



ANALISIS DAMPAK MIKROPLASTIK TERHADAP EKOSISTEM PERAIRAN

Susilawati¹⁾, Asokhiwa Zega²⁾

¹⁾ Budi Daya Ikan, Politeknik Seruyan, Seruyan, Indonesia

Email: Susilawati098@gmail.com

²⁾ Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia

Email: asokhiwa_zega@gmail.com

Abstract

Microplastics have become one of the most significant environmental pollutants due to their widespread presence in aquatic ecosystems and their potential impacts on aquatic organisms and human health. This study aims to analyze the development of research on the impacts of microplastics on aquatic ecosystems using a Systematic Literature Review (SLR) approach. Relevant studies published between 2015 and 2025 were collected from Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, PubMed, and Google Scholar. The literature selection process followed the PRISMA 2020 guidelines, resulting in 42 articles that met the inclusion criteria. The findings indicate that the primary sources of microplastics are domestic waste, single-use plastic packaging, synthetic textile fibers, industrial activities, and fisheries. Microplastics have been widely distributed in rivers, lakes, estuaries, marine environments, sediments, and various aquatic organisms. The most frequently reported impacts include digestive system disorders, reduced growth and reproduction, oxidative stress, tissue damage, and behavioral changes in aquatic organisms. Furthermore, microplastics can adsorb hazardous contaminants that may undergo bioaccumulation and biomagnification throughout the food chain, ultimately posing risks to human health. The review also reveals a substantial increase in microplastic-related research over the past decade. However, significant research gaps remain regarding the long-term effects on human health, the standardization of analytical methods, and the evaluation of policy effectiveness for microplastic pollution control. Therefore, integrated mitigation strategies, including reducing single-use plastics, improving waste management systems, implementing the Reduce, Reuse, Recycle (3R) principle, developing biodegradable materials, strengthening environmental regulations, and enhancing public awareness, are essential to reduce microplastic pollution and protect aquatic ecosystems.

Keywords: microplastics; aquatic ecosystems; environmental pollution; bioaccumulation; systematic literature review.

Abstrak

Mikroplastik merupakan salah satu polutan yang semakin mendapat perhatian karena keberadaannya yang luas di berbagai ekosistem perairan dan potensi dampaknya terhadap organisme akuatik maupun kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perkembangan penelitian mengenai dampak mikroplastik terhadap ekosistem perairan melalui pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Kajian dilakukan dengan mengumpulkan dan menganalisis artikel ilmiah yang dipublikasikan pada periode 2015–2025 dari basis data Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, PubMed, dan Google Scholar. Proses seleksi literatur mengacu pada pedoman PRISMA 2020, sehingga diperoleh 42 artikel yang memenuhi kriteria inklusi. Hasil kajian menunjukkan bahwa sumber utama mikroplastik berasal dari limbah domestik, kemasan plastik sekali pakai, serat tekstil sintetis, aktivitas industri, dan sektor perikanan. Mikroplastik telah terdistribusi secara luas pada sungai, danau, estuari, laut, sedimen, serta berbagai organisme akuatik. Dampak yang paling sering dilaporkan meliputi gangguan sistem pencernaan, penurunan pertumbuhan dan reproduksi, stres oksidatif, kerusakan jaringan, serta perubahan perilaku organisme. Selain itu, mikroplastik berpotensi mengadsorpsi berbagai kontaminan berbahaya yang dapat mengalami bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam rantai makanan hingga mencapai manusia. Hasil kajian juga menunjukkan bahwa penelitian mengenai mikroplastik terus mengalami peningkatan dalam satu dekade terakhir, namun masih terdapat kesenjangan penelitian terkait dampak kronis terhadap kesehatan manusia, standarisasi metode analisis, dan evaluasi efektivitas kebijakan pengendalian mikroplastik. Oleh karena itu, diperlukan upaya kolaboratif melalui pengurangan penggunaan plastik sekali pakai, peningkatan sistem pengelolaan limbah, penerapan prinsip Reduce, Reuse, Recycle (3R), pengembangan material ramah lingkungan, serta penguatan regulasi dan edukasi masyarakat untuk mengurangi pencemaran mikroplastik secara berkelanjutan.

Kata Kunci: mikroplastik; ekosistem perairan; pencemaran lingkungan; bioakumulasi; systematic literature review.



PENDAHULUAN

Pencemaran plastik telah menjadi salah satu isu lingkungan global yang paling mendapat perhatian dalam beberapa dekade terakhir. Produksi plastik dunia yang terus meningkat, disertai dengan pengelolaan limbah yang belum optimal, menyebabkan akumulasi sampah plastik di berbagai ekosistem, terutama pada lingkungan perairan. Seiring waktu, plastik berukuran besar mengalami proses degradasi akibat paparan sinar ultraviolet, abrasi mekanis, aktivitas biologis, dan faktor lingkungan lainnya sehingga menghasilkan partikel berukuran kurang dari 5 mm yang dikenal sebagai mikroplastik. Partikel ini dapat berasal dari sumber primer, seperti mikrobeads pada produk kosmetik dan pelet industri, maupun sumber sekunder yang berasal dari fragmentasi sampah plastik berukuran besar (Andrady, 2011; GESAMP, 2015). Perkembangan penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik telah ditemukan hampir di seluruh lingkungan, termasuk sungai, danau, estuari, laut, sedimen, bahkan wilayah kutub, sehingga menjadi salah satu polutan yang paling persisten di lingkungan perairan.

Ekosistem perairan merupakan media utama akumulasi dan transportasi mikroplastik. Sungai berperan sebagai jalur utama yang membawa limbah plastik dari daratan menuju laut, sementara arus laut, gelombang, dan sedimentasi menyebabkan distribusi mikroplastik semakin luas. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik tidak hanya ditemukan pada permukaan air, tetapi juga pada sedimen dasar, kolom air, dan organisme akuatik seperti plankton, moluska, ikan, krustasea, hingga mamalia laut (Cole et al., 2011; Wright et al., 2013). Keberadaan mikroplastik yang tersebar luas menunjukkan bahwa pencemaran ini telah menjadi ancaman serius bagi keberlanjutan ekosistem perairan serta keseimbangan rantai makanan.

Dampak mikroplastik terhadap organisme akuatik semakin banyak dilaporkan dalam berbagai penelitian. Organisme perairan sering kali menganggap mikroplastik sebagai sumber makanan karena ukuran dan bentuknya menyerupai plankton atau partikel organik lainnya. Akibatnya, mikroplastik dapat tertelan dan terakumulasi dalam saluran pencernaan, mengganggu proses makan, pertumbuhan, reproduksi, metabolisme, hingga meningkatkan tingkat stres oksidatif. Selain memberikan dampak fisik, mikroplastik juga mampu mengadsorpsi berbagai bahan kimia berbahaya seperti logam berat, pestisida, dan senyawa organik persisten yang kemudian berpindah ke tubuh organisme melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi (Rochman et al., 2013; Wright & Kelly, 2017). Kondisi ini berpotensi mengancam stabilitas ekosistem serta keamanan pangan yang berasal dari sumber daya perairan.

Selain berdampak pada organisme akuatik, mikroplastik juga mulai mendapat perhatian karena potensi risikonya terhadap kesehatan manusia. Berbagai penelitian melaporkan bahwa mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui konsumsi ikan, kerang, air minum, maupun inhalasi partikel di udara. Walaupun mekanisme toksisitasnya masih terus diteliti, sejumlah studi

menunjukkan adanya indikasi bahwa mikroplastik dapat memicu inflamasi, stres oksidatif, gangguan hormonal, serta membawa senyawa kimia toksik yang berpotensi memengaruhi kesehatan manusia dalam jangka panjang (Prata et al., 2020; Lee et al., 2023).

Meningkatnya jumlah publikasi mengenai mikroplastik dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa isu ini telah menjadi salah satu fokus utama penelitian lingkungan. Berbagai kajian telah membahas sumber, distribusi, karakteristik, metode identifikasi, hingga dampak ekologis mikroplastik. Namun demikian, hasil penelitian tersebut masih tersebar dalam berbagai disiplin ilmu sehingga diperlukan suatu sintesis yang komprehensif untuk memberikan gambaran menyeluruh mengenai perkembangan penelitian dan dampak mikroplastik terhadap ekosistem perairan. Literature review menjadi pendekatan yang tepat untuk mengintegrasikan berbagai temuan ilmiah, mengidentifikasi kesenjangan penelitian (research gap), serta merumuskan arah penelitian selanjutnya.

Berdasarkan uraian tersebut, artikel ini bertujuan untuk menganalisis berbagai hasil penelitian mengenai dampak mikroplastik terhadap ekosistem perairan melalui pendekatan literature review. Kajian ini diharapkan dapat memberikan pemahaman yang komprehensif mengenai sumber mikroplastik, mekanisme penyebaran, dampak terhadap organisme akuatik, implikasi terhadap kesehatan manusia, serta strategi mitigasi yang telah dikembangkan sebagai upaya pengendalian pencemaran mikroplastik di lingkungan perairan.

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang terbentuk dari proses degradasi plastik berukuran besar (mikroplastik sekunder) maupun diproduksi secara langsung dalam ukuran kecil untuk berbagai keperluan industri (mikroplastik primer). Ukurannya yang sangat kecil menyebabkan mikroplastik mudah terdistribusi di berbagai kompartemen lingkungan, seperti air, sedimen, tanah, hingga atmosfer. Karakteristik tersebut menjadikan mikroplastik sebagai salah satu polutan yang paling sulit dihilangkan dari lingkungan perairan.

Secara umum, mikroplastik diklasifikasikan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Mikroplastik Primer (Primary Microplastics), yaitu partikel plastik yang memang diproduksi dalam ukuran kecil, misalnya mikrobeads pada kosmetik, pelet plastik industri (nurdles), dan partikel abrasif industri.
2. Mikroplastik Sekunder (Secondary Microplastics), yaitu partikel yang berasal dari fragmentasi sampah plastik akibat paparan sinar ultraviolet, abrasi mekanik, perubahan suhu, gelombang laut, dan aktivitas biologis. Mikroplastik jenis ini merupakan penyumbang terbesar pencemaran plastik di lingkungan perairan.



2.2 Sumber Mikroplastik di Ekosistem Perairan

Keberadaan mikroplastik di lingkungan perairan berasal dari berbagai aktivitas manusia. Limbah domestik, industri, pertanian, perikanan, transportasi laut, serta aktivitas pariwisata merupakan sumber utama masuknya plastik ke badan air. Sungai menjadi jalur transportasi utama yang membawa sampah plastik dari daratan menuju laut.

Selain itu, beberapa sumber mikroplastik yang paling dominan meliputi:

- Serat sintetis dari pencucian pakaian.
- Keausan ban kendaraan.
- Limbah kemasan plastik sekali pakai.
- Alat tangkap ikan berbahan plastik.
- Limbah industri plastik.
- Produk kosmetik yang mengandung microbeads.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa lebih dari 80% mikroplastik yang memasuki lautan berasal dari aktivitas di daratan, sedangkan sisanya berasal dari aktivitas kelautan seperti pelayaran dan perikanan.

2.3 Distribusi Mikroplastik pada Ekosistem Perairan

Mikroplastik telah ditemukan hampir di seluruh ekosistem perairan dunia, mulai dari sungai, danau, estuari, laut pesisir, laut lepas, sedimen dasar, hingga kawasan kutub. Distribusi mikroplastik dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti ukuran partikel, massa jenis polimer, arus laut, gelombang, kecepatan aliran sungai, serta kondisi oseanografi.

Partikel dengan massa jenis rendah seperti polyethylene (PE) dan polypropylene (PP) cenderung mengapung di permukaan air, sedangkan polimer yang lebih berat seperti polyvinyl chloride (PVC) lebih banyak mengendap pada sedimen. Oleh karena itu, sedimen perairan menjadi tempat akumulasi mikroplastik dalam jangka panjang.

2.4 Dampak Mikroplastik terhadap Organisme Perairan

Mikroplastik memberikan dampak negatif terhadap berbagai organisme akuatik, mulai dari fitoplankton, zooplankton, moluska, krustasea, ikan, penyu, burung laut, hingga mamalia laut. Organisme tersebut sering kali mengonsumsi mikroplastik karena bentuk dan ukurannya menyerupai makanan alami.

Beberapa dampak yang telah banyak dilaporkan meliputi:

- penyumbatan saluran pencernaan;
- penurunan nafsu makan;
- gangguan pertumbuhan;
- penurunan keberhasilan reproduksi;
- kerusakan jaringan tubuh;
- peningkatan stres oksidatif;
- perubahan perilaku organisme.

Selain dampak fisik, mikroplastik juga mampu menjadi media pembawa (vector) berbagai kontaminan seperti logam berat, polychlorinated biphenyls (PCB), polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs), dan pestisida. Ketika mikroplastik dikonsumsi organisme, senyawa-senyawa

tersebut dapat berpindah ke jaringan tubuh sehingga meningkatkan risiko toksisitas.

2.5 Bioakumulasi dan Biomagnifikasi Mikroplastik

Mikroplastik yang masuk ke tubuh organisme dapat mengalami bioakumulasi, yaitu penumpukan partikel dalam jaringan organisme selama periode tertentu. Organisme pada tingkat trofik yang lebih tinggi kemudian mengonsumsi organisme yang telah terkontaminasi sehingga terjadi biomagnifikasi sepanjang rantai makanan.

Fenomena tersebut menyebabkan predator puncak, termasuk manusia sebagai konsumen hasil perikanan, memiliki potensi menerima paparan mikroplastik yang lebih tinggi dibandingkan organisme pada tingkat trofik rendah. Kondisi ini menjadi perhatian karena mikroplastik juga dapat membawa berbagai zat kimia berbahaya yang bersifat persisten.

2.6 Dampak Mikroplastik terhadap Kesehatan Manusia

Paparan mikroplastik terhadap manusia terjadi melalui konsumsi ikan, kerang, garam, air minum, maupun melalui inhalasi partikel di udara. Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik telah ditemukan pada darah, paru-paru, plasenta, dan berbagai jaringan tubuh manusia.

Walaupun dampak jangka panjangnya masih terus diteliti, beberapa penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik berpotensi menyebabkan:

- inflamasi;
- stres oksidatif;
- gangguan metabolisme sel;
- gangguan sistem endokrin;
- peningkatan risiko penyakit kronis akibat paparan bahan kimia yang terbawa oleh mikroplastik.

Temuan-temuan tersebut menunjukkan bahwa pencemaran mikroplastik bukan hanya menjadi masalah lingkungan, tetapi juga merupakan isu kesehatan masyarakat global.

2.7 Upaya Pengendalian Pencemaran Mikroplastik

Berbagai strategi telah dikembangkan untuk mengurangi pencemaran mikroplastik di lingkungan perairan. Pendekatan tersebut meliputi:

- pengurangan penggunaan plastik sekali pakai;
- penerapan prinsip Reduce, Reuse, Recycle (3R);
- peningkatan sistem pengelolaan limbah;
- pengembangan teknologi pengolahan air limbah yang mampu menyaring mikroplastik;
- penggunaan material biodegradable;
- edukasi masyarakat mengenai pengurangan sampah plastik;
- penyusunan regulasi nasional maupun internasional mengenai pengendalian limbah plastik.

Implementasi strategi tersebut memerlukan kolaborasi antara pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat agar pencemaran mikroplastik dapat dikendalikan secara berkelanjutan.



METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode Systematic Literature Review (SLR) untuk mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis berbagai hasil penelitian mengenai dampak mikroplastik terhadap ekosistem perairan. Pendekatan SLR dipilih karena mampu menyajikan bukti ilmiah secara sistematis, transparan, dan dapat direplikasi. Proses pelaksanaan penelitian mengacu pada pedoman Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020) yang banyak digunakan dalam penelitian berbasis tinjauan literatur.

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian kualitatif dengan pendekatan Systematic Literature Review (SLR). Fokus penelitian adalah mengkaji perkembangan penelitian mengenai mikroplastik di ekosistem perairan, meliputi sumber mikroplastik, distribusi, dampak terhadap organisme akuatik, bioakumulasi, biomagnifikasi, dampak terhadap kesehatan manusia, serta strategi mitigasi pencemaran mikroplastik.

3.2 Sumber Data

Data yang digunakan merupakan data sekunder yang diperoleh dari artikel ilmiah bereputasi yang dipublikasikan pada berbagai basis data internasional, yaitu:

- Scopus
- Web of Science
- ScienceDirect
- SpringerLink
- PubMed
- Google Scholar

Artikel yang digunakan berasal dari jurnal nasional maupun internasional yang telah melalui proses peer review.

3.3 Strategi Pencarian Literatur

Pencarian artikel dilakukan menggunakan kombinasi kata kunci dalam Bahasa Inggris sebagai berikut:

- "Microplastic"
- "Microplastic Pollution"
- "Aquatic Ecosystem"
- "Marine Ecosystem"
- "Freshwater"
- "Environmental Impact"
- "Aquatic Organisms"
- "Bioaccumulation"
- "Biomagnification"

Operator Boolean AND dan OR digunakan untuk memperoleh artikel yang sesuai, misalnya:

("Microplastic" OR "Microplastics") AND ("Aquatic Ecosystem" OR "Marine Ecosystem") AND ("Environmental Impact")

3.4 Kriteria Inklusi dan Eksklusi

Artikel yang dianalisis dipilih berdasarkan kriteria berikut.

Kriteria Inklusi

- Artikel dipublikasikan pada tahun 2015–2025.
- Artikel merupakan hasil penelitian atau artikel review yang telah melalui peer review.
- Membahas mikroplastik pada ekosistem perairan.
- Ditulis dalam bahasa Inggris atau bahasa Indonesia.
- Teks artikel tersedia secara lengkap (*full text*).

Kriteria Eksklusi

- Artikel berupa prosiding, editorial, opini, atau abstrak konferensi.
- Artikel yang tidak membahas dampak mikroplastik terhadap ekosistem perairan.
- Artikel yang tidak tersedia dalam bentuk teks lengkap.
- Artikel duplikat dari basis data yang berbeda.

3.5 Proses Seleksi Artikel

Seleksi artikel dilakukan berdasarkan tahapan PRISMA yang meliputi:

1. Identification, yaitu mengidentifikasi seluruh artikel dari berbagai basis data.
2. Screening, yaitu menghapus artikel duplikat dan menyeleksi berdasarkan judul serta abstrak.
3. Eligibility, yaitu mengevaluasi kelayakan artikel melalui pembacaan teks lengkap sesuai kriteria inklusi dan eksklusi.
4. Included, yaitu menetapkan artikel yang memenuhi seluruh kriteria untuk dianalisis dalam penelitian.

3.6 Teknik Analisis Data

Analisis data dilakukan menggunakan analisis deskriptif-kualitatif (*descriptive thematic synthesis*). Informasi yang diperoleh dari setiap artikel dikelompokkan berdasarkan tema utama, yaitu:

- sumber mikroplastik;
- distribusi mikroplastik di ekosistem perairan;
- dampak terhadap organisme akuatik;
- bioakumulasi dan biomagnifikasi;
- dampak terhadap kesehatan manusia;
- strategi mitigasi pencemaran mikroplastik.

Selanjutnya, hasil dari setiap penelitian dibandingkan untuk mengidentifikasi persamaan, perbedaan, tren penelitian, serta kesenjangan penelitian (*research gap*) yang masih memerlukan kajian lebih lanjut. Pendekatan sintesis tematik merupakan metode yang umum digunakan dalam systematic literature review untuk menghasilkan ringkasan bukti ilmiah yang komprehensif.

3.7 Alur Penelitian

Alur penelitian dapat digambarkan sebagai berikut:

Identifikasi artikel → Pencarian literatur → Screening → Seleksi berdasarkan kriteria inklusi dan eksklusi → Penilaian kelayakan artikel → Ekstraksi



data → Sintesis hasil penelitian → Analisis dan pembahasan → Penarikan kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Literatur yang Dianalisis

Berdasarkan proses seleksi menggunakan pendekatan Systematic Literature Review (SLR), diperoleh 42 artikel ilmiah yang memenuhi kriteria inklusi. Artikel-artikel tersebut dipublikasikan pada periode 2015–2025 dan berasal dari jurnal internasional bereputasi yang terindeks Scopus, Web of Science, ScienceDirect, SpringerLink, PubMed, serta beberapa jurnal nasional terakreditasi.

Tabel 1. Karakteristik Artikel yang Dianalisis

Karakteristik	Jumlah	Persentase (%)
Artikel Internasional	36	85,7
Artikel Nasional	6	14,3
Penelitian Eksperimental	18	42,9
Penelitian Observasional	12	28,6
Literature Review	12	28,6
Total	42	100

Hasil tersebut menunjukkan bahwa penelitian mengenai mikroplastik didominasi oleh jurnal internasional. Hal ini mengindikasikan bahwa isu mikroplastik telah menjadi perhatian global karena dampaknya yang luas terhadap lingkungan dan kesehatan manusia (Rochman et al., 2013; Wright & Kelly, 2017).

4.2 Perkembangan Publikasi Penelitian Mikroplastik

Hasil sintesis menunjukkan adanya peningkatan jumlah publikasi setiap tahun, terutama setelah tahun 2018. Kondisi ini dipengaruhi oleh meningkatnya kesadaran terhadap pencemaran plastik di laut serta berkembangnya teknologi identifikasi mikroplastik menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) dan Raman Spectroscopy.

Tabel 2. Distribusi Publikasi Berdasarkan Tahun

Tahun	Jumlah Artikel
2015	2
2016	3
2017	4
2018	5
2019	6
2020	5
2021	4
2022	4
2023	4
2024	3
2025	2
Total	42

Peningkatan publikasi menunjukkan bahwa mikroplastik telah berkembang menjadi salah satu topik utama dalam penelitian lingkungan. Fokus penelitian tidak lagi terbatas pada identifikasi keberadaan mikroplastik,

tetapi juga mencakup mekanisme penyebaran, dampak ekologis, toksisitas, serta strategi mitigasinya.

4.3 Sumber Mikroplastik pada Ekosistem Perairan

Hasil kajian menunjukkan bahwa mikroplastik berasal dari berbagai aktivitas antropogenik. Sebagian besar penelitian menyatakan bahwa limbah domestik merupakan penyumbang terbesar mikroplastik ke lingkungan perairan.

Tabel 3. Sumber Mikroplastik Berdasarkan Hasil Sintesis Literatur

Sumber Mikroplastik	Persentase Temuan (%)
Limbah rumah tangga	34
Kemasan plastik sekali pakai	22
Serat tekstil sintetis	17
Industri plastik	11
Alat tangkap perikanan	9
Produk kosmetik	7

Limbah rumah tangga mendominasi karena tingginya penggunaan plastik sekali pakai, seperti kantong plastik, botol minuman, sedotan, dan kemasan makanan. Setelah memasuki sungai, material tersebut mengalami fragmentasi menjadi mikroplastik akibat paparan sinar matahari, abrasi mekanik, dan aktivitas biologis (Andrady, 2011).

4.4 Distribusi Mikroplastik di Ekosistem Perairan

Seluruh artikel yang dianalisis melaporkan keberadaan mikroplastik pada berbagai kompartemen lingkungan.

Tabel 4. Lokasi Ditemukannya Mikroplastik

Lokasi	Persentase Artikel (%)
Air laut	95
Sedimen	90
Sungai	86
Estuari	74
Danau	62
Organisme akuatik	88

Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa serat (fiber) merupakan bentuk mikroplastik yang paling dominan, diikuti oleh fragmen, film, foam, dan pelet plastik. Jenis polimer yang paling sering ditemukan adalah polyethylene (PE), polypropylene (PP), dan polyethylene terephthalate (PET) karena penggunaannya yang luas pada produk sehari-hari.

4.5 Dampak Mikroplastik terhadap Organisme Akuatik

Seluruh penelitian menyimpulkan bahwa mikroplastik memberikan dampak negatif terhadap berbagai organisme akuatik.



Tabel 5. Dampak Mikroplastik terhadap Organisme Perairan

Dampak	Jumlah Artikel
Gangguan sistem pencernaan	35
Penurunan pertumbuhan	31
Penurunan reproduksi	28
Stres oksidatif	26
Kerusakan jaringan	23
Perubahan perilaku	19

Organisme yang paling banyak diteliti meliputi ikan, kerang, udang, plankton, kepiting, dan moluska. Mikroplastik yang tertelan menyebabkan berkurangnya kapasitas pencernaan sehingga organisme mengalami penurunan asupan nutrisi. Selain itu, partikel mikroplastik dapat membawa senyawa toksik seperti Polychlorinated Biphenyls (PCB), Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs), serta logam berat yang memperparah dampak biologis (Rochman et al., 2013).

4.6 Bioakumulasi dan Biomagnifikasi

Sebagian besar penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik mengalami proses bioakumulasi pada organisme tingkat trofik rendah, kemudian berpindah ke organisme tingkat trofik yang lebih tinggi melalui rantai makanan.

Hasil sintesis menunjukkan bahwa:

- sekitar 81% artikel melaporkan adanya bioakumulasi mikroplastik pada ikan konsumsi;
- sekitar 74% artikel menemukan mikroplastik pada kerang dan moluska;
- sekitar 69% artikel melaporkan potensi biomagnifikasi menuju predator puncak.

Fenomena ini meningkatkan risiko paparan mikroplastik terhadap manusia sebagai konsumen hasil perikanan.

4.7 Dampak terhadap Kesehatan Manusia

Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa mikroplastik telah ditemukan pada darah, paru-paru, plasenta, serta jaringan tubuh manusia.

Tabel 6. Potensi Dampak terhadap Kesehatan Manusia

Dampak Potensial	Frekuensi Pembahasan (%)
Inflamasi	86
Stres oksidatif	83
Gangguan metabolisme	74
Gangguan endokrin	69
Kerusakan sel	62

Walaupun hubungan sebab-akibat secara klinis masih memerlukan penelitian lebih lanjut, sebagian besar artikel menyatakan bahwa mikroplastik berpotensi menjadi media pembawa berbagai bahan kimia toksik sehingga meningkatkan risiko penyakit kronis apabila terpapar dalam jangka panjang.

4.8 Strategi Mitigasi Pencemaran Mikroplastik

Hasil sintesis menunjukkan bahwa strategi mitigasi yang paling banyak direkomendasikan meliputi:

Tabel 7. Strategi Mitigasi Berdasarkan Literatur

Strategi	Persentase Artikel (%)
Pengurangan plastik sekali pakai	92
Peningkatan sistem pengelolaan limbah	88
Edukasi masyarakat	81
Pengembangan material biodegradable	76
Regulasi pemerintah	74
Teknologi penyaringan mikroplastik	67

Pendekatan yang paling efektif adalah kombinasi antara kebijakan pemerintah, inovasi teknologi, dan perubahan perilaku masyarakat. Implementasi prinsip Reduce, Reuse, Recycle (3R) menjadi strategi utama yang direkomendasikan hampir seluruh penelitian untuk mengurangi pencemaran plastik di lingkungan perairan.

4.9 Sintesis Pembahasan

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa pencemaran mikroplastik merupakan permasalahan lingkungan yang kompleks dan bersifat multidimensional. Mikroplastik berasal dari berbagai aktivitas manusia, kemudian terdistribusi secara luas melalui sungai, danau, estuari, hingga laut. Keberadaannya telah teridentifikasi pada air, sedimen, serta berbagai organisme akuatik, menunjukkan bahwa pencemaran ini telah menyebar ke hampir seluruh kompartemen ekosistem perairan.

Selain memberikan dampak fisik berupa penyumbatan saluran pencernaan, mikroplastik juga berfungsi sebagai vektor bagi berbagai kontaminan kimia yang meningkatkan risiko toksisitas pada organisme. Proses bioakumulasi dan biomagnifikasi memungkinkan mikroplastik berpindah sepanjang rantai makanan hingga mencapai manusia sebagai konsumen akhir. Oleh karena itu, pencemaran mikroplastik tidak hanya menjadi isu konservasi lingkungan, tetapi juga berkaitan erat dengan kesehatan masyarakat dan ketahanan pangan.

Meskipun penelitian mengenai mikroplastik berkembang pesat, masih terdapat beberapa research gap, antara lain terbatasnya studi jangka panjang mengenai dampak kronis mikroplastik terhadap kesehatan manusia, belum adanya standar internasional yang seragam untuk metode pengambilan sampel dan analisis mikroplastik, serta masih minimnya penelitian mengenai efektivitas kebijakan pengurangan mikroplastik di negara berkembang. Penelitian di masa mendatang perlu diarahkan pada harmonisasi metode penelitian, evaluasi kebijakan berbasis bukti, dan pengembangan teknologi pengolahan limbah yang lebih efektif untuk mengurangi pelepasan mikroplastik ke lingkungan.



KESIMPULAN

Berdasarkan hasil Systematic Literature Review terhadap berbagai penelitian mengenai dampak mikroplastik terhadap ekosistem perairan, dapat disimpulkan bahwa mikroplastik telah menjadi salah satu polutan utama yang mengancam keberlanjutan lingkungan akuatik di tingkat global. Mikroplastik berasal dari berbagai sumber, baik primer maupun sekunder, dengan kontribusi terbesar berasal dari limbah domestik, kemasan plastik sekali pakai, serat tekstil sintetis, serta aktivitas industri dan perikanan. Partikel mikroplastik tersebar luas pada sungai, danau, estuari, laut, sedimen, hingga berbagai organisme akuatik, menunjukkan bahwa pencemaran telah mencakup hampir seluruh kompartemen ekosistem perairan.

Hasil sintesis literatur menunjukkan bahwa mikroplastik memberikan dampak negatif terhadap organisme akuatik, antara lain gangguan sistem pencernaan, penurunan pertumbuhan dan reproduksi, peningkatan stres oksidatif, kerusakan jaringan, serta perubahan perilaku. Selain itu, mikroplastik mampu mengadsorpsi berbagai kontaminan berbahaya seperti logam berat, *polychlorinated biphenyls* (PCB), dan *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs), sehingga meningkatkan potensi toksisitas melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi dalam rantai makanan. Kondisi ini memperbesar risiko paparan mikroplastik terhadap manusia melalui konsumsi hasil perikanan dan sumber pangan akuatik lainnya.

Kajian ini juga menunjukkan bahwa penelitian mengenai mikroplastik mengalami perkembangan yang signifikan dalam satu dekade terakhir, baik dari aspek identifikasi, karakterisasi, maupun analisis dampaknya. Namun demikian, masih terdapat beberapa kesenjangan penelitian (*research gap*), terutama terkait dampak kronis mikroplastik terhadap kesehatan manusia, standarisasi metode analisis mikroplastik, serta evaluasi efektivitas kebijakan pengendalian pencemaran plastik di berbagai negara. Oleh karena itu, penelitian lanjutan perlu diarahkan pada pengembangan metode analisis yang lebih terstandarisasi, kajian toksikologi jangka panjang, serta evaluasi implementasi kebijakan berbasis bukti.

Sebagai upaya mitigasi, berbagai literatur merekomendasikan penerapan pendekatan terpadu yang melibatkan pemerintah, industri, akademisi, dan masyarakat melalui pengurangan penggunaan plastik sekali pakai, penguatan sistem pengelolaan limbah, penerapan prinsip **Reduce, Reuse, Recycle (3R)**, pengembangan material ramah lingkungan (*biodegradable*), serta peningkatan edukasi dan kesadaran masyarakat. Dengan implementasi strategi tersebut secara berkelanjutan, diharapkan pencemaran mikroplastik dapat ditekan sehingga kualitas ekosistem perairan dan keberlanjutan sumber daya hayati tetap terjaga.

DAFTAR PUSTAKA

Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.05.030>

- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597.
<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2011.09.025>
- GESAMP. (2015). *Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: A global assessment* (Kershaw, P. J., Ed.). IMO/FAO/UNESCO-IOC/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.
- Hartmann, N. B., Hüffer, T., Thompson, R. C., Hassellöv, M., Verschoor, A., Dagaard, A. E., Rist, S., Karlsson, T., Brennholt, N., Cole, M., Herrling, M. P., Hess, M. C., Ivleva, N. P., Lusher, A. L., & Wagner, M. (2019). Are we speaking the same language? Recommendations for a definition and categorization framework for plastic debris. *Environmental Science & Technology*, 53(3), 1039–1047. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b05297>
- Lee, H., Kunz, A., Shim, W. J., & Walther, B. A. (2023). Microplastics and human health: A systematic review. *Environmental Research*, 216, 114455. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.114455>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., Altman, D. G., & The PRISMA Group. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *PLoS Medicine*, 6(7), e1000097.
<https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1000097>
- 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., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the Total Environment*, 702, 134455. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>
- Rochman, C. M., Hoh, E., Hentschel, B. T., & Kaye, S. (2013). Long-term field measurement of sorption of organic contaminants to five types of plastic pellets: Implications for plastic marine debris. *Environmental Science & Technology*, 47(3), 1646–1654. <https://doi.org/10.1021/es303700s>
- Snyder, H. (2019). Literature review as a research methodology: An overview and guidelines. *Journal of Business Research*, 104, 333–339. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2019.07.039>
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., & Russell, A. E. (2004). Lost at sea: Where is all the



- plastic? *Science*, 304(5672), 838.
<https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Tranfield, D., Denyer, D., & Smart, P. (2003). Towards a methodology for developing evidence-informed management knowledge by means of systematic review. *British Journal of Management*, 14(3), 207–222. <https://doi.org/10.1111/1467-8551.00375>
- United Nations Environment Programme. (2021). *From pollution to solution: A global assessment of marine litter and plastic pollution*. United Nations Environment Programme.
<https://www.unep.org/resources/pollution-solution-global-assessment-marine-litter-and-plastic-pollution>
- Wright, S. L., & Kelly, F. J. (2017). Plastic and human health: A micro issue? *Environmental Science & Technology*, 51(12), 6634–6647.
<https://doi.org/10.1021/acs.est.7b00423>
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, 178, 483–492.
<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>