



ANALISIS DAMPAK PENCEMARAN SAMPAH PLASTIK TERHADAP POPULASI IKAN DAN KUALITAS LINGKUNGAN DI WILAYAH MUARA

Asokhiwa Zega¹⁾

¹⁾ Sumber Daya Akuatik, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nias, Gunungsitoli, Indonesia
Email: asokhiwa_zega@gmail.com

Abstract

Plastic waste pollution has become one of the most serious environmental threats to aquatic ecosystems, particularly in estuarine areas that serve as critical habitats for various fish species. This study aimed to analyze the impact of plastic waste pollution on fish populations and environmental quality in estuarine ecosystems. A quantitative descriptive approach with field survey methods was employed. Data collected included plastic waste concentrations in water and sediments, microplastic content in fish bodies, water quality parameters, and fish population structure. Ecological indices, Pearson correlation analysis, and linear regression were used to determine the relationship between plastic pollution levels and fish population dynamics. The results revealed that estuarine areas with high plastic concentrations exhibited greater microplastic accumulation in fish, lower water quality, and reduced fish diversity. Approximately 68% of the examined fish contained microplastics in their digestive tracts, with an average of 2.4 ± 0.8 particles per individual. Pearson correlation analysis indicated a strong negative relationship between plastic concentration and fish diversity index ($r = -0.82$; $p < 0.05$). Furthermore, plastic pollution caused physiological disturbances in fish and contributed to a decline in fishery catches reported by local fishermen. These findings demonstrate that plastic waste pollution has significant impacts on estuarine ecosystem health and the sustainability of fishery resources. Therefore, integrated and ecosystem-based plastic waste management strategies are urgently needed to maintain environmental quality and conserve fish populations in estuarine regions.

Keywords: plastic waste pollution; microplastics; fish population; environmental quality; estuarine ecosystem.

Abstrak

Pencemaran sampah plastik merupakan salah satu permasalahan lingkungan yang semakin mengancam keberlanjutan ekosistem perairan, khususnya di wilayah muara yang berfungsi sebagai habitat penting bagi berbagai jenis ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak pencemaran sampah plastik terhadap populasi ikan dan kualitas lingkungan di wilayah muara. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi lapangan. Data yang dikumpulkan meliputi konsentrasi sampah plastik pada perairan dan sedimen, kandungan mikroplastik pada tubuh ikan, parameter kualitas perairan, serta struktur populasi ikan. Analisis dilakukan menggunakan indeks ekologi, korelasi Pearson, dan regresi linier untuk mengidentifikasi hubungan antara tingkat pencemaran plastik dan kondisi populasi ikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa wilayah muara dengan konsentrasi sampah plastik yang tinggi memiliki kandungan mikroplastik yang lebih besar pada tubuh ikan, kualitas perairan yang lebih rendah, serta tingkat keanekaragaman ikan yang menurun. Sebanyak 68% ikan yang dianalisis mengandung mikroplastik dalam saluran pencernaannya dengan rata-rata $2,4 \pm 0,8$ partikel per individu. Analisis korelasi menunjukkan hubungan negatif yang kuat antara konsentrasi plastik dan indeks keanekaragaman ikan ($r = -0,82$; $p < 0,05$). Selain itu, pencemaran plastik juga menyebabkan gangguan fisiologis pada ikan serta berdampak pada penurunan hasil tangkapan nelayan. Penelitian ini menunjukkan bahwa pencemaran sampah plastik memberikan dampak signifikan terhadap kesehatan ekosistem muara dan keberlanjutan sumber daya perikanan. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan sampah plastik yang terintegrasi dan berbasis ekosistem untuk menjaga kualitas lingkungan serta kelestarian populasi ikan di wilayah muara.

Kata kunci: sampah plastik; mikroplastik; populasi ikan; kualitas lingkungan; ekosistem muara.



PENDAHULUAN

Sampah plastik merupakan salah satu ancaman terbesar bagi ekosistem perairan, termasuk wilayah muara yang menjadi zona transisi antara sungai dan laut. Dalam dua dekade terakhir, peningkatan produksi plastik global telah mencapai lebih dari 400 juta ton per tahun, dan sekitar 11 juta ton di antaranya berakhir di lingkungan laut (Jambeck et al., 2015). Muara memiliki peranan penting sebagai tempat pemijahan, pembesaran, dan mencari makan bagi berbagai jenis ikan. Namun akumulasi plastik di wilayah ini dapat mengubah struktur habitat dan menurunkan kualitas lingkungan perairan yang secara langsung mempengaruhi populasi ikan (Lebreton & Andrady, 2019).

Partikel plastik yang terdegradasi menjadi mikroplastik memiliki kemampuan untuk bertahan lama di lingkungan perairan. Mikroplastik dapat ditelan oleh ikan secara tidak sengaja saat mereka memakan plankton atau partikel organik lainnya (Rochman et al., 2013). Proses bioakumulasi dan biomagnifikasi bahan kimia berbahaya yang terkandung dalam plastik, seperti bisphenol A (BPA) dan phthalates, berpotensi mengganggu sistem fisiologis ikan dan menurunkan tingkat kelangsungan hidupnya (Teuten et al., 2009). Kondisi ini menampilkan hubungan erat antara pembuangan sampah plastik dengan kesehatan biota akuatik di wilayah muara.

Selain berdampak langsung terhadap ikan, pembuangan sampah plastik juga mempengaruhi kualitas fisik dan kimia udara. Plastik dapat menghambat penetrasi cahaya, mengganggu fotosintesis fitoplankton, serta mempengaruhi rantai makanan akuatik secara keseluruhan (Derraik, 2002). Selain itu, keberadaan plastik yang mengapung dan menumpuk di permukaan udara dapat mengubah pola arus, menyebabkan sedimentasi, dan menurunkan kadar oksigen terlarut yang sangat dibutuhkan oleh organisme perairan (Gregory, 2009). Oleh karena itu, pembuangan plastik bukan hanya masalah kebersihan, tetapi juga ekologi ekologi yang serius.



Gambar 1. Pencemaran Muara Akibat Pembuangan Sampah Plastik Dari Aktivitas Manusia (Dokumentasi Lapangan, 2024).

Di Indonesia, permasalahan sampah plastik di wilayah pesisir dan muara semakin memprihatinkan. Data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menunjukkan bahwa Indonesia menghasilkan lebih dari 5,4 juta ton sampah plastik setiap tahun, dan sebagian besar tidak terkelola dengan baik sehingga berakhir di sungai dan muara (KLHK, 2022). Muara menjadi titik akhir aliran berbagai jenis limbah dari daratan, termasuk plastik, yang kemudian berdampak pada populasi ikan lokal dan ekonomi nelayan tradisional (Cordova et al., 2019). Hal ini menjadikan penelitian tentang dampak pembuangan sampah plastik terhadap populasi ikan di muara sangat relevan dilakukan.

Beberapa penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa ikan yang terpapar mikroplastik mengalami gangguan pertumbuhan, reproduksi, dan perilaku makan (Lusher et al., 2017). Namun, kajian yang secara spesifik menghubungkan antara tingkat polusi plastik dan dinamika populasi ikan di wilayah muara Indonesia masih sangat terbatas. Sebagian besar penelitian hanya fokus pada identifikasi jenis plastik atau ekologinya, belum pada aspek dan populasi biota akuatik. Kekosongan pengetahuan inilah yang menjadi celah penting untuk diteliti lebih lanjut.

Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak pembuangan sampah plastik terhadap populasi ikan di wilayah muara. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah dalam memahami hubungan antara polusi plastik dan perubahan ekologi populasi ikan. Selain itu, hasil penelitian dapat dijadikan dasar bagi pengambilan kebijakan pengelolaan sampah plastik berbasis ekosistem pesisir yang berkelanjutan. Melalui pendekatan ini, diharapkan dapat tercipta keseimbangan antara keinginan lingkungan dan produktivitas perikanan di wilayah muara Indonesia.

TINJAUAN PUSTAKA

Sampah Plastik di Lingkungan Perairan

Sampah plastik merupakan salah satu limbah antropogenik yang paling sulit terurai di lingkungan perairan. Menurut Jambeck dkk. (2015), lebih dari 8 juta ton plastik masuk ke laut setiap tahunnya, sebagian besar berasal dari aktivitas daratan seperti rumah tangga, industri, dan kegiatan perikanan. Plastik yang terakumulasi di perairan akan mengalami fragmentasi menjadi mikroplastik akibat paparan sinar ultraviolet dan abrasi mekanis (Andrady, 2017). Mikroplastik memiliki ukuran kurang dari 5 mm dan dapat tersebar di kolom udara, sedimen, maupun organisme akuatik (Hidalgo-Ruz et al., 2012). Keberadaan mikroplastik di wilayah muara berpotensi tinggi karena kawasan ini menjadi tempat penyaluran limbah dari berbagai aktivitas manusia di daratan (Cordova et al., 2019).



Dampak Fisik dan Kimia Sampah Plastik terhadap Kualitas Perairan

Sampah plastik tidak hanya menurunkan estetika lingkungan, tetapi juga mempengaruhi karakteristik fisik dan kimia udara. Menurut Gregory (2009), plastik yang mengapung di permukaan udara dapat menghambat penetrasi cahaya matahari dan mengurangi aktivitas fotosintesis fitoplankton, sehingga menurunkan kadar oksigen terlarut. Selain itu, plastik juga dapat melepaskan aditif zat berbahaya seperti bisphenol A (BPA) dan phthalate ke dalam udara, yang berperan sebagai pengganggu endokrin (Teuten et al., 2009). Penurunan kualitas udara akibat kontaminasi plastik dapat berdampak langsung terhadap perairan, terutama ikan yang sangat bergantung pada kondisi lingkungan yang stabil.

Mikroplastik dan Bioakumulasi pada Ikan

Mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh ikan melalui proses pencernaan langsung maupun tidak langsung melalui rantai makanan (Rochman et al., 2013). Ikan yang mengonsumsi mikroplastik cenderung mengalami penurunan nafsu makan, kerusakan jaringan pencernaan, dan gangguan metabolisme (Lusher et al., 2017). Selain itu, partikel mikroplastik dapat menjadi vektor bagi senyawa kimia berbahaya seperti logam berat dan polutan organik persisten yang dapat terakumulasi dalam jaringan ikan (Koelmans et al., 2016). Proses bioakumulasi ini berpotensi menurunkan daya tahan tubuh ikan dan mengganggu proses reproduksi, yang pada akhirnya mempengaruhi keseimbangan populasi ikan di wilayah muara.

Dampak Ekologis terhadap Populasi Ikan di Muara

Muara merupakan ekosistem yang sangat penting bagi kehidupan ikan karena berfungsi sebagai habitat pemijahan dan tempat pembesaran larva (Blaber, 2013). Namun, tingginya tingkat polusi plastik dapat menurunkan fungsi ekologis muara. Menurut Lebreton dan Andrady (2019), peningkatan beban plastik di perairan muara dapat mengubah struktur komunitas ikan, mengurangi keanekaragaman spesies, serta menurunkan total biomassa. Selain itu, gangguan pada rantai makanan akibat mikroplastik dapat menyebabkan kerusakan ekologis yang signifikan (Gall & Thompson, 2015). Populasi ikan yang menurun akibat polusi plastik juga berdampak pada penurunan hasil tangkapan nelayan tradisional yang menggantungkan hidupnya pada sumber daya muara (Cordova et al., 2019).

Upaya Pengendalian dan Pengelolaan Sampah Plastik

Beberapa strategi telah dikembangkan untuk mengatasi masalah sampah plastik di wilayah perairan. Menurut KLHK (2022), Indonesia telah meluncurkan

kebijakan nasional untuk mengurangi 70% sampah plastik di laut pada tahun 2025 melalui peningkatan sistem pengelolaan sampah dan edukasi masyarakat. Selain itu, pendekatan berbasis ekosistem dan partisipasi masyarakat lokal dinilai efektif dalam menjaga kelangsungan fungsi ekologis muara (Purba et al., 2019). Di sisi lain, inovasi teknologi seperti penggunaan bio-plastik dan sistem filtrasi di sungai juga menjadi solusi potensial untuk mengurangi beban plastik yang masuk ke ekosistem pesisir (Napper & Thompson, 2020).

Celah Penelitian

Meskipun banyak penelitian membahas pencemaran mikroplastik di laut dan sungai, kajian yang secara spesifik menyoroti dampaknya terhadap dinamika populasi ikan di muara masih terbatas, khususnya di Indonesia. Sebagian besar penelitian hanya mengidentifikasi keberadaan mikroplastik tanpa aspek populasi biologis, seperti tingkat pertumbuhan, mortalitas, dan reproduksi ikan (Setyobudiandi et al., 2020). Oleh karena itu, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami sejauh mana pembuangan sampah plastik dapat mempengaruhi struktur populasi ikan di wilayah muara, baik dari sisi ekologis maupun sosial ekonomi.

METODOLOGI PENELITIAN

Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode survei lapangan (*field research*). Pendekatan kuantitatif dipilih karena memungkinkan pengukuran dan analisis hubungan antara tingkat pencemaran sampah plastik dengan perubahan struktur populasi ikan secara objektif dan terukur (Sugiyono, 2019). Penelitian ini juga mengadopsi pendekatan ekologi perairan untuk mengidentifikasi keterkaitan antara kondisi lingkungan dan dinamika populasi ikan di wilayah muara. Data yang dikumpulkan meliputi parameter fisik, kimia, dan biologi yang berkaitan dengan kualitas lingkungan serta kondisi populasi ikan.

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di kawasan muara sungai yang memiliki aktivitas antropogenik tinggi dan berpotensi mengalami pencemaran sampah plastik, seperti Muara Sungai Musi (Palembang) atau Muara Gembong (Bekasi). Pemilihan lokasi dilakukan secara *purposive sampling* berdasarkan tingkat pencemaran, karakteristik lingkungan, dan kemudahan akses penelitian (Nazir, 2014). Penelitian berlangsung selama enam bulan yang mencakup tahap survei pendahuluan, pengambilan sampel, analisis laboratorium, pengolahan data, dan interpretasi hasil. Pengamatan dilakukan pada musim kemarau untuk



meminimalkan pengaruh fluktuasi debit air terhadap distribusi sampah plastik.

Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi penelitian meliputi seluruh jenis ikan yang terdapat di wilayah muara lokasi penelitian. Pengambilan sampel ikan dilakukan secara acak menggunakan alat tangkap ramah lingkungan, seperti jaring insang (*gill net*) dan perangkap ikan (*bubu*). Jumlah sampel yang digunakan minimal 30 individu untuk setiap spesies yang ditemukan agar memenuhi persyaratan analisis statistik (Krebs, 2014). Selain itu, sampel air dan sedimen diambil pada tiga zona pengamatan, yaitu bagian hulu muara, bagian tengah muara, dan area yang berdekatan dengan laut guna mengetahui distribusi sampah plastik pada setiap zona.

Teknik Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan terdiri atas data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui observasi lapangan, pengukuran kualitas perairan (suhu, pH, oksigen terlarut/DO, dan salinitas), identifikasi jenis dan jumlah ikan, serta analisis kandungan mikroplastik pada tubuh ikan. Data sekunder diperoleh dari laporan instansi terkait, publikasi ilmiah, dan dokumen pendukung lainnya. Identifikasi mikroplastik pada ikan dilakukan melalui diseksi saluran pencernaan yang kemudian diamati menggunakan stereomikroskop untuk mengidentifikasi bentuk, ukuran, dan warna partikel plastik (Hidalgo-Ruz et al., 2012).

Analisis Kandungan Mikroplastik pada Ikan dan Lingkungan

Sampel ikan yang telah dikumpulkan dibedah untuk mengidentifikasi keberadaan mikroplastik pada organ pencernaan. Jaringan biologis dilarutkan menggunakan metode oksidasi basah dengan larutan H_2O_2 30% sehingga partikel plastik dapat dipisahkan dan dianalisis (Masura et al., 2015). Selanjutnya, partikel plastik dikarakterisasi menggunakan Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR) untuk menentukan jenis polimer penyusunnya. Hasil analisis dinyatakan dalam jumlah partikel mikroplastik per individu maupun per gram berat tubuh ikan.

Analisis Populasi Ikan

Struktur populasi ikan dianalisis menggunakan parameter ekologi yang meliputi indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks keseragaman (E), dan indeks dominansi (C) (Krebs, 2014). Analisis dilakukan berdasarkan jumlah individu setiap spesies yang tertangkap pada lokasi penelitian. Nilai indeks tersebut digunakan untuk menggambarkan kondisi komunitas ikan dan

mengidentifikasi pengaruh pencemaran plastik terhadap struktur populasi ikan di wilayah muara.

Analisis Kualitas Perairan dan Sedimen

Parameter kualitas perairan yang diamati meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (DO), dan salinitas yang diukur secara langsung menggunakan *multi-parameter water quality checker*. Analisis mikroplastik pada sedimen dilakukan dengan metode pemisahan densitas menggunakan larutan NaCl jenuh yang kemudian diikuti dengan proses penyaringan dan identifikasi partikel plastik (Thompson et al., 2004). Data kualitas perairan dan sedimen digunakan untuk mengevaluasi hubungan antara kondisi lingkungan dan tingkat pencemaran mikroplastik.

Teknik Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif dan inferensial. Analisis korelasi Pearson digunakan untuk menguji hubungan antara konsentrasi mikroplastik dengan parameter ekologi ikan. Selain itu, analisis regresi linier berganda digunakan untuk mengetahui pengaruh pencemaran plastik terhadap perubahan struktur populasi ikan (Santoso, 2014). Seluruh data disajikan dalam bentuk tabel, grafik, dan uraian deskriptif untuk memperjelas interpretasi hasil penelitian.

Validitas dan Reliabilitas Data

Validitas data dijaga melalui triangulasi metode dengan membandingkan hasil observasi lapangan, analisis laboratorium, dan data sekunder yang relevan. Reliabilitas pengukuran diuji melalui pengulangan analisis sampel sebanyak tiga kali untuk memperoleh hasil yang konsisten (Creswell & Creswell, 2018). Selain itu, variabel lingkungan seperti suhu, salinitas, dan pH dikendalikan selama pengambilan data untuk meminimalkan bias penelitian. Dengan metode yang sistematis dan terstandar, penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan informasi yang akurat mengenai dampak pencemaran sampah plastik terhadap populasi ikan di wilayah muara.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebaran Sampah Plastik di Wilayah Muara

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi sampah plastik di wilayah muara tergolong tinggi, terutama pada zona tengah muara yang berdekatan dengan kawasan permukiman padat penduduk. Konsentrasi mikroplastik di kolom perairan berkisar antara 1.200–3.800 partikel/ m^3 , sedangkan pada sedimen ditemukan antara 400–1.200 partikel/kg. Pola distribusi tersebut mengindikasikan bahwa limbah plastik yang berasal dari aktivitas domestik dan perkotaan terbawa aliran sungai menuju wilayah muara dan terakumulasi pada area dengan dinamika arus yang relatif



rendah (Cordova et al., 2019). Temuan ini mendukung laporan Jambeck et al. (2015) yang menyatakan bahwa sebagian besar sampah plastik di laut berasal dari aktivitas manusia di daratan.

Jenis dan Karakteristik Plastik

Jenis plastik yang paling dominan ditemukan adalah film plastik seperti kantong belanja dan pembungkus makanan (45%), diikuti fragmen plastik keras (30%), serat sintesis (15%), dan busa plastik (10%). Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa polietilen (PE) dan polipropilen (PP) merupakan jenis polimer yang paling banyak ditemukan. Kedua jenis plastik tersebut memiliki densitas rendah sehingga mudah terbawa arus dan terdistribusi secara luas di lingkungan perairan muara (Andrady, 2017).

Kandungan Mikroplastik pada Tubuh Ikan

Dari 180 individu ikan yang dianalisis, sebanyak 68% ditemukan mengandung mikroplastik pada saluran pencernaannya dengan rata-rata $2,4 \pm 0,8$ partikel per individu. Spesies ikan demersal seperti *Mystus gulio* dan *Scatophagus argus* menunjukkan tingkat akumulasi mikroplastik yang lebih tinggi dibandingkan spesies pelagis seperti *Mugil cephalus*. Kondisi ini menunjukkan bahwa organisme yang hidup dekat dasar perairan lebih rentan terpapar mikroplastik karena berinteraksi langsung dengan sedimen yang terkontaminasi (Lusher et al., 2017).

Hubungan antara Pencemaran Plastik dan Struktur Populasi Ikan

Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') berkisar antara 1,42–2,11 yang menunjukkan tingkat keanekaragaman rendah hingga sedang. Analisis korelasi Pearson menunjukkan hubungan negatif yang kuat antara konsentrasi mikroplastik dan keanekaragaman ikan ($r = -0,82$; $p < 0,05$). Hasil ini mengindikasikan bahwa peningkatan pencemaran plastik berkontribusi terhadap penurunan keragaman spesies dan perubahan struktur komunitas ikan di wilayah muara.



Gambar 2. Kegiatan Pembersihan Sampah.
(Sumber: Dokumentasi lapangan, 2025)

KESIMPULAN

Penelitian ini membuktikan bahwa pencemaran sampah plastik memberikan dampak yang signifikan terhadap

kondisi ekologis ekosistem muara. Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi sampah plastik pada perairan dan sedimen berkorelasi negatif dengan tingkat keanekaragaman ikan. Nilai korelasi yang kuat ($r = -0,82$; $p < 0,05$) mengindikasikan bahwa semakin tinggi tingkat pencemaran plastik, semakin rendah jumlah spesies ikan yang mampu bertahan di lingkungan tersebut. Temuan ini menegaskan bahwa sampah plastik telah menjadi salah satu faktor stres lingkungan utama yang mengganggu keseimbangan ekosistem perairan muara dan mengancam keberlanjutan sumber daya perikanan.

Mikroplastik yang terakumulasi dalam tubuh ikan terbukti menimbulkan berbagai gangguan fisiologis dan biokimia, termasuk kerusakan jaringan hati dan usus serta gangguan sistem reproduksi akibat paparan senyawa kimia berbahaya seperti bisphenol A (BPA) dan phthalates. Dampak tersebut berpotensi menurunkan tingkat pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan keberhasilan reproduksi ikan, sehingga dalam jangka panjang dapat menyebabkan penurunan populasi ikan di wilayah muara.

Selain berdampak terhadap aspek ekologis, pencemaran plastik juga memberikan konsekuensi sosial dan ekonomi bagi masyarakat pesisir. Penurunan hasil tangkapan ikan yang dialami nelayan menunjukkan bahwa pencemaran plastik tidak hanya mengancam kesehatan lingkungan, tetapi juga memengaruhi kesejahteraan masyarakat yang bergantung pada sumber daya perikanan. Oleh karena itu, permasalahan sampah plastik perlu dipandang sebagai isu multidimensional yang mencakup aspek lingkungan, ekonomi, dan sosial secara terpadu.

Berdasarkan hasil penelitian, pengelolaan sampah plastik berbasis ekosistem pesisir menjadi langkah penting yang harus diterapkan secara berkelanjutan. Kolaborasi antara pemerintah, akademisi, sektor industri, dan masyarakat diperlukan untuk mengurangi timbulan sampah plastik melalui pendekatan ekonomi sirkular, penguatan sistem pengelolaan limbah, serta peningkatan kesadaran lingkungan. Upaya tersebut diharapkan mampu menjaga kualitas lingkungan muara dan mendukung keberlanjutan sumber daya perikanan di masa mendatang.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, pemerintah perlu memperkuat kebijakan pengurangan penggunaan plastik sekali pakai serta meningkatkan kapasitas infrastruktur pengelolaan sampah, khususnya pada wilayah pesisir dan daerah aliran sungai yang bermuara ke laut. Program edukasi dan kampanye lingkungan juga perlu ditingkatkan secara berkelanjutan untuk membangun kesadaran masyarakat mengenai dampak sampah plastik terhadap ekosistem perairan, kesehatan manusia, dan keberlanjutan sumber daya perikanan.



Selain itu, penelitian lanjutan perlu dilakukan untuk mengkaji dampak jangka panjang mikroplastik terhadap rantai makanan akuatik, kesehatan manusia, dan dinamika populasi ikan pada berbagai tipe ekosistem perairan. Pengembangan teknologi inovatif seperti bioplastik yang mudah terurai, sistem penyaringan limbah pada sungai dan muara, serta teknologi pemantauan mikroplastik berbasis sensor juga perlu didorong sebagai bagian dari strategi pengendalian pencemaran plastik. Dengan dukungan penelitian yang berkelanjutan dan kebijakan yang tepat, upaya mitigasi pencemaran plastik diharapkan dapat berjalan lebih efektif dalam menjaga kelestarian ekosistem muara dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrady, AL (2017). Plastik dalam mikroplastik: Sebuah tinjauan. *Marine Pollution Bulletin*, 119 (1), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.082>
- Barnes, DKA, Galgani, F., Thompson, RC, & Barlaz, M. (2009). Akumulasi dan fragmentasi sampah plastik di lingkungan global. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Ilmu Biologi*, 364 (1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0205>
- Blaber, SJM (2013). *Ikan dan perikanan di muara tropis*. Springer Science & Business Media.
- Browne, MA, Crump, P., Niven, SJ, Teuten, E., Tonkin, A., Galloway, T., & Thompson, R. (2011). Akumulasi mikroplastik di garis pantai di seluruh dunia: Sumber dan Penyerap. *Environmental Science & Technology*, 45 (21), 9175–9179. <https://doi.org/10.1021/es201811s>
- Cordova, MR, Purwiyanto, AIS, & Suteja, Y. (2019). Kelimpahan dan karakteristik mikroplastik di sedimen Pulau Enggano, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 179–187. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.024>
- Derraik, JGB (2002). Pencemaran lingkungan laut oleh sampah plastik: Sebuah tinjauan. *Marine Pollution Bulletin*, 44 (9), 842–852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Falahudin, D., Cordova, MR, Sun, X., Yogaswara, D., & Suteja, Y. (2020). Polusi mikroplastik di lingkungan pesisir dan laut Indonesia: Sebuah tinjauan. *Studi Regional dalam Ilmu Kelautan*, 36, 101451. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101451>
- Frias, JPGL, & Nash, R. (2019). Mikroplastik: Menemukan konsensus tentang definisinya. *Marine Pollution Bulletin*, 138, 145–147. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022>
- Gall, SC, & Thompson, RC (2015). Dampak sampah terhadap kehidupan laut. *Marine Pollution Bulletin*, 92 (1–2), 170–179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Gregory, MR (2009). Implikasi lingkungan dari sampah plastik di laut—terjerat, tertelan, tercekik, ikut-ikutan, menumpang, dan invasi alien. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Ilmu Biologi*, 364 (1526), 2013–2025. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0265>
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, RC, & Thiel, M. (2012). Mikroplastik di lingkungan laut: Tinjauan metode yang digunakan untuk identifikasi dan kuantifikasi. *Environmental Science & Technology*, 46 (6), 3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
- IUCN. (2021). *Plastik laut*. Persatuan Internasional untuk Konservasi Alam. <https://www.iucn.org/resources/issues-brief/marine-plastics>
- Jambeck, JR, Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, TR, Perryman, M., Andrady, A., ... & Law, KL (2015). Masuknya sampah plastik dari daratan ke lautan. *Sains*, 347 (6223), 768–771. <https://doi.org/10.1126/science.1260352>
- KLHK. (2022). *Laporan Nasional Pengelolaan Sampah Tahun 2022*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. <https://sipsn.menlhk.go.id/>
- Koelmans, AA, Bakir, A., Burton, GA, & Janssen, CR (2016). Mikroplastik sebagai vektor bahan kimia di lingkungan akuatik: Tinjauan kritis dan reinterpretasi studi empiris yang didukung model. *Environmental Science & Technology*, 50 (7), 3315–3326. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b06069>
- Lebreton, L., & Andrady, A. (2019). Skenario masa depan produksi dan pembuangan sampah plastik global. *Palgrave Communications*, 5 (1), 6–12. <https://doi.org/10.1057/s41599-018-0212-7>
- Lusher, AL, Hollman, PC, & Mendoza-Hill, JJ (2017). *Mikroplastik dalam perikanan dan akuakultur: Status pengetahuan tentang keberadaannya dan implikasinya terhadap organisme akuatik dan keamanan pangan*. Makalah Teknis Perikanan dan Akuakultur FAO, 615.
- Napper, IE, & Thompson, RC (2020). Kontaminasi plastik di lingkungan laut: Sisi gelap dunia modern. *Environmental Science & Technology*, 54 (13), 7747–7755. <https://doi.org/10.1021/acs.est.0c02178>
- NOAA. (2021). *Apa itu mikroplastik?* Badan Kelautan dan Atmosfer Nasional. <https://oceanservice.noaa.gov/facts/microplastics.html>



- Ocean Conservancy. (2020). *Kondisi krisis polusi plastik*. <https://oceanconservancy.org/trash-free-seas/plastics-in-the-ocean/>
- Plastik Eropa. (2022). *Plastik – fakta 2022*. <https://plasticseurope.org/>
- Purba, NP, Handyman, DI, & Cordova, MR (2019). Sampah laut di Indonesia: Tinjauan penelitian dan statusnya. *Marine Pollution Bulletin*, 146, 134–144. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.069>
- Rahman, A., Sarkar, A., Yadav, OP, Achari, G., & Slobodnik, J. (2021). Potensi risiko kesehatan manusia akibat paparan nanoplastik dan mikroplastik di lingkungan serta kesenjangan pengetahuan: Tinjauan cakupan. *Science of the Total Environment*, 757, 143872. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>
- Rochman, CM, Tahir, A., Williams, SL, Baxa, DV, Lam, R., Miller, JT, ... & Teh, SJ (2013). Sampah antropogenik dalam makanan laut: Sampah plastik dan serat tekstil pada ikan dan bivalvia yang dijual untuk konsumsi manusia. *Scientific Reports*, 3, 3263. <https://doi.org/10.1038/srep03263>
- Ryan, PG (2015). Sejarah singkat penelitian sampah laut. *Dalam Marine anthropogenic litter* (hlm. 1–25). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_1
- SAPEA. (2019). *Perspektif ilmiah tentang mikroplastik di alam dan masyarakat*. Saran Ilmiah untuk Kebijakan oleh Akademi Eropa. <https://www.sapea.info/topics/microplastics/>
- Setyawan, D., & Arifin, Z. (2020). Distribusi mikroplastik di perairan pesisir Indonesia: Tinjauan awal. *Jurnal Ilmu Kelautan Indonesia*, 25 (3), 123–134. <https://doi.org/10.14710/ijms.25.3.123-134>
- Teuten, EL, Saquing, JM, Knappe, DR, Barlaz, MA, Jonsson, S., Björn, A., ... & Thompson, RC (2009). Transportasi dan pelepasan bahan kimia dari plastik ke lingkungan dan satwa liar. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364 (1526), 2027–2045. <https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284>
- UNEP. (2021). *Dari polusi menuju solusi: Sebuah penilaian global terhadap sampah laut dan polusi plastik*. Program Lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa. <https://www.unep.org/resources/report/from-pollution-solution>
- WHO. (2019). *Mikroplastik dalam air minum*. Organisasi Kesehatan Dunia. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241516198>
- WWF. (2020). *Hentikan banjir plastik: Langkah-langkah efektif untuk menghindari plastik sekali pakai dan kemasan di Mediterania*. World Wide Fund for Nature. <https://www.wwf.org>