



DISEMINASI CEMARAN LOGAM BERAT DI PERAIRAN TELUK AMBON DAN POTENSI ANCAMANNYA BAGI KESEHATAN PERAIRAN DAN KEAMANAN SEAFOOD PADA SISWA KELAS XI SMA NEGERI 3 AMBON

Dissemination of Heavy Metal Pollution in Ambon Bay Waters and Its Potential Threats to Aquatic Health and Seafood Safety Among Grade XI Students of SMA Negeri 3 Ambon

Endang Jamal, Sophia N. M. Fendjalang*, Agapery Y. Pattinasarany

Program Studi Budidaya Perairan Univeritas Pattimura

Jl. Ir. M Putuhena, Kampus Poka, Ambon, Maluku, 97233

*Alamat Korespondensi : sophiafendjalang@gmail.com

(Tanggal Submission: 6 Agustus 2025, Tanggal Accepted : 15 Agustus 2025)



Kata Kunci :

*Diseminasi,
Cemaran,
Logam berat,
Teluk Ambon,
Siswa SMA*

Abstrak :

Teluk Ambon, sebagai pusat aktivitas perikanan dan permukiman, kini menghadapi ancaman serius akibat akumulasi logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg). Pencemaran ini bersumber dari aktivitas pertanian, industri, pertambangan, dan rumah tangga, serta berdampak buruk pada ekosistem laut dan kesehatan manusia, khususnya dalam konsumsi hasil laut. Dalam konteks ini, literasi lingkungan di kalangan pelajar menjadi penting untuk membangun kesadaran ekologis sejak dini. Kegiatan ini bertujuan untuk meningkatkan literasi dan kesadaran siswa SMA Negeri 3 Ambon terhadap bahaya cemaran logam berat di perairan Teluk Ambon. Kegiatan dilakukan melalui beberapa tahap, yaitu persiapan materi, sosialisasi, serta evaluasi pengetahuan siswa menggunakan pre-test dan post-test. Materi disampaikan secara interaktif melalui infografis, diskusi, dan studi kasus lokal yang relevan dengan kondisi sekitar. Hasil kegiatan menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa; pemahaman terhadap definisi logam berat meningkat dari 43,3% menjadi 70%, dan pemahaman terhadap dampak lokal melonjak dari 3,3% menjadi 90%. Metode edukatif berbasis visual dan kontekstual ini terbukti efektif dalam membangun kesadaran siswa serta mendorong mereka menjadi komunikator lingkungan di komunitasnya. Kegiatan ini menunjukkan bahwa tanpa teknologi canggih, pendekatan transfer IPTEKS yang sederhana namun relevan dapat menjembatani dunia akademik dan masyarakat secara praktis. Transfer pengetahuan berbasis lokal dan visual terbukti efektif dalam meningkatkan kesadaran lingkungan siswa.



Key word :

*Dissemination,
Contamination,
Heavy Metals,
Ambon Bay,
High School
Students*

Abstract :

Ambon Bay, a center of fishing and settlement activities, currently faces a serious threat due to the accumulation of heavy metals such as lead (Pb), cadmium (Cd), and mercury (Hg). This pollution originates from agricultural, industrial, mining, and household activities, posing significant risks to marine ecosystems and human health, particularly through seafood consumption. In this context, environmental literacy among students is essential to foster early ecological awareness. This activity aimed to enhance environmental literacy and awareness among students of SMA Negeri 3 Ambon regarding the dangers of heavy metal pollution in Ambon Bay. The program was implemented through several stages, including material preparation, awareness sessions, and student knowledge evaluation using pre-tests and post-tests. Materials were delivered interactively using infographics, discussions, and relevant local case studies. The results showed a significant increase in student understanding; knowledge of the definition of heavy metals rose from 43.3% to 70%, while understanding of local impacts jumped from 3.3% to 90%. This visual and contextual educational method proved effective in raising awareness and empowering students to act as environmental communicators in their communities. The activity demonstrates that even without advanced technology, simple yet relevant science and technology knowledge transfer approaches can effectively bridge academic knowledge and community awareness. Visual and local-based knowledge transfer has proven effective in enhancing students' environmental awareness.

Panduan sitasi / citation guidance (APPA 7th edition) :

Jamal, E., Fendjalang, S. N. M., & Pattinasarany, A. Y. (2025). Diseminasi Cemaran Logam Berat di Perairan Teluk Ambon dan Potensi Ancamannya bagi Kesehatan Perairan dan Keamanan Seafood pada Siswa Kelas XI SMA Negeri 3 Ambon. *Jurnal Abdi Insani*, 12(8), 4009-4016. <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v12i8.2823>

PENDAHULUAN

Ambon, sebagai ibu kota Provinsi Maluku, memiliki karakteristik geografis kepulauan dengan potensi kelautan yang besar, termasuk Teluk Ambon yang menjadi pusat kegiatan perikanan, pemukiman, dan industri. Namun, potensi ini tengah menghadapi ancaman serius akibat cemaran limbah buangan dari aktivitas di daratan maupun di perairan. Logam berat merupakan salah satu limbah kimiawi yang terdeteksi di perairan dan mengancam ekosistem dan kesehatan masyarakat. Berdasarkan hasil kajian dan monitoring yang dilakukan oleh tim Universitas Pattimura, ditemukan adanya akumulasi logam berat seperti timbal (Pb), cadmium (Cd), dan merkuri (Hg) di berbagai komponen ekosistem perairan seperti air, sedimen, dan biota (ikan, kerang, mangrove, dan lamun) di Teluk Ambon (Tuahatu *et al.* 2023; Natsir *et al.* 2021; Sukaryono *et al.* 2018; Santoso *et al.* 2016; Hadinoto *et al.* 2020; Tupan & Uneputty, 2017; Hadinoto *et al.* 2020). Cemaran ini sebagian besar berasal dari aktivitas antropogenik seperti pembuangan limbah domestik, industri, dan diduga residu pertambangan yang terbawa dari daerah lain seperti Gunung Botak di Pulau Buru Hindratmo *et al.* 2019; Fakaubun *et al.* 2019; Pelu *et al.* 2023.

Permasalahan utama yang dihadapi masyarakat di sekitar Teluk Ambon adalah tingginya tingkat pencemaran logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) yang telah melebihi ambang batas baku mutu lingkungan pada beberapa lokasi. Kondisi ini tidak hanya



membahayakan kelestarian ekosistem perairan, tetapi juga berdampak serius terhadap kesehatan manusia karena logam berat dapat terakumulasi dalam jaringan biota laut dan akhirnya masuk ke dalam rantai makanan. Sayangnya, rendahnya kesadaran masyarakat, termasuk di kalangan pelajar, mengenai bahaya pencemaran ini menyebabkan minimnya partisipasi aktif dalam menjaga lingkungan. Selain itu, belum optimalnya sistem pengelolaan limbah domestik dan industri di wilayah pesisir memperparah pencemaran yang terjadi. Kurangnya keterlibatan lembaga pendidikan seperti sekolah dalam kegiatan edukatif dan monitoring lingkungan juga menjadi tantangan tersendiri.

Untuk menjawab tantangan tersebut, akademisi dari Universitas Pattimura sebagai institusi yang berorientasi pada pengembangan wilayah kepulauan, dapat mengambil peran strategis dalam menyusun dan melaksanakan program diseminasi berbasis riset ilmiah mengenai bahaya logam berat di perairan Teluk Ambon. Dalam kegiatan ini, SMA Negeri 3 Ambon, khususnya siswa kelas XI IPS 2, menjadi mitra karena mereka berada di wilayah terdampak langsung oleh isu pencemaran lingkungan tersebut. Potensi besar yang dimiliki oleh para siswa sebagai agen perubahan di masyarakat menjadi alasan utama keterlibatan mereka dalam program ini. Mereka memiliki kedekatan emosional dan geografis dengan Teluk Ambon serta kapasitas untuk menyebarkan kesadaran akan pentingnya menjaga kualitas lingkungan. Para siswa SMA Negeri 3 Ambon, khususnya kelas XI IPS 2, memiliki peran penting sebagai bagian dari masyarakat yang terdampak. Peran siswa tidak hanya sebagai penerima informasi, tetapi juga sebagai komunikator lingkungan yang menyampaikan pengetahuan ini kembali ke keluarga dan komunitas mereka. Melalui kegiatan ini, siswa diharapkan dapat berkontribusi secara aktif, baik dengan mengikuti diseminasi, menyebarkan informasi yang diperoleh kepada keluarga dan lingkungan sekitar. Berdasarkan observasi awal, pemahaman mereka tentang pencemaran logam berat dan dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan masih terbatas. Ini menunjukkan pentingnya penyuluhan dan edukasi yang komprehensif dan berbasis ilmiah.

Kegiatan pengabdian ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan kesadaran siswa terhadap isu cemaran logam berat di Teluk Ambon dan dampaknya terhadap keberlangsungan ekosistem laut dan keamanan pangan laut (*seafood safety*). Tujuan ini selaras dengan misi Universitas Pattimura, khususnya Program Studi Budidaya Perairan, dalam memberdayakan masyarakat pesisir melalui pendidikan berbasis sains kelautan dan lingkungan. Program ini tidak hanya menanamkan pengetahuan, tetapi juga mendorong siswa untuk menjadi partisipan aktif dalam monitoring lingkungan dan kampanye pelestarian. Dengan pendekatan berbasis partisipatif, kegiatan ini diharapkan dapat menciptakan sinergi antara lembaga pendidikan tinggi dan sekolah menengah dalam menciptakan generasi muda yang peduli lingkungan serta membangun ketahanan ekosistem pesisir. Pendidikan lingkungan di tingkat sekolah sangat efektif dalam membangun kesadaran ekologis masyarakat secara luas (Rezkita & Wardani., 2018). Pendidikan diketahui memiliki peran strategis yakni sebagai sarana yang mampu mengubah sikap dan pandangan manusia pada masalah lingkungan, serta diharapkan dapat menunjang upaya memecahkan masalah lingkungan jangka panjang (Dasrita *et al.* 2015). Dalam konteks ini, keterlibatan siswa SMA adalah langkah strategis dalam memperluas dampak pengabdian masyarakat berbasis keilmuan.

METODE KEGIATAN

Metode pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang secara sistematis untuk mencapai tujuan edukatif dan pemberdayaan yang berkelanjutan terhadap mitra, yaitu siswa kelas XI IPS 2 SMA Negeri 3 Ambon. Program ini dilakukan dalam tiga tahapan utama, yakni persiapan, pelaksanaan sosialisasi, dan evaluasi kegiatan. Masing-masing tahapan dirancang agar terintegrasi dengan konteks lokal dan mampu melibatkan peran aktif siswa dan guru sebagai mitra utama, sejalan dengan visi Universitas Pattimura dalam membangun kapasitas masyarakat kepulauan melalui kegiatan edukatif dan ilmiah.



1. Persiapan

Mengawali rangkaian kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini, tim dari Jurusan Budidaya Perairan Universitas Pattimura melakukan pendekatan dan diskusi bersama guru SMA Negeri 3 Ambon tentang rencana penyampaian materi mengenai cemaran logam berat di perairan Teluk Ambon dan potensi ancamannya bagi kesehatan perairan dan keamanan *seafood* bagi siswa kelas XI. Rencana ini disambut baik oleh guru dan pihak sekolah, karena dinilai kegiatan ini akan menambah wawasan dan pengalaman belajar siswa diluar mata pelajaran wajib yang harus ditekuni oleh siswa setiap harinya. Waktu pelaksanaan kegiatan yang disepakati pada 13 Mei 2025, pukul 08.00 WIT – selesai.

2. Pelaksanaan Sosialisasi

Kegiatan sosialisasi yang dilakukan bertujuan untuk membangun pemahaman awal mengenai urgensi pencemaran logam berat di perairan Teluk Ambon dan dampaknya terhadap ekosistem serta kesehatan masyarakat. Kegiatan sosialisasi ini dilaksanakan secara tatap muka di ruang kelas dengan melibatkan seluruh siswa kelas XI IPS 2 yang terdiri dari 30 siswa/i. Materi sosialisasi disusun dalam bentuk presentasi interaktif yang disesuaikan dengan tingkat pemahaman siswa, mencakup konsep dasar logam berat, sumber-sumber pencemaran, mekanisme bioakumulasi, serta konsekuensi terhadap budidaya perikanan dan konsumsi manusia. Metode penyampaian dilakukan secara komunikatif dengan bantuan media visual berupa slide, video pendek, dan infografis. Selain itu, penyampaian materi diperkuat dengan studi kasus lokal berupa dokumentasi kondisi aktual Teluk Ambon (hasil riset dan foto lapangan) agar siswa dapat mengaitkan materi dengan lingkungan sekitarnya. Materi yang diberikan pada sosialisasi ini antara lain: (1). Defenisi logam berat, sumber dan efeknya terhadap rantai makanan di perairan; (2) Keamanan pangan khususnya seafood serta pengaruhnya terhadap tubuh manusia; (3) Kondisi cemaran logam berat di perairan teluk Ambon berdasarkan hasil penelitian.

3. Evaluasi Kegiatan

Untuk mengukur efektivitas kegiatan diseminasi, dilakukan evaluasi pembelajaran dalam bentuk pre-test dan post-test. Pre-test dilaksanakan sebelum sosialisasi untuk mengetahui tingkat pengetahuan awal siswa terkait isu logam berat dan pencemarannya di perairan. Tes ini mencakup pertanyaan pilihan ganda yang dirancang untuk menggali pemahaman siswa terhadap konsep-konsep dasar seperti jenis logam berat, sumber pencemaran, serta risiko kesehatan dan lingkungan. Setelah sesi sosialisasi selesai, post-test dilakukan dengan format yang serupa untuk mengukur peningkatan pemahaman dan kesadaran siswa. Hasil pre-test dan post-test selanjutnya dianalisis secara kuantitatif untuk mengevaluasi efektivitas metode dan seberapa besar transformasi pengetahuan yang terjadi. Analisis ini juga akan digunakan sebagai dasar untuk refleksi dan perbaikan dalam kegiatan pengabdian lanjutan. Selain penilaian kognitif, evaluasi juga dilakukan secara kualitatif melalui observasi partisipasi siswa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam kegiatan diseminasi ini, siswa diberikan pemahaman bahwa logam berat merupakan unsur logam dengan massa jenis tinggi yang bersifat toksik meski dalam konsentrasi rendah, seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) (Ma'rifah *et al.* 2016). Logam-logam ini umumnya berasal dari aktivitas manusia seperti limbah industri, pertambangan, pembakaran batu bara, hingga limbah domestik, yang kemudian mengalir dan terakumulasi di lingkungan laut (Carolin *et al.* 2017; Zhu *et al.* 2020; Fendjalang *et al.* 2022). Setelah masuk ke dalam sistem perairan, logam berat tidak dapat terurai secara hayati dan cenderung terakumulasi dalam jaringan organisme laut melalui proses bioakumulasi, serta mengalami peningkatan konsentrasi saat berpindah dari satu trofik ke trofik lain dalam rantai



makanan melalui proses biomagnifikasi (Ali *et al.* 2019) . Kedua proses ini menjadi ancaman serius terhadap kesehatan organisme perairan dan pada akhirnya manusia sebagai konsumen akhir.

Materi yang disampaikan dilanjutkan pada aspek keamanan pangan laut (*seafood safety*). Logam berat yang terakumulasi pada ikan, kerang, dan organisme laut lainnya dapat masuk ke tubuh manusia melalui konsumsi makanan laut yang tercemar (Jamal *et al.* 2022). Selain itu, pencemaran logam berat pada bahan pangan merupakan salah satu bentuk kontaminasi yang umum dijumpai di lingkungan. Logam berat ini dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk limbah industri, aktivitas pertambangan, sektor pertanian, dan limbah rumah tangga. Di antara semua sumber tersebut, limbah industri diketahui memberikan kontribusi paling signifikan terhadap peningkatan kadar logam berat di lingkungan. Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa paparan kronis logam berat dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kerusakan ginjal, gangguan sistem saraf, gangguan perkembangan pada anak, serta meningkatkan risiko kanker (Malik *et al.* 2021; Dewi *et al.* 2022; Putri *et al.* 2022). Dalam konteks Teluk Ambon, potensi paparan ini menjadi signifikan mengingat masyarakat pesisir sangat bergantung pada hasil laut sebagai sumber protein utama. Oleh karena itu, pemahaman tentang keamanan konsumsi seafood menjadi sangat penting. Materi yang disampaikan ini diharapkan menjadi informasi kepada siswa mengenai batas ambang maksimum logam berat dalam ikan konsumsi berdasarkan SNI dan standar WHO/FAO, serta dampaknya bagi kelompok rentan seperti anak-anak dan ibu hamil (Jamal *et al.* 2022).



Gambar 1. Suasana kelas saat penyampaian materi diseminasi.

Materi tentang kondisi cemaran logam berat di perairan Teluk Ambon berdasarkan hasil penelitian yang disampaikan dalam kegiatan diseminasi ini adalah kondisi faktual cemaran logam berat di perairan Teluk Ambon berdasarkan data historis dan hasil penelitian terkini. Berdasarkan berbagai kajian sejak tahun 1987 hingga 2024, ditemukan bahwa kadar Pb dan Cd di beberapa titik sampling seperti Poka, Hunuth, dan Lateri sering kali melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan SNI. Misalnya, kandungan Pb dalam air laut dilaporkan mencapai 0,552 mg/L, jauh di atas ambang batas KLH sebesar 0,008 mg/L. Bahkan, pada ikan konsumsi seperti ikan nila budidaya di keramba jaring apung (KJA) Poka, kandungan Pb tercatat mencapai 5,2 mg/kg dan Cd sebesar 3,64 mg/kg, yang sudah melebihi ambang batas konsumsi aman menurut SNI 7387:2009 dan SNI 2729:2021 (Pattipeiluhu & Fendjalang, 2024). Data ini memperkuat urgensi materi PkM dan edukasi lingkungan sebagai bagian dari strategi mitigasi risiko kesehatan akibat konsumsi hasil laut yang tercemar.

Evaluasi Kegiatan

Berdasarkan hasil pre-test mengenai pencemaran logam berat di Teluk Ambon, dapat disimpulkan bahwa pemahaman awal siswa masih terbatas. Sebanyak 70% siswa telah mengenal istilah logam berat, namun hanya 6,67% yang dapat memberikan definisi yang benar (Gambar 1). Mayoritas siswa (80%) memahami bahwa logam berat berdampak terhadap ikan dan biota perairan,

menunjukkan adanya kesadaran awal terhadap dampaknya. Disisi lain pemahaman tentang jalur masuk logam berat ke tubuh manusia cukup tinggi karena 96,67% siswa yang mampu menjawab dengan tepat (Gambar 1). Menariknya, seluruh siswa (100%) mampu menyebutkan tindakan yang seharusnya dilakukan agar laut tidak tercemar logam berat, yang mencerminkan potensi kepedulian lingkungan yang tinggi meski pengetahuan dasarnya masih perlu ditingkatkan (Gambar 1). Data ini menunjukkan perlunya penguatan edukasi yang komprehensif mengenai sumber, dampak, dan jalur pencemaran logam berat.

Pre Test Diseminasi Cemaran Logam Berat di TA. Ambon



Gambar 2. Hasil Pre-test siswa/i terhadap penyampaian materi.

Selanjutnya hasil analisis post-test mengenai pencemaran logam berat di Teluk Ambon, terlihat adanya peningkatan signifikan dalam pemahaman siswa setelah proses pembelajaran dilakukan. Siswa mampu mendefinisikan istilah "cemaran logam berat" dengan tepat pada post-test meningkat menjadi 70% dibandingkan pada pre-test, 6,67% (Gambar 1 dan 2). Kesadaran akan dampak logam berat terhadap biota perairan juga meningkat, dari 80% menjadi 86,7% siswa yang menjawab benar (Gambar 1 dan 2). Hal ini menunjukkan bahwa siswa tidak hanya mengerti bahwa pencemaran itu berbahaya, tetapi juga memahami bentuk dampaknya secara lebih spesifik. Pemahaman terhadap aspek lokal pun mengalami peningkatan drastis. Setelah penyampaian materi, pemahaman siswa tentang kerentanan Teluk Ambon terhadap paparan logam berat dan dampak jika Teluk Ambon terus terpapar logam mengalami peningkatan.. Sementara itu, kepedulian lingkungan yang sudah tinggi sejak pre-test tetap terjaga, terlihat dari kemampuan siswa dalam menyebutkan tindakan preventif terhadap pencemaran. Secara keseluruhan, proses pembelajaran berhasil meningkatkan pengetahuan konseptual dan kontekstual siswa mengenai isu pencemaran logam berat, serta membentuk kesadaran ekologis yang lebih matang dan berbasis lokal.

Post Test Diseminasi Cemaran Logam Berat di TA. Ambon



Gambar 3. Hasil Post-test siswa/i terhadap penyampaian materi.

Evaluasi efektivitas kegiatan dilakukan melalui pre-test dan post-test. Hasil pre-test menunjukkan bahwa sebagian besar siswa belum memiliki pemahaman dasar tentang isu pencemaran logam berat dan dampaknya. Namun, hasil post-test menunjukkan peningkatan skor, yang mengindikasikan adanya peningkatan pengetahuan secara substansial setelah mengikuti penyampaian materi. Hal ini membuktikan bahwa pendekatan edukatif berbasis IPTEKS yang digunakan efektif dalam mentransfer pengetahuan meski tanpa dukungan teknologi tinggi. Secara keseluruhan, kegiatan ini telah berhasil menjembatani ilmu pengetahuan akademik dengan kebutuhan praktis masyarakat melalui pendidikan lingkungan hidup. Kegiatan ini tidak hanya meningkatkan kesadaran siswa, tetapi juga mendorong mereka menjadi agen informasi di lingkungan sosialnya. Ini merupakan bentuk nyata implementasi IPTEKS dalam konteks pendidikan dan pemberdayaan masyarakat secara berkelanjutan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pimpinan dan siswa SMA Negeri 3 Ambon Khususnya kelas XI IPS 2 atas kesediaan dan partisipasinya dalam mendukung salah satu tugas Tridarma Perguruan Tinggi Khususnya Pada Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, H., Khan, E., & Ilahi, I. (2019). Environmental chemistry and ecotoxicology of hazardous heavy metals: Environmental persistence, toxicity, and bioaccumulation. *Journal of Chemistry*, 2019(1), 6730305. <https://doi.org/10.1155/2019/6730305>
- Pelu, A. D., Tuharea, A., & Walalayo, N. H. (2022). Analisis kadar merkuri (Hg) pada ikan di kecamatan Teluk Kaiely kabupaten Buru menggunakan metode mercury analyzer. *Jurnal Rumpun Ilmu Kesehatan*, 2(1), 99-108.
- Carolin, C. F., Kumar, P. S., Saravanan, A., Joshiba, G. J., & Naushad, M. (2017). Efficient techniques for the removal of toxic heavy metals from aquatic environment: A review. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 5(3), 2782–2799. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2017.05.029>
- Dasrita, Y., Saam, Z., Amin, B., & Siregar, Y. I. (2015). Kesadaran lingkungan siswa sekolah Adiwiyata. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, 2(1), 61–64.

- Dewi, E. R. (2022). Analisis cemaran logam berat arsen, timbal, dan merkuri pada makanan di wilayah Kota Surabaya dan Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, 18(1), 1–9. <https://doi.org/10.26553/jikm.2022.18.1.1-9>
- Fendjalang, S. N., Rupilu, K., Simange, S. M., & Paparang, A. (2022). Analysis of lead (Pb) in the coastal of Kupa Kupa Village, South Tobelo District, North Halmahera Regency. *Jurnal Pengelolaan Perikanan Tropis*, 6(2), 126–133. <https://doi.org/10.30598/jppt.2022.6.2.126>
- Hadinoto, S., & Setyadewi, N. M. (2020). Kandungan logam berat Pb dan Cd pada ikan di Teluk Ambon Dalam dan perhitungan maximum tolerable intake. *Indonesian Journal of Industrial Research*, 16(1), 6–12. <https://doi.org/10.29360/mb.v16i1.5778>
- Hindratmo, B., Masitoh, S., Mukhtar, R., & Junaidi, E. (2019). Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg) di Gunung Botak Kabupaten Kepulauan Buru Provinsi Maluku. *Ecolab*, 13(2), 124–129.
- Jamal, E., Reichelt-Brushett, A., & Benkendorff, K. (2022). Exposure to multiple elements reduces the health of *Saccostrea glomerata*: An assessment of the Richmond River Estuary, NSW, Australia. *Marine Pollution Bulletin*, 184, 114177. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114177>
- Ma'rifah, A., Siswanto, A. D., & Romadhon, A. (2016). Karakteristik dan pengaruh arus terhadap akumulasi logam berat timbal (Pb) pada sedimen di perairan Kalianget Kabupaten Sumenep. In *Prosiding Seminar Nasional Kelautan 2016* (pp. 32–88). Universitas Trunojoyo Madura.
- Malik, D. P., Yusuf, S., & Willem, I. (2021). Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada air laut dan sedimen di perairan Tanggul Soreang Kota Parepare. *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan*, 4(1), 135–145.
- Natsir, N. A., Hanike, Y., & Allifah Af, A. N. (2021). Akumulasi logam berat Pb dan Cd dalam sedimen dan hubungannya dengan biota laut di perairan Tulehu Ambon. *Biotropic*, 5(1), 41–49. <https://journalsaintek.uinsa.ac.id/index.php/biotropic/article/view/1067>
- Pattipeiluhu, S. M., & Fendjalang, S. N. M. (2024). Heavy metal contamination in freshwater and marine tilapia culture in the waters of Poka, Ambon Bay, Indonesia. *Egyptian Journal of Aquatic Biology and Fisheries*, 28(6), 1539–1553. https://ejabf.journals.ekb.eg/article_358781.html
- Putri, H. D., Elfidasari, D., & Sugoro, I. (2022). Bahaya kandungan logam berat (Cd, Hg, Pb) pada produk olahan *Pterygoplichthys pardalis* asal Sungai Ciliwung Jakarta bagi kesehatan manusia. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 7(1), 7–13.
- Fakaubun, R., Male, Y., & Selanno, D. (2020). Biokonsentrasi dan bioakumulasi merkuri (Hg) pada lamun *Enhalus acoroides* di Teluk Kayeli Kabupaten Buru Provinsi Maluku. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 8, 159–166.
- Rezkitia, S., & Wardani, K. (2018). Pengintegrasian pendidikan lingkungan hidup membentuk karakter peduli lingkungan di sekolah dasar. *TRIHAYU: Jurnal Pendidikan Ke-SD-an*, 4(2).
- Santoso, S., Haumahu, J., & Habi, M. (2016). Analisis spasial pencemaran logam berat sebagai dampak tempat pembuangan akhir sampah Kota Ambon pada Das Wai Yori di Negeri Passo. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 12(2), 55–65. <https://ojs3.unpatti.ac.id/index.php/bdp/article/view/324>
- Sukaryono, I. D., & Dewa, R. P. (2018, July 31). [Artikel Majalah BIAM]. *Majalah BIAM*.
- Tuahatu, J. W., Tubalawony, S., & Kalay, D. E. (2023). The Pb and Cd concentrations in mangrove substrate of Ambon Bay. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 14(3), 379–394. <https://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnalikt/article/view/37461>
- Tupan, C. I., & Uneputty, P. A. (2017). Concentration of heavy metals lead (Pb) and cadmium (Cd) in water, sediment and seagrass *Thalassia hemprichii* in Ambon Island waters. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation*, 10(6), 1610–1617.
- Zhu, A., Liu, J., Qiao, S., & Zhang, H. (2020). Distribution and assessment of heavy metals in surface sediments from the Bohai Sea of China. *Marine Pollution Bulletin*, 153, 110901. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.110901>

