

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA AIR  
BALLAST KAPAL DI PELABUHAN TANJUNG API-API DAN  
PELABUHAN BOOM BARU PROVINSI SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

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

Oleh:

**RINI WAHYUNI  
08051282025050**



**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2025**

**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA AIR  
BALLAST KAPAL DI PELABUHAN TANJUNG API-API DAN  
PELABUHAN BOOM BARU PROVINSI SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

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

**Oleh:**

**RINI WAHYUNI**

**08051282025050**



**JURUSAN ILMU KELAUTAN  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS SRIWIJAYA  
2025**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ANALISIS KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb)**  
**PADA AIR BALLAST KAPAL DI PELABUHAN TANJUNG**  
**API-API DAN PELABUHAN BOOM BARU PROVINSI**  
**SUMATERA SELATAN**

**SKRIPSI**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana**  
**Bidang Ilmu Kelautan**

Oleh  
**Rini Wahyuni**  
**08051282025050**

**Pembimbing II**

  
**Beta Susanto B.S.Pi., M.Si., Ph.D**  
**NIP. 198802222015041002**

**Indralaya, Mei 2025**  
**Pembimbing I**

  
**Dr, Anna Ida SP, S.Kel., M.Si**  
**NIP. 198108052005011002**

**Mengetahui,**  
**Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**

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

**Tanggal pengesahan:**

## LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Rini Wahyuni

NIM : 08051282025050

Program Studi : Ilmu Kelautan

Judul Skripsi : Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Ballast Kapal Di Pelabuhan Tanjung Api-Api Dan Pelabuhan Boom Baru Provinsi Sumatera Selatan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Dewan Penguji dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana pada Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

### DEWAN PENGUJI

Ketua : Dr. Anna Ida Sunaryo Purwiyanto, S.Kel., M.Si  
NIP.198303122006042001 (.....)

Anggota : Beta Susanto Barus, S.Pi., M.Si., Ph.D  
NIP.1988022222015041002 (.....)

Anggota : Dr. Wike Eka Ayu Putri, S.Pi., M.Si  
NIP.197905122008012017 (.....)

Anggota : Dr. Hartoni, S.Pi., M.Si  
NIP.197906212003121002 (.....)

Ditetapkan di :  
Tanggal :

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Dengan ini saya Rini Wahyuni, 08051282025050 menyatakan bahwa Karya Ilmiah/Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan Karya Ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata atau (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun Perguruan Tinggi lainnya.

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

Inderalaya, 13 Mei 2025



*Rini Wahyuni*  
Rini Wahyuni  
NIM.08051282025050

## PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademik Universitas Sriwijaya, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rini Wahyuni  
NIM : 08051282025050  
Program Studi : Ilmu Kelautan  
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Jenis Karya : Skripsi

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

**“Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Ballast Kapal Di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru Provinsi Sumatera Selatan”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih media /formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat, dan memublikasikan skripsi saya. Skripsi ini dibiayai dan didukung dari penelitian a.n Rini Wahyuni tahun 2024. Segala sesuatu terkait penggunaan data dan publikasi skripsi ini, harus seizin Rini Wahyuni

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Inderalaya, 13 Mei 2025



*Rini Wahyuni*  
Rini Wahyuni  
NIM.08051282025050

## ABSTRAK

**Rini Wahyuni. 08051282025050. Analisis kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Ballast Kapal di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru Provinsi Sumatera Selatan. (Pembimbing: Dr, Anna Ida Sunaryo Purwiyanto, S.Kel., M.Si. dan Beta Susanto Barus, S.Pi.,M.Si.,Ph.D)**

Perairan Tanjung Api-Api dan Boom Baru merupakan kawasan yang dimanfaatkan sebagai areal permukiman, transportasi dan sebagai area pelabuhan. Kondisi ini tentu dapat berpotensi meningkatkan masukan bahan pencemar seperti logam berat ke perairan tersebut. Air ballast merupakan salah satu komponen penting dalam operasional kapal yang berfungsi menjaga stabilitas dan keseimbangan kapal selama pelayaran. Namun, air ballast berpotensi menjadi sumber pencemaran lingkungan, terutama jika mengandung logam berat seperti timbal (Pb) yang berbahaya bagi ekosistem perairan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada air ballast kapal yang berlabuh di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru, Provinsi Sumatera Selatan. Pengambilan sampel dilakukan pada beberapa kapal yang sedang melakukan aktivitas bongkar muat di kedua pelabuhan tersebut. Analisis kandungan Pb dilakukan menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam berat kapal kargo 0,0883 mg/L, kapal Tanker 0,079 mg/L, kapal Ferry 0,0791 mg/L. Berdasarkan baku mutu akumulasi Pb telah melebihi batas, berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dengan baku mutu (0,008 mg/L).

**Kata kunci: air ballast, logam berat, timbal (Pb), pencemaran, pelabuhan, Spektrofotometri Serapan Atom.**

**Pembimbing II**

  
**Beta Susanto B,S.Pi., M.Si.,Ph.D**  
**NIP. 198802222015041002**

**Indralaya, Mei 2025**

**Pembimbing I**

  
**Dr, Anna Ida S P, S.Kel., M.Si.**  
**NIP. 198303122006042001**

**Mengetahui,**

**Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**



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

## ABSTRACT

**Rini Wahyuni. 08051282025050. Analysis of Lead (Pb) Heavy Metal Content in Ballast Water of Ships at Tanjung Api-Api Port and Boom Baru Port, South Sumatra Province. (Advisors: Dr. Anna Ida Sunaryo. Purwiyanto., S.Kel., M.Sc. and Beta Susanto Barus., S.Pi., M.Si., Ph.D.)**

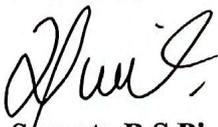
The waters surrounding Tanjung Api-Api and Boom Baru in South Sumatra function as hubs for residential settlements, transportation, and port operations. These activities contribute to the risk of environmental contamination, particularly from pollutants such as heavy metals. One significant source of such pollution is ballast water, which is essential for maintaining the stability of ships during voyages but may carry harmful substances, including lead (Pb). This study investigates the concentration of lead in ballast water from ships docked at the Tanjung Api-Api and Boom Baru ports. Samples were taken from vessels involved in loading and unloading activities, and lead levels were measured using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. The findings revealed lead concentrations of 0.0883 mg/L in cargo ships, 0.079 mg/L in tankers, and 0.0791 mg/L in ferries— all of which exceed the maximum allowable limit of 0.008 mg/L as specified in Government Regulation No. 22 of 2021 on Environmental Protection and Management. These results highlight the urgent need for monitoring and regulating ballast water discharge to protect aquatic ecosystems from heavy metal contamination.

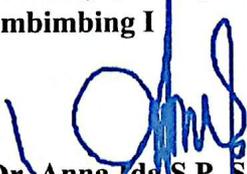
**Keywords: ballast water, heavy metals, lead (Pb), pollution, port, atomic absorption spectrophotometry.**

Inderalaya, May 2025

Pembimbing I

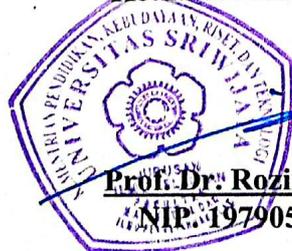
Pembimbing II

  
**Beta Susanto B.S.Pi., M.Si., Ph.D**  
NIP. 198802222015041002

  
**Dr. Anna Ida S P, S.Kel., M.Si.**  
NIP. 198303122006042001

Mengetahui

**Ketua Jurusan Ilmu Kelautan**



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

## RINGKASAN

**Rini Wahyuni. 08051282025050. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Ballast Kapal Di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru Provinsi Sumatera Selatan. (Pembimbing : Dr, Anna Ida Sunaryo Purwiyanto, S.Kel.,M.Si dan Beta Susanto Barus, S.Pi.,M.Si.,Ph.D)**

Perairan Tanjung Api-Api dan Boom Baru merupakan kawasan yang dimanfaatkan sebagai areal permukiman, transportasi dan sebagai area pelabuhan. Kondisi ini berpotensi meningkatkan masukan bahan pencemar seperti logam berat ke perairan tersebut. Air ballast kapal digunakan untuk menjaga stabilitas dan keseimbangan kapal saat tidak bermuatan. Namun, pembuangan air ballast ke perairan pelabuhan dapat menjadi sumber pencemaran, terutama jika mengandung logam berat seperti timbal (Pb). Penelitian ini bertujuan menganalisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada air ballast kapal di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru, Provinsi Sumatera Selatan. Sampel air ballast diambil dari beberapa kapal yang bersandar di kedua pelabuhan tersebut.

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 3-7 Juni 2024 di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru Provinsi Sumatera Selatan, dengan menggunakan *Water Sampler* untuk pengambilan sampel air ballast kapal, pengukuran PH menggunakan kertas PH indikator dan penambahan HNO<sub>3</sub> pada sampel. Pengukuran parameter perairan menggunakan multiparameter (HANNA *instrument* HI98196), sampel diolah di Laboratorium Oseanografi Fisika, kandungan logam berat Timbal dianalisis menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom Nyala (AAS).

Hasil penelitian menunjukkan kandungan logam berat kapal kargo 0,0883 mg/L, kapal Tanker 0,079 mg/L, kapal Ferry 0,0791 mg/L. Berdasarkan baku mutu akumulasi Pb telah melebihi batas, berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dengan baku mutu (0,008 mg/L). Nilai indeks beban pencemaran (PLI) di seluruh stasiun 0,000000015 (PLI<1) yang artinya air ballast pada tanki kapal masih tergolong tercemar ringan oleh logam berat.

## LEMBAR PERSEMBAHAN

Segala puji dengan rasa syukur yang mendalam kepada **Allah SWT** atas limpahan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik sebagai syarat untuk meraih gelar Sarjana Sains (S.Si). Skripsi ini bukan sekadar karya ilmiah, melainkan potongan perjalanan, buah dari proses panjang yang penuh peluh, air mata, doa yang tak pernah putus, dan semangat. Maka, dengan segenap cinta, penghormatan, dan rasa syukur yang dalam, izinkan penulis mempersembahkan karya ini kepada:

- ❖ **Allah SWT Al-Alīm (الْعَلِيم)** Yang Maha Mengetahui, Maha Pemilik Ilmu dan Kebijaksanaan, yang dengan rahmat-Nya yang melimpah, kasih sayang-Nya yang tak terbatas, serta petunjuk-Nya yang bijaksana, telah mengaruniakan kekuatan, kesehatan, dan kemudahan dalam setiap langkah kehidupan penulis, serta memberikan kelancaran bagi penulis dalam menyelesaikan tahap akhir perkuliahan ini dengan baik. Semoga setiap kata dan makna yang tertuang dalam karya ini bernilai ibadah dan menjadi pemberat amal kebaikan di akhirat kelak, seperti yang disampaikan dalam HR.Muslim “Jika seseorang meninggal dunia, maka terputuslah amalnya kecuali tiga perkara: sedekah jariyah, ilmu yang bermanfaat, atau anak shalih yang mendoakannya." (HR. Muslim, no. 1631).
- ❖ **Kepada cinta pertama dan panutanku Ayahanda Sainudin dan pintu surgaku, malaikat tak bersayap Ibunda Aminah.** Sebagai tanda bukti, hormat dan rasa terimakasih kupersembahkan karya kecil ini kepada ibu dan ayah dua sosok luar biasa yang telah menanamkan kasih sayang tanpa henti, segala motivasi dan dukungan agar penulis selalu percaya diri, semua kerja keras yang diusahakan untuk anak kesayangannya menempuh pendidikan, semua doa-doa dan zikir yang selalu ayah dan ibu panjatkan demi kelancaran dan kesuksesan masa depan penulis, Terima kasih telah menjadi rumah paling hangat, penuh tawa, cerita, dan lelucon yang menyembuhkan lelah. Penulis sangat bangga terlahir dari dua hati terbaik yang selalu tulus mencintai dalam diam. Semoga ini menjadi langkah kecil menuju impian-impian besar yang ingin kita wujudkan bersama, setiap kerja keras yang kulakukan tak lepas dari harapan untuk membuatmu bangga. Semoga ayah

dan ibu selalu diberi kesehatan, umur panjang, dan kebahagiaan yang tak terputus. I love you more. Terima kasih telah menjadi alas pijakku dan tempat kembaliku.

- ❖ Terimakasih kepada wanita sederhana yang memiliki impian besar, yang sulit dimengerti isi kepalanya yaitu penulis sendiri **Rini Wahyuni,S.Kel** Terimakasih telah bekerja keras untuk meyakinkan dan menguatkan diri ssendiri bahwa kamu bisa menyelesaikan studi ini, berbahagialah selalu dengan dirimu sendiri. Rin rayakan kehadiranmu sebagai berkah dimanapun kamu menjejakkan kaki, jangan sia-siakan usaha dan doa yang selalu kamu langitkan, Jangan pernah menyerah pada impian yang telah kamu susun dengan penuh harap. Ingatlah, Allah telah merencanakan dan menyediakan porsi terbaik untuk perjalanan hidupmu. Semoga kebaikan dan kebahagiaan serta Ridho Allah SWT selalu menyertaimu.
- ❖ **Dengan rasa bangga dan kerendahan hati penulis persembahkan skripsi ini kepada saudaraku tersayang Novriyadi.** Iyai adalah salah satu alasan penulis untuk terus berjuang dan berusaha menjadi yang terbaik, sosok yang mungkin tak selalu mengekspresikan perhatian lewat kata, namun selalu hadir melindungi dan memberi kasih sayang untuk adik kesayangannya sedari kecil. terimakasih untuk semua nasehat, solusi, inspirasi, support system yang tak pernah henti. Skripsi ini adalah salah satu wujud kecil dari rasa terima kasihku atas cinta tanpa syarat yang telah engkau berikan, tanpa kasih sayang dan pengorbananmu, pencapaian ini tidak akan mungkin tercapai. Lagu “Nina” dari Feast yang seringku dengar itu adalah kita, bagiku bukan sekadar lagu melainkan gambaran rasa cinta dan pengorbanan iyai yang sederhana namun bermakna. Semoga iyai sehat selalu, dipenuhi kebahagiaan, panjang umur agar kita tetap bersama untuk saling menyayangi, menjaga, saling mendukung dalam tiap impian dan perjalanan yang belum selesai.
- ❖ **Kepada sepupuku tercinta Mirsandi Agustian dan Rian Pranata,S.E.** Terimakasih yang tak terhingga atas semua dukungan secara moril maupun material, segala motivasi, nasehat yang tak hentinya kakak berikan. Terimakasih telah menjaga dan meluangkan waktu untuk sekedar

memastikan bahwa adikmu baik-baik saja selama masa perkuliahan sehingga penulis mampu menyelesaikan study dan meraih gelar sarjana.

- ❖ **Kepada Ibu keduaku Nirwana,S.Pd.** Makwo adalah guru pertama yang mengajarkanku nilai kehidupan, menanamkan harapan, dan menyalakan semangat untuk bermimpi. Beliaulah yang senantiasa mendukung penulis dalam setiap langkah, menjadi pendengar setia, tempat berbagi cerita, dan sumber kekuatan saat penulis merasa lelah. Skripsi ini kupersembahkan dengan penuh cinta dan rasa hormat untuk Makwo, yang telah menjadi cahaya penuntun dalam perjalanan akademik penulis. Terima kasih atas segala doa, pelukan hangat, dan keyakinan yang tak pernah padam bahwa aku bisa sampai sejauh ini.
- ❖ **Kepada Bapak Prof.Dr.Hasanudin,M.Si.** Terimakasih yang tak terhingga penulis sampaikan, berkat kedermawanan tanpa pamrih bapak, penulis dapat melaksanakan penelitian lapangan, membayar Uang Kuliah Tunggal (UKT), hingga akhirnya menyelesaikan studi ini dan meraih gelar sarjana. Semoga segala kebaikan yang Bapak berikan menjadi amal jariyah yang terus mengalir,serta Bapak senantiasa diberikan kesehatan, kesuksesan, dan perlindungan dari Allah SWT.
- ❖ **Kepada Keluarga Besar kakek Alim Tupang Alm & Nenek Salma Almh,** Terimakasih telah menerima dan menjadi rumah terindah penulis selama masa perkuliahan, telah memberikan dukungan dan motivasi serta menyayangi penulis, penulis sangat bangga terlahir dari keluarga yang penuh kepedulian dan kasih sayang, sehat selalu & murah rezeki untuk seluruh keluarga besarku.
- ❖ **Kepada Ibu Dr.Anna Ida Sunaryo Purwiyanto, S.Kel., M.Si dan Bapak Beta Susanto Barus,S.Pi.,M.Si.,Ph.D.** Dosen pembimbing skripsi yang dengan penuh kesabaran dan dedikasi telah membimbing penulis selama proses penyusunan skripsi ini. Saya mengucapkan terima kasih yang mendalam atas segala materi, arahan, serta ilmu berharga yang telah diberikan selama masa studi di program Ilmu Kelautan.
- ❖ **Kepada Ibu Dr.Wike Ayu Eka Putri,S.Pi.,M.Si dan bapak Dr. Hartoni, S.Pi.,M.Si.** Terima kasih atas ilmu, masukan, kritik, dan saran yang

membangun selama proses penyusunan skripsi ini, sehingga karya ini dapat terselesaikan dengan lebih baik.

- ❖ **Seluruh Dosen Program Studi Ilmu Kelautan**, yang telah memberikan pengetahuan, inspirasi, dan arahan sepanjang masa studi.
- ❖ Seluruh Staff Tata Usaha Ilmu Kelautan, Terima kasih **kepada Babe Marsai, Pak Min, dan Pak Yudi** atas segala bantuan dan bimbingannya yang tak terhingga.
- ❖ **Keluarga Besar Mapala SABAK dari Angkatan PENDIRI sampai AKSARA**. Terkhusus kepada angkatan AKAR (Bang Lurus), Ancala Wanara (Bang Liwo, Limbat, Lingar, Lies, Lilo, Lisong, Limo, kak Lije, Bang Lingal), ALAS (kak Mumum, bang Muslem, Mukar, kak Mudes, Musik, bang Murat) Terimakasih atas semua dedikasi, semua pengalaman, petualangan, pembelajaran, perlindungan yang kalian berikan selama penulis di bangku kuliah. Untuk adik-adikku Angkatan TOMBAK (Pegau, petrus, pesan, pelet, pepes, pepi, pecel) SATRIA (Lenong, Lengan, Leak, Petir) AKSARA (Pakam, Pabay) Terimakasih telah menemani dan menghibur, siap sedia memberi pertolongan kapanpun kepada penulis. Tetap semangat dan jangan pernah menyerah untuk membawa nama baik Mapala SABAK setinggi langit menembus awan.
- ❖ **Kepada Muhammad Ikhsan (Pecel), M. Yusti Tio Putra (Petir), dan M. Ammar Redho** Terima kasih yang sebesar-besarnya atas kerja keras, waktu, dan tenaga yang kalian curahkan dalam membantu penulis selama proses penelitian lapangan. Berkat bantuan kalian, penulis mampu menyelesaikan skripsi ini dengan baik hingga meraih gelar sarjana. Doa terbaik selalu menyertai langkah kalian semoga sukses, lancar dalam setiap urusan.
- ❖ **Kepada 2 Sahabat Mapala, cegilku Nia Alfani Sabna,S.P (Penyes) dan Alfi Husnia, S.Pd (Cigago)**. Terimakasih kalian telah bersedia menjadi teman dalam hal apapun, walaupun terlalu GILA, Kehadiran kalian membuat perjalanan ini terasa lebih ringan, penuh warna, dan tak terlupakan, semangat terus guys. Semoga persahabatan ini akan terus berlanjut hingga kita tua bersama, terimakasih telah menerima nyay dengan

segala kekurangannya. Ayo Kita Tamatkan Perjalanan ini dan sukses bersama.

- ❖ **Kepada Anjani Rahayu,S.Kel (Pepes)** Terimakasih telah membersamai, bersedia membantu kapanpun (terutama saat buntu), menjadi saksi patah hati kala itu, tempat curhat walaupun tanpa solusi, semangat dan bahagia terus pes, ingat misi menjadi orang kaya.
- ❖ **Kepada Tarisa Perdina,S.Kel** sahabat yang telah menemani dalam perkuliahan ini dengan berbagai suka duka, berbagi laporan praktikum, tugas kuliah, satu instansi kerja praktek, tempat cerita hal apapun, terimakasih telah menerima penulis sebagai sahabatmu meskipun menyebalkan, semangat terus sa dan percaya bahwa hal-hal baik itu pasti akan datang pada waktu yang tepat, jangan pernah lupakan semua yang telah kita jalani bersama.
- ❖ **Teruntuk Musisi Tanah Air Daniel Baskara putra, Nadin Amizah,** telah menciptakan karya indah melalui musikmu yang menemani penulis mengerjakan seluruh tugas kuliah dan skripsi, musik ciptaan kalian bukan hanya sekedar musik namun dengan lirik yang penuh makna sehingga penulis mampu memaknai arti hidup sebenarnya.
- ❖ **Kucing peliharaanku Bubu, Mochiato, Yamooli** terimakasih telah menemani dan menghibur penulis selama perkuliahan, maaf jika banyak kekurangan dalam merawat kalian, tetaplah menjadi kucing-kucing clingy yang cerdas, semoga penulis cepat bekerja agar dapat memberi kalian royal canin, lovee kaliannnn.

Inderalaya, 13 Mei 2025

Rini Wahyuni  
NIM.08051282025050

## HALAMAN MOTTO

“Bertarunglah untuk masa depan sekalipun kamu perempuan, mimpi besar  
hanya butuh tekad dan keberanian untuk mewujudkannya”

“Hidup bukan saling mendahului, bermimpilah sendiri-sendiri”-Hindia

## KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, serta karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Ballast Kapal di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru Provinsi Sumatera Selatan” ini dengan baik. Skripsi ini di susun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar sarjana Strata-1 di program studi Ilmu Kelautan, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis menyadari bahwa keberhasilan ini tidak terlepas dari bantuan, bimbingan, serta dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing Ibu Dr, Anna Ida Sunaryo Purwiyanto, S.Kel., M.Si dan Bapak Beta Susanto Barus, S.Pi.,M.Si., Ph.D yang telah membimbing dalam pembuatan skripsi, serta dosen penguji Ibu Dr, Wike Ayu Eka Putri, S.Pi., M.Si dan Bapak Dr, Hartoni, S.Pi., M.Si selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktu untuk memberikan masukan selama proses penyusunan skripsi ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis sangat terbuka terhadap saran dan masukan yang konstruktif demi penyempurnaan di masa yang akan datang. Penulis juga berharap bahwa karya ini dapat memberikan manfaat bagi berbagai pihak, terutama dalam mendukung perkembangan ilmu pengetahuan di bidang Ilmu Kelautan. Akhir kata penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan balasan atas semua kebaikan yang telah di berikan.

Inderalaya, 13 Mei 2025

Rini Wahyuni

NIM. 08051282025050

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>COVER .....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN.....</b>	<b>iv</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH.....</b>	<b>vi</b>
<b>PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS .....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRAK.....</b>	<b>viii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>ix</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>x</b>
<b>LEMBAR PERSEMBAHAN .....</b>	<b>xi</b>
<b>HALAMAN MOTTO .....</b>	<b>xvi</b>
<b>KATA PENGANTAR .....</b>	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>xx</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xxi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xxii</b>
<b>I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
<b>II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>6</b>
2.1 Pencemaran Lingkungan Laut.....	6
2.3 Air Ballast Kapal.....	7
2.4 Dampak Air Ballast Kapal .....	9
<b>III METODOLOGI.....</b>	<b>11</b>
3.1 Waktu dan Tempat .....	11
3.2 Alat dan Bahan .....	12
3.2.1 Alat Penelitian .....	12
3.2.2 Bahan Penelitian.....	12
3.3 Metode Penelitian.....	13
3.3.1 Pengambilan Sampel .....	13
3.3.2 Pengukuran Parameter lingkungan .....	13

3.3.3 Preparasi Sampel Air Ballast kapal.....	14
3.3.4 Destruksi sampel Air ballast kapal.....	14
3.3.5 Pengukuran Logam Berat.....	14
3.3.6 Perhitungan Logam Berat.....	14
<b>3.4 Analisis Data .....</b>	<b>15</b>
<b>IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>18</b>
<b>4.1 Kondisi Umum Perairan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Bom Baru.....</b>	<b>18</b>
<b>4.2 Parameter Perairan Tanjung Api-Api dan Perairan Bom Baru.....</b>	<b>20</b>
4.2.1 Pengukuran Suhu.....	20
4.2.2 Pengukuran pH.....	21
4.2.3 Pengukuran Salinitas .....	23
<b>4.3 Kandungan Logam Berat Dalam Air Ballast Kapal.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4 Parameter Air Ballast Kapal.....</b>	<b>28</b>
<b>4.5 Faktor Kontaminasi (CF) dan Indeks Beban Pencemaran (PLI) Logam Berat Pb.....</b>	<b>29</b>
<b>V Kesimpulan dan Saran.....</b>	<b>32</b>
5.1 Kesimpulan .....	32
5.2 Saran.....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>33</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>38</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1 Kerangka pikir penelitian .....	4
2 Peta Penelitian .....	11
3 Peta Boom Baru dan Peta Tanjung Api-Api .....	13
5 Lokasi perairan pelabuhan Tanjung Api-Api .....	18
6 Lokasi Perairan Pelabuhan Bom Baru Palembang .....	19

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1 Alat yang digunakan dan fungsinya .....	12
2 Bahan yang digunakan dan fungsinya.....	12
3 Standar Baku Mutu Logam Berat pada Air.....	15
4 Kategori pencemaran logam berat berdasarkan nilai CF dan PLI.....	16
5 Nilai konsentrasi alami logam.....	17
6 pengukuran parameter lingkungan .....	20
7 Hasil pengukuran rata-rata kandungan logam berat air ballast kapal .....	24
8 Pengukuran parameter air ballast kapal.....	28
9 Nilai faktor kontaminasi dan indeks beban pencemaran logam berat Pb dalam air ballast kapal.....	30

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Pengukuran parameter lingkungan.....	38
2 Pengukuran parameter air ballast kapal.....	38
3 Perhitungan Cf, Cd, PLI.....	38
4 Hasil perhitungan logam berat Pb .....	39
5 Dokumentasi.....	40

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pelabuhan Tanjung Api-api merupakan pelabuhan penyeberangan laut yang terletak di Kabupaten Banyuasin, Sumatera Selatan. Pelabuhan ini menghubungkan Provinsi Sumatera Selatan dengan Provinsi Bangka Belitung. Kawasan Tanjung Api-api merupakan wilayah administrasi Kabupaten Banyuasin yang telah ditetapkan sebagai kawasan ekonomi khusus. Wilayah Tanjung Api-Api merupakan salah satu wilayah perairan yang memegang peranan penting bagi masyarakat Sumatera Selatan. Adanya pembangunan pelabuhan ini tentu saja mengakibatkan perubahan pada perairan di sekitar pelabuhan. Salah satu perubahan pada perairan yang paling menonjol adalah meningkatkan konsentrasi logam berat di perairan, terutama logam Pb (Agustriani *et al.* 2017).

Pelabuhan Boom Baru Palembang terletak di Sungai Musi dengan jarak  $\pm 108$  Km dari muara Sungai ke arah hulu. Pelabuhan yang termasuk sebagai Wilayah Administratif Kotamadya Palembang Provinsi Sumatera Selatan dengan letak geografis 02°-58'- 48" LS dan 104°-46'-36" BT (Sulistyo *et al.* 2024). Pelabuhan Bom Baru sebagai salah satu pusat aktivitas ekonomi di Palembang memiliki peran yang sangat penting dalam mendukung pertumbuhan ekonomi daerah. Namun, di balik aktivitas yang padat, terdapat potensi dampak negatif terhadap lingkungan, terutama terkait dengan pencemaran logam berat. Logam berat yang berasal dari berbagai aktivitas industri dan transportasi di pelabuhan dapat mencemari perairan dan sedimen, serta terakumulasi dalam biota perairan.

Meningkatnya aktivitas perkapalan menyebabkan peningkatan pula pencemaran laut akibat aktivitas perkapalan. Pencemaran laut dapat disebabkan oleh adanya sisa dampan amunisi perang, buangan dan proses di kapal, buangan industri ke laut, proses pengeboran minyak di laut, buangan sampah dari transportasi darat melalui sungai, emisi transportasi laut dan buangan pestisida. Pencemaran laut didefinisikan sebagai dimasukkannya oleh manusia, baik secara langsung maupun tidak langsung, sesuatu benda, zat, energi ke dalam lingkungan laut, sehingga menimbulkan akibat kepada alam dan membahayakan kesehatan serta kehidupan manusia dan ekosistem serta merugikan lingkungan yang baik dan fungsi laut sebagaimana mestinya (Anisyah *et al.* 2016).

Logam berat merupakan kelompok unsur dengan berat molekul tinggi, yang umumnya memiliki sifat beracun terhadap manusia, hewan, dan tumbuhan. Ketika logam berat masuk ke dalam metabolisme makhluk hidup dan melebihi ambang batas toleransi, dapat menimbulkan dampak serius, keberadaan logam berat yang sulit terurai dan cenderung mengakumulasi dalam tubuh organisme menjadi ancaman signifikan bagi kelangsungan hidup. Oleh karena itu, pemahaman mendalam terkait dampak logam berat serta upaya pencegahan dan pengelolaan yang efektif menjadi krusial (Indrawan dan Putra, 2018).

Air ballast kapal yang digunakan sebagai pemberat dan penyeimbang kapal saat tidak membawa muatan menimbulkan dampak sangat signifikan karena air ballast kapal mengandung beragam mikroorganisme dan bahan kimia yang dapat mengganggu keseimbangan alami dan menjadi ancaman bagi keberlanjutan hayati di laut serta membahayakan kesehatan manusia yang bergantung pada sumber daya laut. Berdasarkan Peraturan Menteri Nomor 21 Tahun 2010 tentang Perlindungan Lingkungan Maritim, disebutkan bahwa kegiatan diatas kapal dapat menyumbang bahan pencemar diantaranya, minyak, bahan cair beracun, kotoran, sampah, muatan bahan berbahaya dalam bentuk kemasan, air ballast dan bahan berbahaya bagi lingkungan yang ada di kapal (Rahmawati *et al.* 2018).

Penelitian ini berfokus pada jenis logam berat yaitu timbal (Pb). Logam berat Pb termasuk logam berat non esensial. Logam berat Pb terdapat di perairan baik secara alamiah maupun hasil dari aktivitas manusia. Timbal (Pb) salah satu logam berat yang memiliki efek yang sangat merugikan untuk komponen biotik dan abiotik. Penelitian mengenai logam berat pada air ballast kapal bertujuan untuk memahami distribusi, transportasi, dan dampaknya terhadap lingkungan serta mencari solusi atau teknologi yang dapat mengurangi risiko pencemaran. Oleh karena itu, penelitian ini memiliki relevansi yang tinggi untuk mendukung keberlanjutan dan pelestarian ekosistem laut serta kesejahteraan manusia yang tergantung pada sumber daya laut.

Penelitian ini pernah dilakukan oleh Agustriani *et al.* (2017) konsentrasi Pb diperairan dan pelabuhan Tanjung Api-Api berkisar antara 0,014-0,071 ppm sedangkan kisaran logam Pb sebagai hasil air ballast berkisar antara 0,019-0,184 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam Pb pada perairan Tanjung Api-Api telah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Menteri

Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, yaitu maksimal 0,08 ppm. Konsentrasi logam Pb pada air ballast yang lebih tinggi dibandingkan konsentrasi Pb di perairan, menunjukkan bahwa air ballast memang menjadi salah satu sumber masuknya logam Pb di perairan.

## 1.2 Rumusan Masalah

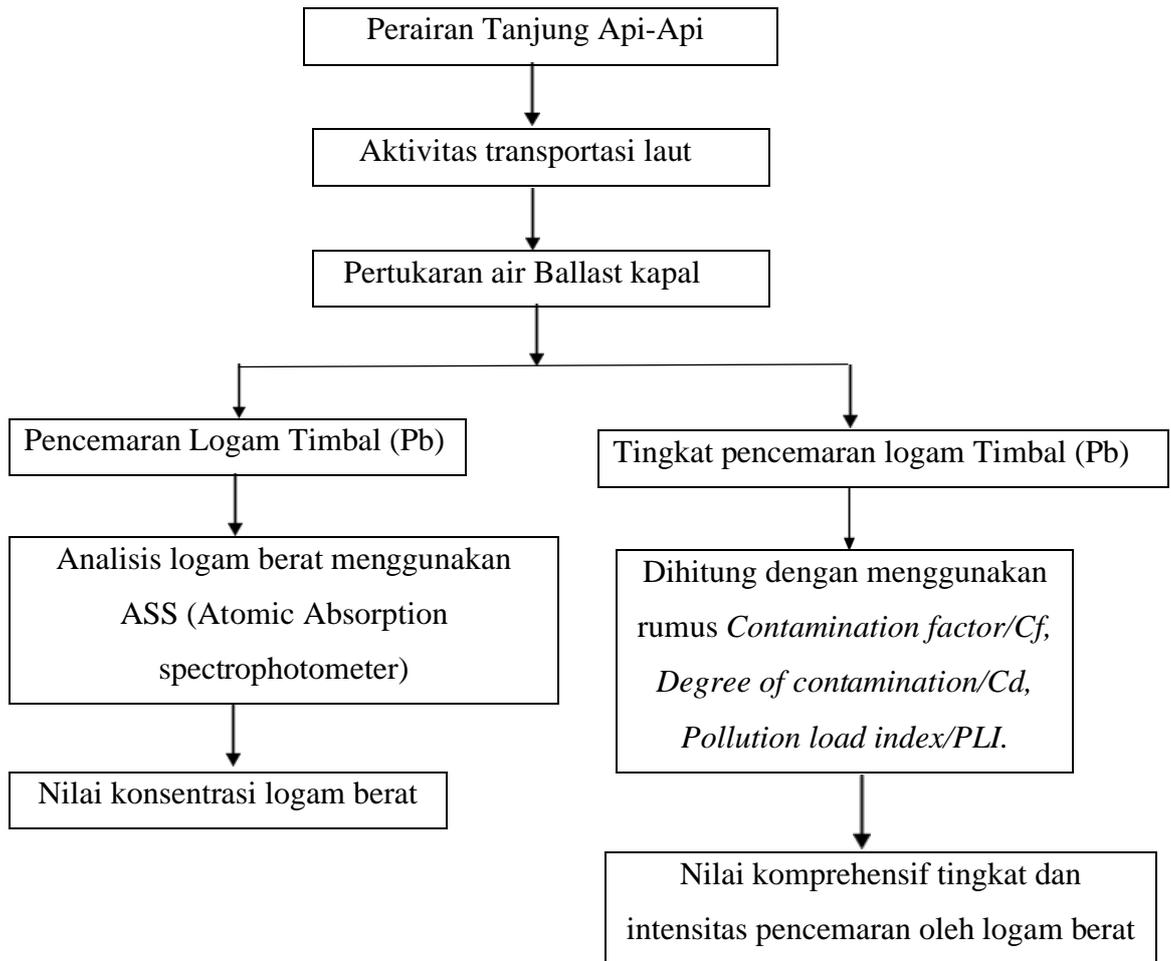
Penggunaan air ballast kapal di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan pelabuhan Boom Baru Palembang merupakan isu penting yang perlu diteliti untuk memahami dampaknya terhadap lingkungan perairan dan efektivitas sistem pengelolaannya. Pencemaran yang terjadi akibat air ballast kapal barang dan penumpang di Pelabuhan tersebut menimbulkan beban pencemaran yang berdampak secara tidak langsung terhadap kualitas perairan, efek dari beban pencemaran air ballast tersebut berupa logam berat yang terakumulasi dalam sedimen air laut ataupun dalam ikan-ikan di sekitar perairan pelabuhan (Balwa *et al.* 2016).

Sistem ballast pada kapal sesungguhnya adalah sistem yang penting dan berfungsi untuk menjaga kestabilan kapal. Air laut yang keluar dari sistem ballast ini memiliki berbagai macam kandungan, baik mikroorganisme maupun bahan-bahan kimia yang dikhawatirkan adanya hewan-hewan atau spesies lain (baru) yang akan masuk ke wilayah Indonesia dan bisa mengganggu biota laut di perairan Indonesia. Namun Indonesia pada tingkat nasional telah menerapkan peraturan tentang aspek-aspek terkait melalui UU Pelayaran No. 8 tahun 2008 dan Peraturan Pemerintah Nomor 21 tahun 2010 tentang Perlindungan Lingkungan Laut serta bekerjasama dengan Indonesia *National Shipowners Assosiation* (INSA) untuk mengikuti aturan yang disepakati pada siding IMO (Wibowo *et al.* 2024).

Permasalahan yang dapat diangkat dari penelitian ini yaitu:

1. Berapa besar kandungan serta beban pencemaran logam berat Timbal (Pb) pada air balas kapal di Perairan Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru Palembang ?
2. Bagaimana menghitung tingkat pencemaran Timbal (Pb) yang disebabkan oleh air ballast kapal?

Kerangka pikir penelitian secara lengkap disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1 Kerangka pikir penelitian

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui berapa besar kandungan logam berat Timbal (Pb) pada air balas kapal yang bersandar di Pelabuhan Tanjung Api-api dan Pelabuhan Boom Baru Palembang
2. Menghitung tingkat pencemaran Timbal (Pb) yang disebabkan oleh air ballast kapal berdasarkan *Pollution Load Index (PLI)*, *Contamination factor (CF)*, *Degree of contamination (CD)*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini bermanfaat untuk:

1. Dapat memberikan gambaran kandungan logam berat timbal (Pb) pada air ballast kapal di perairan Pelabuhan Tanjung Api-api dan Pelabuhan Boom Baru Palembang.
2. Memberikan kontribusi informasi dan data yang dapat digunakan dalam pengembangan atau penyesuaian kebijakan dan peraturan terkait penggunaan air ballast di Pelabuhan Tanjung Api-Api dan Pelabuhan Boom Baru Palembang.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Anisyah UA, Joko T, Nurjaluzi. 2016. Studi Kandungan dan Beban Pencemaran Logam Timbal (Pb) Pada Air Ballast Kapal Barang dan Penumpang di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 4 (4). ISSN 2356-3346.
- Abdillah I, Basuki M. 2020. Model Pengolahan Air Ballast Kapal Akibat Deballasting Di Pelabuhan Teluk Lamong Berbasis Risiko. *Jurnal Teknologi Kebumihan dan Kelautan*. Vol 2 (1). ISSN: 2686-0651.
- Ananda FS, Redjeki S, Widowati I. 2022. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, dan Jaringan Lunak Kerang Bambu (*Solen sp.*) di Perairan Rembang Jawa Tengah Dan Gresik Jawa Timur. *Journal of Marine Research*. Vol 11 (2). EISSN: 2407-7690.
- Aningtyas SN, Basuki N. 2020. Model Implementasi Peraturan Pemerintah Mengenai Ballast Water Management Di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Jurnal Teknologi Kebumihan dan Kelautan*. Vol 2 (1). ISSN: 2686-0651.
- Agustriani F, Purwiyanti AI, Suteja Y. 2017. Penilaian Pengkayaan Logam Timbal (Pb) dan Tingkat Kontaminasi Air Ballast di Perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 6 (8). ISSN 2339-0883.
- Aqila S. 2024. Ratifikasi Ballast Water Management Convention di Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Masyarakat*. Vol 3 (9). ISSN: 2798-5210.
- Balwa FA, Nurjaluzi, Joko T. 2016. Studi Beban Pencemaran Kadmium (Cd) Pada Ballast Water Kapal Barang dan Penumpang di Pelabuhan Tanjung Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. Vol 4 (4). ISSN 2356-3346.
- Emilia F, Suheryanto, Hanafiah Z. 2013. Distribusi Logam Kadmium dalam Air dan Sedimen di Sungai Musi Kota Palembang. *Jurnal Penelitian Sains*. Vol 16 (2)
- Emilia Ita. 2017. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Pada Remis (*Corbicula sp*) Di Dermaga Pasar 16 Ilir, Boom Baru Dan Tangga Takat Kota Palembang. Vol 14 (2). ISSN 2581 0170.
- Fendjalang NM, Krisye, Ropilu K. 2023. Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen di Perairan Pantai Kupa-Kupa Kabupaten Halmahera Utara. *Journal Of Coastal And Deep Sea*. Vol 1 (1).
- Gustiana T, Rozirwan. 2021. Actinomycetes yang diisolat dari mangrove *Rhizophora apiculata* di perairan Tanjung Api-api, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. Vol 23 (3).

- Handayani Y, Ibrahim, Hendri M, Dkk. 2021. Analisis Sebaran Sedimen Tersuspensi Terkait Perubahan Lingkungan Perairan Muara Sungai Banyuasin Sumatera Selatan Indonesia. *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Hari Air Dunia*. ISSN : 2621-7469.
- Harsono CC, Wahyuni S, Beno J. 2024. Upaya Penanggulangan Kebocoran Tangki Muatan MT. Seoinggaan P.3008 Dengan Fisbhone Analisis. *Jurnal Patria Bahari*. Vol 4 (1). ISSN: 2776-588.
- Indrawan SG, Putra NG. 2021. Konsentrasi Logam Berat (Pb,Cu,Cd, Zn) Pada Air dan Sedimen Di Perairan Serangan, Bali. *Jurnal Metamorfosa*. Vol 8 (1): 115123.
- Idrus S, Husen O, Kamar N. 2023. Penegakan Hukum terhadap Pencemaran Lingkungan Laut (Studi pada Kantor Syabandar Utama Makassar). *Jurnal Pendidikan Tambusai*. Vol 7 (2). ISSN: 2614-6754.
- Likuku AS, KB Mmolawa, GK Gaboutloeloe. 2013. Assessment of Heavy Metal Enrichment and Degree of Contamination Around the Copper-Nickel Mine in the Selebi Phikwe Region, Eastern Botswana. *Environment and Ecology Research*, 1(2): 32-40.
- Lusiana L, Widiatmono, Lufiyana. 2020. Beban Pencemaran BOD dan Karakteristik Oksigen Terlarut di Sungai Brantas Kota Malan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vo ISSN 1829-8901.
- Mahdi TI, Antoko B, Budiyanto N. 2023. Perancangan Ballast Piping System Pada Kapal Ro-Ro Passanger 146 M. *Jurnal Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya*. ISSN No. 2655 – 3333.
- Malisan J. 2011. Kajian Pencemaran Laut dari Kapal dalam Rangka Penerapan PP Nomor 21 Tahun 2010 Tentang Perlindungan Lingkungan Laut. *Jurnal Pentransla V*. Vol 13 (1).
- Mutmainah, Adnan I. 2020. Status Kualitas Perairan Kawasan Terpadu Pelabuhan Perikanan Samudera Bungus Menggunakan Metode Indeks Golongan Air. 2020. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol 19 (2).
- Muarif. 2016. Karakteristik Suhu Perairan di Kolam Budidaya Perikanan. *Jurnal Mina Sains*. Vol 2 (2). ISSN: 2407-9030
- Ozkan EY. 2012. A New Assessment of Heavy Metal Contaminations in an Eutrophicated Bay (Inner Izmir Bay, Turkey). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 12: 135-147.
- Putra N., Widada S., Atmodjo W. 2022. Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen Dasar Perairan Banjir Kanal Timur Semarang. *Indonesia Journal of Oceanography*. Vol 4 (3). ISSN:2714-8726.

- Putri EA, Agustriani F, Fauziyah, Dkk. 2022. Logam Berat pada Beberapa Jenis Ikan di Sekitar Perairan Tanjung Api-Api Sumatera Selatan. *Journal of Marine Research*. Vol 11 (2). EISSN: 2407-7690.
- Prianto E, Husnah, Aprianti S. 2010. Karakteristik Fisika Kimia dan Struktur Komunitas Zooplankton di Estuari Sungai Banyuasin Sumatera Selatan. *Jurnal Bawal*. Bol 3 (3).
- Permata MAD, Purwiyanto AIS, Diansyah G. 2018. Kandungan Logam Berat Cu (Tembaga) Dan Pb (Timbal) Pada Air Dan Sedimen Di Kawasan Industri Teluk Lampung, Provinsi Lampung. *Journal of Tropical Marine Science* Vol. 1(1) : 7-14. E-ISSN : 2623-2235.
- Pahlewi DA. 2023. Sebuah Studi Literatur: Mewaspada Ancaman Air Ballast Di Perairan Indonesia. *Jurnal Penelitian*. Vol 7 (2). E-ISSN 2615 – 3238.
- Prakaatmaja DD, Basuki M, Pranatal E. 2020. Penilaian Resiko Lingkungan Akibat Air Pembuangan Air Ballast Di Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya. *Jurnal Teknologi Kebumihan dan Kelautan*. Vol 2 (1). ISSN 2686-051.
- Rahmawati A, Nurdim HS. 2018. Tingkat Buangan Limbah Kapal Berukuran Di Bawah 5GT Di PPN Karangantu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 8 (2): 180-184. ISSN 2089-3469.
- Rahmayanti, Hamidah LN, Sari PA. 2023. Analisis Kualitas Air Limbah Industri Logam di Kabupaten Sidoarjo Dalam Menyisihkan TSS dan Logam Berat. *Environmental Engineering Journal ITATS*. Vol 3 (1). ISSN 2808-2052.
- Rahayu S, Rozirwan, Purwiyanto AI. 2019. Daya hambat senyawa bioaktif pada mangrove *Rhizophora* Sp. sebagai antibakteri dari perairan Tanjung Api-Api, Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian Sains*. Vol 21 (3). ISSN: 2597-7059.
- Razi MN, Fildzah, Dhani NS. 2023. Literatur Review: Pencemaran Logam Berat di Pelabuhan Indonesia. *Jurnal Laot Ilmu Kelautan*. Vol 5 (1). ISSN : 2684-7051.
- Sulistyo H, Suprijanto J, Yulianto B. 2024. Analisis Kualitas Air dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Laut di Perairan Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*. Vol 13 (1). EISSN: 2407-7690.
- Satriawan M, Arafat Y, Salmah N. 2024. Pengaruh Kepercayaan Diri Dan Motivasi Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Pada PT. Pelabuhan Indonesia (Persero) Regional II Palembang. *Jurnal Media Wahana Ekonomika*. Vol. 20 (4). ISSN 1693 – 409.

- Sitompul MA, Fitriyaningsih A, Laksana DA. 2024. Pengendalian Ballast Water Treatment System di MV. Federal Osaka. *Jurnal Seminar Nasional Transportasi dan Keselamatan*. Vol 1 (1).
- Simon P, Yalindua, Ibrahim S. 2021. Analisis Kualitas Perairan Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Laut. *Jurnal Kelautan Tropis*. Vol 24 (1). E-ISSN : 2528-3111.
- Supriatnaa, Mahmudia M, Musaa M, Kusriana. 2020. Hubungan pH dengan parameter kualitas air tambak intensif udang (*Litopenaeus vannamei*). *Journal of Fisheries and Marine Research* Vol. 4(3) : 368-374.
- Sukuryadi, Ibrahim Ali. 2015. Pemetaan Potensi Sumberdaya Wilayah Pesisir Selatan Kabupaten Lombok Timur Dengan Aplikasi Sistem Informasi Geografis. *Jurnal Paedogoria*. Vol 11 (1). ISSN 2086-6356.
- Warman I. 2015. Uji kualitas air muara sungai lais untuk perikanan di Bengkulu Utara. *Jurnal AGROQUA* Vol. 13(2) : 24-33.
- Wibowo., Cerlyawati H. 2021. Analisa Kandungan Logam Cd, Pb, Zn Dan Cu pada Tangki Ballast Kapal Niaga di Pelabuhan Kendal dan Tanjung Mas Semarang. *Jurnal Maritim Polimarine*. Vol 7 (1). ISSN 2540-9158
- Wibowo BA., Cerlyawati H. 2024. Implementasi Ballast Water Management Di Pelabuhan Tanjung Emas Semarang : Strategi dan Model Pengelolaan. *Jurnal Penelitian Managemen dan Inovasi Riset*. Vol 2 (3) : 201-213. ISSN 29886031.
- Yudiati E, Sedjati S, Enggar I, Hasibuan I. Dampak pencemaran logam berat kadmium pada salinitas yang berbeda terhadap mortalitas dan kerusakan jaringan insang juvenile udang vaname (*Litopeneus vannamei*). *Ilmu Kelautan* Vol. 14(4) : 29-35.