

PENGUATAN LITERASI LINGKUNGAN DAN KEAMANAN PANGAN LAUT BAGI IBU-IBU MAJELIS TAKLIM DAARUNNA'IM DESA WAYAME

Endang Jamal¹, Sophia N. M. Fendjalang^{2*}, Bethsy J. Pattiasina³

^{1,2,3}Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,
Universitas Pattimura

*Email: sophiafendjalang@gmail.com

Abstract

Limited public awareness of coastal environmental pollution and seafood safety may contribute to environmental degradation and health risks, particularly in Ambon Bay. Women from Islamic study groups (Majelis Taklim) play a strategic role in shaping household behavior and therefore require adequate knowledge of environmental management and safe seafood consumption. This community service program aimed to strengthen environmental literacy and seafood safety awareness among members of the Daarunna'im Majelis Taklim in Wayame Village. The program employed interactive lectures, group discussions, question-and-answer sessions, and learning evaluations using pre-tests and post-tests. The educational materials covered sources and types of hazardous waste, the impacts of coastal pollution on marine ecosystems and human health, and environmentally responsible household practices. The activity was attended by 23 participants, representing 92% of the invited members, who showed a high level of engagement throughout the program. Evaluation results demonstrated a substantial improvement in participants' knowledge, with the average score increasing from 14.49% in the pre-test to 98.55% in the post-test, representing an overall improvement of 84%. Participants also showed marked improvement in understanding hazardous waste, its environmental and health impacts, and the responsible use of plastic materials. These findings indicate that community-based environmental education is an effective approach to enhancing public awareness and empowering women as environmental educators within their families and communities, thereby supporting the sustainability of coastal ecosystems and seafood safety.

Keywords: environmental literacy; seafood safety; coastal pollution; community education; Majelis Taklim; Ambon Bay

Abstrak

Rendahnya literasi masyarakat mengenai pencemaran lingkungan pesisir dan keamanan pangan laut berpotensi meningkatkan risiko gangguan kesehatan serta memperburuk kualitas lingkungan, terutama di kawasan Teluk Ambon. Ibu-ibu Majelis Taklim merupakan kelompok strategis dalam membentuk perilaku keluarga sehingga perlu dibekali pengetahuan mengenai pengelolaan lingkungan dan konsumsi pangan laut yang aman. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan meningkatkan literasi lingkungan dan keamanan pangan laut bagi ibu-ibu Majelis Taklim Daarunna'im Desa Wayame. Metode yang digunakan meliputi ceramah interaktif, diskusi, tanya jawab, serta evaluasi melalui pre-test dan post-test. Materi mencakup sumber dan jenis limbah berbahaya, dampak pencemaran terhadap ekosistem pesisir dan kesehatan manusia, serta perilaku rumah tangga yang ramah lingkungan. Kegiatan diikuti oleh 23 peserta (92% undangan) dengan antusiasme yang tinggi. Hasil evaluasi menunjukkan peningkatan tingkat pemahaman peserta dari 14,49% pada pre-test menjadi 98,55% pada post-test. Peningkatan juga terjadi pada pemahaman mengenai jenis limbah berbahaya, dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan, serta penggunaan plastik secara bijaksana. Kegiatan ini menunjukkan bahwa edukasi berbasis komunitas efektif meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat serta memperkuat peran ibu-ibu sebagai agen edukasi lingkungan dalam mendukung keberlanjutan ekosistem pesisir dan keamanan pangan laut.

Kata kunci: literasi lingkungan; keamanan pangan laut; pencemaran pesisir; edukasi masyarakat; Majelis Taklim; Teluk Ambon

1. PENDAHULUAN

Perairan Teluk Ambon berperan penting sebagai sumber pangan, mata pencaharian, dan aktivitas masyarakat. Sebagian besar masyarakat pesisir, termasuk di Wayame, memanfaatkan hasil laut sebagai sumber protein utama bagi keluarga. Namun, meningkatnya intensitas berbagai aktivitas antropogenik, baik di darat maupun di laut seperti permukiman, perdagangan, pelabuhan, transportasi laut, industri, pertambangan, pertanian intensif dan perikanan, telah meningkatkan jumlah masuknya limbah/sampah berbahaya secara signifikan ke ekosistem Teluk Ambon (Salamena dkk., 2023). Hal ini berpotensi menimbulkan pencemaran lingkungan perairan, menurunkan kualitas ekosistem dan memengaruhi keamanan pangan hasil laut akibat akumulasi bahan pencemar pada organisme perairan (Matitaputy dkk., 2024; Tuhumury dkk, 2025; Leimena dkk, 2026). Akumulasi kontaminan di wilayah perairan pesisir dan lautan berpotensi menimbulkan ancaman serius terhadap kualitas dan keberlanjutan ekosistem laut serta keamanan produk perikanan laut.

Kontaminasi bahan pencemar seperti mikroplastik, logam berat, pestisida, obat-obatan dan bahan kimia lainnya di lingkungan perairan telah menjadi isu lingkungan global (Jamal dkk., 2022; Jamal dkk., 2024b; Sefali dkk., 2026; Laheng dkk, 2026). Berbagai jenis pestisida digunakan pada kegiatan pertanian di Kota Ambon (Jamal dan Louhenapessy, 2024a). Sebanyak 17 artikel penelitian melaporkan kontaminasi logam di air, sedimen, mangrove, kepiting bakau, dan ikan (Jamal dkk., 2025a; 2025b). Berbagai senyawa kimia bahan pencemar tersebut di antaranya bersifat racun, sukar terurai, dapat menetap di lingkungan dan cenderung terakumulasi dalam sedimen maupun jaringan biota (Jamal dkk., 2022; Jamal dkk., 2024b). Masuknya kontaminan pada jaringan biota laut dapat terjadi melalui berbagai jalur, meliputi air, pakan, sedimen dasar, serta interaksi langsung dengan lingkungan perairan (Cortes dkk., 2026). Umumnya, konsentrasi kontaminan terdeteksi sangat kecil ($\mu\text{g/L}$ hingga $\mu\text{g/L}$) di perairan, namun substansinya berpotensi menimbulkan efek terhadap kesehatan ekosistem dan manusia (Arumugam dkk., 2026). Di sisi lain, organisme perairan seperti ikan, udang, dan moluska memiliki kemampuan untuk menyerap dan mengakumulasi zat toksik melalui proses bioakumulasi yang berlangsung secara bertahap seiring waktu pemeliharaan (Jamal dkk., 2024a; Cortes dkk., 2026;). Konsumsi produk laut yang terkontaminasi dalam jangka panjang dapat berdampak terhadap kesehatan masyarakat. Paparan jangka panjang terhadap bahan kimia pencemar telah dikaitkan dengan berbagai gangguan kesehatan serius, termasuk kerusakan sistem saraf pusat, gangguan hormon dan fungsi ginjal dan hati, serta peningkatan risiko karsinogenesis (Arumugam dkk., 2026).

Salah satu permasalahan yang dihadapi masyarakat pesisir, termasuk Desa Wayame, adalah masih rendahnya pemahaman mengenai dampak sampah/limbah beracun terhadap kualitas lingkungan laut dan kesehatan Masyarakat. Perilaku sebagian masyarakat masih membuang sampah secara sembarangan, termasuk ke pesisir dan laut, dan menggunakan plastik sekali pakai secara berlebihan tanpa memahami dampak pencemaran yang ditimbulkannya (Leimena dkk, 2025). Kondisi ini berpotensi meningkatkan pencemaran lingkungan pesisir dan memengaruhi keamanan pangan laut yang dikonsumsi sehari-hari. Oleh karena itu, diperlukan upaya edukasi dan peningkatan literasi lingkungan kepada masyarakat, khususnya kelompok ibu-ibu yang memiliki peran penting dalam pengelolaan rumah tangga dan konsumsi pangan keluarga.

2. METODE

Metode PkM yang digunakan adalah ceramah interaktif, diskusi kelompok, dan tanya jawab mengenai pencemaran lingkungan pesisir, jenis limbah rumah tangga berbahaya, keamanan pangan laut, serta perilaku rumah tangga ramah lingkungan. Penyampaian materi dilakukan dengan bahasa sederhana dan contoh-contoh yang dekat dengan kehidupan sehari-hari masyarakat. Kegiatan PkM ini terdiri atas beberapa tahapan, yakni tahap persiapan, tahap pelaksanaan, dan tahap evaluasi.

1. Tahap persiapan meliputi: koordinasi dengan pengurus pengajian dan tokoh masyarakat setempat, penyusunan materi edukasi dan media penyuluhan, dan identifikasi kebutuhan dan permasalahan lingkungan di lokasi kegiatan.
2. Tahap pelaksanaan terdiri dari; 1) pembukaan oleh ketua MT Daarunna'im Desa Wayame dan diikuti dengan menjawab 3 butir soal yang akan diselesaikan selama 5 menit pada lembar tes awal yang telah dibagikan. 2) Ceramah edukasi tentang mengenali sumber dan jenis limbah/sampah berbahaya, dampak bagi keberlanjutan fungsi lingkungan dan kesehatan manusia, perilaku bijak dan ramah lingkungan. Media yang digunakan berupa Ceramah interaktif dan tanya jawab ini berlangsung selama dua jam dari jam 16.00 sampai dengan 18.00 WIT di halaman beranda Mesjid Daarunna'im Desa Wayame yang diikuti oleh 23 peserta dari 25 orang yang diundang (> 90% dari total undangan)
3. Tahap evaluasi untuk mengukur tingkat pemahaman peserta melalui persentase jumlah jawaban yang benar secara keseluruhan dan jumlah jawaban yang benar secara parsial atau menurut subtopik. Tes awal dan tes akhir yang berupa 3 butir soal pilihan ganda. Soal 1 tentang sumber dan jenis limbah/sampah berbahaya, soal 2 tentang dampak dari sampah atau limbah yang berbahaya dan beracun terhadap fungsi lingkungan dan kesehatan manusia dan soal 3 tentang perilaku bijak dan ramah lingkungan terkait pengelolaan sampah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan edukasi lingkungan dan keamanan pangan laut kepada ibu-ibu MT Daarunna'im Desa Wayame berjalan lancar dan disambut dengan antusiasme. Ceramah edukasi diawali dengan pemberian secara acak foto bergambar 8 jenis sampah rumah tangga, antara lain: plastik kresek, baterai, karton/kertas bekas, sabun cuci, obat nyamuk, bahan pemutih, kaleng bekas, dan *scrub* lotion. Selanjutnya, setiap ibu yang memegang barang tersebut disuruh menjawab atau dibantu oleh ibu lainnya untuk menjawab pertanyaan sebagai berikut:

1. Apakah jenis sampah yang diperoleh berbahaya bagi lingkungan dan manusia?
2. Apakah mudah busuk atau diuraikan oleh alam?
3. Bagaimana cara membuangnya yang benar?

Hasilnya, sebanyak 8 peserta menjawab dengan benar pertanyaan ke-1, 12 peserta menjawab dengan benar pertanyaan ke-2, dan 3 peserta menjawab dengan benar pertanyaan ke-3. Kemudian, aktivitas ini diikuti oleh tes awal dan penyampaian ceramah edukasi selama kurang lebih 45 menit. Beberapa poin penting yang disampaikan tentang pencemaran logam berat, pestisida, dan bahan kimia berbahaya memiliki tingkat bahaya tinggi karena beberapa di antaranya bersifat toksik, persisten, dan bioakumulatif. Logam seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan timbal (Pb) tidak dapat terdegradasi secara alami dan cenderung terakumulasi dalam jaringan organisme (Darmono, 2001; Puspasari, 2017). Merkuri, timbal, dan kadmium bersifat neurotoksik kuat yang dapat mengganggu

sistem saraf dan bahkan merusak sistem saraf pusat, ginjal, serta perkembangan kognitif karena sifat bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam rantai makanan (Zhao dkk., 2026; Sefali dkk., 2026). Logam berat dikategorikan sebagai pencemar dengan risiko kronis jangka panjang yang sangat tinggi, bahkan pada konsentrasi rendah (Amriani dkk., 2011; Riani, 2021). Merkuri, kadmium, dan timbal dapat menyebabkan gangguan fisiologis pada organisme laut, seperti kerusakan organ, gangguan reproduksi, dan penurunan pertumbuhan ikan kerapu pada perairan tercemar (Setyawan dkk., 2013). Dalam konteks keberlanjutan, hal ini berpotensi menurunkan stok sumber daya ikan dan mengancam keamanan pangan (*food security*) masyarakat pesisir.

Perilaku dan budaya masyarakat memiliki peran kunci dalam menjaga keberlanjutan limbah/sampah di lingkungan pesisir. Salah satu bentuk perilaku bijak yang paling mendasar adalah pengelolaan limbah rumah tangga secara bertanggung jawab, seperti tidak membuang sampah langsung ke laut atau sungai, serta menerapkan prinsip 3R (*reduce, reuse, recycle*) (Zamrudi, 2022; Rahim dkk., 2024). Keterlibatan berbagai pihak, termasuk pemerintah, akademisi, dan komunitas lokal, diperlukan untuk menciptakan perubahan perilaku yang berkelanjutan. Secara keseluruhan, perilaku dan budaya yang bijak dalam pengelolaan lingkungan pesisir mencakup kombinasi antara kesadaran individu, praktik kolektif, dan dukungan kelembagaan. Dalam konteks Teluk Ambon, penerapan perilaku ini sangat penting untuk mengurangi tekanan pencemaran, menjaga kualitas lingkungan, serta melindungi kesehatan masyarakat. Dengan membangun budaya yang peduli pada lingkungan, keberlanjutan ekosistem pesisir dapat terjaga untuk generasi mendatang.

Pada sesi tanya jawab tentang realitas keseharian yang terkait dengan topik yang dibahas. Peserta aktif bertanya. Beberapa pertanyaan yang tercatat antara lain: 1) Apa dampak penggunaan pemutih pakaian dan pembersih toilet bagi mereka yang sering terpapar? 2) Apa itu fenol? Mengapa minuman kemasan plastik yang terkena cahaya matahari bisa berbahaya bagi kesehatan? 3) Masih amankah jika memakan ikan dari dalam Teluk Ambon? 4) Bagaimana efek penggunaan kosmetik yang berbahan racun? dan 5) Bagaimana cara membuang baterai bekas dan obat racun tikus? Peserta mengaku bahwa mereka selama ini tidak menyadari bahwa ternyata banyak sekali barang yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari yang mengandung zat kimia berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Peserta lainnya mengusulkan agar dapat melanjutkan program edukasi ini ke tahap yang lebih praktikal, seperti peserta diajarkan bagaimana cara memilah sampah sebelum dibuang ke Tempat Pembuangan Sampah Sementara. Gambar 1 menunjukkan situasi saat ceramah (A) dan foto bersama setelah kegiatan (B).



(A)

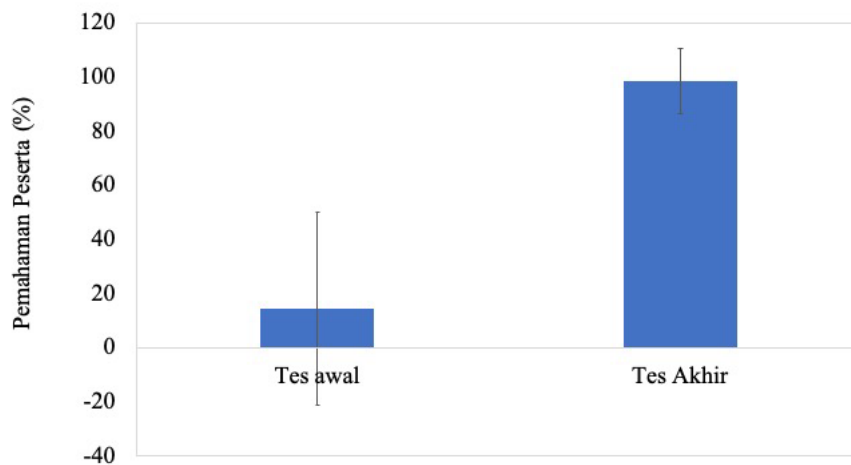


(B)

Gambar 1. (A) Situasi ceramah; (B) Foto bersama.

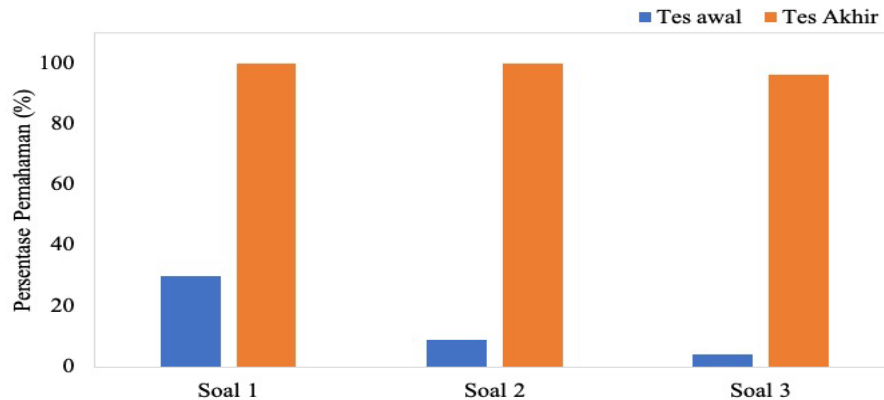
Kegiatan ditutup dengan pemberian souvenir mangkuk porselen yang melambangkan bahan ramah lingkungan bagi ibu-ibu MT Daarunna'im Desa Wayame sebagai apresiasi terhadap partisipasi dan komitmen untuk melanjutkan kegiatan pemilahan sampah pada tahun depan.

Hasil evaluasi secara umum menunjukkan bahwa jumlah peserta yang mampu menjawab tes awal dengan benar hanya sebesar 14,49%. Hasil ini menunjukkan bahwa tingkat pengetahuan peserta bervariasi dan cenderung masih rendah tentang jenis sampah berbahaya dan cara membuangnya yang benar sebelum mengikuti PkM ini (Gambar 2). Setelah mengikuti kegiatan PkM ini, jumlah jawaban yang benar mencapai 98,55% atau meningkat sebesar 84% (Gambar 2).



Gambar 2. Persentase jumlah jawaban yang benar pada tes awal dan tes akhir

Hasil evaluasi secara rinci mengindikasikan bahwa tingkat pemahaman peserta terhadap sumber dan jenis limbah/sampah berbahaya menunjukkan bahwa 30% dari total peserta mampu menjawab dengan benar. Setelah mengikuti kegiatan edukasi ini, persentasenya meningkat menjadi 100% atau sebesar 70% (Gambar 3). Tingkat pemahaman rata-rata peserta terhadap dampak dari sampah atau limbah yang berbahaya dan beracun terhadap fungsi lingkungan dan kesehatan manusia meningkat sebesar 91 % atau dari 9%, persentase awal peserta yang menjawab dengan benar menjadi 100% setelah mengikuti kegiatan edukasi ini (Gambar 3). Persentase peserta yang memahami materi perilaku bijak dan ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah meningkat sebesar 91%, atau dari 4% sebelum edukasi menjadi 96% setelah kegiatan edukasi ini (Gambar 3).



Gambar 2. Persentase jumlah peserta yang menjawab dengan benar pertanyaan pada tes awal dan akhir untuk soal 1, 2 dan 3.

Hasil ini menjelaskan bahwa kegiatan PkM ini dapat meningkatkan tingkat pemahaman ibu-ibu MT Daarunna'im Desa Wayame tentang jenis-jenis limbah/sampah yang berbahaya, risiko pencemaran terhadap keberlangsungan fungsi perairan dan keamanan pangan laut, serta cara menerapkan perilaku rumah tangga yang lebih ramah lingkungan. Hasil PkM ini mendukung proses penyadaran masyarakat mengenai lingkungan biofisik dan segala permasalahannya (Liu dkk., 2023; Escobedo dkk., 2024). Individu dengan pengetahuan, sikap, motivasi, komitmen, dan keterampilan dapat bekerja sama untuk mencari solusi atas berbagai masalah lingkungan saat ini dan mencegah munculnya masalah baru (Liu dkk., 2023; Escobedo dkk., 2024). Melalui kegiatan ini diharapkan ibu-ibu Majelis Taklim Daarunna'im yang merupakan kelompok strategis dalam membangun kesadaran lingkungan di tingkat keluarga dan komunitas dapat menjadi agen perubahan dan contoh baik dalam menciptakan pengelolaan sampah untuk menjaga sumber daya laut di kawasan Teluk Ambon yang berkelanjutan.

4. KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan tema “Penguatan Literasi Lingkungan dan Keamanan Pangan Laut bagi Ibu-Ibu Majelis Taklim Daarunna'im Desa Wayame” telah memberikan kontribusi positif dalam meningkatkan pengetahuan dan kesadaran masyarakat mengenai pentingnya menjaga kualitas lingkungan pesisir dan keamanan pangan laut. Kegiatan edukasi ini mendorong tumbuhnya kepedulian dan partisipasi aktif masyarakat dalam menerapkan perilaku rumah tangga yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, kegiatan ini memperkuat kapasitas dan peran ibu-ibu sebagai agen edukasi lingkungan di tingkat keluarga dan komunitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu-Ibu Majelis Taklim Daarunna'im Desa Wayame yang telah mendukung kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amriani, A., Hendrarto, B., & Hadiyanto, A. (2011). Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) dan seng (Zn) pada kerang darah (*Anadara granosa* L.) dan kerang bakau (*Polymesoda bengalensis* L.) di perairan Teluk Kendari. *Jurnal Ilmu Lingkungan Undip*, 9(2), 45–50.
- Arumugam, A., Lee, K. E., Ng, P. Y., Shamsuddin, A. S., Zulkifli, A., & Goh, T. L. (2026). Pharmaceuticals in Water: Fate, Health Risks, Treatment and Governance for Sustainable Management. *Water, Air, & Soil Pollution*, 237(14), 828.
- Cortes, J. R., Penionez, J. L. F., Tering, J. D., & Ruaza Jr, F. C. Vector amplified toxicity of microplastics and heavy metals in aquatic invertebrates: mechanistic insights and implications for sustainable aquaculture. *Frontiers in Aquaculture*, 5, 1841755.
- Darmono. (2001). Lingkungan hidup dan pencemaran: hubungannya dengan toksikologi senyawa logam. Penerbit Universitas Indonesia (UI Press).
- Escobedo, F., Clavijo-lópez, R., Córdova Calle, E. A., Correa, S. R., García, A. G., Galarza, F. W. M., Ocas, A. M., & Flores-tananta, C. A. (2024). Effect of Health Education on Environmental Pollution as a Primary Factor in Sustainable Development. *Natural and Engineering Sciences*, 9(2), 460- 471. <https://doi.org/10.28978/nesciences.1574456>
- Jamal, E. & Louhenapessy, D. G. (2024a). Diseminasi cemaran pestisida bagi keberlangsungan akuakultur di Teluk Ambon: kesehatan perairan dan keamanan seafood. Laporan Pengabdian kepada Masyarakat. Jurusan Budidaya Perairan. Universitas Pattimura.
- Jamal, E., Fendjalang, S. N. M., & Pattinasarany, A. Y. (2025a). 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* (Vol 12 No 8: Jurnal Abdi Insani), 4009-4016.
- Jamal, E., Fendjalang, S. N. M., & Pattinasarany, A. Y. (2025b). Pembersihan Sampah dan Penanaman Kembali Mangrove di Pantai Poka Ambon. *Mestaka: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(2), 124–129. <https://doi.org/10.58184/mestaka.v4i2.614>
- 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/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114177>
- Jamal, E., Reichelt-Brushett, A., Gillmore, M., Pearson, B., & Benkendorff, K. (2024b). Pesticide occurrence in a subtropical estuary, Australia: Complementary sampling methods. *Environmental Pollution*, 342, 123084. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2023.123084>
- Laheng, S., Lapu, P., Utari, S. P. S. D., Sabilah, A. A., Larasati, C. E., Wahab, I., ... & Hutapea, R. Y. F. (2026). *Sains dan Strategi Pengendalian Pencemaran Laut Terpadu*. PT Penerbit Qriset Indonesia
- Leimena, H. E. P., Tuhumury, F. D., Patty, A. D., Patty, Z., Wenno, K., Patty, E. S., & Tupamahu, B. (2025). Gerakan Bersih Lingkungan: Aksi Nyata Pembersihan Sampah dalam Memperingati Hari Peduli Sampah Nasional di Negeri Latu, Kecamatan Amalatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *J-PKM: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(4), 46-51.
- Leimena, H. E., Tuhumury, F. D., Madi, J., Patty, A. D., Ukratalo, S., Patty, Z., ... & Pellu, M. (2026). Edukasi Literasi Lingkungan untuk Generasi Hijau: Kurangi Sampah Plastik di Kalangan Siswa SMA Negeri 15 Seram Bagian Barat. *TOLIS MENGABDI: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 4(1), 1-6.

- Liu, J., Hu, Z., Du, F., Tang, W., Zheng, S., Lu, S., ... & Ding, J. (2023). Environmental education: A first step in solving plastic pollution. *Frontiers in Environmental Science*, 11, 1130463.
- Matitaputy, E., Retraubun, A. S. W., Selanno, D. A., Papilaya, R. L., & Puturuhu, F. (2024). Dampak Pemanfaatan Ruang terhadap Kelestarian Mangrove di Teluk Ambon, Indonesia. *Agro Bali: Agricultural Journal*, 7(2), 514-528.
- microplastics and heavy metals in aquatic invertebrates: mechanistic insights and implications for sustainable aquaculture. *Frontiers in Aquaculture*, 5, 1841755.
- Puspasari, R. (2017). Logam dalam ekosistem perairan. BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap, 1(2), 43–47.
- Rahim, M., Fathoni, A., Adhiatama, J. N. F., Safitri, D., Zikra, M., & Nugraha, T. (2024). Pengolahan sampah tepat guna pada kawasan mangrove di Desa Bagan Kuala Kabupaten Serdang Bedagai. *Jurnal Abdimas Indonesia*.
- Riani, E. (2021). Perubahan iklim dan kehidupan biota akuatik: Dampak pada bioakumulasi bahan berbahaya dan beracun & reproduksi. PT Penerbit IPB Press.
- Salamena, G. G., Heron, S. F., Ridd, P. V., & Whinney, J. C. (2023). A risk assessment of marine plastics in coastal waters of a small island: Lessons from Ambon Island, eastern Indonesia. *Regional Studies in Marine Science*, 65, 103086. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.103086>
- Sefali, S., Ruby, R., Dimple, D., & Giri, A. (2026). Toxicological implications of emerging pollutants on aquatic organisms. *Discover Environment*, 4(1), 43.
- Setyawan, D. A., dkk. (2013). Kajian histopatologi insang ikan sebagai bioindikator pencemaran logam berat di perairan pesisir. *Jurnal Ilmu Kelautan*.
- Tuhumury, F. D. A., Kaliky, N. A. P. S. B., Patty, A. R., Rettob, M. P. R., Barcinta, M. F., & Sari, A. P. (2025). The Use of Marine Invertebrates as an Early Indicator of Marine Pollution in The Coastal Zone of Negeri Latu, West Seram Regency. *Biofaal Journal*, 6(2), 76-89.
- Zamrudi, W. (2022). Bimbingan teknis pembuatan kompos di desa. *Jurnal Lingkungan dan Kebencanaan*, 13(3), 136–140.
- Zhao, Y. X., Song, K. W., Li, W. J., Shen, Y., & Yang, J. (2026). Migration, transformation, and ecological effects of microplastics in aquatic ecosystems. *Ecological Processes*, 15(1), 28.