari erosinya batuan mineral yang mengandung tembaga. Pada **Tabel 1** Kondisi lingkungan perairan dilakukan secara *in-situ* dan parameter fisik yang diamati adalah parameter suhu air, suhu tanah, pH air, pH tanah, Do, dan Kekeruhan.

Hasil pengukuran kualitas perairan penelitian dibandingkan dengan Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Parameter suhu air dan tanah masih memenuhi baku mutu perairan, sedangkan untuk pH air memenuhi baku mutu, akan tetapi untuk pH tanah pada stasiun 2, 3, 4, 5 masih belum memenuhi baku mutu. Nilai Do untuk stasiun 1, 2, 3 sudah memenuhi baku mutu, sedangkan stasiun 4 dan 5 belum memenuhi baku mutu. Nilai Kekерuhan setiap stasiun melebihi baku mutu.

Baku mutu air laut telah ditetapkan oleh Peraturan Pemerintah nomor 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Menurut (Mahmiah *et al.*, 2023) Hubungann suhu terhadap logam berat Cu mempengaruhi konsentrasi logam berat di kolom air dan sedimen. Suhu yang rendah dapat menyebabkan konsentrasi logam berat mengendap di sedimen perairan (Saputra, 2009). Besaran suhu dengan konsentrasi logam pada penelitian ini relevan dengan pernyataan tersebut yang terdapat pada stasiun 4 dengan suhu rendah di antara stasiun lainnya terdapat kandungan logam berat paling banyak. Nilai pH berhubungan dengan kelarutan logam dalam air. Menurut (Palar, 2004) Nilai pH naik maka akan terjadi perubahan kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga akan mengendap membentuk lumpur. Nilai Do yang sesuai dengan baku mutu >5 mg/l menandakan tingginya kandungan oksigen diperairan, hal ini dapat menyebabkan reaksi oksida bersifat toksik yang kemudia mengendap di sedimen (Mahmiah *et al.*, 2023).

Tabel 1. Parameter kualitas perairan

Parameter	Baku Mutu	Stasiun				
		1	2	3	4	5
Suhu air (°C)	28-32	27	29.7	30	25.4	31.1
Suhu tanah (°C)	28-32	28	30	30	29	30
pH air	7-8.5	7.1	7.5	7.84	6.82	7.86
pH tanah	7-8.5	7.2	6.5	6	4	5.5
Do (mg/l)	>5	6.8	5.7	7.1	4.3	4.78
Kekeruhan (Ntu)	5	16.83	8.42	31.7	8.42	42.67

Kandungan logam berat Cu pada akar dan daun

Logam berat tembaga merupakan logam esensial bagi tumbuhan sehingga menyerap logam tembaga dari sekitar untuk memenuhi kebutuhan fisiologis dan metabolisme (Samosir *et al.*, 2023). Sedimen mengandung logam berat tembaga tertinggi kemudian akar dan daun tingginya logam berat berdasarkan logam berat bersifat mengikat bahan organik, hal ini sesuai dengan (Mulligan *et al.*, 2001 dalam Irawan *et al.*, 2015) Cu biasanya terikat dengan kuat pada bahan organik sehingga mobilitasnya diperairan. Selain itu logam berat mengendap di dasar perairan dan menyatu dalam sedimen. Menurut (Kamaruzzaman *et al.* 2011) bahwa jumlah bahan organik yang ditemukan di tanah memengaruhi konsentrasi Cu di sedimen. Hal ini sesuai bahwa sedimen mengandung bahan organik yang melimpah terutama pada sedimen mangrove. Sedimen

mangrove merupakan substrat yang mengandung endapan karbonat laut yang memiliki salinitas, oksigen yang rendah dan mengandung bahan organik dan selalu basah. Bahan organik umumnya dalam bentuk asam yang merupakan hasil dekomposisi tumbuhan. Kondisi bagian tubuh mangrove konsentrasi logam berat paling tinggi adalah akar karena berinteraksi langsung dengan sedimen yang mengandung endapan logam berat. Menurut (Heriyanto dan Subianto, 2011) bahwa konsentrasi ion yang lebih tinggi terdapat pada akar daripada bagian tubuh lainnya, sehingga terjadinya lokalisasi ekstra seluler mengakibatkan pengikatan fraksi pektin pada dinding sel, sehingga batas aman logam berat Cu pada mangrove menurut KepMen LH No. 22 Tahun 2021 adalah 0,008 mg/l . Oleh karena itu, mangrove dijadikan sebagai agen remediasi karena dapat mengakumulasi logam berat.

Proses remediasi terjadi karena tumbuhan dapat melepaskan senyawa seperti protein dan glukosida yang memiliki fungsi untuk mengikat logam dan di satukan dalam jaringan tubuh tumbuhan (Jones *et al.*, 2000 dalam Setyawan, 2008 dalam Samosir *et al.*, 2023). Berdasarkan hasil penelitian, bagian tubuh mangrove yang mengakumulasi logam berat terbanyak adalah akar. Secara komponen, akar berinteraksi langsung dengan sedimen yang menyimpan cemaran logam berat terbanyak. Secara proses penyerapan, masuknya Cu ke dalam akar, ditransfer melalui xilem dan disebarkan ke semua tanaman. Menurut (Andani dan Purbayanti, 1981 dalam Taryana, 1995 dalam Samosir *et al.*, 2023) jika konsentrasi suatu ion jenuh lebih tinggi ditemukan di dalam akar daripada di pucuk, itu merupakan bukti kuat untuk lokalisasi ekstraseluler. Faktor biokonsentrasi logam Cu pada akar lebih besar dari daun. Hal ini dapat disimpulkan bahwa akar memiliki kemampuan akumulasi logam berat pada sedimen lebih baik dari daun. Hal tersebut sesuai dengan penelitian yang dilakukan (Samosir *et al.*, 2023) dengan nilai faktor biokonsentrasi pada akar lebih besar dari daun. Semakin besar nilai faktor biokonsentrasi maka semakin baik mangrove dalam mengakumulasi logam berat dalam sedimen. Hal tersebut mengacu pada analisis faktor biokonsentrasi >1 menunjukkan bahwa organisme perairan memiliki kemampuan

akumulasi bahan pencemar yang tinggi, sedangkan faktor biokonsentrasi <1 menunjukkan bahwa mangrove perairan memiliki kemampuan akumulasi bahan pencemar rendah (Wicaksono *et al.*, 2016).

Pada **Tabel 2**. Hasil uji kandungan tembaga pada sampel akar dari 5 stasiun berkisar 0.2130 – 0.5880 mg/kg. Kandungan tertinggi pada kode sampel T.A.2 (0.5880 mg/kg) sedangkan kandungan terendah pada kode sampel M.A.2 (0.2130). Data tersebut menunjukkan bahwa Stasiun 4 dekat dengan sumber pencemaran dan terserah oleh akar mangrove. Hal ini bisa dilihat dari Stasiun 4 yang perairannya merupakan bersebrangan dengan kota Surabaya dan Gresik yang merupakan pusat industry yang besar. Pada **Tabel 3**. Hasil uji kandungan tembaga pada sampel daun dari 5 stasiun berkisar 0.0952 – 0.4965 mg/kg. Kandungan tertinggi pada T.D.2 (0.4965 mg/kg) sedangkan kandungan terendah pada kode sampel M.D.2 (0.0952 mg/kg). Hasil uji logam berat tembaga pada daun telah melebihi batas aman yaitu >0.008 mg/kg (Peraturan pemerintah no 22 tahun 2021) Tingginya kandungan tembaga dalam daun disebabkan oleh logam berat perairan yang mengendap di sedimen yang akhirnya terserap oleh jaringan mangrove melalui akar, dan akar menjadi awal masuknya logam ke dalam jaringan mangrove.

Tabel 2. Hasil uji kandungan tembaga (Cu) pada akar Rhizopora Mucronata

Stasiun	Kode Sampel Akar	Cu (mg/kg)
1	S.A.2	0.4785
2	P.A.2	0.3385
3	M.A.2	0.2130
4	T.A.2	0.5880
5	B.A.2	0.5505

Tabel 3. Hasil uji kandungan tembaga (Cu) pada Daun Rhizopora Mucronata

Stasiun	Kode Sampel Daun	Cu (mg/kg)
1	S.D.2	0.2262
2	P.D.2	0.2290
3	M.D.2	0.0952
4	T.D.2	0.4965
5	B.D.2	0.2262

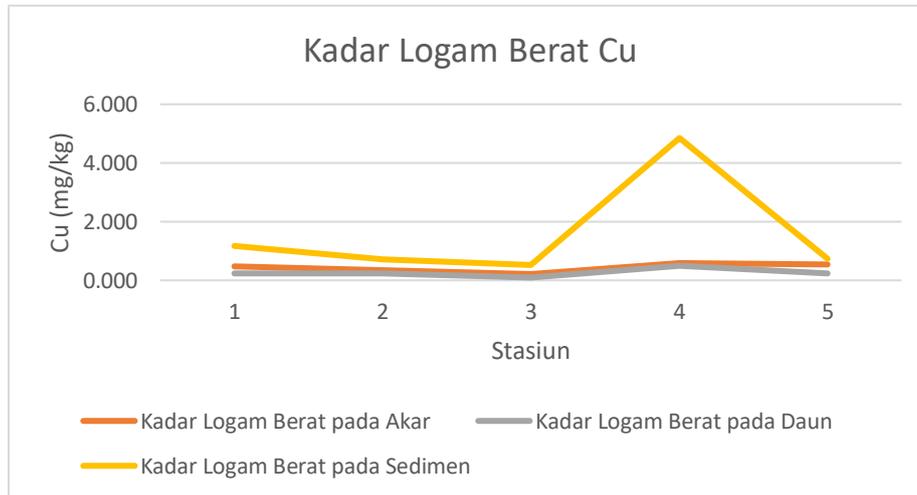
Kandungan logam berat Cu pada sedimen

Pada **Tabel 4**. Hasil uji kandungan tembaga pada sampel sedimen dari 5 stasiun berkisar 0.5221 – 4.8510 mg/kg. Kandungan tertinggi pada T.S.2 (4.8510 mg/kg) sedangkan kandungan terendah pada M.S.2 (0.5221). Hal ini juga dikarenakan adanya aktifitas jalur lalu

lintas laut yang padat dan kawasan padat pemukimanArus laut menyebabkan zat logam berat menyebar hingga stasiun 4. Besaran logam berat pada sedimen di T.S.2 tidak melebihi ambang batas aman yaitu >18.7 mg/kg (Canadian Environmental Quality Guidelines, 1999 dalam Swastika et al, 2023).

Tabel 4. Hasil uji kandungan tembaga (Cu) pada sedimen

Stasiun	Kode Sampel Sedimen	Cu (mg/kg)
1	S.S.2	1.1805
2	P.S.2	0.7203
3	M.S.2	0.5221
4	T.S.2	4.8510
5	B.S.2	0.7432



Gambar 1. Kadar kandungan Logam Berat Cu pada akar, daun, dan sedimen mangrove (Stasiun 1: Sepulu, Stasiun 2 : Poltera, Stasiun 3 : Modung, Stasiun 4 : Tajungan, Stasiun 5 : Bancaran)

Faktor Biokonsentrasi

Pada **Tabel 5.** Diketahui nilai faktor biokonsentrasi rata-rata terbesar pada akar dengan nilai sebesar 0.429 dan Stasiun dengan nilai faktor biokonsentrasi tertinggi di staisun 5 sebesar 0.741, Sedangkan nilai rata-

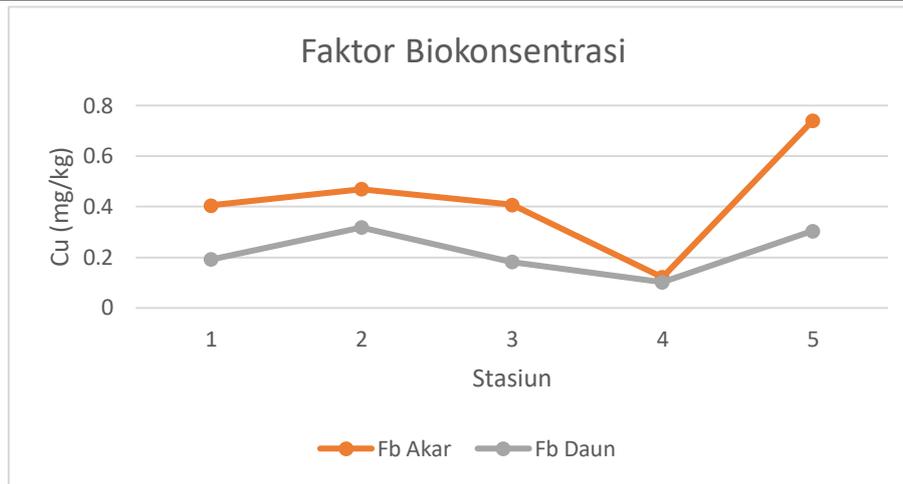
rata faktor biokonsentrasi pada daun sebesar 0.220 dan nilai faktor biokonsentrasi tertinggi di Stasiun 2 sebesar 0.318. Hal ini untuk mengetahui seberapa besar mangrove untuk mengakumulasi logam berat Cu dalam sedimen, dikarenakan logam berat banyak terendap dalam sedimen.

Tabel 5. Hasil Faktor Biokonsentrasi Akar

Stasiun	Kadar Cu Akar	Kadar Cu Sedimen	Faktor Biokonsentrasi
1	0.479	1.181	0.405
2	0.339	0.720	0.470
3	0.213	0.522	0.408
4	0.588	4.851	0.121
5	0.551	0.743	0.741
Rata-rata			0.429

Tabel 6. Hasil Faktor Biokonsentrasi Daun

Stasiun	Kadar Cu Daun	Kadar Cu Sedimen	Faktor Biokonsentrasi
1	0.226	1.181	0.192
2	0.229	0.720	0.318
3	0.095	0.522	0.182
4	0.497	4.851	0.102
5	0.226	0.743	0.304
Rata-rata			0.220



Gambar 2. Faktor biokonsentrasi Logam Berat Cu pada akar, daun, dan sedimen mangrove (Stasiun 1: Sepulu, Stasiun 2: Poltera, Stasiun 3: Modung, Stasiun 4: Tajungan, Stasiun 5: Bancaran)

Faktor Translokasi

Akumulasi logam berat Cu pada daun dijadikan sebagai tempat mengalokasikan logam berat untuk Upaya penanggulangan meminimalisir pengaruh toksik pada mangrove dan juga terdapat proses ekresi secara pasif dengan akumulasi pada daun tua yang selanjutnya gugurnya daun (Fitter dan Hay 1991 dalam Rohmawati, 2007). Faktor translokasi logam berat Cu lebih tinggi dari penelitian (Samosir *et al.*, 2023) pada logam berat Cu. Menurut (Samosir *et al.*, 2023) Rendahnya nilai faktor translokasi pada logam esensial menunjukkan bahwa mangrove menggunakan logam tersebut untuk aktivitas metabolisme dan pertumbuhan. Akan tetapi, hal tersebut bertentangan dengan dibutuhkankannya logam non esensial seperti Cu untuk pertumbuhan mangrove. Menurut Verkleij dan Schat, (1990) dalam Hamzah dan Setiawan, (2010) Cu memiliki fungsi sebagai salah satu mikronutrien yang diperlukan di dalam mitokondria dan kloroplas, fungsi untuk enzim yang berhubungan dengan transpor elektron II,

proses fotosintesis dan metabolisme karbohidrat dan protein serta sebagai dinding sel lignin. Menurut Jaqob dan Uexkull (1963) dalam Napitupulu (2008), tembaga diserap oleh akar tanaman dalam bentuk Cu²⁺, berperan dalam proses oksidasi, reduksi dan pembentukan enzim. (Menurut Allaway 1968) dalam Irawan *et al.*, (2015) konsentrasi logam berat Cu yang normal bagi tumbuhan adalah 4-15 mg/kg. (Menurut Samosir *et al.*, 2023) Besar akumulasi logam berat Cu pada daun mencerminkan besaran nilai factor translokasi, kandungan logam berat pada daun yang tidak jauh berbeda dengan akar atau bahkan lebih tinggi menunjukkan factor translokasi yang tinggi, akan tetapi pada penelitian ini nilai factor translokasi pada daun lebih rendah dari akar yang artinya mobilisasi logam berat dari akar ke daun kurang baik. Pada **Tabel 7**. Merupakan nilai faktor translokasi untuk melihat perbandingan konsentrasi logam pada daun dan akar serta mengetahui perpindahan logam berat yang terakumulasi dari akar ke daun. Nilai faktor translokasi tertinggi berada di stasiun 4 sebesar 0.844

Tabel 7. Hasil Faktor Translokasi akar dan daun

Stasiun	FB Daun	FB Akar	Faktor Translokasi
1	0.192	0.405	0.473
2	0.318	0.470	0.677
3	0.182	0.408	0.447
4	0.102	0.121	0.844
5	0.304	0.741	0.411

KESIMPULAN DAN SARAN

Kandungan logam berat tertinggi pada akaar, sedimen, dan daun mangrove terdapat pada stasiun 4 sebesar 0.5880; 0.4965; 4.8510.

Besaran nilai factor biokonsentrasi mangrove tertinggi adalah akar, dengan rata-rata sebesar 0.429, dikarenakan akar berinteraksi langsung dengan sedimen yang mengandung logam berat terbanyak. Besaran nilai factor

translokasi dengan rata-rata sebesar 0.220. Mangrove dapat dijadikan agen remediasi logam berat Cu untuk mengurangi pencemaran di air maupun sedimen. Saran untuk penelitian selanjutnya untuk melakukan analisis korelasi logam berat Cu terhadap mangrove.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada ibu Jihannuma Adibiah Nurdini selaku Dosen pembimbing pada penelitian saya. Terimakasih kepada Bapak Syaifullah yang telah membimbing selama penelitian ini, Terimakasih kepada Teman saya an. Maimuna yang telah mencurahkan waktu dan tenaga dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewi, P.K., Hastuti, E.D., Budihastuti, R. (2018). Kemampuan Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) pada Akar Mangrove Jenis *Avicennia marina* (Forsk.) Dan *Rhizophora mucronata* (Lamk.) di Lahan Tambak. *Jurnal Akademika Biologi*, 7(4), 14-19.
- Hamzah, F., Setiawan A. (2010). Akumulasi Logam Berat Pb, Cu, dan Zn di Hutan Mangrove Muara Angke, Jakarta Utara. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(2), 41-52.
- Heriyanto, N.M., Subiandono, E. (2011). Penyerapan Polutan Logam Berat (Hg, Pb dan Cu) oleh Jenis-jenis Mangrove. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(2), 177-188.
- Irawan, B., Amin, B., Thamrin. (2015). Analisis Kandungan Logam berat Cu, Pb dan Zn pada Air, Sedimen dan *Bivalvia* di perairan Pantai Utara Pulau Bengkalis. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 2(1), 40-51
- Kamaruzzaman, B.Y., Ong, M.C., Jalal, K.C.A., Shahbudin, S., Nor, O.M. (2008). Accumulation of Lead and Copper in *Rhizophora apiculata* from Setiu Mangrove Forest, Terengganu, Malaysia. *Journal of Environmental Biology*, 30(5), 821-824.
- Mahmiah, Saadah, N., Kisnarti, E. A., Millenia, F.V. (2023). Akumulasi Logam Berat (Cu dan Hg) Pada Mangrove *Rhizophora mucronata* Di Pantai Timur Surabaya. *Jurnal Kelautan Nasional*, 18(1), 59-68.
- Napitupulu, M. (2008). Analisis Logam Berat Seng, Kadmium, dan Tembaga pada Berbagai Tingkat Kemiringan Tanah Hutan Tanaman Industri PT. Toba Pulp Lestari dengan Metode Spektrometri Serapan Atom (SSA) [Tesis]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.
- Palar H. 2004. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta (ID): Rineka Cipta.
- Parvaresh, H., Abedi, Z., Farhchi, P., Karami, M., Khorasani, N., & Karbassi, A. (2010). Bioavailability and concentration of heavy metals in the sediments and leaves of grey mangrove, *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh, in Sirik Azini Creek, Iran. *Biological Trace Element Research*, 143, 1121-1130.
- Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Rohmawati. 2007. Daya Akumulasi Tumbuhan *Avicennia marina* terhadap Logam Berat (Cu, Cd, Hg) di Pantai Kenjeran Surabaya [Skripsi]. Malang (ID): Universitas Islam Negeri Malang.
- Samosir, A, M., Syarifah, M., Sulistiono. (2023). Akumulasi Logam Berat Tembaga Dan Timbal Pada Mangrove *Rhizophora mucronata* Di Karangsong, Indramayu. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 14(1), 101-112.
- Saputra, A. (2009). Pengamatan Logam Berat Pada Sedimen Perairan Waduk Cirata. *Media Akuakultur*, 4(1), 84-88.
- Swastika, C.B., Praoyog, Rahardja, B. S. (2023). Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Sedimen dan Daun Mangrove *Avicennia marina* di Wilayah Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya. *JMCS (Journal of Marine and Coastal Science)*, 12(3), 110-114.
- Wicaksono, E. A., Sriati, & Lili, W. (2016). Sebaran Logam Berat Timbal (Pb) Pada Makrozoobenthos Di Perairan Waduk. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 7(1), 103-114.