Fish Scientiae
Jurnal Ilmu-Ilmu Perikanan dan Kelautan

Research Article

STUDY OF MANGROVE WETLAND POTENTIAL AS A HEAVY METAL PHYTOREMEDIATION AGENT IN SUNGAI MUSANG VILLAGE

Ira Puspita Dewi[1)], Nursalam[1)], Hamdani[1)], Anggi Marista Salsabila[1)], Putri Lestari

[1]Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Lambung Mangkurat Jalan A. Yani, Km 36. Banjarbaru, 70714, Kalimantan Selatan

ARTICLE INFO

Article history:

Received 2024-10-26
Revised 2024-11-20
Accepted 2024-12-10

Keywords:

Mangroves, phytoremediation, heavy metals, Musang River, Pb, Cd, Cu

*)Corresponding Author:
e-mail: irapuspitadewi@ulm.ac.id

OPEN ACCESS
CC BY 4.0
Some right reserved by:
https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/

Cite this as:

ABSTRACT

Heavy metals such as lead (Pb), cadmium (Cd), and copper (Cu) are hazardous pollutants that often contaminate water bodies, especially in coastal areas. This study aims to evaluate the potential of mangrove wetlands in Sungai Musang Village as a natural phytoremediation agent to absorb accumulated heavy metals in aquatic sediments. The research was conducted at the Sungai Musang estuary, Banjar Regency, South Kalimantan, in 2024. Sampling and analysis methods used atomic absorption spectrometry (AAS) to detect heavy metal content in mangrove and non-mangrove areas. The study results showed that the concentrations of Pb, Cd, and Cu at all observation points were far below the limits set by Ontario (1993) and IADC/CEDA (1997) standards, indicating that the area is still safe from heavy metal pollution. Thus, the mangrove wetlands in Sungai Musang Village play a significant role in absorbing heavy metals from aquatic environments, making them a potential phytoremediation agent.

.

1. PENDAHULUAN

Logam berat adalah kelompok unsur logam yang memiliki massa jenis lebih dari 5 gr/cm3 yang pada jumlah tertentu dapat berubah menjadi racun bagi lingkungan. Beberapa logam berat yang berbahaya antara lain air raksa atau mercury (Hg), Kadmium (Cd), Timbal (Pb). Tembaga (Cu), dan lain-lain (Darmono, 2001; Dharmadewi dan Wiadnyana, 2019). Pencemaran logam berat di lingkungan, terutama pada perairan, memerlukan perhatian serius. Logam berat yang terdapat di perairan akan mengendap dan terakumulasi di dasar perairan seiring waktu.

Salah satu upaya pengendalian logam berat adalah dengan melestarikan vegetasi mangrove yang tumbuh di pesisir. Mangrove berperan sebagai agen fitoremediasi alami karena mampu menyerap logam berat dari lingkungan, sebuah proses yang dikenal sebagai biosorpsi. Mangrove dapat menetralisir logam berat yang memasuki lingkungan pada konsentrasi tertentu.

Pada konsentrasi tertentu, logam berat yang masuk ke lingkungan dapat dinetralisir oleh mangrove. Mangrove menjadi salah satu tumbuhan pesisir yang dapat digunakan dan dikembangkan untuk menangani masalah pencemaran logam berat pada lingkungan (Hastuti et al., 2013; Syafira et al, 2023). Lahan basah mangrove memiliki peran penting dalam remidiasi logam berat karena kemampuannya menyerap polutan dari sedimen dan air.

Desa Sungai Musang di Kecamatan Aluh Aluh, Kabupaten Banjar, terletak sangat dekat dengan muara Sungai Barito, yang menjadi pusat berbagai aktivitas seperti pelayaran, industri besar dan kecil, galangan kapal, bongkar muat barang, serta pemukiman. Aktivitas-aktivitas ini berkontribusi terhadap masuknya polutan ke dalam perairan sungai. Selain itu, kegiatan penangkapan ikan oleh nelayan juga berpotensi menimbulkan limbah logam berat, terutama timbal (Pb), yang berasal dari tumpahan oli dan mesin kapal.

Penggunaan pestisida dalam aktivitas pertanian di sekitar Sungai Musang juga dapat menyebabkan pencemaran logam berat seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd). Tingginya aktivitas di Sungai Barito memberi dampak negatif terhadap Desa Sungai Musang melalui pencemaran

logam berat. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi peran lahan basah mangrove di muara Desa Sungai Musang sebagai agen fitoremediasi dalam mengurangi konsentrasi logam berat (Pb, Cd, dan Cu) yang terakumulasi dalam sedimen di kawasan tersebut.

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada tahun 2024, Pengambilan data dilakukan di kawasan mangrove dan non-mangrove di muara Sungai Musang serta perairan sekitarnya, Kecamatan Aluh-Aluh, Kabupaten Banjar, Provinsi Kalimantan Selatan. Analisis sampel logam berat dilakukan di UPA Laboratorium Terpadu ULM Banjarbaru.

2.2. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Tabel berikut:

Tabel 1. Alat dan Bahan

No.	Alat dan Bahan
	Alat
1.	*Grab sampler*
2.	Ember
3.	Peta lokasi
4.	GPS
5.	Alat tulis
6.	Kamera
7.	Plastik klip
8.	*Water quality tester*
9.	AAS
10.	*Cool box*
11.	Ms. Excel
12.	ArcMap 10.8
13.	Timbangan analitik
14.	Kertas saring
15.	DO-Meter
	Bahan
1.	Larutan HNO_3 65%
2.	Aquades
3.	HCL

Analisis Data

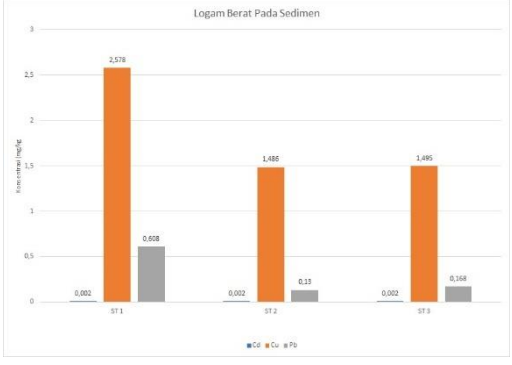
Analisis logam berat (Pb, Cd, dan Cu) dilakukan menggunakan metode AAS (Atomic Absorption Spectrometer). Sebanyak 2 gram sampel sedimen basah ditambahkan 5 ml larutan HNO3 dan HCl hingga terdestruksi, kemudian disaring menggunakan kertas saring. Larutan hasil saringan tersebut diencerkan dengan aquades dan dimasukkan ke dalam botol sampel untuk diukur menggunakan AAS.

Hasil analisis kandungan logam berat yang diperoleh melalui metode AAS disajikan dalam bentuk diagram, dengan perbandingan kadar logam berat antara kawasan mangrove dan non-mangrove.

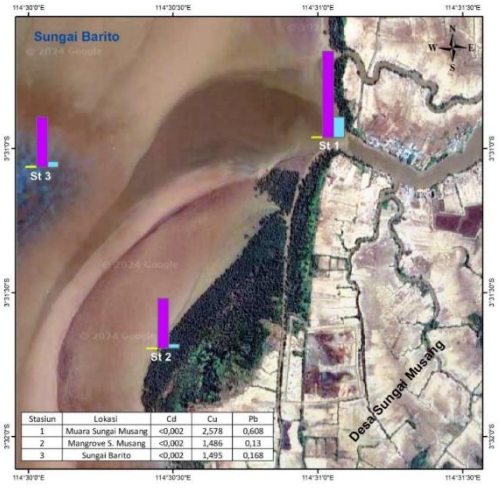
Kandungan logam berat dibandingkan dengan standar baku mutu logam berat dalam sedimen berdasarkan pedoman Ontario Ministry of Environment Screening Level Guidelines tahun 1993 dan IADC/CEDA tahun 1997.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

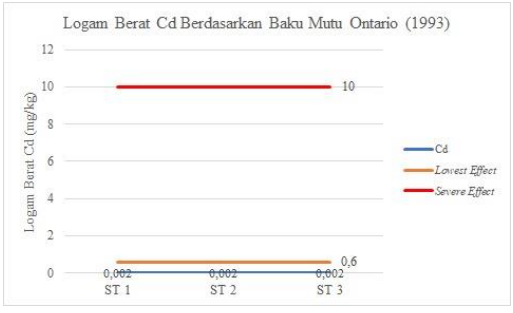
Hasil



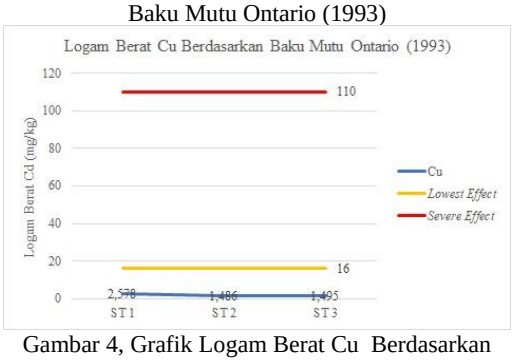
Gambar 1, Grafik Logam Berat pada Sedimen



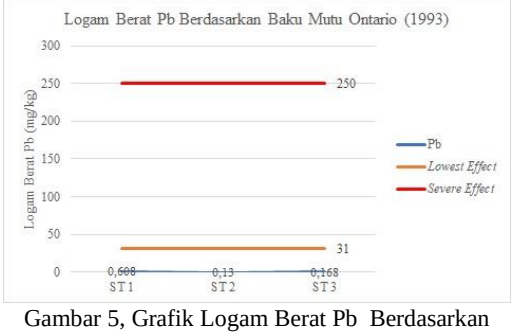
Gambar 2. Peta Kandungan Logam Berat di Setiap Stasiun



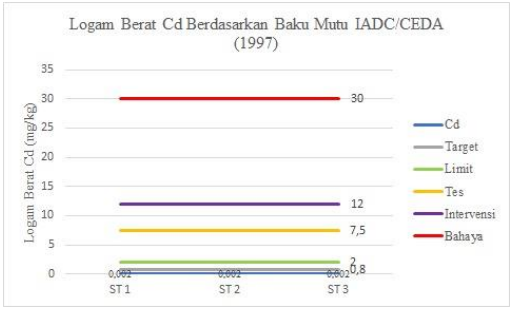
Gambar 3, Grafik Logam Berat Cd Berdasarkan Baku Mutu Ontario (1993)



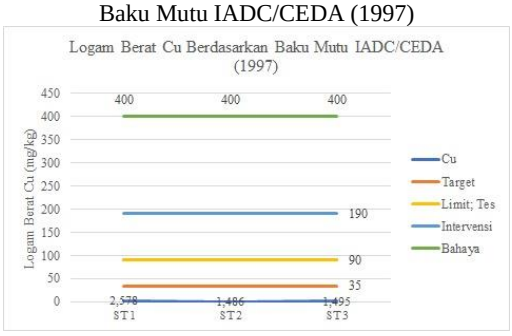
Gambar 4, Grafik Logam Berat Cu Berdasarkan Baku Mutu Ontario (1993)



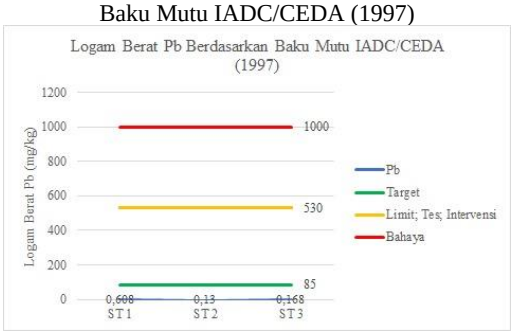
Gambar 5, Grafik Logam Berat Pb Berdasarkan Baku Mutu Ontario (1993)



Gambar 6, Grafik Logam Berat Cd Berdasarkan Baku Mutu IADC/CEDA (1997)



Gambar 7, Grafik Logam Berat Cu Berdasarkan Baku Mutu IADC/CEDA (1997)



Gambar 8, Grafik Logam Berat Pb Berdasarkan Baku Mutu IADC/CEDA (1997)

Pembahasan

Kandungan Logam Berat pada Sedimen

Hasil analisis kandungan logam dapat dilihat pada Gambar 1. sedimen kawasan mangrove dan nonmangrove di muara Sungai Musang dan perairan sekitarnya menunjukkan konsentrasi kandungan logam Cd (Kadmium) pada semua stasiun bernilai <0,002 mg/kg. Konsentrasi kandungan Cu (Tembaga) berkisar 1,486 – 2,578 mg/kg. Konsentrasi kandungan logam Pb (Timbal) berkisar 0,13 – 0,608 mg/kg.

Gambar 2. menunjukkan lokasi stasiun pengambilan sampel sedimen di muara Sungai Musang dan perairan sekitarnya, dengan tiga titik pengambilan sampel yang ditandai sebagai Stasiun 1, Stasiun 2, dan Stasiun 3. Setiap stasiun memiliki hasil analisis kandungan logam berat, yaitu Kadmium (Cd), Tembaga (Cu), dan Timbal (Pb). Stasiun 1 terletak di Muara Sungai Musang, dengan kandungan Cd kurang dari 0,002 mg/kg, Cu sebesar 2,578 mg/kg, dan Pb sebesar 0,608 mg/kg. Stasiun 2 berada di kawasan mangrove sekitar Sungai Musang, dengan kandungan Cd kurang dari 0,002 mg/kg, Cu sebesar 1,486 mg/kg, dan Pb sebesar 0,13 mg/kg. Stasiun 3 terletak di perairan Sungai Barito, dengan kandungan Cd kurang dari

0,002 mg/kg, Cu sebesar 1,495 mg/kg, dan Pb sebesar 0,168 mg/kg.

Perbandingan Logam Berat dengan Baku Mutu

Konsentrasi logam berat dari hasil analisis dibandingkan dengan standar baku mutu Ontario (1993), yang memiliki dua tingkat kriteria yaitu *lowest effect* dan *severe effect*.

Gambar 3. menunjukkan konsentrasi logam berat Cd (Kadmium) pada tiga stasiun pengamatan (ST 1, ST 2, ST 3) di suatu lokasi penelitian, dibandingkan dengan baku mutu Ontario (1993), yang mencakup dua tingkatan kriteria, yaitu *Lowest Effect* (efek terendah) dan *Severe Effect* (efek parah). Pada semua stasiun (ST 1, ST 2, ST 3), nilai kandungan logam berat Cd berada pada < 0,002 mg/kg, menunjukkan kandungan yang sangat rendah dan sama di setiap stasiun. Lowest Effect (dalam warna oranye) memiliki batas 0,6 mg/kg. Ini adalah ambang batas di mana logam berat Cd dapat memberikan dampak minimal pada lingkungan dan ekosistem perairan.

Severe Effect (dalam warna merah) menunjukkan batas 10 mg/kg. Konsentrasi pada tingkat ini dianggap menyebabkan efek parah terhadap organisme dan ekosistem. Kandungan Cd pada setiap stasiun (ST 1, ST 2, ST 3) berada jauh di bawah ambang batas *Lowest Effect* (0,6 mg/kg), menunjukkan bahwa kandungan Cd pada sedimen di lokasi penelitian relatif aman dan belum memberikan efek negatif yang signifikan terhadap lingkungan.

Bahkan, kandungan Cd di semua stasiun jauh di bawah ambang batas *Severe Effect* (10 mg/kg), yang menunjukkan bahwa lokasi tersebut tidak mengalami pencemaran berat oleh logam Cd. Konsentrasi logam berat Cd di seluruh stasiun penelitian berada di bawah batas aman yang ditetapkan oleh Baku Mutu Ontario (1993). Dengan konsentrasi yang rendah ini (< 0,002 mg/kg), logam Cd tidak menjadi ancaman besar bagi ekosistem di wilayah tersebut, baik di area mangrove maupun non-mangrove.

Gambar 4. menunjukkan perbandingan konsentrasi logam berat Tembaga (Cu) di tiga stasiun pengambilan sampel (ST 1, ST 2, dan ST 3) dengan standar baku mutu Ontario (1993). Standar ini terdiri dari dua tingkat kriteria, yaitu *Lowest Effect Level* (tingkat efek terendah) yang

ditunjukkan oleh garis kuning di angka 16 mg/kg, dan *Severe Effect Level* (tingkat efek parah) yang ditunjukkan oleh garis merah di angka 110 mg/kg. Pada ST 1, konsentrasi Cu adalah 2,578 mg/kg. Pada ST 2, konsentrasi Cu tercatat sebesar 1,486 mg/kg. Pada ST 3, konsentrasi Cu sedikit lebih tinggi yaitu 1,495 mg/kg.

Dari grafik tersebut, terlihat bahwa konsentrasi Cu di semua stasiun pengambilan sampel jauh di bawah standar *Lowest Effect Level* (16 mg/kg), apalagi dibandingkan dengan *Severe Effect Level* (110 mg/kg). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi Cu yang terdeteksi masih berada dalam batas aman menurut standar baku mutu Ontario, dan belum mencapai tingkat yang berpotensi menyebabkan efek negatif pada ekosistem perairan.

Gambar 5. menunjukkan konsentrasi logam berat timbal (Pb) di tiga lokasi sampel (ST1, ST2, dan ST3) berdasarkan Baku Mutu Ontario tahun 1993. Sumbu vertikal merepresentasikan konsentrasi Pb dalam mg/kg. Garis biru menunjukkan konsentrasi Pb di tiap lokasi: ST1 (0,608 mg/kg), ST2 (0,13 mg/kg), dan ST3 (0,168 mg/kg). Garis oranye menandai batas "*Lowest Effect*" pada 31 mg/kg, yang menunjukkan ambang batas di mana efek minimal dapat mulai terlihat. Garis merah menunjukkan batas "*Severe Effect*" pada 250 mg/kg, yang menunjukkan tingkat di mana efek parah dapat terjadi.

Dari gambar ini, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi Pb di semua lokasi sampel jauh di bawah batas "*Lowest Effect*" dan "*Severe Effect*".

Gambar 6. memperlihatkan konsentrasi logam berat Cd (Kadmium) yang diukur di tiga stasiun pengamatan (ST 1, ST 2, ST 3) dan membandingkannya dengan baku mutu IADC/CEDA (1997). Grafik ini menunjukkan bagaimana kadar Cd di setiap stasiun berada dalam batas standar yang ditetapkan oleh IADC/CEDA, yang mencakup beberapa tingkat batas kualitas yang berbeda.

Pada semua stasiun (ST 1, ST 2, ST 3), nilai kandungan logam berat Cd tercatat pada < 0,002 mg/kg, yang sangat rendah dan konsisten di setiap stasiun. Baku Mutu IADC/CEDA (1997):

Target (warna hijau): Batas aman yang ditetapkan pada 0,8 mg/kg. Nilai ini adalah target yang diharapkan untuk

menjaga lingkungan tetap aman dari paparan logam berat.

Limit (warna kuning): Batas tertinggi untuk kategori "toleransi" sebesar 2 mg/kg. Ini adalah batas di mana kondisi lingkungan masih bisa dianggap aman, meskipun logam Cd mulai terdeteksi.

Tes (warna ungu): Batas untuk mulai melakukan intervensi pada 7,5 mg/kg, ketika logam Cd telah mencapai tingkat yang memerlukan pengujian tambahan untuk memahami dampaknya terhadap lingkungan.

Intervensi (warna oranye): Batas intervensi ditetapkan pada 12 mg/kg, di mana tindakan perbaikan mungkin diperlukan untuk mengurangi risiko pencemaran.

Bahaya (warna merah): Batas bahaya pada 30 mg/kg, di mana logam Cd dianggap sangat berbahaya dan memiliki potensi dampak serius pada lingkungan dan ekosistem.

Kandungan Cd pada setiap stasiun (ST 1, ST 2, ST 3) berada jauh di bawah semua batas yang ditetapkan oleh baku mutu IADC/CEDA. Nilai < 0,002 mg/kg ini bahkan jauh di bawah target minimal 0,8 mg/kg.Artinya, konsentrasi logam Cd yang ditemukan di sedimen di semua stasiun sangat rendah dan tidak menimbulkan ancaman terhadap lingkungan, bahkan pada tingkat toleransi dan intervensi yang telah ditetapkan oleh standar IADC/CEDA. Dengan demikian, kandungan logam berat Cd di setiap stasiun pengamatan jauh di bawah batas aman yang ditetapkan oleh IADC/CEDA (1997). Dengan kadar yang lebih kecil dari 0,002 mg/kg, konsentrasi Cd sangat rendah dan tidak berpotensi membahayakan lingkungan berdasarkan kriteria ini. Bahkan pada ambang batas bahaya 30 mg/kg, kandungan Cd yang diukur berada jauh di bawah batas tersebut, menunjukkan bahwa tidak ada risiko pencemaran berat pada lokasi penelitian ini.

Gambar 7. menampilkan kadar logam berat tembaga (Cu) di tiga lokasi berbeda (ST1, ST2, dan ST3) berdasarkan Baku Mutu IADC/CEDA tahun 1997. Garis Biru (Cu) mengilustrasikan kadar tembaga di setiap lokasi:

ST1: 2,578 mg/kg

ST2: 1,486 mg/kg

ST3: 1,495 mg/kg

Garis Kuning (Target): Menunjukkan target batas aman pada 90 mg/kg.

Garis Oranye (Limit Tes): Menandai batas untuk pengujian lebih lanjut pada 35 mg/kg.

Garis Hijau (Bahaya): Menandakan batas berbahaya pada 400 mg/kg.

Kadar Cu di ketiga lokasi (ST1, ST2, dan ST3) berada jauh di bawah batas target dan limit tes, serta sangat aman dibandingkan dengan batas bahaya. Ini menunjukkan bahwa lingkungan di lokasi-lokasi tersebut memiliki kadar tembaga yang tidak menimbulkan risiko signifikan sesuai standar yang ditetapkan.

Gambar 8. menampilkan grafik konsentrasi logam berat Pb (timbal) berdasarkan baku mutu IADC/CEDA tahun 1997. Grafik tersebut menunjukkan perbandingan antara nilai pengukuran Pb di tiga titik (ST1, ST2, dan ST3) dengan tiga batasan penting yaitu Target, Limit Tes/Intervensi, dan Bahaya.

Garis Biru: Menunjukkan konsentrasi Pb di masing-masing titik pengukuran. Garis Hijau (Target): Menandakan batas target yang dianggap aman, yaitu 85 mg/kg. Garis Kuning (Limit Tes/Intervensi): Batas di mana perlu dilakukan intervensi, yaitu 530 mg/kg. Garis Merah (Bahaya): Batas konsentrasi yang dinilai berbahaya, yaitu 1000 mg/kg.

Nilai pengukuran di ketiga titik (ST1, ST2, dan ST3) menunjukkan bahwa konsentrasi Pb sangat rendah dan jauh di bawah batas target (85 mg/kg). Tidak ada titik yang mendekati batas limit tes/intervensi (530 mg/kg), apalagi mencapai tingkat bahaya (1000 mg/kg).

Hasil ini menunjukkan bahwa di tiga lokasi tersebut, konsentrasi Pb dalam tanah atau sedimen masih aman dan tidak menimbulkan risiko lingkungan.

Pengukuran logam berat Pb di ST1, ST2, dan ST3 berada jauh di bawah batas-batas yang telah ditetapkan oleh IADC/CEDA (1997), menandakan bahwa kondisi di ketiga lokasi masih sangat aman dari kontaminasi timbal.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Hasil analisis kandungan logam berat di sedimen kawasan mangrove dan nonmangrove di muara Sungai Musang serta perairan sekitarnya menunjukkan bahwa konsentrasi logam Cd (Kadmium) di semua stasiun kurang dari 0,002 mg/kg. Konsentrasi Cu (Tembaga) berkisar antara 1,486 hingga 2,578 mg/kg, sementara konsentrasi Pb (Timbal) berada dalam rentang 0,13 hingga 0,608 mg/kg. Kandungan logam

berat (Pb, Cd, dan Cu) pada sedimen di area mangrove dan nonmangrove tidak melebihi batas yang ditetapkan oleh standar baku mutu logam berat dalam sedimen, sesuai dengan pedoman Ontario Ministry of Environment Screening Level Guidelines tahun 1993 dan IADC/CEDA tahun 1997.

DAFTAR PUSTAKA

Dharmadewi, A. A. I. M., & Wiadnyana, I. G. A. G. (2019). Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada kerang hijau (Perna viridis L.) yang beredar di pasar Badung. Emasains: *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*, 8(2), 161-169.

Syafira, A. R., Ritonga, I. R., Paputungan, M. S., & Suryana, I. (2023). Analisis Kandungan Timbal (Pb) pada Sedimen Mangrove di Kawasan Mangrove Center Graha Indah, Balikpapan, Kalimantan Timur. *Jurnal Perikanan Unram*, *13*(1), 220-231.