

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT NIKEL (Ni) DAN
TIMBAL (Pb) PADA AIR DAN SEDIMEN DI MUARA
SUNGAI MUSI, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada fakultas MIPA*

OLEH:

NURUL AINI

08051381924085



**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2023**

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT NIKEL (Ni) DAN
TIMBAL (Pb) PADA AIR DAN SEDIMEN DI MUARA
SUNGAI MUSI, SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada fakultas MIPA*

OLEH:

NURUL AINI

08051381924085

**JURUSAN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA**

2023

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT NIKEL (Ni) DAN TIMBAL
(Pb) PADA AIR DAN SEDIMEN DI MUARA SUNGAI MUSI
SUMATERA SELATAN**

SKRIPSI

*Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Bidang
Ilmu Kelautan pada fakultas MIPA*

Oleh:

**NURUL AINI
08051381924085**

Inderalaya, Juli 2023

Pembimbing I



**Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017**

Pembimbing II



**Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si
NIP. 197906212003121002**

Mengetahui

Ketua Jurusan Ilmu Kelautan



**Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc
NIP. 197905212008011009**

Tanggal Pengesahan :

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini Diajukan Oleh:

Nama : Nurul Aini

NIM : 08051381924085

Judul Skripsi : Analisis Kandungan Logam Berat Nikel (Ni) dan Timbal (Pb)
Pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan

**Telah Berhasil Dipertahankan Di Hadapan Dewan Penguji Dan Diterima
Sebagai Bagian Persyaratan Yang Diperlukan Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Pada Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika Dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.**

DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si

NIP. 197905122008012017



(.....)

Anggota : Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si

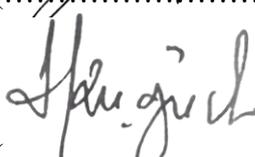
NIP. 197906212003121002



(.....)

Anggota : Fitri Agustriani, S.Pi., M.Si

NIP. 197808312001122003



(.....)

Anggota : Gusti Diansyah, S.Pi., M.Sc

NIP. 198108052005011002



(.....)

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya **Nurul Aini**, NIM **08051381924085** menyatakan bahwa karya ilmiah/skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjana sastra atau (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lainnya.

Semua informasi yang dimuat dalam karya ilmiah/skripsi ini yang berasal dari penulisan lain, baik yang dipublikasi atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulisan secara benar dan semua karya ilmiah/skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Indralaya, Juni 2023



Nurul Aini

NIM. 08051381924085

**PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Nurul Aini
NIM : 08051381924085
Jurusan : Ilmu Kelautan
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya **Hak Bebas Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty Free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul:

Analisis Kandungan Logam Berat Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan

Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalihmedia/formatkan, mengelola dalam bentuk pengkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis pertama pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya

Indralaya, Juni 2023



Nurul Aini

NIM. 08051381924085

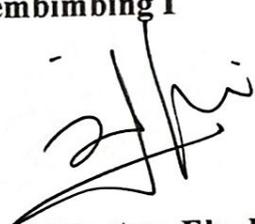
ABSTRAK

Nurul Aini. 08051381924085. Analisis Kandungan Logam Berat Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. (Pembimbing : Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si dan Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si)

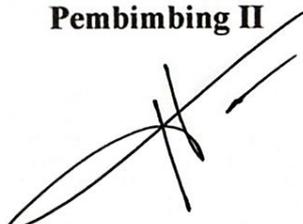
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui status kualitas perairan Muara Sungai Musi dilihat dari nilai logam berat sesuai dengan PPRI No. 22 Tahun 2021. Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2022, pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan pada lima titik stasiun. Konsentrasi logam berat dianalisis menggunakan SSA. Kandungan Ni di air berkisar 0,018 – 0,053 mg/L, Pb di air berkisar 0,026 – 0,089 mg/L. Ni di sedimen berkisar 7,636 – 19,988 mg/kg dan Pb di sedimen berkisar 49,284 – 17,273 mg/kg. Berdasarkan baku mutu PP RI No.22 Tahun 2021 kandungan logam berat Ni pada air masih dibawah baku mutu, sedangkan kandungan logam berat Pb pada air telah melewati baku mutu. Tingkat kontaminasi logam berat Ni dan Pb dalam sedimen masih dalam kontaminasi rendah dan sedang ($CF < 1$ dan $1 < CF < 3$) serta tingkat pencemaran tidak tercemar ($PLI < 1$). Berdasarkan baku mutu *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality* dan ANZECC, (2013) nilai logam berat Ni dan Pb pada sedimen di setiap stasiun masih dibawah standar baku mutu.

Kata Kunci: Air, Logam Berat, Muara Sungai Musi, Sedimen, Tingkat Pencemaran Sedimen

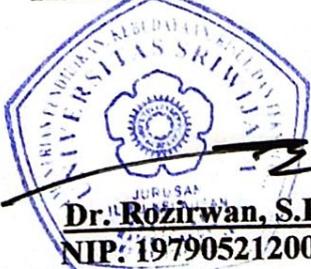
Pembimbing I


Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017

Inderalaya, Juli 2023
Pembimbing II


Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si
NIP. 197906212003121002

Mengetahui
Ketua Jurusan Ilmu Kelautan


Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc
NIP: 197905212008011009

Tanggal Pengesahan:

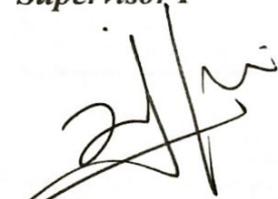
ABSTRACT

Nurul Aini. 08051381924085. Analysis of Heavy Metal Nickel (Ni) and Lead (Pb) Content in Water and Sediments in the Muara Sungai Musi, South Sumatra. (Supervisors : Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si and Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si)

The purpose of this study was to determine the status of water quality of the Musi River estuary seen from the value of heavy metals in accordance with PPRI No. 22 of 2021. This research was conducted in December 2022, water and sediment samples were carried out at five station points. Heavy metal concentrations were analyzed using SSA. The content of Ni in water range from 0.018 – 0.053 mg/L, Pb in water ranges from 0.026 – 0.089 mg/L. Ni in sediment ranged from 7.636 – 19.988 mg/kg and Pb in sediment ranged from 49.284 – 17.273 mg/kg. Based on the PP RI quality standard No. 22 of 2021 the content of heavy metal Ni in water is still below the quality standard, while the content of heavy metal Pb in water has passed the quality standard. Contamination levels of heavy metals Ni and Pb in sediments are still in low and moderate contamination ($CF < 1$ and $1 < CF < 3$) and the level of pollution is not polluted ($PLI < 1$). Based on quality standards Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality and ANZECC, (2013) the values of heavy metals Ni and Pb in sediments at each station are still below the quality standard.

Keywords: Water, Heavy Metals, Musi River Estuary, Sediment, Sediment Pollution Level

Supervisor I



Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si
NIP. 197905122008012017

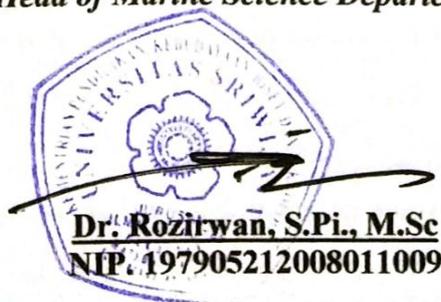
Inderalaya, July 2023

Supervisor II



Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si
NIP. 197906212003121002

Acknowledgment
Head of Marine Science Departement



Dr. Rozirwan, S.Pi., M.Sc
NIP. 197905212008011009

Validation date :

RINGKASAN

Nurul Aini. 08051381924085. Analisis Kandungan Logam Berat Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. (Pembimbing : Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si dan Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si)

Sungai Musi merupakan salah satu sungai yang terletak di Provinsi Sumatera Selatan yang berperan sebagai kawasan pemukiman penduduk biasanya menghasilkan limbah rumah tangga seperti limbah toilet, limbah plastik dan detergen. Berbagai industri seperti tekstil, petrokimia, CPO, karet, batubara, semen menggunakan air Sungai Musi sebagai *water treatment* dan tempat pembuangan limbah. Sebagian daerah lainnya juga memanfaatkan air Sungai Musi untuk kegiatan pertanian. Limbah-limbah tersebut dapat berpotensi menyebabkan keberadaan logam berat di perairan maupun di sedimen di Muara Sungai Musi.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 di Perairan Muara Sungai Musi. Penelitian dimulai dengan penentuan titik stasiun, pengukuran parameter perairan (pH, suhu, salinitas, DO dan arus) yang dilakukan secara *in situ* dengan tiga kali pengulangan dan pengambilan sampel air dan sedimen, kemudian dilakukan analisis untuk mengetahui kandungan logam berat serta hubungannya dengan parameter perairan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa salinitas di Perairan Muara Sungai Musi berkisar 5 ppt – 17 ppt, suhu sebesar 25°C, pH berkisar 6,52 - 7,6, oksigen terlarut berkisar 3,37 mg/l - 7,48 mg/l dan arus berkisar 0,22 m/s – 0,28 m/s. Analisis kandungan logam berat nikel di air nikel berkisar 0,018 mg/L – 0,053 mg/L, kandungan logam berat timbal di air berkisar 0,026 mg/L – 0,089 mg/L. Kandungan logam berat nikel di sedimen berkisar 7,636 mg/kg – 19,988 mg/kg dan kandungan logam berat timbal di sedimen berkisar 49,284 mg/kg – 17,273 mg/kg.

Faktor kontaminasi (CF) nikel terendah terdapat pada stasiun 5 (0,112) dan tertinggi pada stasiun 4 (0,294) dengan rata-rata pada setiap stasiun sebesar 0,186. Nilai faktor kontaminasi (CF) timbal terendah terdapat pada stasiun 5

(0,751) dan tertinggi pada stasiun 2 (2,143) dengan rata-rata pada setiap stasiun sebesar 1,478. Secara keseluruhan nilai faktor kontaminasi logam berat nikel dalam sedimen kurang dari 1 ($CF < 1$) dan logam berat timbal dalam sedimen berada di kategori tercemar sedang ($1 < CF < 3$) kecuali pada stasiun 5 ($CF = 0,751$ atau $CF < 1$). Indeks beban pencemaran (PLI) di seluruh stasiun berkisar 0,042-0,271 dengan rerata 0,147 ($PLI < 1$) yang artinya sedimen di Muara Sungai Musi masih tergolong tidak tercemar oleh logam berat.

Analisis komponen utama (PCA) menunjukkan hubungan antara parameter perairan dengan kandungan logam berat nikel dan timbal di air dan sedimen. Karakteristik Perairan Muara Sungai Musi memiliki pengaruh sebesar 76,22% pada setiap lokasi stasiun penelitian, kontribusi F1 memiliki pengaruh yang cukup besar yaitu sebesar 47,95% yang dicirikan oleh logam berat nikel pada sedimen, logam berat timbal pada sedimen, logam berat timbal pada air dan stasiun 4, sedangkan kontribusi F2 memiliki pengaruh sebesar 28,26% yang dicirikan oleh salinitas dan DO.

Kesimpulan dari penelitian ini kandungan logam berat nikel pada air masih dibawah baku mutu, sedangkan kandungan logam berat timbal pada air telah melewati baku mutu. Berdasarkan baku mutu *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario* dan ANZECC, (2013) nilai logam berat nikel dan timbal pada sedimen di setiap stasiun masih dibawah standar baku mutu.

LEMBAR PERSEMBAHAN

Puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya proses penulisan skripsi penulis yang berjudul “Analisis Kandungan Logam Berat Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) Pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan” ini dapat diselesaikan dengan sebaik mungkin. Puji syukur tak lupa saya hanturkan kepada Allah SWT beserta keluarga dan para sahabat. Skripsi ini merupakan salah satu syarat memperoleh gelar sarjana Kelautan pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Adapun dalam proses penyelesaian skripsi ini, banyak sekali pihak yang telah berkontribusi, penulis mengucapkan terima kasih banyak yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah membantu baik itu jasa, saran, kritik, moril dan support demi kelancaran skripsi ini. Terutama kepada :

- Orang tua saya yang telah memberikan beasiswa kepada saya, tanpa mereka saya tidak akan bisa mendapatkan gelar S.Kel ini, terimakasih juga karena telah mendukung saya, menghargai pendapat saya, memanjakan saya serta terimakasih untuk 21 tahun ini selalu menjadi *support system* buat saya, tidak banyak yang bisa saya sampaikan disini karena saya lebih suka mengekspresikannya melalui tindakan yang saya lakukan dibandingkan dengan kata-kata, saya hanya bisa menyampaikan terimakasih dan maaf, maaf karena sampai saat ini saya belum bisa memberikan sesuatu buat mereka akan tetapi doa saya selalu menyertai mereka, saya harap di kemudian hari saya dapat membahagiakan mereka, semoga Allah SWT membalas semua kebaikan yang mereka berikan kepada saya dengan menempatkan mereka di Jannah-Nya.
- Untuk saudara-saudara serta keluarga saya yang selalu memberikan semangat kepada saya dan menjadi salah satu *support system* saya, saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya.
- Untuk boneka-boneka kesayangan saya, untuk Tutu boneka pisang kesayangan saya yang telah menemani saya selama 13 tahun ini, yang selalu menjadi mood buster saya, yang selalu menemani saya revisian tiap

malam, yang selalu membuat saya gemas, untuk Bani boneka kelinci saya yang selalu menemani saya sewaktu kecil, untuk Dodo walaupun sudah tidak ada lagi kenangan saat saya main bersamanya masih teringat jelas di memori saya, untuk Obi boneka anjing saya yang setia, untuk Edi boneka gajah saya yang kecil dan lucu, untuk Caca dan Cici boneka kembar tapi tidak sedarah, untuk Dada tas boneka saya yang selalu ikut saya kuliah, untuk Ducky boneka bebek saya yang paling tinggi, untuk Pupu boneka kecil yang selalu di tas saya, untuk Pinpin sikecil pink yang lucu, untuk Binbin boneka platypus saya yang kecil, untuk Danny boneka gorila saya yang gemes, untuk marsa boneka saya yang cantik, untuk Bibi boneka yang dikasih meli buat saya dan yang lainnya yang tidak bisa saya sebutkan semuanya, saya ucapkan terimakasih untuk kalian karena telah menjadi teman saya dari kecil hingga sekarang, tanpa kalian mungkin saya akan selalu hidup dalam kesepian.

- Untuk Ibu Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si sebagai dosen pembimbing 1 saya, saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada beliau, dimulai dari saya KP hingga Skripsi beliau selalu membimbing saya dengan sabar, selalu perhatian kepada saya, jujur saya telah menganggap beliau seperti orang tua saya sendiri, saya merasa beruntung bisa mengenal orang sebaik beliau, tak lupa juga saya mohon maaf jika selama ini ada perbuatan saya yang pernah menyinggung baik disengaja maupun tidak, hanya ucapan terimakasih yang bisa saya sampaikan disini, semoga ilmu-ilmu yang telah beliau ajarkan kepada saya menjadi amal jariyah untuk beliau dan semoga Allah SWT membalas kebaikan beliau dengan sebaik-baiknya.
- Untuk bapak Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si sebagai dosen pembimbing 2 saya, saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada beliau, yang selalu memberikan masukan buat saya bukan hanya materi tentang kuliah tetapi masukan mengenai kehidupan sehari-hari, saya merasa beruntung mendapatkan pembimbing seperti beliau, semoga ilmu-ilmu yang telah beliau ajarkan kepada saya menjadi amal jariyah untuk beliau dan semoga Allah SWT membalas kebaikan beliau dengan sebaik-baiknya.

- Dr. M. Hendri, S.T., M.Si, Prof. Dr. Fauziyah, S.Pi, Dr. Rozirwan, M. Sc, T. Zia Ulqodry, ST, M. Si, Ph.D, Dr. Riris Aryawaty, ST, M. Si, Dr. Wike Ayu E.P., S. Pi, M. Si, Dr. Melki, S. Pi M. Si, Dr. Isnaini, M. Si, Dr. Hartoni, S.Pi., M. Si, Gusti Diansyah, S. Pi., M. Sc, Rezi Apri, S. Si., M. Si, Fitri Agustriani, S. Pi., M. Si, Ellis Nurjualisti Ningsih, M. Si, Heron Surbakti, S. Pi., M. Si, Andi Agussalim, S. Pi., M. Sc, Beta Susanto B, M. Si, Anna Ida Sunaryo, Skel., M. Si, sebagai dosen-dosen Ilmu Kelautan. Saya ingin mengucapkan terimakasih banyak atas ilmu dan pengalaman yang telah diberikan selama proses perkuliahan berlangsung. Saya juga meminta maaf jika ada perbuatan saya yang pernah menyinggung baik disengaja maupun tidak, semoga ilmu-ilmu yang telah beliau ajarkan kepada saya menjadi amal jariyah untuk beliau dan semoga Allah SWT membalas kebaikan beliau dengan sebaik-baiknya.
- Untuk Pak Marsai (Babe), Pak Minarto dan Kak Edi. Saya ucapkan terimakasih banyak bantuan serta dukungannya selama ini. Terimakasih karena telah menjadi salah satu *support system* buat saya serta terimakasih karena telah membantu dalam proses pembuatan surat menyurat dan masih banyak lagi, semoga Allah SWT membalas kebaikan mereka dengan sebaik-baiknya.
- Untuk keluarga besar Theseus-19. Saya ucapkan terimakasih banyak karena telah membantu saya selama ini, terimakasih untuk kebersamaan serta kenangan yang telah kalian buat untuk saya dan terimakasih untuk kerjasamanya, semoga kalian menjadi lulusan yang berintegritas yang dapat membanggakan almamater kita.
- Untuk warga ruang baca, saya ucapkan terimakasih untuk kebersamaannya, untuk perhatiannya dan untuk kenangan yang telah kita buat bersama, terimakasih karena telah menjadi teman saya, saya merasa beruntung mendapatkan teman-teman seperti kalian, saya harap kalian tidak pernah melupakan kenangan kita serta saya doakan semoga apa yang kalian inginkan tercapai, sukses terus untuk kita semua.
- Untuk teman-teman Pejuang S. Kel (Nadyatul Husna, S.Kel dan Nurul Hidayah, S.Kel). Saya ucapkan terimakasih telah menjadi tim yang baik

untuk saya, walaupun kita lulusnya tidak berbarengan tetapi akhirnya kita semua lulus juga, saya harap kalian tidak pernah melupakan kenangan kita serta saya doakan semoga apa yang kalian inginkan tercapai, sukses terus untuk kita semua.

- Untuk teman-teman Umat Rasulullah (Gita Kumalasari (S.Kel), Karmila (S.Kel) dan Nadyatul Husna, S.Kel). Saya ucapkan terimakasih walaupun saya selalu membicarakan hal-hal yang aneh di grub tapi kalian selalu menanggapi saya, saya harap kalian tidak pernah melupakan kenangan kita serta saya doakan semoga apa yang kalian inginkan tercapai, sukses terus untuk kita semua.
- Untuk teman-teman Kaum Sans (Fadhilah Mairani, S.Kel dan Meli Marselina, S.Kel). Saya ucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya untuk kalian berdua, jujur saya telah menganggap kalian seperti saudara saya sendiri, terimakasih untuk semuanya dan terimakasih karena mau menjadi teman saya serta maaf jika saya selalu menyusahkan kalian berdua, saya akan selalu berdoa untuk kalian berdua agar Allah SWT mempermudah langkah kalian dalam setiap kesempatan dan semoga kita dapat bertemu kembali di Jannah-Nya.
- Untuk M. Fakhur Rozi (S.Kel) dan Muhammad Naufal Fauzany (S.Kel), kedua orang yang telah membantu saya dalam penelitian saya, tanpa kalian mungkin saya tidak akan bisa menyelesaikan skripsi saya ini, saya doakan semoga apa yang kalian inginkan tercapai, sukses terus untuk kita semua.
- Untuk Julian Fadilah (S.Kel), Muhammad Edi Kurniawan S.Kel, dan Ramadhan Sakti Pamungkas (S.Kel), saya ucapkan terimakasih, kalian bertiga sangat baik kepada saya dan terimakasih karena selalu mengantarkan saya pulang sampai kerumah, saya doakan semoga apa yang kalian inginkan tercapai, sukses terus untuk kita semua.

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah penulis ucapkan atas kehadiran Allah SWT karena atas karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan Logam Berat Nikel (Ni) dan Timbal (Pb) pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan”. Skripsi ini untuk mengetahui status kualitas perairan dilihat dari nilai logam berat sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021. Penelitian ini diperoleh hasil berdasarkan baku mutu PP RI No.22 Tahun 2021 kandungan logam berat nikel pada air masih dibawah baku mutu, sedangkan kandungan logam berat timbal pada air telah melewati baku mutu. Berdasarkan baku mutu *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario* dan ANZECC, (2013) nilai logam berat nikel dan timbal pada sedimen di setiap stasiun masih dibawah standar baku mutu.

Skripsi ini merupakan salah satu syarat wajib yang harus dicapai dalam Program Studi Ilmu Kelautan untuk memperoleh gelar sarjana. Selain untuk menyelesaikan program studi yang penulis perjalanan penelitian banyak memberikan manfaat kepada penulis baik dari segi akademik maupun pengalaman yang tidak dapat penulis temukan saat berada di bangku kuliah.

Penulis ucapkan banyak terimakasih kepada ibu Dr. Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si sebagai dosen pembimbing I dan bapak Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si sebagai dosen pembimbing II sehingga dalam penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan baik. Penulis menyadari dalam penyusunan dan penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata semoga skripsi ini dapat memberikan banyak manfaat bagi kita semua. Amin

Indralaya, Juni 2023



Nurul Aini

NIM. 08051381924085

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH ..	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI	Error! Bookmark not defined.
ABSTRAK	Error! Bookmark not defined.
RINGKASAN	viii
LEMBAR PERSEMBAHAN	xi
KATA PENGANTAR	xv
DAFTAR ISI	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR TABEL	xix
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Pencemaran.....	5
2.2 Logam Berat	5
2.3 Logam Berat Nikel (Ni).....	8
2.4 Logam Berat Timbal (Pb).....	8
2.5 Dampak Logam Berat.....	9
III METODOLOGI	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	11
3.2.1 Alat Penelitian	11
3.2.2 Bahan Penelitian.....	11
3.3 Metode Penelitian.....	12
3.3.1 Pengambilan Sampel	12
3.3.2 Pengukuran Parameter lingkungan.....	12
3.3.3 Preparasi Sampel Air dan Sedimen	13
3.3.4 Destruksi sampel Air dan Sedimen	14
3.3.5 Pengukuran Logam Berat	15
3.3.6 Perhitungan Logam Berat	15
3.4 Analisis Data	17
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Kondisi Umum Perairan Muara Sungai Musi	20
4.2 Parameter Lingkungan Perairan	21
4.3 Kandungan Logam Berat dalam Air dan Sedimen.....	25
4.4 Faktor Kontaminasi (CF) dan Indeks Beban Pencemaran (PLI) Logam Berat Ni dan Pb dalam Sedimen	29
4.5 Hubungan Kandungan Logam Berat dengan Parameter Perairan	30

V KESIMPULAN DAN SARAN	32
5.1 Kesimpulan	32
5.2 Saran	32
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pikir penelitian.....	3
2. Peta Penelitian.....	10
3. Lokasi Penelitian.....	20
4. <i>Principal Component Analysis</i> (PCA)	31

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Titik koordinat stasiun pengambilan sampel	10
2. Alat yang digunakan dan fungsinya	11
3. Bahan yang digunakan dan fungsinya	11
4. Standar Baku Mutu Logam Berat pada Air	17
5. Standar Baku Mutu Logam Berat pada Sedimen.....	17
6. Kategori pencemaran logam berat berdasarkan nilai CF dan PLI	18
7. Nilai konsentrasi alami logam	19
8. Nilai Rata-rata Parameter Perairan di Muara Sungai Musi	21
9. Kandungan Rata-rata Logam Berat Ni dan Pb pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Musi	26
10. Nilai faktor kontaminasi dan indeks beban pencemaran logam berat Ni dan Pb dalam sedimen pada Muara Sungai Musi	29

I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sungai Musi merupakan salah satu sungai yang terletak di Provinsi Sumatera Selatan. Sungai Musi yang berperan sebagai kawasan pemukiman penduduk biasanya menghasilkan limbah rumah tangga seperti limbah toilet, limbah plastik dan detergen (Nurhayati *et al.* 2016). Berbagai industri seperti tekstil, petrokimia, CPO, karet, batubara, semen menggunakan air Sungai Musi sebagai *water treatment* dan tempat pembuangan limbah. Sebagian daerah lainnya juga memanfaatkan air Sungai Musi untuk kegiatan pertanian (Emilia *et al.* 2013).

Sungai Musi terbagi menjadi zona dimana setiap zonanya memiliki fungsi masing-masing, Sungai Musi yang berada di zona hilir merupakan kawasan perkotaan metropolitan yang memerlukan pengembangan potensi sumber daya air untuk peningkatan air bersih (BPDAS Musi, 2011). Putri *et al.* (2015) melaporkan kandungan timbal yang terlarut di Sungai Musi bagian Hilir berkisar 0,001 mg/l sampai 0,005 mg/l. Salah satu penyebab logam berat di perairan disebabkan berasal dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri (Rochyatun *et al.* 2006).

Logam berat yang masuk ke badan perairan akan mengumpul dan terendap pada sedimen. Melalui proses pengendapan dan akumulasi, kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi daripada dalam air laut (Sagala *et al.* 2014). Kandungan logam berat yang meningkat pada air laut dan sedimen akan masuk ke dalam sistem rantai makanan dan berpengaruh pada kehidupan organisme (Said *et al.* 2009). Logam berat merupakan salah satu bahan pencemar yang sangat berbahaya karena bersifat toksik jika dalam jumlah besar dan dapat mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan maupun sedimen (Sudarwin, 2008).

Toksisitas logam berat dalam sedimen ini sangat berbahaya terutama bagi makhluk hidup yang hidup di dasar perairan menurut Sitorus (2004) hewan dasar laut merupakan hewan yang paling efisien mengakumulasi logam berat, hal ini disebabkan karena beberapa hewan tersebut makanannya adalah detritus di dasar perairan. Penelitian ini berfokus pada dua jenis logam berat yaitu nikel dan timbal. Logam berat nikel (Ni) termasuk logam berat esensial yang dalam jumlah tertentu

masih dibutuhkan oleh organisme hidup, akan tetapi dapat menimbulkan efek racun jika berlebihan (Ihrami *et al.* 2017). Adapun logam berat Pb termasuk logam berat non esensial karena keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya (Akin dan Unlu, 2007).

Secara alamiah, Pb dan Ni ada di lingkungan perairan sebagai komponen alami kerak bumi (Kumar *et al.* 2013) dalam kandungan yang rendah (Hutagalung, 1997) namun, seiring peningkatan pemakaiannya pada industri dan transportasi, kandungan Pb dan Ni di perairan dapat meningkat. Permasalahannya kandungan logam berat yang terakumulasi dalam air dan sedimen dapat meningkat dari waktu-kewaktu akibat dari polutan antropogenik (Kargin *et al.* 2001) terutama logam berat Timbal (Pb) dan Nikel (Ni). Diperlukan kajian mengenai kandungan logam berat yang terdapat di perairan maupun di sedimen Muara Sungai Musi dalam mengendalikan kandungan logam berat di perairan tersebut.

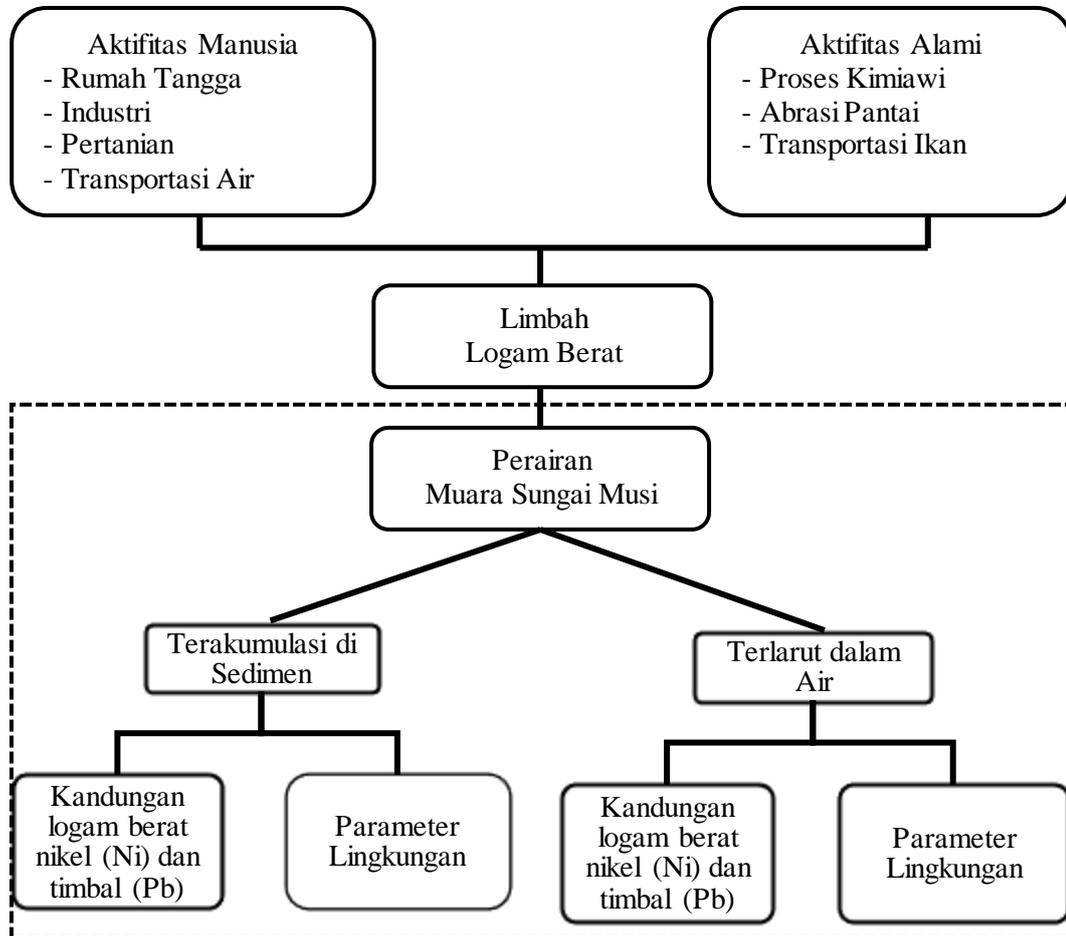
1.2 Rumusan Masalah

Logam Pb dan Ni keberadaannya di perairan berbahaya terhadap kehidupan organisme serta terhadap kesehatan manusia. Logam berat yang terdapat di perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi dalam sedimen. Selanjutnya logam berat dapat terakumulasi pada tubuh biota yang ada di perairan. Logam berat dapat masuk melalui insang juga melalui rantai makanan yang akhirnya akan dikonsumsi oleh manusia. Timbal memiliki toksisitas (daya racun) tinggi terhadap manusia, diantaranya dapat menyebabkan kerusakan jaringan, terutama jaringan detoksikasi dan ekskresi (Agustina, 2014).

Permasalahan yang dapat diangkat dari penelitian ini yaitu:

1. Seberapa besar kandungan logam berat Pb dan Ni pada air dan Sedimen di Muara Sungai Musi?
2. Apakah logam berat yang terkandung di dalam air dan sedimen dipengaruhi oleh parameter lingkungan?
3. Apakah nilai logam berat di Muara Sungai Musi sesuai dengan Bakumutu Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021?

Secara lebih jelas skema kerangka pikir pada penelitian ini disajikan pada Gambar 1



Keterangan:

----- : Ruang lingkup penelitian

Gambar 1 Kerangka pikir penelitian

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengkaji kandungan logam berat nikel (Ni) dan timbal (Pb) pada air dan sedimen di perairan Muara Sungai Musi
2. Menganalisis hubungan kandungan logam berat dengan parameter lingkungan
3. Mengetahui status kualitas perairan dilihat dari nilai logam berat sesuai dengan Peraturan Pemerintah No. 22 Tahun 2021

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Dapat memberikan gambaran kandungan logam berat nikel (Ni) dan timbal (Pb) pada sedimen di Muara Sungai Musi, Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan
2. Sebagai informasi ilmiah yang berguna untuk mitigasi pencemaran logam berat di Muara Sungai Musi

II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran

Pencemaran merupakan suatu perubahan fisika, kimia dan biologi yang dapat merusak ekosistem dan pada akhirnya menimbulkan kerugian pada sumber kehidupan, kondisi kesehatan dan proses industri (Negara, 2020). Pencemaran adalah kondisi yang merubah bentuk asal menjadi keadaan yang lebih buruk (Anggraini dan Maharani, 2017). Pencemaran air adalah perubahan keadaan air seperti danau, sungai, dan air tanah akibat ulah manusia (Anggoro *et al.* 2013).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 tahun 2021 pencemaran laut diartikan sebagai masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup atau komponen lain kedalam perairan laut yang berasal dari kegiatan manusia sehingga menyebabkan kualitasnya menurun dan menyebabkan perairan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu serta fungsinya. Menurut Patty *et al* (2019) Salah satu potensi yang menyebabkan penurunan kualitas perairan adalah bahan pencemaran yang masuk kedalam badan perairan tersebut, pada akhirnya bahan pencemar yang masuk tersebut akan mengurangi fungsi biologis dan ekologis terhadap ekosistem yang berada di dalamnya.

2.2 Logam Berat

Logam berat adalah salah satu unsur logam transisi yang bermassa jenis atom lebih besar dari 6 g/cm^3 (Widaningrum *et al.* 2007). Logam berat adalah unsur-unsur yang hanya dapat terurai secara hayati sehingga limbah yang mengandung logam ketika dilepaskan ke lingkungan secara bertahap akan terakumulasi di tanah dan air, jika ketersediaannya meningkat, akan diserap oleh tanaman dan akan berdampak negatif pada manusia (Hidayat, 2015).

Logam berat adalah logam dengan berat jenis 5,0 atau lebih besar dan nomor atom antara 21 (skandium) dan 92 (uranium) pada tabel periodik (Al-Kazaghly *et al.* 2021). Logam berat merupakan unsur logam dengan berat molekul tinggi yang masa jenisnya lebih besar dari 5 g/cm^3 (Darmono, 1995). Logam berat adalah kelompok logam yang memenuhi kriteria yang sama dengan logam lainnya (Palar, 2004). Perbedaannya terletak pada efek yang dihasilkan

ketika logam-logam tersebut masuk ke dalam tubuh organisme hidup yang dapat menimbulkan efek tertentu pada makhluk hidup dan apabila masuk ke tubuh dalam jumlah berlebihan akan menimbulkan pengaruh negatif terhadap organisme tersebut (Hidayanti, 2009).

Sumber utama pencemar logam berat berasal dari udara dan air yang mencemari lingkungan. Selain itu ekosistem yang tumbuh di lingkungan yang telah tercemar akan mengakumulasikan logam-logam tersebut (Agustina, 2014). Logam berat dapat masuk ke lingkungan dari berbagai sumber seperti pelapukan batuan yang mengandung logam berat, vulkanik dan pembuangan limbah dari pertambangan, industri dan transportasi (Setyaningrum *et al.* 2018).

Pencemaran logam berat tergolong pencemaran yang berdampak merugikan terhadap lingkungan dan organisme di dalamnya. Selain itu, logam berat akan terakumulasi di lingkungan, seperti kolom air dan sedimen, dan akan diserap oleh biota laut (Effendi, 2003). Seiring peningkatan kadar logam berat di perairan dapat mempengaruhi kehidupan organisme di perairan tersebut, bahkan kadar logam berat yang rendah dapat berubah menjadi racun hal ini berkaitan dengan sifat logam berat yang sulit terurai sehingga dapat terakumulasi dalam lingkungan perairan (Ika *et al.* 2011).

Logam berat sebenarnya merupakan unsur penting bagi makhluk hidup, logam berat esensial seperti tembaga, selenium, besi dan seng berperan penting untuk menjaga metabolisme tubuh manusia dalam jumlah tertentu, jika berlebihan akan menyebabkan toksisitas bagi tubuh. Logam-logam yang termasuk dalam unsur mikro adalah kelompok logam berat non-esensial yang masih belum diketahui apa fungsinya dan bahkan sangat berbahaya sehingga dapat menyebabkan keracunan pada manusia, salah satunya timbal (Panggabean, 2008).

Logam berat adalah salah satu bahan kimia beracun yang dapat memasuki ekosistem laut dan seringkali masuk ke dalam rantai makanan yang akhirnya mempengaruhi hewan-hewan yang hidup di ekosistem tersebut, dan sumbernya dapat berpindah-pindah dari waktu ke waktu (Mariwy *et l.* 2020). Logam berat di perairan dapat menjadi racun jika keberadaannya melebihi nilai ambang batas sehingga dapat berdampak langsung pada organisme perairan, seara tidak

langsung ekoistem di perairan tersebut akan berdampak terhadap keberlangsungan hidup manusia di sekitarnya (Ramliya dan Djalla, 2018).

Beberapa logam berat, khususnya logam berat nikel, banyak digunakan untuk berbagai kepentingan. Pemanfaatan logam berat, baik secara langsung maupun tidak langsung, sengaja atau dapat mencemari lingkungan. Selain mencemari perairan, logam berat juga lama-kelamaan akan mengendap di dalam sedimen hingga ribuan tahun dan terakumulasi dalam tubuh makhluk hidup melalui beberapa cara yaitu melalui saluran pernapasan, makanan dan melalui kulit (Wali *et al.* 2020).

Secara umum kandungan logam berat di air cenderung rendah dibandingkan logam berat yang berada di dalam sedimen (Alimah *et al.* 2014). Menurut Priyanto *et al* (2008) logam berat bersifat mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan lama-kelamaan akan menyatu dengan sedimen yang menyebabkan kadar logam berat di sedimen lebih tinggi dari pada air. Kebanyakan logam berat yang berada di perairan disebabkan oleh aktivitas antropogenik (Ana, 2010). Hal ini diperkuat oleh Achyani *et al* (2013) aktivitas manusia, seperti peleburan dan pemurnian nikel dapat menyebabkan tingginya kadar nikel di perairan.

Konsentrasi rata-rata logam timbal dalam air laut adalah sekitar 0,03 mg/L, dan waktu tinggal logam timbal dalam air dapat mencapai 2000 tahun (Usman, 2015). Menurut Vinodhini dan Narayanan (2008) akumulasi logam berat pada organisme air bervariasi dengan konsentrasi logam yang masuk, kondisi kualitas air, dan status organisme, demikian pula konsentrasi logam berat pada setiap organ suatu organisme berbeda-beda sesuai dengan fisiologi organ tersebut.

Logam berat terbagi menjadi dua golongan, yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang dibutuhkan dalam tubuh dengan jumlah tertentu, misalnya tembaga, besi, selenium dan seng. Sedangkan logam berat non esensial adalah jenis logam berat yang keberadaannya masih belum diketahui apa fungsinya serta dapat menyebabkan keracunan bahkan dalam jumlah yang sedikit, misalnya merkuri, arsenik, timbal dan cadmium (Adhani dan Husaini, 2017).

Logam berat merupakan bahan alami yang menyusun lapisan bumi. Logam berat tidak dapat terurai ataupun dimusnahkan. Logam berat adalah senyawa alami yang terdapat di dalam kerak bumi yang berbahaya dan tidak dapat dimusnahkan karena dapat terbioakumulasi seperti timbal, kadmium, merkuri, arsenik dan lain-lain (Agustina, 2014). Logam berat adalah unsur logam yang korosif dan berbahaya jika masuk ke dalam tubuh makhluk hidup dalam jumlah besar, logam berat sangat sulit terdegradasi dan lama-kelamaan akan terakumulasi diperairan (sarjono, 2009).

2.3 Logam Berat Nikel (Ni)

Nikel adalah logam berat yang memiliki warna keperakan yang dapat membentuk paduan dengan logam berat lain (Miaratiska dan Azizah, 2015). Nikel merupakan unsur kimia logam yang bersimbol Ni dalam tabel periodic, memiliki nomor atom 28, bermassa jenis 8,908 g/cm³, jika melewati titik didihnya nikel bermassa jenis cair 7,81 g/cm³, titik leleh dari nikel adalah 1455°C dan titik didihnya 2913°C, nikel memiliki kalor leleh sebesar 14,48 kJ/mol, kalor penguapan sebesar 377,5 kJ/mol serta kapasitas kalor pada suhu ruang adalah 26,07 J/mol (Czerczak dan Gromiec, 2001).

Logam berat nikel dapat dikategorikan sebagai logam berat dengan sifat toksik menengah (Bubala *et al.* 2019). Akan tetapi logam berat nikel jika terlarut di perairan dengan konsentrasi tertentu akan berubah menjadi beracun bagi kehidupan diperairan serta manusia yang mengkonsumsi hasil laut tersebut (Sriwahyuni *et al.* 2015). Menurut Achyani dan Weliyadi (2013) pencemaran logam berat nikel terhadap lingkungan disebabkan oleh manusia, seperti penambangan, peleburan dan pemurnian logam nikel.

2.4 Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal adalah logam berat yang manfaatnya belum diketahui bagi organisme perairan, jumlah timbal yang melebihi ambang batas juga dapat membahayakan kelangsungan hidup organisme perairan serta manusia (Yolanda *et al.* 2017). Timbal dapat terlarut pada tubuh organisme perairan, dan jika

organisme tersebut dikonsumsi oleh manusia maka timbal tersebut akan ikut masuk ke dalam tubuh manusia (Dian Yuni Pratiwi, 2020).

Timbal (Pb) adalah logam berat yang mencemari lingkungan di daerah pesisir, timbal (Pb) diserap oleh jaringan lunak dan terdegradasi secara alami di perairan (Mahasri *et al.* 2014). Penggunaan cat yang mengandung timbal, pengelasan kapal, serta bahan bakar yang tumpah dapat menjadi salah satu penyebab utama peningkatan kadar timbal di suatu perairan (Rizkiana *et al.* 2017).

Timbal (Pb) memiliki afinitas yang kuat terhadap gugus sulfhidril sistein, gugus amino dari asam amino lisin, gugus karboksil dari asam amino asam aspartat dan asam glutamat, dan gugus hidroksil dari asam amino tirosin. Timbal juga dapat mengikat dan mengubah struktur tersier protein, sehingga menonaktifkan sifat enzimatik, terutama pada enzim yang kaya akan gugus sulfhidril. Setiap atom timbal akan menyebabkan kerusakan biokimia tubuh manusia (Suparinti dan Sri, 2011).

2.5 Dampak Logam Berat

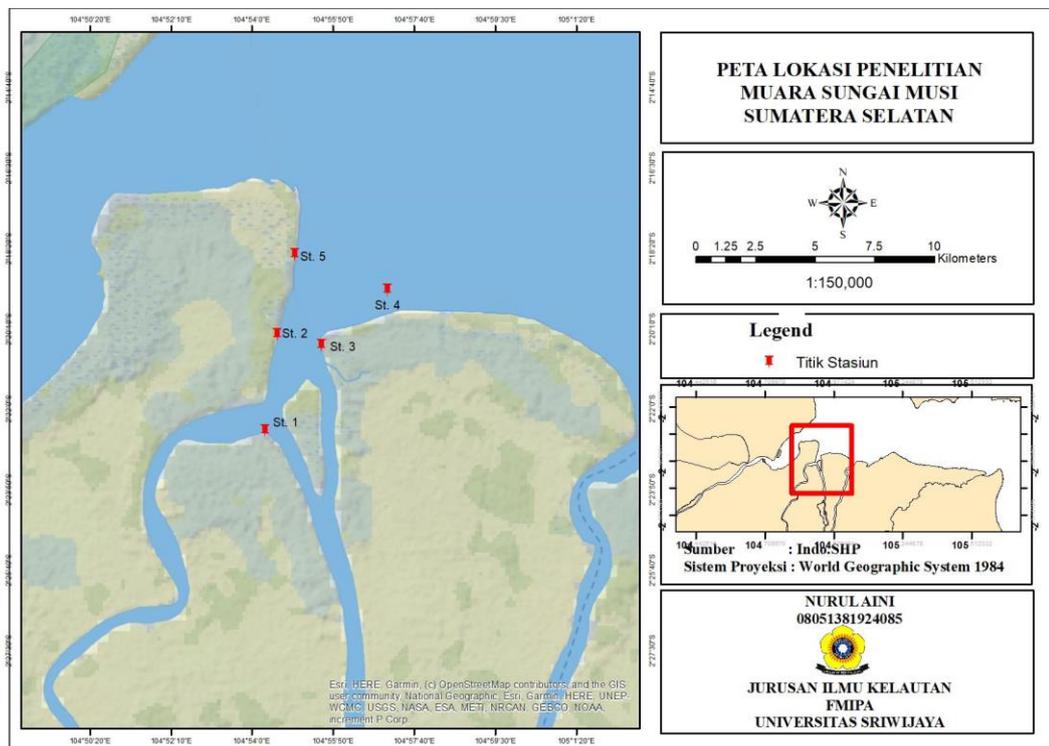
Logam berat dapat menjadi beracun jika masuk ke dalam tubuh. Logam berat tersebut kemudian mengalami absorpsi, seluruh saluran pencernaan manusia dapat menyerap logam berat akan tetapi lambung menjadi tempat penyerapan logam berat yang paling banyak. Setelah logam diserap oleh tubuh, tubuh akan menyebarkan logam tersebut dengan sangat cepat keseluruh bagian tubuh dan lam-kelamaan akan terakumulasi di dalam tubuh, yang akan menyebabkan gangguan kesehatan seperti dermatitis, alergi, anemia, gagal ginjal, pneumonia, dan lain sebagainya (Effendi *et al.* 2012).

Dampak pencemaran logam berat timbal yaitu dapat merusak pembentukan sel darah merah, sifat timbal yang akumulatif di dalam tubuh dapat menimbulkan efek dalam jangka panjang (Indirawati, 2017). Menurut Widowati *et al.* (2008) timbal yang bersifat kronis dan akut dapat menyebabkan gangguan gastrointestinal, infertilitas pada laki-laki, daya ingat menurun, dan gangguan ginjal. Paparan nikel terhadap air dalam jumlah besar hingga melewati ambang batas dapat menyebabkan penyakit pada manusia, salah satunya gangguan kesehatan kulit (Wathoni *et al.* 2021).

III METODOLOGI

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember 2022 di Muara Sungai Musi, Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan (Gambar 2). Analisis logam dilakukan di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan Provinsi Sumatera Selatan.



Gambar 2 Peta Penelitian

Sampel air dan sedimen diambil pada 5 stasiun di sekitar Muara Sungai Musi, koordinat pengambilan sampel di setiap stasiun dapat dilihat pada Tabel 1

Tabel 1 Titik koordinat stasiun pengambilan sampel

Stasiun	Lintang Selatan	Bujur Timur
1	2°22'30.4"	104°54'18.0"
2	2°20'18.4"	104°54'33.9"
3	2°20'33.4"	104°55'34.0"
4	2°19'17.7"	104°57'04.0"
5	2°18'29.4"	104°54'57.8"

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian disajikan dalam Tabel 2

Tabel 2 Alat yang digunakan dan fungsinya

No.	Alat	Fungsi
Alat di lapangan		
1	Alat tulis dan lembar data	Mencatat data
2	Timbangan digital	Menimbang sampel
3	Botol Polipilen	Tempat sampel
4	Cool Box	Tempat penyimpanan sampel
5	DO (<i>Dissolved oxygen</i>) meter	Mengukur DO perairan
6	Ekman grab	Mengambil sampel sedimen
7	<i>Floating droudge</i>	Mengukur arus
8	GPS (<i>Global positioning system</i>)	Menentukan titik stasiun
9	Handrefraktometer	Mengukur salinitas perairan
10	Label	Menandai sampel
11	pH meter	Mengukur pH
12	Plastik sampel sedimen	Tempat sampel sedimen
Alat di Laboratorium		
1	AAS (<i>Atomic Absorbtion Spectrometer</i>)	Menganalisis kandungan logam berat
2	Vacum Pump	Menyaring sampel
3	<i>Erlenmeyer</i>	Tempat sampel
4	<i>Hot plate</i>	Memanaskan sampel
5	<i>Beaker glass</i>	Tempat sampel
6	Kertas saring	Menyaring sampel
7	Labu ukur 50 ml	Mereaksikan sampel
8	Labu ukur 100 ml	Mereaksikan sampel
9	Oven	Mengeringkan sampel
10	Pipet volume	Menambahkan larutan

3.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian disajikan dalam Tabel 3

Tabel 3 Bahan yang digunakan dan fungsinya

No.	Bahan	Fungsi
1	Sampel sedimen	Sampel analisis logam berat
2	HNO ₃	Pengawet dan Pendestruksi
3	Aquades	Kalibrasi alat
4	Aqua demin	Mengencerkan sampel
5	Sampel Air	Sampel analisis logam berat
6	HCl	Destruksi sampel sedimen

3.3 Metode Penelitian

3.3.1 Pengambilan Sampel

Sampel air dan sedimen diambil di Muara Sungai Musi pada 5 stasiun dan diambil pada saat menuju surut. Penentuan stasiun penelitian diharapkan dapat mewakili kondisi perairan daerah kajian. Stasiun 1 terletak di Muara Sungai Telang. Stasiun 2 dan 3 mewakili stasiun yang dekat dengan daratan dan pemukiman. Stasiun 4 dan 5 berada di mulut muara yang berhubungan langsung dengan laut terbuka.

3.3.1.1 Sampel Air

Sampel air diambil di permukaan sebanyak 250 ml pada setiap stasiun dengan tiga kali pengulangan, pengambilan sampel air dilakukan berdasarkan SNI 6989.57:2008 Air dan air limbah-Bagian 57 tentang metode pengambilan contoh air permukaan, dengan cara memasukkan botol sampel kedalam permukaan perairan yang mulut botolnya berlawanan dengan arus sehingga air dapat langsung memenuhi botol, tutup botol lalu angkat ke permukaan. Sampel air yang diambil kemudian diberi label dan disimpan dalam *cool box*.

3.3.1.2 Sampel Sedimen

Sampel sedimen diambil sebanyak 250 gr pada setiap stasiun dengan tiga kali pengulangan. Cara pengambilan sampel sedimen mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Saari *et al* (2006) yang menggunakan alat Ekman grab, kedua tutup pada bagian bawah alat dibuka dan direkatkan pada penyangga, turunkan alat kedalam air hingga menyentuh dasar perairan dan lepaskan pemberat, kemudian alat diangkat keatas, penutup pada bagian atas dibuka, sedimen yang terdapat pada alat diambil pada bagian atasnya lalu ditempatkan di plastik klip dan diberi label pada setiap stasiun.

3.3.2 Pengukuran Parameter lingkungan

Parameter lingkungan yaitu salinitas, suhu, pH, DO dan arus diukur langsung dilokasi penelitian (*in situ*). Pengukuran dilakukan sebelum pengambilan sampel air dan sedimen.

1. Pengukuran Salinitas

Pengukuran salinitas dilakukan secara *in situ* menggunakan *hand refractometer*, sampel air diteteskan menggunakan pipet tetes pada kaca *hand refractometer*, kemudian diarahkan ke sumber cahaya (matahari), lalu ulangi lagi pengukuran sebanyak 3 kali.

2. Pengukuran Suhu dan DO

Sensor suhu dan DO dimasukkan secara bergantian kedalam *beaker glass* yang telah berisi sampel air, tunggu hingga nilai pada alat konstan, catat hasilnya lalu ulangi lagi pengukuran sebanyak 3 kali.

3. Pengukuran Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH diukur menggunakan pH meter, sensor pH dimasukkan kedalam *beaker glass* di setiap stasiun yang akan diukur nilai derajat keasamannya sampai nilai pH yang tertera pada alat konstan, lalu ulangi lagi pengukuran sebanyak 3 kali.

4. Pengukuran Arus

Pengukuran arus dilakukan menggunakan *floating droudge* dengan cara meletakkan *floating droudge* di atas permukaan perairan, biarkan tali pada *floating droudge* menegang dengan panjang 3 meter, hitung lama waktu tali menegang menggunakan *stopwatch* lalu ukur arah *floating droudge* menggunakan kompas. Kecepatan arus didapatkan dengan menggunakan rumus berikut:

$$\text{Kecepatan Arus (V)} = \frac{x}{t}$$

Keterangan:

V : Kecepatan Arus Perairan (m/s)

x : Panjang tali pada *floating droudge* (3 meter)

t : Lama waktu tali menegang (s)

3.3.3 Preparasi Sampel Air dan Sedimen

Preparasi sampel air dan sedimen mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Nisa *et al* (2013). Sampel air diawetkan dengan penambahan HNO₃ pekat sampai pH kurang dari 2. Sampel sedimen dibersihkan dari benda-benda asing

yang bukan sampel sedimen, kemudian dikering udarakan pada suhu ruangan, setelah itu sedimen digerus dan dihomogenkan lalu disimpan.

3.3.4 Destruksi sampel Air dan Sedimen

Destruksi sampel air dilakukan sesuai dengan SNI 6989.8-2009. Masukkan sampel air sebanyak 50 ml ke dalam Erlenmeyer 100 ml dan ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat lalu tutup dengan corong, kemudian dipanaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 ml - 20 ml. Proses ini dilakukan secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan menjadi agak putih atau menjadi jernih. Kemudian pindahkan ke dalam labu ukur 50 ml (disaring bila perlu) dan ditambahkan aqua regia sampai tepat tanda tera dan dihomogenkan.

Destruksi sampel sedimen untuk pengukuran Ni dilakukan sesuai dengan SNI 8910-2021 secara destruksi asam. Homogenkan sampel sedimen lalu ditimbang sebanyak ± 2 g kemudian tambahkan 10 mL HNO₃ panaskan selama 10 menit. Tambahkan 5 mL HNO₃ dan refluks selama 30 menit, ualangi pemanasan sampai volume 5 mL, dinginkan. Tambahkan 2 mL air demineralisasi dan 3 mL H₂O₂ 30%, tambahkan 1 mL *aliquots* H₂O₂ sampai terbentuk gelembung (mendidih) hingga volume 5 mL. Tambahkan 10 mL HCl dan panaskan kembali selama 15 menit. Saring, tepatkan labu ukur 100 mL

Destruksi sampel sedimen untuk pengukuran Pb dilakukan sesuai dengan SNI 8910-2021 secara destruksi asam. Homogenkan sampel sedimen lalu ditimbang sebanyak ± 2 g kemudian tambahkan 2,5 mL HNO₃ dan 10 mL HCl ke dalam contoh uji, panaskan selama 15 menit. Saring larutan dan masukan ke dalam gelas piala. Cuci media penyaring dengan 5 mL HCl kemudian tambahkan 20 mL air bebas mineral panas. Setelah dingin, masukan ke dalam labu ukur 100 mL. Pindahkan media penyaring dan residu ke dalam *vessel*, tambahkan 5 mL HCl dan panaskan (jika terjadi endapan, tambahkan larutan HCl hingga 10 mL sampai endapan hilang).

3.3.5 Pengukuran Logam Berat

Logam berat nikel (Ni) dan timbal (Pb) diukur di laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan Provinsi Sumatera Selatan. Pengukuran logam berat Ni dilakukan sesuai dengan SNI 6968.18:2009. Air dan air limbah-Bagian 18: Cara Uji Nikel (Ni) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala dan SNI 8910:2021 Cara uji kadar logam dalam contoh uji limbah padat, sedimen, dan tanah dengan metode destruksi asam menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala.

Pengukuran logam berat timbal (Pb) dilakukan sesuai dengan SNI 6989.8-2009. Cara Uji Timbal (Pb) pada Air secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), SNI 8910:2021 Cara uji kadar logam dalam contoh uji limbah padat, sedimen, dan tanah dengan metode destruksi asam menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala.

3.3.6 Perhitungan Logam Berat

Sampel air dan sedimen yang telah disiapkan diukur dengan menggunakan AAS. Pengukuran logam berat Ni menggunakan panjang gelombang 232,0 nm dan Pb 283,3 nm.

1. Perhitungan Kandungan Logam Berat Ni dan Pb di Air

Perhitungan kandungan logam berat pada sampel air menggunakan rumus berdasarkan SNI 6968.18:2009. Air dan air limbah-Bagian 18: Cara Uji Nikel (Ni) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala dan SNI 6989.8-2009. Cara Uji Timbal (Pb) pada Air secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

$$Ni/Pb (mg/L) = C \times Fp$$

Keterangan:

Ni : Kadar logam berat nikel

Pb : Kadar logam berat timbal

C : Kadar logam berat yang diperoleh dari kurva kalibrasi (mg/L)

Fp : Faktor pengencer (bila tidak dilakukan pengenceran fp = 1)

2. Perhitungan Kandungan Logam Berat Ni dan Pb di Sedimen

Perhitungan kandungan logam berat Ni dan Pb pada sampel sedimen menggunakan rumus berdasarkan SNI 8910:2021 Cara uji kadar logam dalam contoh uji limbah padat, sedimen, dan tanah dengan metode destruksi asam menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala

$$Ni/Pb(mg/kg) = \frac{C \times V}{W \times P} \times Fp$$

Keterangan:

Ni/Pb : Kadar logam berat nikel/timbal

P : Fraksi padat

C : Kadar logam berat yang diperoleh dari kurva kalibrasi (mg/L)

V : Volume akhir (ml)

Fp : Faktor pengencer (bila tidak dilakukan pengenceran fp = 1)

W : Berat uji sampel (g)

3. Perhitungan Fraksi Padat

Perhitungan Fraksi Padat pada sampel sedimen menggunakan rumus berdasarkan SNI 8910:2021 Cara uji kadar logam dalam contoh uji limbah padat, sedimen, dan tanah dengan metode destruksi asam menggunakan Spektrometer Serapan Atom (SSA)-Nyala

$$Fraksi Padat (P) = \frac{W_2 - W_0}{W_1 - W_0}$$

Keterangan :

P : Fraksi Padat

W₀ : Berat kosong cawan (g)

W₁ : Berat cawan dan contoh uji sebelum di keringkan (g)

W₂ : Berat cawan dan contoh uji sesudah di keringkan (g)

3.4 Analisis Data

Analisis data akan diolah menggunakan *software Microsoft Excel*. Setelah itu dilakukan analisis secara deskriptif sesuai dengan keberadaan kandungan logam berat di masing-masing stasiun. Nilai kandungan logam berat pada air dibandingkan berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kandungan logam berat pada sedimen dibandingkan dengan standar baku logam berat pada sedimen dari *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality* dan ANZECC 2013 (Tabel 4 dan 5).

Tabel 4 Standar Baku Mutu Logam Berat pada Air

Parameter	Satuan	Pelabuhan	Wisata Bahari	Biota Laut
Pb	Mg/L	0,05	0,005	0,008
Ni	Mg/L	-	0,075	0,05

(Sumber: PP RI No. 22 Tahun 2021)

Tabel 5 Standar Baku Mutu Logam Berat pada Sedimen

Parameter	Satuan	No Effect Level	Lowest Effect Level	Severe Effect Level
Pb	Mg/Kg	-	31	250
Ni	Mg/Kg	-	16	75

(Sumber: Hayton *et al.* 1993)

Parameter	Satuan	No Effect Level	Guideline Value	SQG-High
Pb	Mg/Kg	-	50	220
Ni	Mg/Kg	-	21	52

(Sumber: Simpson *et al.* 2013)

Tingkat Pencemaran logam berat nikel dan timbal dalam sedimen ditentukan menggunakan faktor kontaminasi (CF) logam berat dan indeks beban pencemaran (PLI). Nilai faktor kontaminasi (CF) digunakan untuk menentukan kondisi suatu perairan apakah perairan tersebut dalam kondisi tercemar rendah, sedang, tinggi atau sangat tercemar (Syakti *et al.* 2015). Kategori pencemaran

logam berat berdasarkan nilai CF disajikan pada Tabel 6 dan nilai konsentrasi alami logam disajikan pada Tabel 7. Nilai indeks beban pencemaran (PLI) digunakan untuk menentukan kondisi suatu perairan apakah tidak tercemar atau tercemar oleh kumpulan logam berat (Tomlinson *et al.* 1980).

Nilai faktor kontaminasi (CF) dihitung menggunakan rumus merujuk pada Hakanson (1980):

$$CF = \frac{Cx}{Bn}$$

Keterangan :

CF : Faktor kontaminasi (*contamination factor*)

Cx : Konsentrasi logam berat dalam sedimen

Bn : Konsentrasi alami logam berat (*background concentration*)

Nilai indeks beban pencemaran (PLI) dihitung menggunakan rumus merujuk pada Hakanson (1980):

$$PLI = [Cf1 \times Cf2 \times Cf3 \dots \dots \times Cfn]^{1/n}$$

Keterangan :

PLI : Indeks beban pencemaran (*Pollution load index*)

Cf : Faktor kontaminasi logam berat

n : Jumlah logam berat

Tabel 6 Kategori pencemaran logam berat berdasarkan nilai CF dan PLI

Kategori pencemaran	
Faktor kontaminasi (<i>contamination factor</i> , CF)	Indeks beban pencemar (<i>Pollution load index</i> , PLI)
Cf<1, Kategori pencemaran rendah	<0, tidak tercemar
1<CF<3, Kategori pencemaran sedang	0-2, tidak tercemar sampai tercemar ringan
3<CF<6, Kategori pencemaran tinggi	2-4 tercemar sedang
Cf>6, Kategori pencemaran sangat tinggi	4-6, tercemar parah 6-8 tercemar sangat parah 8-10, tercemar luar biasa parah

(Sumber: Hankanson, 1980)

Tabel 7 Nilai konsentrasi alami logam

Jenis Logam Berat	Konsentrasi alami (mg/kg)
Kadmium (Cd)	0,3
Kromium (Cr)	90
Tembaga (Cu)	39
Besi (Fe)	4,8
Mangan (Mn)	870
Nikel (Ni)	68
Timbal (Pb)	23
Zink (Zn)	120

(Sumber: Turekian dan Wedepohl, 1961)

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Perairan Muara Sungai Musi

Perairan Muara Sungai Musi menjadi salah satu kawasan estuari yang menerima masukan dari hulu Sungai Musi dan air laut dari Selat Bangka. Menurut Nurhayati *et al.* (2016) Perairan Muara Sungai Musi yang terletak di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan berperan sebagai daerah penangkapan ikan, daerah pemukiman dan daerah transportasi serta mayoritas nelayan menangkap ikan di perairan ini. Berbagai komponen material polutan masuk ke Muara Sungai Musi melalui aliran sungai, selain itu daerah Muara Sungai Musi juga dipadati dengan berbagai kegiatan masyarakat (Putri *et al.* 2022). Masyarakat setempat juga memanfaatkan air dari Muara Sungai Musi untuk kebutuhan sehari-hari serta menjadi tempat pembuangan sampah dan limbah.



Gambar 3 Lokasi Penelitian

Perairan di sekitar Muara Sungai Musi adalah kawasan yang berpotensi untuk pembangunan sosial dan ekonomi masyarakat setempat. Masyarakat di sekitar Muara Sungai Musi biasanya menggunakan perairan ini sebagai jalur transportasi laut, perikanan dan sebagainya. Muara Sungai Musi yang merupakan daerah peralihan antara daratan dan laut lepas sehingga memungkinkan adanya interaksi keduanya (Setiawan, 2008). Seiring berjalannya waktu diperkirakan Kondisi ekologis di daerah Muara Sungai Musi akan semakin menurun akibat dari

meningkatnya kegiatan pemanfaatan wilayah sekitar seperti aktifitas industri, pertanian dan perkebunan, daerah pelabuhan dan transportasi serta pemanfaatan DAS sebagai kawasan pemukiman (Putri *et al.* 2021).

Lokasi penelitian yang berada di sekitar aliran Muara Sungai Musi di pengaruhi oleh desa sekitar. Aktivitas manusia yang membuang limbah ke sungai, pengelupasan lapisan-lapisan alat masak seperti panci, pembuangan baterai ke badan perairan, pengelupasan cat pipa-pipa, sisa pembakaran bahan bakar dari perahu mesin yang digunakan sebagai alat transportasi tanpa disadari menghasilkan limbah logam, apabila beban masukan logam berat yang masuk ke dalam perairan kemudian mengendap di Muara Sungai Musi terjadi secara terus menerus, pada akhirnya akan mempengaruhi kualitas air dan sedimen dan akhirnya berpengaruh langsung terhadap makhluk hidup yang berada disekitarnya.

4.2 Parameter Lingkungan Perairan

Pengukuran parameter perairan dilakukan secara *in situ* dengan tiga kali pengulangan di sekitar Muara Sungai Musi, hasil pengukuran disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8 Nilai Rata-rata Parameter Perairan di Muara Sungai Musi

Stasiun	Parameter Perairan				
	pH	Suhu (°C)	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	Kecepatan Arus (m/s)
1	6,52±0,8	25±0	5±0,4	4,1±0,6	0,28±0,03
2	6,66±0,3	25±0	15±2,2	5,5±1,3	0,24±0,05
3	7,44±0,5	25±0	7±1,5	5,7±0,6	0,22±0,05
4	6,78±1,2	25±0	13±2,3	7,48±1,5	0,29±0,02
5	7,6±1,2	25±0	17±2,6	3,73±0,7	0,26±0,04
Rata-rata	7	25	11,4	5,302	0,257
Minimum	6,52	25	5	3,73	0,22
Maksimum	7,6	25	17	7,48	0,28
Baku Mutu	7-8,5*	28-32*	33-34*	>5*	-

Keterangan: * : PP RI No.22 Tahun 2021

Salinitas di Muara Sungai Musi pada setiap stasiun berkisar 5 ppt – 17 ppt, salinitas terendah di stasiun 1 (5 ppt) dan salinitas tertinggi di stasiun 5 (17 ppt) (Tabel 8). Rendahnya nilai salinitas pada stasiun 1 dan 3 diduga karena pengaruh dari daratan. Stasiun 1 dan 3 terletak di daerah pertemuan antara muara dan sungai yang membawa air tawar masuk ke muara. Menurut Supriharyono (2000) nilai salinitas dipengaruhi oleh berbagai kondisi di muara dan umumnya rendah pada saat air surut karena masukan dari air tawar. Salinitas tinggi pada saat air pasang karena masukan dari air laut.

Secara umum, nilai salinitas biasanya lebih rendah di sekitar daratan (Patty, 2013) namun hal ini tidak terjadi di stasiun 5, meskipun dekat dengan daratan tetapi memiliki nilai salinitas yang tinggi dikarenakan sewaktu pengukuran dilakukan pada saat air menuju surut atau massa air di muara masih dipengaruhi oleh massa air laut. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, nilai salinitas pada setiap stasiun masih sesuai dengan baku mutu. Nilai salinitas yang didapat pada saat pengukuran cenderung sama jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari *et al* (2013) di Muara Sungai Musi yaitu pada saat surut nilai salinitas di permukaan Muara Sungai Musi berkisar 5 ppt – 27 ppt dan pada saat pasang nilai salinitas berkisar 6 ppt – 28 ppt.

Selanjutnya Aryawati *et al* (2022) menemukan nilai salinitas yang rendah di Perairan Sungai Musi Bagian Hilir yaitu sebesar 0 ppt – 1 ppt. Selain itu Prianto *et al* (2013) menemukan nilai salinitas berkisar 0 ppt – 13 ppt di Estuaria Sungai Musi. Surbakti *et al* (2022) juga menemukan nilai salinitas sebesar 2,19 ppt di Muara Sungai Musi. Selanjutnya Hartoni dan Agussalim (2013) menemukan nilai salinitas di Muara Sungai Musi berkisar 17 ppt - 20 ppt

Pengukuran suhu tidak dapat diabaikan pada saat pengukuran kualitas air, hal ini karena suhu berperan penting terhadap reaksi kimia dan proses biologi (Wilson, 2010). Suhu air yang diperoleh pada setiap stasiun memiliki nilai yang sama yaitu sebesar 25°C (Tabel 8). Suhu yang sama pada setiap stasiun diduga disebabkan karena Muara Sungai Musi yang memiliki perairan yang keruh sehingga menghambat sinar matahari yang masuk dan menyebabkan suhu relatif rendah dibandingkan suhu permukaan laut pada umumnya. Menurut Nontji (2002) suhu permukaan air di Indonesia berkisar antara 28-31°C.

Kedalaman suatu perairan juga dapat mempengaruhi suhu pada setiap stasiun. Perairan yang dalam menghambat intensitas cahaya yang masuk ke dasar perairan sehingga menyebabkan penurunan suhu (Sidabutar *et al.* 2019). Jika dibandingkan dengan nilai salinitas yang ditemukan oleh Vianti *et al* (2020) di Muara Sungai Musi yaitu sebesar 30-32°C, nilai salinitas pada setiap stasiun relatif rendah. Akan tetapi berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 nilai suhu pada setiap stasiun masih sesuai dengan baku mutu.

Ridho dan Enggar (2017) menemukan nilai suhu berkisar 29 °C - 31 °C di Estuaria Sungai Musi. Selain itu Tyara (2020) menemukan nilai suhu berkisar 28 °C - 30,5 °C di Perairan Muara Sungai Musi. Pratama *et al* (2019) juga menemukan nilai suhu sebesar 32 °C – 33,1 °C di Perairan Desa Sungsang Muara Sungai Musi, dan ditambahkan oleh Hartoni dan Agussalim (2013) nilai suhu di Muara Sungai Musi berkisar 29 °C - 31 °C.

Salah satu parameter kimia perairan yang sangat berpengaruh pada organisme yang hidup di dalamnya adalah derajat keasaman atau kadar ion H. Nilai pH terendah di stasiun 1 (6,52) dan tertinggi di stasiun 5 (7,6) (Tabel 8). Tingginya pH pada stasiun 5 diakibatkan stasiun tersebut terletak di mulut muara yang berbatasan langsung dengan laut lepas. Menurut Kusumaningtyas (2014) semakin ke arah laut lepas maka pH akan semakin meningkat. Nilai pH pada setiap stasiun relatif seragam, selain karena letak stasiun yang berdekatan dengan laut, tinggi dan rendahnya nilai pH di perairan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti CO₂, konsentrasi garam-garam karbonat dan bikarbonat, proses dekomposisi bahan organik di dasar perairan (Barus, 2004)

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 nilai pH pada setiap stasiun masih sesuai dengan baku mutu. Nilai pH yang didapat pada saat pengukuran cenderung sama jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Banjarnahor (2017) di Muara Sungai Musi yaitu berkisar 5,85 hingga 7,21. Selanjutnya Ridho dan Enggar (2017) menemukan nilai pH berkisar 6,1 – 7,5 di Estuaria Sungai Musi. Selanjutnya Aryawati *et al* (2021) menemukan nilai pH berkisar 6 - 7 di Perairan Sungai Musi Bagian Hilir. Pratama *et al* (2019) juga menemukan nilai pH sebesar 7 - 7,4 di Perairan Desa Sungsang Muara Sungai

Musi, dan Vianti *et al* (2020) menemukan nilai pH di Perairan Muara Sungai Musi berkisar 7,13 – 7,98.

Kadar oksigen terlarut terendah di stasiun 5 (3,37 mg/l) dan tertinggi di stasiun 4 (7,48 mg/l) (Tabel 8). Rendahnya kadar oksigen terlarut pada stasiun 5 diduga karena disekitar stasiun 5 terdapat perbaikan pelabuhan yang menyebabkan perairan menjadi keruh sehingga intensitas cahaya yang masuk berkurang dan mengakibatkan rendahnya nilai oksigen terlarut. Menurut Patty (2013) rendahnya kadar oksigen terlarut disebabkan karena air laut yang keruh serta hujan sehingga mengakibatkan limbah dan kotoran yang berasal dari darat masuk ke perairan sehingga memerlukan banyak oksigen dalam proses penguraian, baik secara biologis maupun kimiawi. Selain itu letak stasiun 5 yang lebih ke arah laut dapat mempengaruhi rendahnya kadar oksigen terlarut.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 nilai oksigen terlarut pada stasiun 1,2,3 dan 5 masih sesuai dengan baku mutu dan stasiun 4 melebihi baku mutu yang telah ditetapkan. Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Aryawati *et al* (2021) di Sungai Musi Bagian Hilir Sumatera Selatan nilai oksigen terlarut cenderung sama yaitu berkisar 3,61 mg/l - 7,52 mg/l. Selanjutnya Putri dan Melki (2020) menemukan nilai oksigen terlarut di Muara Sungai Musi pada saat surut berkisar 3,32 mg/l – 7,50 mg/l. Selain itu Lestari *et al* (2021) menemukan nilai oksigen terlarut sebesar 0,8 mg/l - 13 mg/l di Muara Musi. Pratama *et al* (2019) juga menemukan nilai oksigen terlarut sebesar 2,96 mg/l – 3,53 mg/l di Perairan Desa Sungsang Muara Sungai Musi. Dan ditambahkan oleh Isnaini *et al* (2015) oksigen terlarut di Perairan Muara Musi berkisar 2,91 mg/l – 4,6 mg/l.

Kecepatan arus pada setiap stasiun berkisar 0,114 m/s – 2,632 m/s. Arus terendah terdapat pada stasiun 2 (0,114 m/s) dan arus tertinggi terdapat pada stasiun 1 (2,632 m/s) (Tabel 8). Hasil pengukuran arus di lapangan diperoleh kecepatan arus pada stasiun 1 sebesar 0,28 m/s yang bergerak dari Muara Sungai Telang menuju ke Muara Sungai Musi kearah timur-timur laut (*east-northeast*). Stasiun 2 dengan kecepatan arus sebesar 0,24 m/s yang bergerak kearah utara timur laut (*north-northeast*). Stasiun 3 dengan kecepatan arus sebesar 0,22 m/s yang bergerak kearah utara barat laut (*north-northwest*). Stasiun 4 dengan

kecepatan arus sebesar 0,29 m/s yang bergerak dari Muara Sungai Musi ke laut lepas kearah utara timur laut (*north-northeast*), dan stasiun 5 dengan kecepatan arus sebesar 0,26 m/s kearah utara barat laut (*north-northwest*).

Tingginya arus pada stasiun 1 diduga karena dorongan arus dari Sungai Musi. Stasiun 1 yang berada di jalur pelayaran dan pada saat pengukuran arus terlihat kapal yang melintasi stasiun tersebut juga dapat mempengaruhi arus pada saat pengukuran. Kecepatan arus di stasiun 2 dan 3 lebih rendah daripada kecepatan arus pada stasiun lainnya. Arus yang tinggi di stasiun 4 dan 5 diduga karena waktu pengukuran pada saat menuju surut berbeda dengan stasiun lainnya yang diukur pada saat surut terendah sehingga menyebabkan arus di stasiun 4 dan 5 lebih tinggi.

Berdasarkan penelitian Karunia (2020) yang menemukan arus di Perairan Muara Sungai Musi sebesar 0,609 m/s. Kecepatan arus pada setiap stasiun jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Surbakti (2007) di Muara Sungai Musi kecepatan arus cenderung sama yaitu berkisar 0 m/s – 0,9 m/s. Selanjutnya Sembiring *et al* (2012) menemukan kecepatan arus di Muara Sungai Musi pada saat pasang berkisar 0,02 m/s – 0,6 m/s dan pada saat surut berkisar 0,1 m/s – 0,6 m/s.

4.3 Kandungan Logam Berat dalam Air dan Sedimen

Logam berat nikel dan timbal diukur menggunakan AAS tipe ASC-7000 dan AAS tipe AA-7000 pada sampel air dan sedimen di sekitar Muara Sugai Musi. Hasil pengukuran kandungan logam berat nikel dan timbal pada air dan sedimen disajikan pada Tabel 9 dan Lampiran 4.

Hasil pengukuran logam berat nikel di air berkisar 0,018 mg/L - 0.053 mg/L. Kandungan logam berat nikel terendah terdapat pada stasiun 5 (0,018 mg/L) dan tertinggi terdapat pada stasiun 1 (0,053 mg/L). Tingginya kandungan nikel pada stasiun 1 diduga karena masuknya limbah pemukiman kedalam air. Menurut Adam dan Maftuch (2015) meningkatnya kandungan nikel dalam air disebabkan oleh masuknya limbah yang mengandung nikel kedalam air.

Tabel 9 Kandungan Rata-rata Logam Berat Ni dan Pb pada Air dan Sedimen di Muara Sungai Musi

Sampel	Stasiun	Konsentrasi			
		Ni	Baku Mutu Ni	Pb	Baku Mutu Pb
Air (mg/l)	1	0,053±0,0004	0,05 *	0,088±0,002	0,008 *
	2	0,032±0,0004		0,072±0,004	
	3	0,031±0,0001		0,065±0,008	
	4	0,027±0,0006		0,089±0,004	
	5	0,018±0,0001		0,026±0,003	
Sedimen (mg/kg)	1	10,593±0,04	75 **	26,570±0,002	250 **
	2	11,349±0,01	21 ***	49,284±0,007	50 ***
	3	13,749±0,01		34,419±0,060	
	4	19,987±0,07		42,379±0,002	
	5	7,635±0,04		17,273±0,002	
Keterangan:	*	: PP RI No.22 Tahun 2021			
	**	: <i>Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality</i>			
	***	: ANZECC, 2013			

Tingginya kandungan logam nikel di lingkungan perairan dapat disebabkan oleh berbagai faktor, seperti limbah rumah tangga yang dihasilkan oleh aktivitas manusia, pelapukan bebatuan atau lapisan tanah serta partikel logam yang terbawa oleh air (Wali, 2020). Moore (1991) melaporkan kadar nikel pada kerak bumi sekitar 75 mg/kg serta sumber utama logam berat nikel di temukan dalam bentuk koloid yang berasal dari pengikisan batuan yang bersifat non-konservatif pada perairan.

Selain masuknya limbah pemukiman kedalam perairan kelarutan nikel di air juga dipengaruhi oleh pH perairan, pH yang rendah pada stasiun 1 menyebabkan kandungan nikel pada stasiun tersebut meningkat. Menurut Ayres, (1994) menurunnya konsentrasi logam berat disebabkan oleh meningkatnya nilai pH yang membuat perairan menjadi basa. Ikatan partikel pada perairan yang membuat logam berat mengendap dan terakumulasi dalam sedimen disebabkan karena kenaikan pH yang mengubah kestabilan dari karbonat menjadi hidroksida sehingga menurunkan kelarutan logam berat di perairan (Usman *et al.* 2013).

Berdasarkan baku mutu PP RI No.22 Tahun 2021 kandungan logam berat nikel pada air masih dibawah baku mutu. Jika dilihat dari penelitian Bubala *et al* (2019) yang menemukan kandungan logam berat nikel di Pesisir Pantai

Yogyakarta sebesar 0,127 mg/L - 0,722 mg/L kandungan logam berat yang ditemukan pada setiap stasiun penelitian relatif rendah. Selanjutnya Wibowo *et al* (2020) melaporkan kandungan logam Ni di dalam air laut Teluk Kendari sebesar 0,047 mg/L – 0,073 mg/L. Asiah dan Arum (2014) juga menemukan kandungan nikel sebesar <0,005 mg/L – 0,006 mg/L di Perairan Teluk Buli, Halmahera.

Kandungan timbal pada setiap stasiun berkisar 0,026 mg/L - 0,089 mg/L kandungan tertinggi yaitu terdapat pada stasiun 4 (0,089 mg/L) dan stasiun 1 (0,088 mg/L). Tingginya kandungan timbal di stasiun ini dikarenakan stasiun 1 yang berada di persimpangan sungai yang menyebabkan masuknya limbah timbal dari aktivitas manusia di daerah setempat, selain itu arus yang tinggi pada stasiun 1 dan 4 diduga dapat menyebabkan kandungan timbal tinggi di stasiun tersebut. Menurut Putri *et al* (2014) besarnya arus dapat mempengaruhi terjadinya proses resuspensi logam berat. Hal ini diperkuat oleh Wardani *et al* (2014) logam berat yang berada di perairan dapat berpindah tempat dan bergerak secara bebas dikarenakan adanya pengaruh dari arus, sehingga menyebabkan logam berat timbal mengalami pengenceran di perairan.

Kandungan timbal yang terendah terdapat pada stasiun 5 yaitu sebesar 0,026 mg/L, rendahnya kandungan timbal di stasiun ini diduga karena pengaruh dari DO di stasiun ini, oksigen terlarut yang sedikit pada stasiun 5 dapat menyebabkan timbal sulit terlarut di badan perairan. Menurut Parawita *et al* (2009) dilihat dari kondisi lingkungan perairan, rendahnya oksigen terlarut di perairan menyebabkan rendahnya daya larut logam berat, hal ini diperkuat oleh Ramlal (1987) di daerah hipoksia akibat dari kontaminan bahan organik, kelarutan logam akan berkurang dan akan sulit larut dalam kondisi perairan yang anoxic.

Berdasarkan baku mutu PP RI No.22 Tahun 2021 kandungan logam berat timbal pada air telah melewati baku mutu. Akan tetapi jika dilihat dari penelitian Az-zahrah (2022) yang menemukan kandungan logam berat timbal di Sungai Barong sebesar 0,302 mg/L - 0,434 mg/L kandungan logam berat yang ditemukan pada setiap stasiun penelitian relatif rendah. Emilia *et al* (2020) melaporkan kandungan logam timbal di dalam air di Perairan Desa Sungsang I rata-rata sebesar 0,104 mg/L. Selanjutnya Putri *et al* (2015) menemukan kandungan timbal yang terlarut di Sungai Musi bagian Hilir berkisar 0,001-0,005 mg/l.

Kandungan logam berat nikel di sedimen berkisar 19,988 mg/kg - 7,636 mg/kg. Kandungan tertinggi terdapat pada stasiun 4 (19,988 mg/kg) dan terendah di stasiun 5 (7,636 mg/kg) (Tabel 7). Tingginya kandungan nikel pada stasiun 4 diduga karena nilai salinitas yang rendah dibandingkan stasiun 5 (Tabel 8) menurut Aphrodita *et al* (2022) semakin rendah salinitas maka akan semakin tinggi kandungan logam berat di sedimen yang menandakan bahwa salinitas berbanding terbalik dengan logam berat. Hal ini diperkuat oleh Suwarsito dan Sarjanti (2014) logam berat akan berkaitan dengan Cl⁻ karena pengaruh dari nilai salinitas yang rendah, sehingga menyebabkan logam berat lebih banyak ditemukan di dalam sedimen dengan bentuk ion.

Kandungan logam berat nikel pada setiap stasiun masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan penelitian Ekawati *et al* (2022) yang melaporkan kandungan logam berat nikel di Sungai Tinanggea Konawe Selatan Sulawesi Tenggara berkisar antara 10,22 mg/kg – 27,51 mg/kg. Selanjutnya Ahmad (2009) menemukan kandungan logam berat nikel lebih rendah di Perairan Pulau Muna, Kabaena, dan Buton Sulawesi Tenggara berkisar 0,001 mg/kg – 0,004 mg/kg. Berdasarkan baku mutu *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario* dan ANZECC, (2013) nilai logam berat nikel di setiap stasiun masih dibawah standar baku mutu.

Kandungan logam berat timbal di sedimen tertinggi terdapat pada stasiun 2 (49,284 mg/kg) dan terendah di stasiun 5 (17,273 mg/kg). Tingginya kandungan logam berat timbal pada stasiun 2 diduga karena pengaruh dari pemukiman, stasiun 2 yang dekat dengan pemukiman mendapat transfer limbah dari aktivitas masyarakat seperti transportasi perkapalan diduga menyebabkan tingginya logam berat timbal pada stasiun 2. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri *et al* (2022) yang menemukan kandungan logam berat timbal sebesar 12,517 µg/g yang berlokasi dekat dengan stasiun 2.

Tingginya kandungan timbal di stasiun 2 menandakan bahwa adanya akumulasi timbal di dalam sedimen, stasiun 2 yang dekat dengan pemukiman setempat dapat mempengaruhi kandungan logam berat di dalamnya. Aktivitas masyarakat seperti pertanian, pemukiman, perikanan, kawasan perdagangan dan industri cenderung menjadi sumber dari logam berat (Gitaram *et al.* 2016).

Menurut Harmesa *et al* (2020) Logam yang berasal dari daratan akan terbawa oleh air sungai sehingga dapat mengkontaminasi sungai tersebut.

Jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya kandungan logam berat timbal yang didapat pada setiap stasiun lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri *et al* (2022) di Muara Sungai Musi berkisar 2,673-12,517 mg/g. Berdasarkan baku mutu *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality* dan ANZECC, (2013) nilai logam berat timbal di setiap stasiun masih dibawah standar baku mutu. Kandungan logam berat timbal pada setiap stasiun lebih tinggi daripada kandungan logam berat nikel, hal ini diduga karena sifat timbal yang non esensial. Darmono, (1995) menyatakan seiring kenaikan logam berat dalam badan perairan, maka akan meningkatkan kandungan logam non esensial di perairan tersebut.

4.4 Faktor Kontaminasi (CF) dan Indeks Beban Pencemaran (PLI) Logam Berat Ni dan Pb dalam Sedimen

Hasil perhitungan faktor kontaminasi (*contamination factor*, CF) dan indeks beban (*Pollution load index*, PLI) pencemar logam berat nikel dan timbal dalam sedimen disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10 Nilai faktor kontaminasi dan indeks beban pencemaran logam berat Ni dan Pb dalam sedimen pada Muara Sungai Musi

Stasiun	CF Ni	CF Pb	PLI
1	0,156	1,155	0,090
2	0,167	2,143	0,179
3	0,202	1,496	0,151
4	0,294	1,843	0,271
5	0,112	0,751	0,042
Min	0,112	0,751	0,042
Max	0,294	2,143	0,271
Rata-rata	0,186	1,478	0,147

Nilai faktor kontaminasi (CF) nikel terendah terdapat pada stasiun 5 (0,112) dan tertinggi pada stasiun 4 (0,294) dengan rata-rata pada setiap stasiun sebesar 0,186. Nilai faktor kontaminasi (CF) timbal terendah terdapat pada stasiun 5 (0,751) dan tertinggi pada stasiun 2 (2,143) dengan rata-rata pada setiap stasiun sebesar 1,478. Secara keseluruhan nilai faktor kontaminasi logam berat nikel

dalam sedimen kurang dari 1 ($CF < 1$) dan logam berat timbal dalam sedimen berada di kategori tercemar sedang ($1 < CF < 3$) kecuali pada stasiun 5 ($CF = 0,751$ atau $CF < 1$).

Nilai indeks beban pencemaran (PLI) di seluruh stasiun berkisar 0,042-0,271 dengan rerata 0,147 ($PLI < 1$) yang artinya sedimen di Muara Sungai Musi masih tergolong tidak tercemar oleh logam berat. Menurut Hakanson (1980) kriteria indeks beban pencemar (PLI) jika $PLI < 0$ tidak tercemar, $PLI 0-2$ tidak tercemar sampai tercemar ringan, $PLI 2-4$ tercemar sedang, $PLI 4-6$ tercemar parah, $PLI 6-8$ tercemar sangat parah dan $PLI 8-10$ tercemar luar biasa parah. Adapun menurut Ahmad (2013) jika indeks beban pencemaran (PLI) sedimen kurang dari 1, walaupun nilai faktor kontaminasi (CF) masih dalam kriteria tercemar akan tetapi sedimen tersebut belum sampai tercemar.

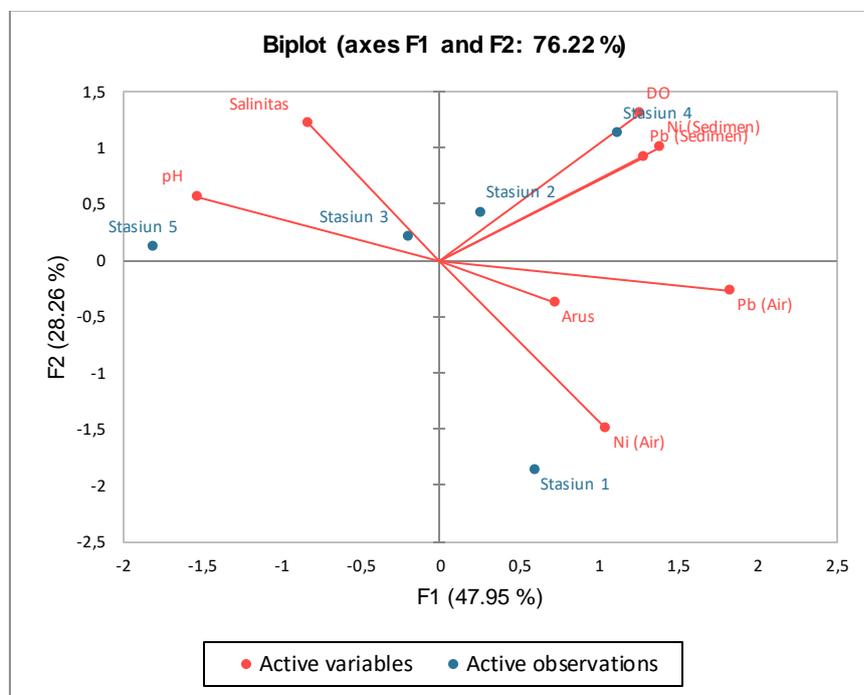
Hasil penelitian Susanti, (2021) di Muara Sungai Musi melaporkan pencemaran logam berat Pb, Cu dan Zn masih dalam kategori rendah ($I_{geo} < 0$), kontaminasi yang rendah sampai sedang ($CF < 1$ sampai $1 < CF < 3$) dan tidak tercemar ($PLI < 1$). Selanjutnya Putri *et al.* (2022) melaporkan pencemaran logam berat Pb, Cu dan Zn di Muara Sungai Musi masih dalam kategori tidak tercemar ($I_{geo} < 0$ dan $PLI < 1$) walaupun jika dilihat dari nilai faktor kontaminasi (CF) sedimen di Muara Sungai Musi termasuk kategori rendah sampai sedang ($CF < 1$ sampai $1 < CF < 3$).

4.5 Hubungan Kandungan Logam Berat dengan Parameter Perairan

Hubungan antara logam berat dan parameter perairan dianalisis dengan metode *Principal Component Analysis* (PCA) menggunakan *software XLSTAT 2023*. Analisis komponen utama (PCA) adalah metode statistik untuk mengubah sebagian besar variabel asli dan berkorelasi yang digunakan menjadi variabel baru yang lebih kecil dan independen satu sama lain (Delson *et al.* 2017). Analisis komponen utama (PCA) berguna untuk reduksi data, sehingga data tersebut lebih mudah untuk diinterpretasikan (Johnson dan Wichern, 2007).

Berdasarkan hasil analisis PCA karakteristik Perairan Muara Sungai Musi memiliki pengaruh sebesar 76,22% pada setiap lokasi stasiun penelitian, kontribusi F1 memiliki pengaruh yang cukup besar yaitu sebesar 47,95% yang

dicirikan oleh logam berat nikel pada sedimen, logam berat timbal pada sedimen, logam berat timbal pada air dan stasiun 4, sedangkan kontribusi F2 memiliki pengaruh sebesar 28,26% yang dicirikan oleh salinitas dan DO.



Gambar 4 *Principal Component Analysis (PCA)*

Hasil dari F1 (positif) pada stasiun 4 dicirikan oleh karakteristik lingkungan yang memiliki nilai kandungan logam berat nikel pada sedimen sebesar 19,987 mg/kg, logam berat timbal pada sedimen sebesar 42,379 mg/kg, kecepatan arus sebesar 0,29 m/s serta logam berat timbal pada air sebesar 0,089 mg/l. Hasil dari F2 (positif) pada stasiun 2 dan 3 dicirikan oleh karakteristik lingkungan yang memiliki nilai salinitas dan DO. Salinitas pada stasiun 2 sebesar 15 ppt dan salinitas pada stasiun 3 sebesar 7 ppt. DO pada stasiun 2 sebesar 5,5 mg/l dan DO pada stasiun 3 sebesar 5,7 mg/l.

Dilihat dari hasil PCA nilai DO dan salinitas pada setiap stasiun lebih mempengaruhi nilai kandungan logam berat pada air, Hal ini dapat dilihat pada stasiun 5 yang memiliki nilai salinitas tertinggi tetapi memiliki nilai logam berat pada air terendah di setiap stasiun. Menurut Aminah *et al* (2016) salinitas dapat menurunkan daya toksik logam berat dikarenakan salinitasi yang tinggi dapat menyebabkan proses desalinasi pada logam berat.

V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian tentang Logam berat Ni dan Pb di Mura Sungai Musi sebagai berikut:

1. Kandungan nikel di air berkisar 0,018 mg/L – 0,053 mg/L, kandungan timbal di air berkisar 0,026 mg/L – 0,089 mg/L. Kandungan nikel di sedimen berkisar 7,636 mg/kg – 19,988 mg/kg dan kandungan timbal di sedimen berkisar 49,284 mg/kg – 17,273 mg/kg.
2. Karakteristik Perairan Muara Sungai Musi memiliki pengaruh sebesar 76,22% pada setiap lokasi stasiun penelitian, kontribusi F1 memiliki pengaruh yang cukup besar yaitu sebesar 47,95% yang dicirikan oleh logam berat nikel pada sedimen, logam berat timbal pada sedimen, logam berat timbal pada air dan stasiun 4, sedangkan kontribusi F2 memiliki pengaruh sebesar 28,26% yang dicirikan oleh salinitas dan DO.
3. Berdasarkan baku mutu PP RI No.22 Tahun 2021 kandungan logam berat nikel pada air masih dibawah baku mutu, sedangkan kandungan logam berat timbal pada air telah melewati baku mutu. Tingkat kontaminasi logam berat Ni dan Pb dalam sedimen di Muara Sungai Musi dalam kontaminasi rendah sampai sedang ($CF < 1$ sampai $1 < CF < 3$) serta tingkat pencemaran tidak tercemar ($PLI < 1$). Berdasarkan baku mutu *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario* dan ANZECC, (2013) nilai logam berat nikel dan timbal pada sedimen di setiap stasiun masih dibawah standar baku mutu.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu sebaiknya melakukan pengukuran secara berkala di lapangan serta memperbanyak titik stasiun sehingga hasil yang didapatkan dapat lebih akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- Achyani R, Weliyadi EP, Rismawati. 2013. Analisis dan evaluasi kontaminasi logam berat di sedimen, air dan rumput laut *euchema cottoni* di Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo* Vol. 6(1): 1-11
- Adam MA, Maftuch M. 2015. Evaluasi optimasi instalasi pengolahan air limbah terhadap pencemaran Sungai Wangi Pasuruan. *J. Environ. Eng. Sustain. Technol* Vol. 2: 1–5.
- Adhani R, Husaini. 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin: Lambung Mangkurat University Press
- Agustina T. 2014. Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. *Teknobuga* Vol. 1(1): 53-65
- Ahmad F. 2009. Tingkat pencemaran logam berat dalam air laut dan sedimen di Perairan Pulau Muna, Kabaena, dan Buton Sulawesi Tenggara. *Makara Sains* Vol. 13(2): 117-124
- Ahmad F. 2013. Distribusi dan prediksi tingkat pencemaran logam berat (Pb, Cd, Cu, Zn, dan Ni) dalam sedimen di Perairan Pulau Bangka menggunakan indeks beban pencemaran dan indeks geoakumulasi. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 5(1) :170-181
- Akin HK dan Erhan U. 2007. Heavy metal concentrations in water, sediment, Fish and some benthic organisms from Tigris River, Turkey. *Environ Monit Assess* Vol. 131: 323-337
- Alimah, Ikhwan YS, Amin B. 2014. Analisis logam berat Ni, Mn dan Cr pada air dan sedimen di perairan Pantai Pulau Singkep Kepulauan Riau. *Jurnal Dinamika Lingkungan Indonesia* Vol. 1(2): 116-123
- Al-Kazaghly RF, Hamid M, Keri AI. 2021. Bioaccumulation of some heavy metals in Red Mullet (*Mullus barbatus*), and Common Pandora (*Pagellus erythrinus*) from Zliten Coast, Libya. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* Vol. 13(1): 81–86
- Aminah S, Defri Y, Rarasrum DK. 2016. Seminar nasional perikanan dan kelautan vi, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya Malang.
- Ana YA. 2010. Analisis kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg pada kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Bojonegara, Kecamatan Serang. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor: Bogor

- Anggoro S, Prijadi S, Harisya DS. 2013. Penilaian pencemaran perairan di Polder Tawang Semarang. *Journal Of Management of Aquatics Resources* Vol. 2(3): 109–118
- Anggraini H, Maharani ET. 2012. Paparan timbal (Pb) pada rambut sopir angkot rute Johar-Kedungmundu. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia* Vol. 11(1): 47-50
- Anzeec A. 2013. Australian and New Zealand guidelines fro fresh and marine water qulity. Australian and New Zealand Environment and Conservation Council and Agriculture and Resource Management Council of Australian and New Zealand, Canberra.
- Aryawati R, Melki, Efriadi MSZ, Tengku ZU, Gusti D, Isnaini, Widada S. 2022. Kelimpahan dan sebaran zooplankton di Perairan Sungai Musi Bagian Hilir Sumatera Selatan. *Maspari Journal* Vol. XIV(2): 123-132
- Aryawati R, T. Zia U, Isnaini, Heron S. 2021. Fitoplankton sebagai bioindikator pencemaran organik di Perairan Sungai Musi Bagian Hilir Sumatera Selatan. *J. Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis* Vol. 13(1): 163-171
- Asiah, Arum P. 2014. Pemantauan kualitas air laut akibat tumpahan pasir nikel di Perairan Teluk Buli, Halmahera. *Ecolab* Vol. 8(2): 53-96
- Az-zahrah SAF. 2022. Akumulasi logam berat tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam polychaeta (*Neoleanira tetragona*) di Perairan Sekitar Sungai Barong, Taman Nasional Sembilang, Sumatera Selatan [*Sripsi*]. Universitas Sriwijaya: Inderalaya
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Cara Uji Timbal Pada Sedimen secara Destruksi Asam dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). SNI: 06-6992.3-2004
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Sedimen-Bagian 6 Cara Uji Nikel (Ni) secara Destruksi Asam dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). SNI: 06-6992.6-2004
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. Air dan air limbah-Bagian 57 tentang metode pengambilan contoh air permukaan. SNI: 6989.57-2008
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Air dan air limbah-Bagian 18: Cara Uji Nikel (Ni) secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) – Nyala. SNI: 6968.18-2009
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Cara Uji Timbal (Pb) pada Air secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). SNI: 6989.8-2009

- Banjarnahor AW. 2017. Analisis karakteristik sedimen dan perairan serta hubungannya terhadap vegetasi mangrove di Perairan Muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan [*Skripsi*]. Universitas Sriwijaya: Indralaya
- Barus TA. 2004. *Pengantar Limnologi Studi Tentang Ekosistem Sungai dan Danau*. Medan : Fakultas MIPA, USU
- Bubala H, Tedy AC, Rika E. 2019. Tingkat pencemaran logam berat di pesisir pantai akibat penambangan bijih nikel. *Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri dan Informasi XIV Tahun 2019*, Yogyakarta
- BPDAS Musi. 2011. *Forum DAS Sumsel*. Palembang: Sekretariat BPDAS Musi
- Czerczak, Gromiec. 2001. *Chemical and physical information of nickel, HSBD*. North America: International Cancer Institute
- Darmono. 1995. *Logam dalam sistem biologi makhluk hidup*. Jakarta: UI Press
- Delsen MSNV, Wattimena AZ, Saputri SD. 2017. Penggunaan metode analisis komponen utama untuk mereduksi faktor-faktor inflasi di Kota Ambon. *Jurnal Ilmu Matematika dan Terapan* Vol. 11(2): 109-118
- Effendi H. 2003. *Telaah kualitas air bagi pengelolaan sumber daya dan lingkungan perairan*. Yogyakarta: Kanisius
- Effendi F, Tresnaningsih E, Sulistomo AW, Wibowo S, Hudoyo KS. 2012. *Penyakit Akibat Kerja Karena Paparan Logam Berat*. Jakarta: Direktorat Bina Kesehatan Kerja dan Olahraga Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Ekawati W, Muhammad C, Sri G, Erwin AJ. 2022. Pencemaran logam berat Cd, Ni dan Fe pada endapan sedimen sungai daerah Tinanggea Konawe Selatan Sulawesi Tenggara. *Jurnal Lingkungan Almuslim* Vol. 1(1): 24-29
- Emilia I, Suheryanto, Hanafiah Z. 2013. Distribusi logam cadmium dalam air dan sedimen di Sungai Musi Kota Palembang. *Penelitian Sains* Vol. 12(2): 59-64
- Emilia I, Yunita PP, Jumingin, Syamsul R, Rangga. 2022. Biokonsentrasi timbal dan cadmium terhadap *Panaeus merguensis* dalam air dan sedimen di Perairan Desa Sungsang I. *Jurnal Ilmiah Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam* Vol. 19(2): 215-227
- Gitarama AM, Krisanti M, Agungpriyono DR. 2016. Komunitas makrozoobentos dan akumulasi kromium di Sungai Cimanuk Lama, Jawa Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia* Vol. 21(1): 48-55

- Hakanson L. 1980. An ecological risk index for aquatic pollution control. a sedimentological approach. *Journal Water Research* Vol. 14: 975-1001
- Harmesa, Lestari, Fitri B. 2020. Distribusi logam berat dalam air laut dan sedimen di Perairan Cimanuk, Jawa Barat. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia* Vol. 5(1): 19-32
- Hartoni, Andi A. 2013. Komposisi dan kelimpahan moluska (Gastropoda dan Bivalvia) di Ekosistem Mangrove Muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspari Journal* Vol.5(1): 6-15
- Hayton A, Persuad D, Jaagumagi R. 1993. *Guidelines for the Protection and Management of Aquatic Sediment Quality in Ontario*. Ontario Ministry of Environment and Energy
- Hidayati SR. 2009. Analisis karakteristik stomata, kadar klorofil dan kandungan logam berat pada daun pohon pelindung Jalan Kawasan Lumpur Porong Sidoarjo [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Malang: Malang
- Hidayat B. 2015. Remediasi tanah tercemar logam berat dengan menggunakan biochar. *Jurnal Pertanian Tropik* Vol. 2(1): 51–61
- Hutagalung HP. 1984. Logam berat dalam lingkungan laut. *Oseana* Vol. IX(1): 11–20
- Ika I, Tahril T, Said I. 2011. Analisis logam timbal (Pb) dan besi (Fe) dalam air laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia* Vol. 1(4): 181-186
- Indirawati SM. 2017. Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd dan keluhan kesehatan pada masyarakat di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal JUMANTI* Vol. 2(2): 54-60
- Irhamni, Setiaty P, Edison P, Wirsal H. 2017. Serapan logam berat esensial dan non esensial pada air lindi TPA Kota Banda Aceh dalam mewujudkan pembangunan berkelanjutan. *Serambi Engineering* Vol. 2(3): 134-140
- Isnaini, Melki, Andi Agussalim. 2015. The Composition and Structure of Fish Community in Musi Estuarine Waters and Banyuasin Estuarine Waters Banyuasin Distric Province of South Sumatra. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan Tangkap IPB ke-6*, Bogor
- Johnson RA dan Dean WW. 2007. *Applied multivariate statistical analysis sixth edition*. New Jersey: Prentice Hall
- Kargin F, Donmez A, Cogun HY. 2001. Distribution of Heavy Metals in Different Tissues of the Shrimp *Penaeus semiculatus* and *Metapenaeus monocerus* from the Iskenderun Gulf, Turkey: Seasonal Variations. *Bulletin of*

Environmental Contamination and Toxicology Vol. 66: 102-109

- Karuni NC. 2022. Analisis karakteristik sedimen dan laju sedimentasi di Perairan Muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. [*Skripsi*]. Universitas Sriwijaya: Indralaya
- Kumar CS, M Jaikumar RS, Robin P, Karthikeyan, Kumar. 2013. Heavy metal concentration of sea water and marine organisms in Ennore Creek, Southeast Coast of India. *The Journal of Toxicology and Health Photon* Vol. 103: 192- 201
- Kobielska PA, Howarth AJ, Farha OK, Nayak S. 2017. *Review: Metal-organic frameworks for heavy metal removal from water*. United Kingdom: A School of Chemistry and Bioscience, Faculty of Life Sciences, University of Bradford
- Lestari DA, Rozirwan, Melki. 2021. Struktur komunitas Moluska (Bivalvia dan Gastropoda) di Muara Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 23(1): 52-60
- Male YT, Malle D, Bijang CM, Fransina EG, Seumahu CA, Dolaitery LM, Landu S, Gaspersz N. 2017. Analysis of Cadmium (Cd) and Lead (Pb) Metals Content on Sediment Inner Part of Ambon Bay. *Indo. J. Chem. Res* Vol. 5(1): 22–31
- Mariwy A, Dulanlebit H, Yeanchon YF. 2020. Awar-awar(*Ficus Septica* Burm F) heavy metal mercury accumulation study using Awar-awar (*Ficus Septica* Burm F) Plants. *Indo. J. Chem. Res* Vol. 7(2): 159-169
- Miaratiska N, Azizah R. 2015. Hubungan paparan nikel dengan gangguan kesehatan kulit pada pekerja industri rumah tangga pelapisan logam di Kabupaten Sidoarjo. *Prespekt. J. Kesehatan Lingkungan* Vol. 1(2): 25-36
- Nisa C, Utami I, Sundari. 2013. Model adsorpsi timbal (pb) dan seng (zn) dalam sistem airdedimen di Waduk Riam Kanan Kalimantan selatan. *Konversi* Vol. 2(1): 7-14
- Moore JW. 1991. *Inorganic contaminants of surface water*. New York: Springer-Verlag
- Negara GS. 2020. Dampak lingkungan terhadap pencemaran laut di Pesisir Utara Pulau Bintan selama musim angin utara. *Jurnal Saintek Maritime* Vol. 20(2): 137-144
- Nurhayati, Fauziyah, Siti MB. 2016. Hubungan panjang-berat dan pola pertumbuhan ikan di Muara Sungai Musi Kabupaten Banyuasin Sumatera Selatan. *Maspri journal* Vol. 8(2): 111-118

- Nybakken WJ. 1988. *Biologi laut. Suatu pendekatan ekologis*. Jakarta: Gramedia
- Panggabean A. 2008. Logam berat Pb (Timbal) pada jeroan sapi, *Prosiding PPI Standarisasi*
- Parawita D, Insafitri, Wahyu AN. 2009. Analisis konsentrasi logam berat timbal (Pb) di Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan* Vol. 2(2): 117-124
- Patty SI. 2013. Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut di Perairan Kema, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax* Vol. 1(3): 148–157
- Patty SI, Marenda PR, Husen R, Nebuchadnezzar A. 2019. Kajian kualitas air dan indeks pencemaran perairan laut di Teluk Manado ditinjau dari parameter fisika-kimia air laut. *Jurnal Ilmu Kelautan Kepulauan* Vol. 2(2): 1-13
- Pratama F, Rozirwan, Riris A. 2019. Dinamika komunitas fitoplankton pada siang dan malam hari di Perairan Desa Sungsang Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 21(2): 83-97
- Prianto E, Nurdawaty S, Kamal MM. 2013. Distribusi kelimpahan dan variasi ukuran larva ikan di Estuaria Sungai Musi. *Bawal* Vol. 5(2): 73–79.
- Priyanto N, Dwiwitno F, Ariyani F. 2008. Kandungan logam berat (Hg, Mn, Cd Dan Ni) pada ikan, air dan sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* Vol. 3(1): 69-78
- Putri WAE, Anna ISP, Fitri A, Fauziyah, Lilik M, Yulianto S. 2021. Polisiklik aromatik hidrokarbon (PAH) di Sekitar Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina* Vol. 10(3): 277-282
- Putri WAE, Mei IS, Rozirwan, Muhammad H, Fitri A. 2022. Status cemaran logam berat di Sedimen Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina* Vol. 11(2) :177–184
- Putri WAE, Melki. 2020. Kajian kualitas air Muara Sungai Musi Sumatera Selatan. *Journal of Marine and Aquatic Sciences* Vol. 6(1): 36-42
- Putri YP, Reno F, Ita E. 2019. Analisis kandungan logam berat Timbal (Pb) di Perairan Sungsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Prosiding Seminar Nasional II Hasil Litbangyasa Industri Palembang*, Palembang
- Putri ZL, Sri YW, Lilik M. 2014. Studi sebaran kandungan logam berat timbal (Pb) dalam air dan sedimen dasar di Perairan Muara Sungai Manyar Kabupaten Gresik, Jawa Timur. *Jurnal Oseanografi* Vol. 3(4): 589-595

- Ramlia R, Djalla A. 2018. Uji kandungan logam berat timbal (Pb) di Perairan Wilayah Pesisir Parepare. *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan* Vol. 1(3): 255–264
- Ridho MR, Enggar p. Keanekaragaman Jenis Ikan di Estuaria Sungai Musi, Pesisir Kabupaten Banyuasin, Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 19(1): 32-37
- Rizkiana L, Karina S, Nurfadillah. 2017. Analisis timbal (Pb) pada sedimen dan air laut di Kawasan Pelabuhan Nelayan Gampong Deah Glumpang Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsiyah* Vol. 2(1): 89-96
- Saari H, Kamaruzzaman Y, Jamil T, Ong MC, Willison KYS. 2006. Taburan elemen Cu, Mn dan Zn di dalam sedimen dasar Sungai Hutan Paya Bakau Larut Matang, Taiping, Perak. 2006. *The Malaysian Journal of Analytical Sciences* Vol. 10(2): 211-216
- Sari CI, Heron S, Fauziyah. 2013. Pola sebaran salinitas dengan model numerik dua dimensi di Muara Sungai Musi. *Maspari Journal* Vol. 5(2): 104-110
- Sarjono A. 2009. *Analisis kandungan logam berat Hg, Pb dan Cu dalam air dan jaringan tubuh kerang hijau (Perna viridis) di Kamal Muara, Jakarta Utara*. Bogor: Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB
- Sembiring SMR, Melki, Fitri A. 2012. Kualitas perairan Muara Sungsang ditinjau dari konsentrasi bahan organik pada kondisi pasang surut. *Maspari Journal* Vol. 4(2): 238-247
- Setiawan D. 2008. *Struktur komunitas makrozoobentos sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan Hilir Sungai Musi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor
- Sidabutar EA, Aida S, Muliawati H. 2019. Distribusi suhu, salinitas dan oksigen terlarut terhadap kedalaman di Perairan Teluk Prigi Kabupaten Trenggalek. *Journal of Fisheries and Marine Research* Vol. 3(1): 46-52
- Sitorus. 2004. Analisis beberapa parameter lingkungan perairan yang mempengaruhi akumulasi logam berat timbal dalam tubuh kerang darah di Perairan Pesisir Timur Sumatera Utara. *Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia* Vol. 11(1): 53-60
- Sriwahyuni A, Tahir RL, Maricar F. 2015. *Kajian kontaminan sedimen di Muara Sungai Jeneberang*. Makassar: Universitas Hasanuddin

- Sudarwin. 2008. Analisis Spasial Pencemaran Logam Berat (Pb dan Cu) pada Sedimen Aliran Sungai dari Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Sampah Jatibarang Semarang [*Thesis*]. Universitas Diponegoro: Semarang
- Suparinti C dan Sri R. 2011. *Kiat Sukses Budidaya Ikan Nila*. Jakarta: Lily Publisher
- Surbakti H. 2007. Karakteristik pasang surut dan pola arus di Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains* Vol. 15(1): 35-39
- Surbakti H, I Wayan N, Dietriech GB, Tri P. 2022. Kontribusi massa air tawar dari Estuari Banyuasin ke Perairan Selat Bangka pada Musim Peralihan II. *Positron* Vol. 12(1): 29-38
- Susanti M. 2021. Analisis tingkat pencemaran logam berat (Pb, Cu dan Zn) dalam sedimen sekitar Muara Sungai Musi menggunakan indeks beban pencemar dan indeks geoakumulasi [*Sripsi*]. Universitas Sriwijaya: Inderalaya
- Syakti AD, Demelas C, Hidayati NV, Rakasiwi G, Vassalo L, Doumenq P. 2015. Heavy metal concentrations in natural and humanimpacted sediments of Segara Anakan Lagoon, Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment* Vol. 187(1)
- Tomlinson DL, Wilson JG, Harris CR, Jeffrey DW. 1980. Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution indes. *Helgol Wiss Meeresunters* Vol. 33: 566–575
- Triawan AC dan Apri A. 2020. Struktur komunitas fitoplankton di Perairan Muara dan Laut Desa Kramat Kecamatan Bangkalan Kabupaten Bangkalan. *Juvenil* Vol. 1(1): 97-110
- Tyara. 2020. Analisis karakteristik rofi (Region of Freshwater Influence) di Perairan Muara Sungai Musi Sumatera Selatan [*Skripsi*]. Universitas Sriwijaya: Inderalaya
- Usman ARA. 2015. Influence of NaCl-induced salinity and Cd toxicity on respiration activity and Cd availability to Barley Plants in Farmyard Manure-Amended Soil. *Applied and Environmental Soil Science* Vol. 8(2): 1–8
- Vianti RO, Melki, Rozirwan, Anna ISP. 2020. Purifikasi dan uji degradasi bakteri mikroplastik dari Perairan Muara Sungai Musi, Sumatera Selatan. *Maspari Journal* Vol. 12(2): 29-36
- Vinodhini R, Narayanan M. 2008. Bioaccumulation of heavy metals in organs of fresh water fish *Cyprinus carpio* (Common carp). *International Journal of Environmental Science & Technology* Vol. 5(2): 179–182

- Wali W, Emiyarti, La Ode AA. 2020. Heavy metal content of nickel (Ni) in sediment and seawater in Tapuemea Seawaters, North Konawe. *Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)* Vol. 5(1): 37–47
- Wardani DAK, Dewi NK, Utami NR. 2014. Akumulasi logam berat timbal (Pb) pada daging kerang hijau (*Perna viridis*) di Muara Sungai Baanjir Kanal Barat Semarang. *Jurnal Biologi* Vol. 3(1): 1-8
- Wathoni AZ, Annisa IP, Farradina CS. 2021. Penurunan kadar logam berat nikel limbah cair industri pada pengolahan air limbah industri di Karawang. *Journal of Industrial Process and Chemical Engineering* Vol. 1(2): 40-45
- Wibowo D, Basri, Aryani A, Sumarlin, Rosdiana, Wa N, Ilham. 2020. Analisis kandungan logam nikel (Ni) dalam air laut dan persebarannya di Perairan Teluk Kendari, Sulawesi Tenggara. *Indonesia Journal of Chemical Research* Vol. 8(2): 144-150
- Widaningrum, Miskiyah, Suismono. 2007. Bahaya kontaminasi logam berat dalam sayuran dan alternative pencegahan cemarannya. *Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian* Vol. 3: 16-27
- Widowati W, Astiana S, Raymond JR. 2008. *Efek toksik logam pencegahan dan penanggulangan pencemaran*. Yogyakarta: Andi
- Yolanda S, Rosmaidar, Nazaruddin, Armansyah T, Balqis U, Fahrима Y. 2017. Pengaruh paparan timbal (Pb) terhadap histopatologis insang ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner* Vol. 1(4): 736-741

LAMPIRAN

Lampiran 1 Nilai Parameter Lingkungan

Stasiun	Parameter Lingkungan	Pengulangan			Rata-rata
		A	B	C	
1	Salinitas	4.6	5	5.4	5
	Suhu	25	25	25	25
	pH	6.52	5.75	7.29	6.52
	DO	4.78	4	3.52	4.1
2	Salinitas	12.56	16.68	15.76	15
	Suhu	25	25	25	25
	pH	7	6.52	6.46	6.66
	DO	6.75	5.6	4.15	5.5
3	Salinitas	5.68	8.63	6.69	7
	Suhu	25	25	25	25
	pH	8	7.32	7	7.44
	DO	6	5	6.1	5.7
4	Salinitas	15.6	11.4	12	13
	Suhu	25	25	25	25
	pH	5.5	7.8	7.04	6.78
	DO	7.48	6	8.96	7.48
5	Salinitas	19	14	18	17
	Suhu	25	25	25	25
	pH	8.69	6.34	7.77	7.6
	DO	4.5	3.5	3.19	3.73

Lampiran 2 Kandungan Logam Berat Dalam Air

Stasiun	Kode Sampel	Conc	Abs.	Rata-rata
1	1A	0,052	0,046	0,053
	1B	0,053	0,049	
	1C	0,053	0,047	
2	2A	0,033	0,027	0,032
	2B	0,032	0,025	
	2C	0,032	0,026	
3	3A	0,031	0,021	0,031
	3B	0,031	0,021	
	3C	0,031	0,021	
4	4A	0,027	0,018	0,027
	4B	0,027	0,017	
	4C	0,026	0,013	
5	5A	0,018	0,007	0,018
	5B	0,018	0,006	
	5C	0,018	0,007	

Kandungan Logam Berat Ni dalam Air

Stasiun	Kode Sampel	Conc	Abs.	Rata-rata
1	1A	0,089	0,0014	0,088
	1B	0,085	0,0013	
	1C	0,089	0,0014	
2	2A	0,076	0,0011	0,072
	2B	0,072	0,0010	
	2C	0,068	0,0009	
3	3A	0,066	0,0008	0,065
	3B	0,072	0,0007	
	3C	0,056	0,0004	
4	4A	0,085	0,0013	0,089
	4B	0,094	0,0015	
	4C	0,089	0,0014	
5	5A	0,025	0,0001	0,026
	5B	0,029	0,0002	
	5C	0,024	0,0000	

Kandungan Logam Berat Pb dalam Air

Lampiran 3 Nilai Fraksi Padat

Stasiun	(W ₀)	(W ₁)	(W ₂)	Fraksi Padat
1	0,75	163,69	87,42	0,5319
2	0,73	143,50	53,25	0,3679
3	0,77	117,15	54,56	0,4622
4	0,75	173,90	66,66	0,3807
5	0,78	145,95	114,31	0,7820

Lampiran 4 Kandungan Logam Berat dalam Sedimen

Stasiun	Kode Sampel	Conc	Abs.	Rata-rata	Fraksi Padat	Volume Akhir	Berat Sampel	Ni
1	1A	0,158	0,125	0,113	0,532	100	2	10,594
	1B	0,084	0,054					
	1C	0,095	0,075					
2	2A	0,091	0,059	0,084	0,368	100	2	11,349
	2B	0,072	0,041					
	2C	0,087	0,064					
3	3A	0,121	0,098	0,127	0,462	100	2	13,750
	3B	0,140	0,108					
	3C	0,120	0,102					
4	4A	0,138	0,106	0,152	0,381	100	2	19,988
	4B	0,228	0,134					
	4C	0,091	0,058					
5	5A	0,167	0,114	0,119	0,782	100	2	7,636
	5B	0,087	0,065					
	5C	0,105	0,088					

Stasiun	Kode Sampel	Conc	Abs.	Rata-rata	Fraksi Padat	Volume Akhir	Berat	Pb
1	1A	0,284	0,164	0,283	0,532	100	2	26,571
	1B	0,280	0,159					
	1C	0,284	0,163					
2	2A	0,370	0,229	0,363	0,368	100	2	49,284
	2B	0,355	0,262					
	2C	0,363	0,274					
3	3A	0,359	0,259	0,318	0,462	100	2	34,419
	3B	0,249	0,129					
	3C	0,347	0,248					
4	4A	0,321	0,215	0,323	0,381	100	2	42,379
	4B	0,325	0,228					
	4C	0,321	0,217					
5	5A	0,273	0,154	0,270	0,782	100	2	17,273
	5B	0,269	0,138					
	5C	0,269	0,137					

Lampiran 5 Principal Component Analysis (PCA)

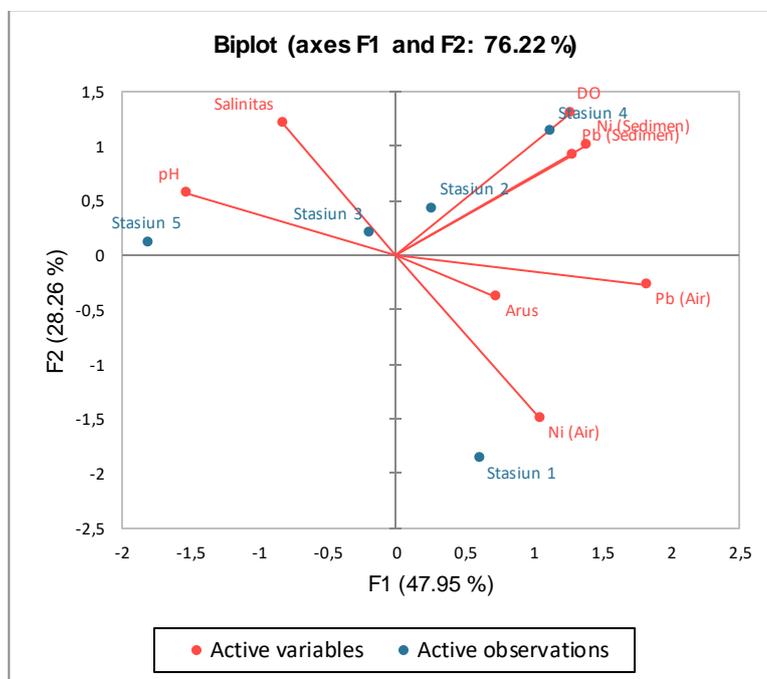
A. Squared cosines of the variables:

	F1	F2	F3	F4
Ni (Air)	0,320	0,650	0,023	0,006
Ni (Sedimen)	0,558	0,291	0,002	0,149
Pb (Sedimen)	0,478	0,245	0,083	0,194
Pb (Air)	0,976	0,022	0,001	0,000
pH	0,683	0,093	0,048	0,176
Salinitas	0,199	0,423	0,190	0,187
DO	0,464	0,495	0,004	0,037
Arus	0,157	0,042	0,776	0,025

B. Squared cosines of the observations:

	F1	F2	F3	F4
Stasiun 1	0,149	0,835	0,015	0,001
Stasiun 2	0,074	0,112	0,062	0,751
Stasiun 3	0,035	0,021	0,778	0,165
Stasiun 4	0,530	0,311	0,116	0,043
Stasiun 5	0,935	0,002	0,062	0,001

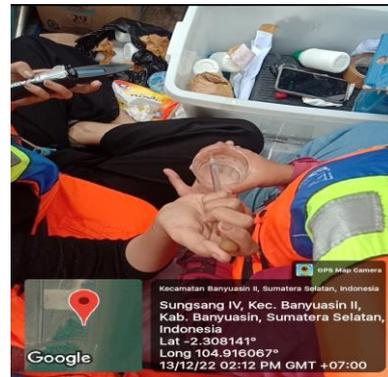
C. Biplot



Lampiran 6 Dokumentasi

A. Pengambilan Sampel dan pengukuran parameter

 The linked image cannot be displayed. The file may have been moved, renamed, or deleted. Verify that the link points to the correct file and location.



B. Destruksi Sampel dan Analisis Logam Berat

