

Pencemaran Mikroplastik Di Perairan dan Dampaknya terhadap Organisme Perikanan: Sebuah Tinjauan Sistematis

Tiara Zirianda¹, Abdunnur², Heni Pagoray³, Fitriyana⁴, Komsanah Sukarti⁵

¹Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda 75119, Indonesia

^{2,4}Program Studi Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda 75119, Indonesia

^{3,5}Program Studi Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman, Samarinda 75119, Indonesia

tiarazirianda@gmail.com

Abstrak: Pencemaran mikroplastik (*microplastic*/MP) di perairan Indonesia merupakan ancaman serius bagi ekosistem akuatik dan organisme perikanan. Tinjauan sistematis ini bertujuan mengidentifikasi distribusi geografis, karakteristik, dan dampak MP terhadap organisme perikanan di berbagai tipe perairan Indonesia. Pencarian literatur dilakukan melalui database *ProQuest* dan *Publish or Perish 8* dengan kata kunci relevan, menghasilkan 2.541 artikel. Setelah deduplikasi melalui *Zotero* dan skrining berdasarkan tujuh kriteria eksklusi, sebanyak 17 artikel yang diterbitkan pada 2021–2026 diinklusi untuk analisis. Hasil menunjukkan bahwa kontaminasi MP tercatat di perairan laut (9 studi), tawar (6 studi), dan payau (2 studi), yang didominasi di Pulau Jawa. Konsentrasi MP berkisar antara 15,75–20 partikel/L di air laut, 10,25–1.422 partikel/kg di sedimen, dan 0,27–1.670,42 partikel/individu pada organisme. *Fragment* merupakan bentuk morfologi dominan (70,6% studi), diikuti *fiber* (64,7%) dan *film* (52,9%). Polimer utama yang teridentifikasi meliputi *polystyrene* (PS), *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), dan *polyethylene terephthalate* (PET). Dampak biologis mencakup bioakumulasi (100% studi), kerusakan histopatologi pada insang dan hati (35,3%), stres oksidatif (17,6%), genotoksitas (11,8%), dan biomagnifikasi trofik (5,9%). Korelasi positif signifikan ditemukan antara konsentrasi MP di matriks lingkungan dan jaringan organisme. Temuan ini menekankan urgensi protokol *monitoring* terstandar, penguatan kebijakan pengelolaan sampah plastik, dan perluasan cakupan penelitian di wilayah luar Pulau Jawa, Indonesia.

Kata kunci: mikroplastik, perairan Indonesia, organisme perikanan, tinjauan sistematis, ekotoksikologi

Abstract: *Microplastic (MP) pollution in Indonesian waters poses a serious threat to aquatic ecosystems and fishery organisms. This systematic review aimed to identify the geographical distribution, characteristics, and impacts of microplastics on fishery organisms across various water types in Indonesia. Literature searches were conducted using ProQuest and Publish or Perish 8 databases with relevant keywords, yielding 2,541 articles. Following deduplication via Zotero and screening based on seven exclusion criteria, 17 articles published between 2021–2026 were included for analysis. Results showed that MP contamination was recorded in marine (9 studies), freshwater (6 studies), and brackish waters (2 studies), predominantly in Java Island. MP concentrations ranged from 15.75–20 particles/L in seawater, 10.25–1,422 particles/kg in sediment, and 0.27–1,670.42 particles/individual in organisms. Fragment was the dominant morphological form (70.6% of studies), followed by fiber (64.7%) and film (52.9%). Primary polymers identified included polystyrene (PS), polyethylene (PE), polypropylene (PP), and polyethylene terephthalate (PET). Biological impacts included bioaccumulation (100% of studies), histopathological damage to gills and liver (35.3%), oxidative stress (17.6%), genotoxicity (11.8%), and trophic biomagnification (5.9%). A significant positive correlation was found between MP concentrations in environmental matrices and organism tissues. These findings underscore the urgent need for standardized monitoring protocols, strengthened plastic waste management policies, and expanded research coverage across non-Javan regions of Indonesia.*

Keywords: *microplastics, Indonesian waters, fishery organisms, systematic review, ecotoxicology*

Pendahuluan

Pencemaran lingkungan merupakan salah satu permasalahan global yang terus mengalami peningkatan seiring dengan pertumbuhan industri dan aktivitas manusia. Di antara

berbagai bentuk pencemaran, pencemaran perairan menjadi perhatian utama karena dampaknya yang luas terhadap ekosistem akuatik, kesehatan manusia, dan keberlanjutan sektor perikanan. Salah satu kontaminan yang semakin mendapat perhatian ilmiah global dalam satu dekade terakhir adalah mikroplastik (*microplastic*/MP), yakni partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang berasal dari fragmentasi plastik berukuran lebih besar (plastik sekunder) maupun yang diproduksi langsung dalam ukuran kecil untuk keperluan industri dan kosmetik (plastik primer) (Buwono et al., 2021; Supriatna et al., 2023).

Indonesia, sebagai negara kepulauan terbesar di dunia dengan lebih dari 17.000 pulau dan garis pantai sepanjang lebih dari 99.000 km, memiliki kerentanan yang sangat tinggi terhadap pencemaran plastik di perairan. Posisi geografis Indonesia yang strategis di antara dua samudra besar, dikombinasikan dengan tingginya aktivitas antropogenik di wilayah pesisir dan daerah aliran sungai, menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara dengan kontribusi pencemaran plastik laut terbesar di dunia (Islamy et al., 2025; Hayati et al., 2025). Sistem pengelolaan sampah yang belum optimal, pertumbuhan populasi yang pesat, dan intensitas kegiatan industri serta perikanan yang tinggi turut memperburuk kondisi ini.

Mikroplastik telah terdeteksi secara luas di berbagai tipe perairan Indonesia, mulai dari perairan laut, pesisir, estuari, hingga perairan tawar seperti sungai, danau, dan waduk (Rahmayanti et al., 2022; Maulidah et al., 2025; Parikesit dan Harahab, 2026). Keberadaan MP di perairan Indonesia bersumber dari berbagai aktivitas, antara lain pembuangan limbah rumah tangga dan industri, aktivitas perikanan (jaring, tali, dan peralatan berbahan plastik), serta degradasi sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik di wilayah pesisir dan aliran sungai. Kontaminasi MP tidak hanya terjadi di perairan terbuka, tetapi juga telah teridentifikasi di ekosistem mangrove, terumbu karang, dan tambak budidaya ekosistem yang memiliki peran krusial bagi produktivitas perikanan nasional (Lewaru et al., 2024; Adam et al., 2024; Supriatna et al., 2023).

Organisme perikanan mencakup ikan, moluska, krustasea, alga, dan ekinodermata—merupakan kelompok yang paling rentan terhadap paparan mikroplastik di perairan. Organisme tersebut dapat terpapar MP melalui berbagai jalur, termasuk *ingesti* langsung saat makan, *inhalasi* melalui insang, dan kontak dermal (Buwono et al., 2021; Islamy et al., 2025). Dampak MP terhadap organisme perikanan bersifat multidimensional: pada tingkat individu, MP dapat menyebabkan kerusakan fisik pada organ pencernaan, penyumbatan saluran cerna, dan penurunan nafsu makan; pada tingkat seluler dan molekuler, MP dapat menginduksi stres oksidatif, inflamasi, kerusakan DNA (*genotoksitas*), serta gangguan fisiologis lainnya (Hayati et al., 2025; Islamy et al., 2025). Selain itu, MP berperan sebagai *vektor* bagi kontaminan berbahaya lainnya seperti logam berat, yang dapat meningkatkan toksisitas secara sinergis

dan memperparah dampak terhadap organisme (Kuncoro et al., 2022; Rusdi et al., 2025; Suryandari et al., 2026).

Fenomena bioakumulasi dan biomagnifikasi MP melalui rantai makanan akuatik menimbulkan kekhawatiran serius terhadap keamanan pangan dan kesehatan manusia. Organisme di tingkat trofik lebih tinggi, termasuk ikan konsumsi yang menjadi sumber protein utama masyarakat Indonesia, berisiko mengakumulasi MP dalam konsentrasi yang lebih tinggi (Kuncoro et al., 2022; Maulidah et al., 2025). Hal ini berimplikasi langsung terhadap keberlanjutan sektor perikanan yang menjadi tulang punggung perekonomian dan ketahanan pangan nasional. Kontaminasi MP pada produk perikanan—baik ikan, udang, kerang, maupun rumput laut budidaya—dapat menurunkan nilai ekonomi dan kepercayaan konsumen terhadap produk perikanan Indonesia (Suryandari dan Nugroho, 2025; Aunurohim et al., 2024).

Meskipun penelitian tentang mikroplastik di perairan Indonesia telah berkembang signifikan dalam beberapa tahun terakhir, informasi yang komprehensif dan terintegrasi mengenai distribusi geografis, karakteristik, dan dampak MP terhadap organisme perikanan masih sangat terbatas. Sebagian besar studi bersifat lokal, terfokus pada lokasi atau spesies tertentu, sehingga sulit memperoleh gambaran menyeluruh di tingkat nasional. Variasi metodologi *sampling*, analisis, dan pelaporan data antar studi turut menyulitkan perbandingan dan sintesis informasi secara sistematis. Oleh karena itu, diperlukan suatu kajian sistematis yang mengintegrasikan temuan dari berbagai penelitian untuk mengidentifikasi pola distribusi, karakteristik dominan MP, dampak biologis terhadap organisme perikanan, serta kesenjangan pengetahuan yang perlu ditangani.

Tinjauan sistematis dengan pendekatan *PRISMA 2020 (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses)* merupakan metode yang tepat untuk mensintesis bukti ilmiah secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi (Page et al., 2021). Pendekatan ini memungkinkan identifikasi komprehensif seluruh studi relevan, evaluasi kritis kualitas metodologi, dan sintesis temuan secara terstruktur. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengidentifikasi distribusi geografis dan temporal penelitian MP di perairan Indonesia; (2) mengkarakterisasi jenis, bentuk, dan konsentrasi MP di berbagai matriks lingkungan; (3) menganalisis dampak MP terhadap organisme perikanan; dan (4) mengidentifikasi kesenjangan pengetahuan serta merumuskan rekomendasi penelitian dan kebijakan berbasis bukti.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari–Maret 2026 dengan menggunakan metode *systematic literature review* (SLR) yang mengikuti pedoman *Preferred Reporting Items for*

Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) 2020 yang dikembangkan oleh Page et al. (2021). Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan. Tahap pertama adalah tahap perencanaan yang bertujuan untuk menentukan topik utama dalam penelitian. Kegiatan utama pada tahap ini meliputi penentuan tujuan penelitian melalui pertanyaan penelitian, yaitu "Bagaimana pengaruh pencemaran mikroplastik di perairan Indonesia terhadap organisme perikanan di dalamnya berdasarkan artikel yang ada?" yang kemudian dijawab melalui metode penelitian SLR. Setelah itu, disusun kriteria inklusi dan eksklusi untuk memperoleh artikel yang sesuai (Usni, 2025).

Tahap kedua dalam penelitian ini adalah tahap penyaringan literatur dengan menerapkan kerangka PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) guna memastikan proses tinjauan dilakukan secara sistematis, teliti, dan transparan sehingga dapat meningkatkan kredibilitas serta validitas hasil penelitian (Antari et al., 2025). Proses pencarian literatur dilakukan menggunakan dua database, yaitu ProQuest dan Publish or Perish 8. Pada database ProQuest, pencarian dilakukan menggunakan kata kunci (microplastic OR microplastics OR "microplastic pollution" OR "microplastic contamination") AND (marine OR freshwater OR river OR coastal OR estuary) AND (fish OR marine organism OR freshwater organism OR shellfish OR mollusc OR bivalve OR crustacean) AND Indonesia. Sementara itu, pada database Publish or Perish 8 digunakan kata kunci (microplastic OR "microplastic pollution") AND (marine OR freshwater OR river OR coastal OR estuary) AND (fish OR aquatic organism) AND Indonesia. Hasil pencarian kemudian diseleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi yang telah ditetapkan hingga diperoleh 17 artikel yang relevan untuk dianalisis lebih lanjut. Selanjutnya, data dari setiap artikel diekstraksi secara terstruktur meliputi identitas artikel, lokasi penelitian, tipe perairan, jenis organisme yang dikaji, metode penelitian, karakteristik mikroplastik pada matriks lingkungan dan organisme, serta temuan utama penelitian. Data yang diperoleh kemudian dianalisis secara deskriptif-kualitatif dengan menyintesis berbagai temuan antar penelitian untuk mengidentifikasi pola distribusi, karakteristik dominan mikroplastik, dan dampak biologis yang dilaporkan. Untuk mempermudah interpretasi hasil, data disajikan dalam bentuk diagram batang, diagram lingkaran, dan grafik distribusi.

Hasil dan Pembahasan

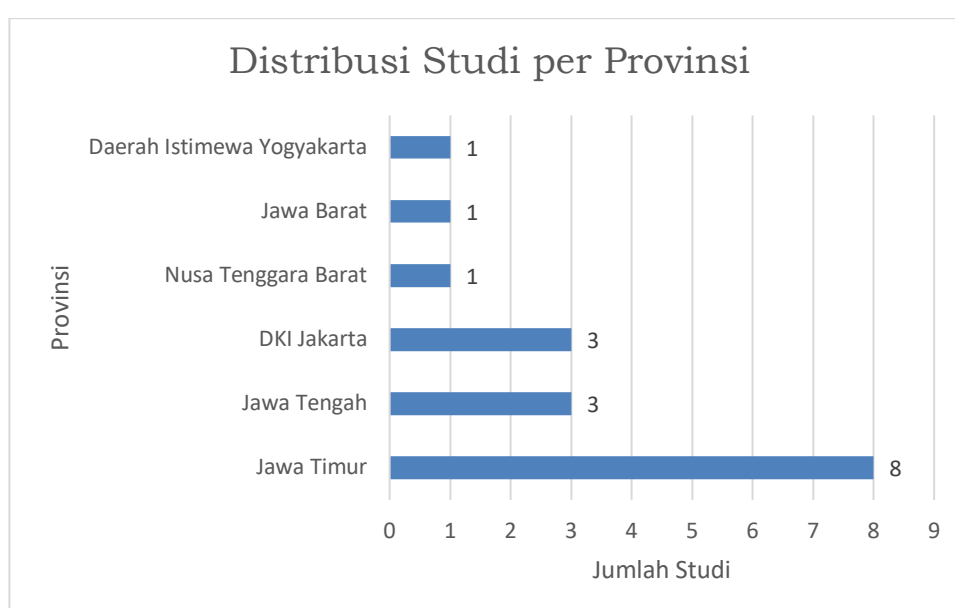
Penelitian Berdasarkan jurnal yang telah dipilih didapatkan 17 jurnal yang telah memenuhi kriteri inklusi dalam penelitian ini, dimana hasil ringkasan penelitian dalam jurnal tersebut adalah sebagaimana pada tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Ringkasan Karakteristik Studi yang Diinklusi dalam *Systematic Review*

No	Penulis (Tahun)	Lokasi	Tipe Perairan	Organisme	Jenis MP di Perairan	Jenis MP di Organisme	Hasil
1	Lewaru <i>et al.</i> ,(2024)	Pulau Biawak, Indramayu, Jawa Barat	Laut (mangrove terumbu karang)	Ikan karang (Lutjanidae, Serranidae, Siganidae)	Fragment, film	Fragment	MP di sedimen: 59,8–partikel/kg; MP di ikan: 726,17–1.670,4; partikel/kg; korelasi positif MP sedimen mangrove dengan konsumsi MP ikan
2	Adam <i>et al.</i> ,(2024)	Teluk Kodek, Utara, NTB	Laut (teluk & KJ)	Ikan bawal bintang, kepiting, tiram	Fragment, film, pellet; PS, PE	Fragment, fiber, pellet	MP di air: 15,75–20 partikel/L; sedimen: 10,25–12,3 partikel/kg; hewan: 23,20–27,03 partikel/individu; tiram tertinggi sebagai filter feeder
3	Rahmawati <i>et al.</i> ,(2023)	Kepulauan Seri Jakarta	Laut (pulau/terumbu karang)	Bulu babi (Echinoidea)	Fragment, fiber, film; PP, PE	Fragment, fiber, film	Sedimen: 160±158,75 partikel/kg DW; bulu babi: 3,93±2,25 partikel/g DW; korelasi signifikan (p=0,016)
4	Kuncoro <i>et al.</i> ,(2022)	Waduk Rawa Jati, Klaten, Jawa Tengah	Tawar (waduk)	Ikan, zooplankton, tumbuhan air, benthos	Fragment, fiber, film	Fragment, fiber, film	MP berasosiasi dengan logam berat (Zn, Cd, Cu); indikasi biomagnifikasi melalui rantai makanan
5	Buwono <i>et al.</i> ,(2021)	Sungai Brantas Timur	Tawar (sungai)	Ikan Gambusia affinis	Fiber, fragment, film	Fiber, fragment, film	MP di insang dan saluran pencernaan; insang sebagai jalur masuk utama
6	Supriatna <i>et al.</i> ,(2023)	Tambak payau, Timur	Payau (tambak)	Gastropoda Telescopium telescopium	Fragment, fiber, film	Fragment, fiber, film	T. telescopium sebagai detritivor spesies kunci mangrove rentan akumulasi MP dari lingkungan payau
7	Rahmayanti <i>et al.</i> ,(2022)	Inlet & Outlet Rawa Jombor, Jawa Tengah	Tawar (sungai/waduk)	Fauna akuatik (ikan & invertebrata)	Fiber, fragment, film	Fiber, fragment, film	Aliran inlet/outlet sebagai vektor penyebaran MP; MP berinteraksi dengan logam berat; risiko kesehatan teridentifikasi
8	Patria <i>et al.</i> ,(2023)	Pulau Semak D Teluk Jakarta, Jakarta	Laut (teluk/pulau)	Makroalga Caulerpa racemosa	Fragment, fiber, film, pellet	Fragment, fiber, film	C. racemosa mengakumulasi MP yang berpotensi masuk ke rantai makanan
9	Islamy <i>et al.</i> ,(2025)	Sungai Brantas Malang, Jawa Timur	Tawar (sungai)	Ikan herbivora (Barbonymus gonionotus, Osteochilus vittatus)	Fragment, fiber, film	Fragment, fiber, film	Akumulasi MP, genotoksitas, dan perubahan histopatologi

10	Putri <i>et al.</i> ,(2023)	Pantai Baru & DIY	Laut (pesisir)	Ikan laut pesisir	Fragment, fiber, film	Fragment, f film	insang teridentifikasi MP di daging dan saluran pencernaan; perubahan histologi jaringan teridentifikasi
11	Hayati <i>et al.</i> ,(2025)	Pesisir Timur S Jawa Timur	Laut (pesisir)	Ikan pesisir	Fragment, fiber, film	Fragment, f film	Mikro-nanoplastik menyebabkan stres oksidatif dan gangguan fisiologis
12	Maulidah <i>et al.</i> ,(2025)	Waduk Kedung Jawa Tengah	Tawar (waduk)	Ikan nila, plankton	Fragment, fiber, film	Fragment, f film	Kontaminasi multi-komponen ekosistem; risiko rantai makanan teridentifikasi
13	Rusdi <i>et al.</i> ,(2025)	Teluk Jakarta, Jakarta	Laut (teluk)	Ikan bandeng (Chanos chanos)	Fragment, fiber, film	Fragment, f film	MP + logam berat; respons stres metallothionein teridentifikasi
14	Aunurohim <i>et al.</i> ,(2024)	Danau Ranu Gr Jawa Timur	Tawar (danau)	Ikan nila (budidaya KJA)	Fragment, fiber, film	Fragment, f film	MP di daging dan saluran pencernaan ikan budidaya
15	Suryandari & Nugroho (2025)	Pantai Bomo, Banyuwangi, Ja Timur	Laut (pesisir)	Rumput laut Kappaphycopsis cottonii	Fragment, fiber, film	Fragment, f film	Implikasi keamanan pangan untuk rumput laut budidaya
16	Suryandari <i>et al.</i> ,(2026)	Pesisir Utara Ja Tengah (Tegal,	Laut (pesisir)	Ikan kembung (Rastrelliger kanaguri)	Fragment, fiber, film; 7 polimer	Fragment, f film	7 polimer teridentifikasi; 13 logam berat pada permukaan MP; korelasi signifikan
17	Parikesit & Harahab (2026)	Sungai Brantas Malang, Jawa T	Tawar (sungai)	Ikan mas (Cyprinus carpio)	Film, fragment, nylon, nitrile	Film, fragm fiber	Film dominan; polimer nylon & nitrile; 4,68 partikel/m ³

Distribusi Geografis dan Temporal Penelitian

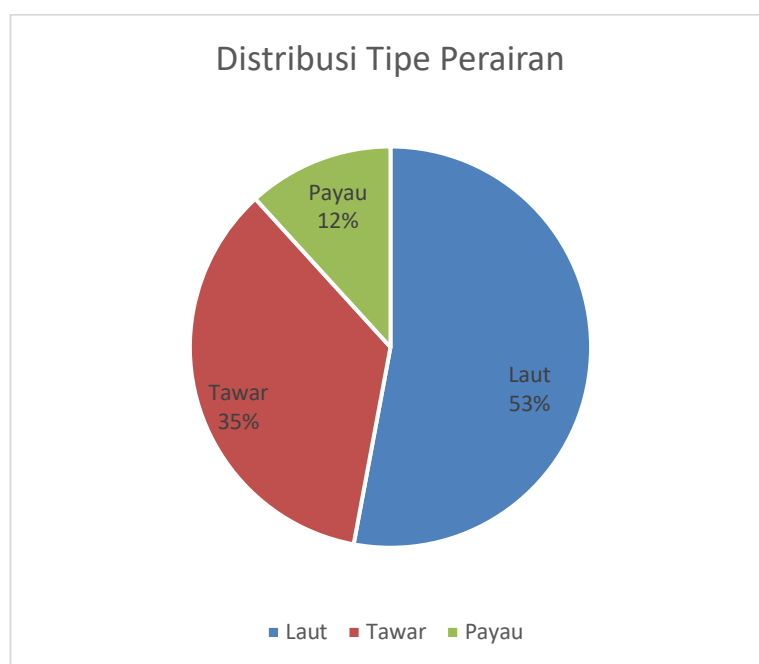


Gambar 1. Distribusi Studi per Provinsi

Analisis distribusi geografis menunjukkan dominasi penelitian di Pulau Jawa, yang mencakup 88,2% (15 dari 17 studi). Jawa Timur merupakan provinsi dengan jumlah studi terbanyak (8 studi; 47,1%), diikuti Jawa Tengah (3 studi; 17,6%), DKI Jakarta (3 studi; 17,6%), Jawa Barat (1 studi; 5,9%), Daerah Istimewa Yogyakarta (1 studi; 5,9%), dan Nusa Tenggara Barat (1 studi; 5,9%). Konsentrasi penelitian di Jawa mencerminkan tingginya aktivitas antropogenik, kepadatan penduduk, dan infrastruktur riset di pulau tersebut, namun juga mengindikasikan kesenjangan pengetahuan yang signifikan untuk wilayah Indonesia Timur dan luar Jawa.

Secara temporal, distribusi studi menunjukkan peningkatan yang konsisten: 1 studi pada 2021, 2 studi pada 2022, 4 studi pada 2023, 3 studi pada 2024, 5 studi pada 2025, dan 2 studi pada 2026. Tren peningkatan ini mencerminkan meningkatnya kesadaran ilmiah tentang dampak pencemaran MP di Indonesia, yang sejalan dengan tren global penelitian mikroplastik (Islamy *et al.*, 2025; Hayati *et al.*, 2025).

Distribusi berdasarkan Tipe Perairan



Gambar 2. Distribusi Tipe Perairan

Dari 17 studi yang diinklusi, perairan laut mendominasi dengan 9 studi (52,9%), diikuti perairan tawar dengan 6 studi (35,3%), dan perairan payau dengan 2 studi (11,8%). Dominasi studi di perairan laut konsisten dengan kerentanan ekosistem pesisir dan laut terhadap akumulasi MP dari berbagai sumber darat dan laut. Perairan tawar—terutama sungai dan waduk—juga mendapat perhatian signifikan mengingat perannya sebagai koridor transpor MP dari daratan ke laut (Rahmayanti *et al.*, 2022; Parikesit dan Harahab, 2026).

Di perairan laut, lokasi penelitian mencakup teluk (Teluk Jakarta, Teluk Kodek), kepulauan (Kepulauan Seribu, Pulau Semak Daun), kawasan mangrove dan terumbu karang (Pulau Biawak), serta pantai pesisir (Pantai Baru, Pantai Trisik, Pantai Bomo, Pesisir Timur Surabaya, Pesisir Utara Jawa Tengah). Di perairan tawar, lokasi meliputi sungai (Sungai Brantas di beberapa titik), waduk (Waduk Rawa Jombor, Waduk Kedung Ombo), dan danau (Danau Ranu Grati). Keragaman lokasi ini mencerminkan ubiquitas pencemaran MP di berbagai ekosistem perairan Indonesia.

Karakteristik Morfologi dan Jenis Mikroplastik

Analisis morfologi MP menunjukkan bahwa fragment merupakan bentuk yang paling dominan, teridentifikasi dalam 70,6% studi (12 dari 17), diikuti fiber (64,7%; 11 studi), dan film (52,9%; 9 studi). Bentuk lain seperti pellet dan foam ditemukan dalam proporsi lebih kecil. Dominasi fragment konsisten dengan proses degradasi mekanis dan fotodegradasi plastik padat seperti botol, wadah, dan peralatan plastik sekali pakai yang banyak digunakan di Indonesia (Buwono *et al.*, 2021; Lewaru *et al.*, 2024). Kehadiran fiber yang signifikan mengindikasikan kontribusi substansial dari industri tekstil, jaring ikan, dan tali berbahan plastik sintetis (Supriatna *et al.*, 2023; Kuncoro *et al.*, 2022).

Polimer yang paling sering teridentifikasi meliputi polystyrene (PS), polyethylene (PE), polypropylene (PP), dan polyethylene terephthalate (PET). Studi Suryandari *et al.*, (2026) pada ikan kembung dari pesisir utara Jawa Tengah mengidentifikasi tujuh jenis polimer berbeda, termasuk PS, PE, PP, PET, nylon (PA), polyvinyl chloride (PVC), dan polyurethane (PU), yang mencerminkan keragaman sumber plastik di lingkungan pesisir. Parikesit dan Harahab (2026) menemukan dominasi polimer nylon dan nitrile pada ikan mas di Sungai Brantas, yang diduga berasal dari aktivitas perikanan tangkap dan budidaya di wilayah tersebut.

Konsentrasi Mikroplastik di Matriks Lingkungan

Konsentrasi MP di matriks air bervariasi antar lokasi dan tipe perairan. Adam *et al.*, (2024) melaporkan konsentrasi MP di air laut Teluk Kodek berkisar 15,75–20 partikel/L, sementara Parikesit dan Harahab (2026) menemukan konsentrasi 4,68 partikel/m³ di kolom air Sungai Brantas. Variasi yang besar ini mencerminkan perbedaan beban pencemaran, karakteristik hidrologi, dan jarak dari sumber pencemaran.

Konsentrasi MP di sedimen menunjukkan rentang yang lebih luas. Lewaru *et al.*, (2024) melaporkan konsentrasi tertinggi sebesar 59,8–1.422 partikel/kg di sedimen mangrove Pulau Biawak, yang mencerminkan kapasitas sedimen sebagai sink utama MP di ekosistem pesisir. Rahmawati *et al.*, (2023) menemukan 160±158,75 partikel/kg di sedimen Kepulauan Seribu. Adam *et al.*, (2024) melaporkan konsentrasi sedimen yang lebih rendah (10,25–12,3 partikel/kg DW) di Teluk Kodek. Variasi konsentrasi ini dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti hidrodinamika, granulometri sedimen, dan kedekatan dengan sumber pencemaran.

Kontaminasi Mikroplastik pada Organisme Perikanan

Semua 17 studi yang diinklusi melaporkan keberadaan MP pada organisme yang dikaji, mengkonfirmasi ubiquitas kontaminasi MP pada organisme perikanan di Indonesia. Konsentrasi MP pada organisme bervariasi dari 0,27 hingga 1.670,42 partikel/individu. Lewaru *et al.*,(2024) melaporkan konsentrasi tertinggi pada ikan karang di Pulau Biawak (726,17–1.670,42 partikel/kg), sementara Adam *et al.*,(2024) menemukan rata-rata 23,20–27,03 partikel/individu pada berbagai organisme di Teluk Kodek.

Pola distribusi MP dalam tubuh organisme bervariasi berdasarkan kelompok taksonomi dan kebiasaan makan. Pada ikan, MP paling banyak ditemukan di saluran pencernaan dan insang, dengan insang berperan sebagai jalur masuk utama (Buwono *et al.*, 2021; Islamy *et al.*, 2025). Pada organisme filter feeder seperti tiram (Adam *et al.*, 2024) dan bulu babi (Rahmawati *et al.*, 2023), MP terakumulasi dalam konsentrasi lebih tinggi karena mekanisme penyaringan partikel yang tidak selektif. Pada detritivor seperti *Telescopium telescopium*, akumulasi MP terjadi melalui ingesti sedimen yang terkontaminasi (Supriatna *et al.*, 2023).

Studi Patria *et al.*,(2023) memberikan temuan menarik terkait kontaminasi MP pada makroalga *Caulerpa racemosa* di Pulau Semak Daun, Teluk Jakarta, mengindikasikan potensi masuknya MP ke rantai makanan melalui jalur produsen primer. Demikian pula, Suryandari dan Nugroho (2025) mendokumentasikan kontaminasi MP pada rumput laut budidaya *Kappaphycopsis cottonii* di Pantai Bomo, Banyuwangi, yang menimbulkan kekhawatiran langsung terhadap keamanan pangan produk budidaya laut Indonesia.

Dampak Biologis Mikroplastik terhadap Organisme Perikanan

Analisis dampak biologis dari 17 studi yang diinklusi mengungkapkan spektrum efek yang luas pada berbagai tingkat organisasi biologis:

Bioakumulasi dan Distribusi Jaringan. Semua 17 studi (100%) melaporkan bioakumulasi MP pada organisme yang dikaji, dengan distribusi di berbagai jaringan dan organ. Aunurohim *et al.*,(2024) mendokumentasikan akumulasi MP di daging dan saluran pencernaan ikan nila yang dibudidayakan dalam keramba jaring apung di Danau Ranu Grati, menunjukkan bahwa bahkan ikan budidaya pun tidak terbebas dari kontaminasi MP.

Kerusakan Histopatologi. Sebanyak 6 studi (35,3%) melaporkan kerusakan histopatologi pada organ-organ target. Islamy *et al.*,(2025) mendokumentasikan perubahan histopatologi insang yang signifikan pada ikan herbivora di Sungai Brantas, berupa hiperplasia epitel, fusi lamela, dan infiltrasi sel inflamasi. Putri *et al.*,(2023) melaporkan perubahan histologi pada ikan laut pesisir dari Pantai Baru dan Trisik, DIY. Hayati *et al.*,(2025) mendeskripsikan kerusakan jaringan yang diinduksi oleh mikro-nanoplastik pada ikan pesisir Surabaya.

Stres Oksidatif. Tiga studi (17,6%) secara spesifik melaporkan induksi stres oksidatif. Hayati *et al.*,(2025) mendokumentasikan peningkatan aktivitas enzim antioksidan (superoxide dismutase,

catalase) dan kadar malondialdehyde (MDA) sebagai biomarker stres oksidatif pada ikan pesisir yang terpapar mikro-nanoplastik. Rusdi *et al.*,(2025) melaporkan respons stres fisiologis pada bandeng (*Chanos chanos*) di Teluk Jakarta yang terpapar kombinasi MP dan logam berat, dengan peningkatan ekspresi metallothionein sebagai protein pengikat logam berat.

Genotoksisitas. Dua studi (11,8%) melaporkan dampak genotoksik MP. Islamy *et al.*,(2025) menemukan kerusakan DNA yang signifikan pada ikan herbivora di Sungai Brantas menggunakan uji mikronukleus dan komet, mengindikasikan potensi karsinogenik jangka panjang dari paparan MP kronis.

Interaksi dengan Logam Berat. Lima studi (29,4%) melaporkan interaksi antara MP dan logam berat. Kuncoro *et al.*,(2022) dan Rahmayanti *et al.*,(2022) mendokumentasikan asosiasi MP dengan logam berat Zn, Cd, dan Cu di Waduk Rawa Jombor. Suryandari *et al.*,(2026) mengidentifikasi 13 jenis logam berat pada permukaan MP yang ditemukan pada ikan kembung dari pesisir utara Jawa Tengah. Rusdi *et al.*,(2025) melaporkan koeksistensi MP dan logam berat pada bandeng di Teluk Jakarta, dengan implikasi terhadap toksisitas gabungan yang lebih tinggi.

Biomagnifikasi Trofik. Satu studi (5,9%) secara eksplisit mendokumentasikan indikasi biomagnifikasi MP melalui rantai makanan. Kuncoro *et al.*,(2022) menemukan pola konsentrasi MP yang meningkat pada tingkat trofik yang lebih tinggi di ekosistem Waduk Rawa Jombor, dari zooplankton hingga ikan predator, mengindikasikan potensi biomagnifikasi yang perlu dikonfirmasi melalui studi longitudinal lebih lanjut. Maulidah *et al.*,(2025) juga mengidentifikasi risiko rantai makanan melalui kontaminasi multi-komponen ekosistem di Waduk Kedung Ombo.

Korelasi antara Konsentrasi MP di Lingkungan dan Organisme

Analisis korelasi antara konsentrasi MP di matriks lingkungan (air dan sedimen) dengan konsentrasi MP pada organisme dilaporkan dalam beberapa studi. Rahmawati *et al.*,(2023) menemukan korelasi positif yang signifikan ($p = 0,016$) antara konsentrasi MP di sedimen dengan akumulasi MP pada bulu babi di Kepulauan Seribu. Lewaru *et al.*,(2024) melaporkan korelasi positif antara MP di sedimen mangrove dengan konsumsi MP oleh ikan karang di Pulau Biawak. Suryandari *et al.*,(2026) menemukan korelasi signifikan antara konsentrasi MP di air laut dengan akumulasi MP pada jaringan ikan kembung di pesisir utara Jawa Tengah.

Temuan korelasi positif yang konsisten ini mengkonfirmasi bahwa konsentrasi MP di lingkungan perairan merupakan prediktor yang kuat bagi tingkat kontaminasi pada organisme yang hidup di dalamnya. Hal ini memiliki implikasi penting bagi pemantauan lingkungan: pemantauan MP di matriks lingkungan dapat menjadi indikator awal risiko kontaminasi pada organisme perikanan (Rahmawati *et al.*, 2023; Lewaru *et al.*, 2024).

Keterbatasan dan Rekomendasi

Beberapa keterbatasan penting dalam studi ini perlu diakui. Pertama, cakupan geografis studi yang diinklusi sangat terbatas pada Pulau Jawa (88,2%), sehingga temuan tidak dapat

digeneralisasi untuk seluruh wilayah Indonesia. Kedua, variasi metodologi yang besar antar studi termasuk perbedaan ukuran filter, metode ekstraksi, dan satuan pelaporan menyulitkan perbandingan kuantitatif dan meta-analisis. Ketiga, hanya sebagian kecil studi yang melakukan konfirmasi polimer melalui spektroskopi (FTIR atau Raman), sehingga identifikasi jenis polimer MP masih terbatas. Keempat, sebagian besar studi bersifat *cross-sectional* dan tidak dapat memberikan informasi tentang tren temporal konsentrasi MP atau dampak jangka panjang pada organisme.

Berdasarkan temuan dan keterbatasan ini, beberapa rekomendasi diajukan untuk penelitian dan kebijakan ke depan. Dari sisi penelitian, diperlukan: (1) perluasan cakupan geografis ke wilayah di luar Jawa, terutama kawasan perairan yang kaya biodiversitas seperti Raja Ampat, Kepulauan Maluku, dan perairan Sulawesi; (2) standarisasi metodologi sampling dan analisis MP untuk memungkinkan perbandingan data antar studi; (3) peningkatan penggunaan konfirmasi spektroskopi dalam identifikasi polimer MP; (4) studi longitudinal untuk memahami tren temporal dan dampak kronis MP pada ekosistem dan organisme perikanan; dan (5) penelitian tentang mekanisme toksisitas MP pada tingkat molekuler dan seluler, termasuk interaksi dengan sistem endokrin dan imun.

Dari sisi kebijakan, diperlukan: (1) penetapan standar batas maksimum kandungan MP dalam produk perikanan untuk konsumsi manusia; (2) pengembangan program pemantauan MP yang terintegrasi dan berkelanjutan di seluruh wilayah perairan Indonesia; (3) penguatan regulasi pengelolaan limbah plastik, terutama di wilayah pesisir dan daerah aliran sungai; dan (4) peningkatan kesadaran masyarakat tentang dampak pencemaran plastik terhadap ekosistem perairan dan kesehatan manusia.

Kesimpulan

Pencemaran mikroplastik telah terdokumentasi secara luas di berbagai tipe perairan Indonesia-laut, tawar, dan payau dengan dampak yang beragam pada organisme perikanan. Berdasarkan sintesis 17 artikel empiris yang diterbitkan pada 2021–2026, *fragment* merupakan bentuk morfologi MP yang paling dominan, sementara polimer *polyethylene* (PE), *polystyrene* (PS), *polypropylene* (PP), dan *polyamide* (PA) menjadi jenis yang paling sering teridentifikasi. Korelasi positif yang konsisten antara konsentrasi MP di matriks lingkungan dan organisme mengonfirmasi jalur bioakumulasi yang aktif di berbagai ekosistem perairan Indonesia. Dampak biologis yang terdokumentasi mencakup kerusakan histopatologi, stres oksidatif, genotoksitas, interaksi dengan logam berat, dan biomagnifikasi trofik, yang secara kolektif mengancam integritas ekosistem perairan dan keamanan pangan hasil perikanan Indonesia. Dominasi penelitian di Pulau Jawa (88,2%) mengindikasikan kesenjangan pengetahuan yang signifikan untuk wilayah Indonesia lainnya. Perluasan penelitian ke wilayah di luar Jawa, standarisasi metodologi, dan penguatan kebijakan pengelolaan limbah plastik merupakan langkah prioritas yang mendesak

untuk dilaksanakan guna melindungi keberlanjutan ekosistem perairan dan sektor perikanan Indonesia.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Studi Magister Ilmu Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Mulawarman atas dukungan akademik, fasilitas, serta bimbingan yang diberikan selama proses penelitian dan penyusunan artikel ini sehingga penelitian dapat diselesaikan dengan baik.

Referensi

- Adam, M. A., Talbia, H. S., & Ariyanti, R. (2024). Microplastics contamination in environment and marine animals at Kodek Bay, North Lombok, West Nusa Tenggara, Indonesia. *Water, Air, & Soil Pollution*, 235(4), Article 268. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-07069-8>
- Antari, N. M. S., Suandita, I. W. N., & Mulyawan, K. H. (2024). Literature review: Keberadaan mikroplastik pada sumber makanan beserta dampaknya terhadap kesehatan. *Indonesian Journal of Health Community*, 8(2), 76–86. <http://e-journal.ivet.ac.id/index.php/ijheco>
- Aunurohim, A., Raufanda, M. S., & Saptarini, D. (2024). Microplastic contamination in the flesh and gastrointestinal tract of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in cage culture at Ranu Grati Lake, East Java, Indonesia. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 26(1), 45–56. <https://doi.org/10.22146/jfs.88456>
- Buwono, N. R., Risjani, Y., & Soegianto, A. (2021). Contamination of microplastics in Brantas River, East Java, Indonesia and its association with the abundance of *Gambusia affinis*. *Emerging Contaminants*, 7, 109–117. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2021.07.001>
- Hayati, A., Pramudya, M., & Aunurohim, J. (2025). Micro-nanoplastics pollution and its oxidative stress-induced effects on coastal fish in East Surabaya, East Java, Indonesia. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 15(1), 23–35. <https://doi.org/10.33512/jpk.v15i1.21456>
- Islamy, R. A., Hasan, V., Kamarudin, A. S., & Mamat, N. B. (2025). Assessment of microplastic accumulation, genotoxicity and gill histopathological alterations in herbivorous fish in the Brantas River, East Java, Indonesia. *Journal of Ecological Engineering*, 26(3), 112–124. <https://doi.org/10.12911/22998993/197568>
- Kuncoro, A. B., Indradi, O., & Rahmayanti, R. (2022). Microplastic pollution in Rawa Jombor Reservoir, Klaten, Central Java, Indonesia: Association with heavy metals and biomagnification potential. *Water, Air, & Soil Pollution*, 233(7), Article 281. <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05756-6>
- Lewaru, M. W., Arya, N., & Gustal, A. (2024). First evidence of microplastic pollution in mangrove sediments and its association with reef fish consumption at Biawak Island, West Java, Indonesia. *Open Agriculture*, 9(1), Article 20240021. <https://doi.org/10.1515/opag-2024-0021>
- Maulidah, N., Muslim, M., & Suseno, H. (2025). Levels of microplastics in aquatic ecosystem components of the Kedung Ombo Reservoir, Central Java, Indonesia: Implications for food chain risk. *Jurnal Riset Akuakultur*, 20(1), 67–79. <https://doi.org/10.15578/jra.20.1.2025.67-79>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Gluud, C., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., Welch, V. A., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, Article n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Parikesit, A. R. P., & Harahab, N. (2026). Identification of microplastics in water and fish in the Brantas River, Malang City, East Java, Indonesia: Dominance of film morphology and nylon-nitrile polymers. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, 16(1), 88–100. <https://doi.org/10.29244/jpsl.16.1.88-100>
- Patria, M. P., Kholis, N., Anggreini, D., & Buyong, F. (2023). Abundance and distribution of microplastics in seawater, sediment, and macroalgae *Caulerpa racemosa* at Semak Daun Island, Jakarta Bay, Indonesia. *Biodiversitas: Journal of Biological Diversity*, 24(2), 1123–1132.

- <https://doi.org/10.13057/biodiv/d240247>
Putri, R. R. A. D., Retnoaji, B., & Pramana, A. (2023). Accumulation of microplastics and histological analysis on marine fish from coastal waters of Baru and Trisik Beaches, Special Region of Yogyakarta. *Environment and Natural Resources Journal*, 21(3), 278–290. <https://doi.org/10.32526/enrj/21/20220156>
- Rahmawati, Krisanti, M., Riani, E., & Cordova, M. R. (2023). Microplastic contamination in the digestive tract of sea urchins (Echinodermata: Echinoidea) in Kepulauan Seribu, Indonesia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195(9), Article 1089. <https://doi.org/10.1007/s10661-023-11655-2>
- Rahmayanti, R., Adji, B. K., Indradi, O., & Puspito, N. A. (2022). Microplastic pollution in the inlet and outlet networks of Rawa Jombor Reservoir: Accumulation in aquatic fauna, interactions with heavy metals, and health risk assessment. *Environment and Natural Resources Journal*, 20(4), 389–403. <https://doi.org/10.32526/enrj/20/202200056>
- Rusdi, R., Ma'arif, N., Miharja, J., & Riani, E. (2025). Physiological impacts of microplastics, heavy metals, and metallothionein in milkfish (*Chanos chanos*) in Jakarta Bay, Indonesia. *Journal of Animal Behaviour and Biometeorology*, 13(1), Article e2025012. <https://doi.org/10.31893/jabb.25012>
- Supriatna, I., Risjani, Y., Kurniawan, A., & Yona, D. (2023). Microplastics contaminant in *Telescopium telescopium* (gastropods), the keystone mangrove species and their habitat at brackish water pond, East Java. *Emerging Contaminants*, 9(2), Article 100213. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2023.100213>
- Suryandari, A., Soegianto, A., & Kuncoro, E. P. (2026). The accumulation of microplastics and their associated heavy metals on the surfaces of microplastics in various tissues of the pelagic fish *Rastrelliger kanagurta* from the North Coast of Central Java, Indonesia. *Environmental Advances*, 16, Article 100512. <https://doi.org/10.1016/j.envadv.2026.100512>
- Suryandari, R., & Nugroho, A. P. (2025). Microplastic contamination on *Cottonii* seaweed (*Kappaphycopsis cottonii*) cultivated in Bomo Beach, Banyuwangi, East Java, Indonesia. *EnvironmentAsia*, 18(1), 67–78. <https://doi.org/10.14456/ea.2025.7>
- Usni, M. (2025). *Systematic literature review (SLR): Analisis risiko pertanian di Indonesia*. *Prosiding Seminar Nasional Pembangunan dan Pendidikan Vokasi Pertanian*. <https://doi.org/10.47687/snppvp.v6i1.1886>