

**ANCAMAN SAMPAH PLASTIK TERHADAP ORGANISME DI
BERBAGAI EKOSISTEM***The Threat of Plastic Waste to Organisms in Various Ecosystems***Khairunisa*¹, Nuzulul Anggi Rizki², Lies Wuryanita Adriyani³****^{1,2,3}Universitas Muhammadiyah Madiun****¹Email: kha388@ummad.ac.id****²Email: nar428@ummad.ac.id****³Email: lwa522@ummad.ac.id****Abstract**

Plastic pollution, particularly microplastics, is a global environmental issue with far-reaching impacts on ecosystems and human health. This review examines the effects of plastics across various ecosystems in Indonesia, including marine, riverine, mangrove, terrestrial, livestock, and human systems. Findings reveal that microplastics are present in fish, zooplankton, corals, and in marine and mangrove sediments. In rivers, plastics contribute to declining local fish populations and hormonal disorders. On land, microplastics inhibit plant growth, disrupt soil structure, and have been detected in chickens and ducks. For humans, microplastic consumption in Indonesia reaches approximately 15 grams per month, with particles detected in the gastrointestinal tract and daily consumables. Such exposure may cause allergic reactions, cell damage, and chronic diseases. These findings highlight that plastic pollution in Indonesia is not only an environmental problem but also a significant public health threat.

Keywords: Plastic, Microplastic, Ecosystem, Human Health, Indonesia

Abstrak

Pencemaran plastik, khususnya mikroplastik, merupakan isu lingkungan global yang berdampak luas pada ekosistem dan kesehatan manusia. Kajian ini menelaah dampak plastik pada berbagai ekosistem di Indonesia, meliputi laut, sungai, mangrove, daratan, ternak, hingga manusia. Hasil kajian menunjukkan mikroplastik terdeteksi pada ikan, zooplankton, karang, serta sedimen laut dan mangrove. Di ekosistem sungai, plastik berkontribusi pada penurunan populasi ikan lokal dan gangguan hormonal. Di daratan, mikroplastik terbukti menghambat pertumbuhan tanaman, merusak struktur tanah, serta ditemukan pada ayam dan bebek. Pada manusia, konsumsi mikroplastik di Indonesia mencapai 15 gram per bulan, dengan partikel terdeteksi pada saluran pencernaan dan produk pangan sehari-hari. Paparan ini berpotensi menimbulkan reaksi alergi, kerusakan sel, hingga penyakit kronis. Temuan ini menegaskan bahwa pencemaran plastik di Indonesia bukan hanya persoalan lingkungan, melainkan juga ancaman serius bagi kesehatan masyarakat.

Kata Kunci: Plastik, Mikroplastik, Ekosistem, Kesehatan Manusia, Indonesia

PENDAHULUAN

Plastik merupakan komposisi sampah terbesar kedua di Indonesia setelah sisa makanan, yaitu mencapai 19,75% dari total timbunan sampah nasional (SIPSN, 2924). Setiap tahunnya, Indonesia menghasilkan sekitar 6,8 juta ton sampah plastik

dengan tren kenaikan sekitar 5% per tahun (United Nations Environment Programme & Indonesia Ministry of Environment and Forestry, 2020). Pada tahun 2024, cakupan pengelolaan sampah di Indonesia baru mencapai 43,21% dengan tingkat pengurangan sampah sebesar 9,44% (SIPSN, 2024). Capaian ini masih jauh dari target nasional tahun 2025 yang menetapkan 70% untuk pengelolaan sampah dan 30% untuk pengurangan sampah. Kegagalan dalam mencapai target tersebut disebabkan oleh berbagai kendala, baik teknis maupun non-teknis. Dari sisi teknis, pemilahan dan pengangkutan masing-masing komponen sampah belum terlaksana dengan baik. Selain itu, persyaratan teknis untuk pengangkutan, seperti jumlah truk yang terbatas dan usia truk yang sudah tua, belum sepenuhnya terpenuhi. Keterbatasan lahan untuk fasilitas pengolahan sampah terpadu (TPS-3R) juga menjadi tantangan, ditambah dengan tidak adanya tempat pembuangan akhir (TPA) di wilayah terpencil serta kapasitas TPA di kota-kota besar yang hampir melampaui daya tampungnya. Sementara itu, dari sisi non-teknis, persoalan sosial masih menjadi penghambat utama, di mana masyarakat belum sepenuhnya melakukan pemilahan sampah sesuai dengan ketentuan yang berlaku (Johansson, 2021; Lestari & Trihadiningrum, 2019a).

Kondisi ini menyebabkan sistem pengelolaan sampah tidak berjalan optimal, sehingga sampah plastik berpotensi besar menjadi polutan di lingkungan. Di lingkungan, terdapat berbagai ukuran debris plastik. Makroplastik (>25 mm) merujuk pada objek plastik berukuran besar yang umumnya dikenal sebagai sampah plastik. Jenis ini mencakup benda sehari-hari seperti kantong plastik, kemasan, dan botol plastik. Dalam beberapa tahun terakhir, mikroplastik telah banyak menarik perhatian media, publik, maupun kalangan ilmiah. Meskipun ukuran pasti dari partikel ini masih diperdebatkan, secara umum disepakati bahwa ukurannya berkisar antara 1 atau 5 mm hingga 1 atau 0,1 mm. Partikel plastik yang berada di antara dua rentang ukuran tersebut disebut mesoplastik (1 atau 5 hingga 25 mm). Sementara itu, kelompok ukuran terkecil dari partikel plastik dikenal sebagai nanoplastik (Hartmann dkk., 2019). Keberadaan sampah plastik merugikan organisme, terutama karena adanya dampak terlilit atau terjatuh. Selain itu, hewan yang menelan sampah plastik berisiko mengalami gangguan pencernaan serius serta masalah kesehatan lainnya karena sistem pencernaan mereka sangat rentan mengalami sumbatan. Kasus serupa juga ditemukan pada ekosistem laut, di mana plastik dapat mengganggu kemampuan burung laut maupun mamalia laut dalam mencerna makanan. Tidak hanya itu, spesies darat maupun laut juga diketahui menelan sampah plastik berukuran lebih kecil, seperti mikroplastik dan nanoplastik (Lee et al., 2024; Ismanto et al., 2024).

Urgensi penelitian ini didasarkan pada meningkatnya timbunan plastik yang belum tertangani dengan baik serta ancamannya terhadap ekosistem dan kesehatan manusia. Sampah plastik telah terbukti memberikan dampak signifikan melalui gangguan fisiologis maupun ekologi pada berbagai organisme. Penelitian ini bertujuan menelaah dampak sampah plastik terhadap organisme darat maupun laut melalui pendekatan literature review terhadap hasil-hasil penelitian. Temuan dari kajian ini diharapkan mampu memberikan gambaran komprehensif mengenai permasalahan sampah plastik serta mendukung perumusan strategi mitigasi dan pengelolaan yang lebih tepat sasaran.

METODE

Penelitian ini menggunakan pendekatan *literature review* dengan fokus pada dampak sampah plastik terhadap organisme di ekosistem marin, limnik, semi-terrestrial dan terrestrial. Data diperoleh dari artikel ilmiah yang diakses melalui basis data *Scopus*, *ScienceDirect*, dan *Google Scholar*. Pemilihan artikel dilakukan secara sistematis dengan kata kunci relevan dan kriteria inklusi berupa temuan empiris mengenai dampak plastik pada organisme. Data dianalisis menggunakan analisis konten kualitatif untuk mengidentifikasi dan mengkategorikan jenis dampak fisiologis maupun ekologi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Plastik memiliki berbagai bentuk dan ukuran (Anunobi, 2022). Plastik ini masuk ke lingkungan melalui pembuangan sampah, banjir, hembusan angin, maupun penggunaan lumpur hasil olahan limbah (De Souza Machado dkk., 2018). Material plastik berukuran besar juga dapat terdegradasi menjadi mikroplastik dengan jumlah lebih banyak, sehingga meningkatkan kelimpahannya di tanah dan udara (Rhodes, 2018). Konsentrasi mikroplastik di tanah bahkan diperkirakan mencapai 4–23 kali lebih tinggi dibandingkan dengan laut, dengan laju degradasi yang sangat lambat sehingga menjadikan tanah sebagai reservoir jangka panjang (Hurley dkk., 2020; Wong dkk., 2020). Mikroplastik juga dapat berpindah melalui angin, emisi dari incinerator, maupun cucian tekstil, yang pada akhirnya berpotensi terhirup oleh manusia (Sridharan dkk., 2021; Wong dkk., 2020).

Sementara itu, di lingkungan laut, limbah rumah tangga yang terbawa aliran sungai merupakan salah satu sumber utama kontaminasi sampah plastic (Cordova dkk., 2023; Willis dkk., 2017). Faktor musiman, arus laut, angin, dan pasang surut turut memengaruhi distribusi, dengan kelimpahan yang lebih tinggi pada musim hujan (Germanov dkk., 2019). Ekosistem seperti padang lamun dan terumbu karang berfungsi sebagai perangkap alami namun karena adanya sampah plastik, khususnya mikroplastik, terumbu karang justru menyimpan lebih dari 90% partikel mikroplastik berukuran kecil (John dkk., 2022). Hal ini meningkatkan paparan bagi organisme bentik dan ikan yang dapat menelannya melalui proses makan maupun respirasi, sehingga pada akhirnya menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia melalui rantai makanan (Riani & Cordova, 2022).

Dampak sampah plastik terhadap organisme memiliki karakteristik yang berbeda pada tiap ekosistem. Oleh karena itu, hasil penelitian ini dipaparkan berdasarkan kategori ekosistem, meliputi ekosistem marin, limnik, semi-terrestrial dan terrestrial. Pemisahan ini dimaksudkan untuk menekankan variasi jenis paparan plastik, mekanisme dampak, serta respon organisme yang khas pada masing-masing ekosistem.

1. Ekosistem Marin

Berbagai penelitian di perairan Indonesia, seperti di Jawa, Nusa Tenggara, dan Kalimantan, menunjukkan adanya mikroplastik pada zooplankton, ikan, dan sedimen (Germanov dkk., 2019; Lestari & Trihadiningrum, 2019b; Widyastuti dkk., 2023). Mikroplastik dapat menumpuk di saluran pencernaan ikan mengganggu reproduksi organisme kecil seperti krustasea di terumbu karang Raja Ampat, serta menyebabkan zooplankton mati dan memperburuk pencemaran sedimen (Cole dkk., 2016; Cordova dkk., 2023; Omeyer dkk., 2023; Supriatna

dkk., 2023). Dampak lebih luas terlihat pada perikanan, di mana nelayan Jakarta harus melaut lebih jauh karena populasi ikan di lokasi biasa menurun akibat tekanan polusi plastik (Sagita dkk., 2022).

Mikroplastik juga ditemukan dalam polip karang di Pulau Panjang dan Karimunjawa sehingga menyebabkan kerusakan jaringan, penurunan fotosintesis hingga 41% pada *Acropora*, serta menurunkan kemampuan kalsifikasi (John dkk., 2022; Wijayanti dkk., 2024). Mikroplastik juga menjadi bagian dari sedimen terumbu di Kepulauan Seribu (Utami dkk., 2021). Pada ekosistem lamun di Teluk Benoa bahkan ditemukan bahwa lamun dan bulu babi tercemar mikroplastik dan logam berat sehingga membuat organisme tersebut berbahaya bagi kesehatan laut dan manusia (Sari dkk., 2022).

2. Ekosistem Limnik

Ikan di Pasar Bintaro, Nusa Tenggara Barat, terdeteksi mengandung partikel plastik (Widyastuti dkk., 2023). Tidak hanya di Nusa Tenggara Barat, studi di Jawa, Sulawesi, dan Sumatra Barat Daya melaporkan adanya partikel plastik dalam tubuh ikan dan sedimen (Dobler dkk., 2022; Lestari & Trihadiningrum, 2019b; Yusron & Asroul Jaza, 2021). Sekitar 60% sungai di Indonesia mengalami pencemaran berat, termasuk Sungai Brantas. Pencemaran yang bersumber dari limbah industri dan plastik ini telah menurunkan populasi ikan lokal, seperti bader dan wader, serta mengurangi keanekaragaman ikan dari 20 jenis menjadi hanya 7 jenis dalam 10 tahun terakhir. Selain itu, ditemukan ketidakseimbangan rasio jenis kelamin ikan (32% jantan dan 68% betina) yang mengindikasikan gangguan hormonal akibat paparan limbah domestik dan industri yang mengandung senyawa pengganggu endokrin (Bhawono, 2025; Ecoton, 2025).

3. Ekosistem Semi-terrestrial

Mikroplastik terbukti dapat bertahan lama di sedimen. Penelitian menunjukkan keberadaannya di sedimen mangrove Cilacap dan Berau hingga lebih dari 80 tahun, ditemukan pada kedalaman 16–50 cm (Cordova dkk., 2023). Di Segara Anakan Lagoon, Cilacap, mikroplastik terdeteksi pada sedimen berusia 21–100 tahun, bahkan juga ditemukan di Teluk Lamong, Surabaya (Hapsari dkk., 2020; Rositasari & Purbonegoro, 2021).

Primata seperti kera ekor panjang (*Macaca nemestrina*) di hutan mangrove Jakarta juga terekspos secara langsung dengan plastik. Mereka kerap menelan plastik secara tidak sengaja ketika mencari makan atau mengambil makanan dari pengunjung. Interaksi ini meningkatkan risiko tertelan partikel plastik maupun senyawa kimia berbahaya yang menempel (Anca & Wallis, 2024). Burung mangrove pun terdampak. Sejumlah spesies burung yang mencari makan di wilayah tercemar berisiko menelan mikroplastik bersama mangsa mereka. Dampaknya mencakup berkurangnya nutrisi, penurunan massa tubuh, kerusakan ginjal, serta gangguan pada saluran pencernaan dan reproduksi (Winarni dkk., 2022).

4. Ekosistem Terrestrial

Beberapa kasus terjatuh juga tercatat pada organisme di darat. Primata

yang hidup dekat pemukiman berinteraksi dengan sampah plastik hingga mengalami cedera fisik, misalnya tangan yang terluka karena terjebak botol plastik, jeratan jaring ikan, atau bahkan tercekik kantong plastik (Anca & Wallis, 2024). Selain itu, studi di Jawa Timur menunjukkan bahwa keberadaan mikroplastik dalam tanah dapat menimbulkan toksisitas signifikan pada tanaman padi dengan menghambat pertumbuhan tanaman padi dan menurunkan kandungan klorofil (Iswahyudi dkk., 2024). Dampak ini sejalan dengan temuan (Khalid dkk., 2021) Mikroplastik di tanah dapat berpindah melalui aktivitas cacing tanah dan springtail, yang memengaruhi struktur tanah serta mengganggu agregasi dan fungsi ekosistem (Walenna dkk., 2024). Pada sektor peternakan, mikroplastik ditemukan pada unggas di Indonesia. Pada itik, kontaminasi terdeteksi di Semarang, Pati, dan Salatiga, dan pada usus ayam kampung (Cahyo dkk., 2020; Roza dkk., 2023; Susanti dkk., 2020). Mikroplastik pada unggas dapat menyebabkan berbagai dampak negatif, termasuk pertumbuhan dan perkembangan yang terhambat, melemahnya sistem kekebalan tubuh, penurunan kesuburan dan produksi telur yang tidak teratur, serta kerusakan jaringan akibat akumulasi mikroplastik di berbagai organ. Mikroplastik dan nanoplastik dapat menyebabkan respons inflamasi dan imunologis ketika mencapai tubuh manusia melalui konsumsi, inhalasi, dan kontak dengan kulit (Abd El-Hack dkk., 2025).

Dampak sampah plastic tidak hanya pada hewan dan tumbuhan tapi manusia juga ikut terdampak. Indonesia termasuk negara dengan konsumsi mikroplastik per kapita tertinggi di dunia, mencapai sekitar 15 gram per bulan, sebagian besar berasal dari air dan makanan laut (Zhao & You, 2024). Penelitian di Gresik serta komunitas pedesaan menunjukkan bahwa mikroplastik dalam saluran pencernaan yang sumbernya diduga berasal dari tempe, garam meja, dan pasta gigi (Chlara Budiarti, 2021; Wibowo dkk., 2021). Mikroplastik dapat menimbulkan dampak serius bagi kesehatan manusia, termasuk reaksi alergi, kematian sel, iritasi paru-paru, pusing, sakit kepala, asma, hingga kanker (Karbalaie dkk., 2018).

KESIMPULAN

Sampah plastik telah terbukti memberikan dampak serius terhadap organisme di berbagai ekosistem darat maupun perairan di Indonesia. Pada ekosistem laut dan sungai, plastik mengganggu rantai makanan melalui akumulasi mikroplastik pada ikan, zooplankton, dan karang, serta menurunkan populasi ikan lokal akibat pencemaran yang memicu gangguan fisiologis maupun hormonal. Di ekosistem semi-terestrial seperti mangrove, mikroplastik mampu bertahan ratusan tahun dalam sedimen serta memengaruhi primata dan burung melalui interaksi langsung maupun rantai makanan. Pada ekosistem terestrial, plastik menyebabkan toksisitas pada tanaman pangan, mengganggu fungsi tanah, dan mencemari hewan ternak yang berpotensi masuk ke rantai konsumsi manusia.

Secara keseluruhan, plastik tidak hanya berdampak pada lingkungan, tetapi juga menimbulkan risiko kesehatan serius bagi manusia, termasuk gangguan sel, sistem pernapasan, hingga penyakit kronis. Temuan ini menegaskan perlunya

strategi mitigasi yang lebih efektif, mulai dari pengurangan penggunaan plastik sekali pakai, peningkatan pengelolaan sampah, hingga penguatan regulasi dan kesadaran publik. Upaya lintas sektor sangat mendesak untuk menekan laju pencemaran plastik dan meminimalkan dampaknya terhadap ekosistem dan kesehatan manusia di masa mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Hack, M. E., Ashour, E. A., AlMalki, F., Khafaga, A. F., Moustafa, M., Alshaharni, M. O., Youssef, I. M., Elolimy, A. A., & Świątkiewicz, S. (2025). Harmful impacts of microplastic pollution on poultry and biodegradation techniques using microorganisms for consumer health protection: A review. *Poultry Science*, 104(1), 104456. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2024.104456>
- Anca, E. D., & Wallis, J. (2024). Plastic pollution and human–primate interactions: A growing conservation concern. *Cambridge Prisms: Plastics*, 2. <https://doi.org/10.1017/plc.2024.10>
- Anunobi, T. J. (2022). Hazardous effects of plastic wastes on land biodiversity: A review. *Zoologist (The)*, 20(1), 80–86. <https://doi.org/10.4314/tzool.v20i1.10>
- Bhawono, A. (2025, Februari 11). *Ikan Sungai Brantas Punah Karena Polusi*. https://betahita.id/news/lipsus/10909/ikan-sungai-brantas-punah-karena-polusi.html?v=1739308990&utm_source=chatgpt.com
- Cahyo, Y. D., Ummah, N., & Ikbali, M. (2020). ANALISIS KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA BEBEK (*Anas platyrhynchos domesticus*) STUDI KAJIAN TINGKAT PENCEMARAN PLASTIK DI TERNAK UNGGAS AIR. *REKASATWA: Jurnal Ilmiah Peternakan*, 2(2), 90. <https://doi.org/10.33474/rekasatwa.v2i2.9026>
- Chlara Budiarti, E. (2021). Identifikasi Mikroplasti pada Feses Manusia. *Environmental Pollution Journal*, 1(2). <https://doi.org/10.58954/epj.v1i2.11>
- Cole, M., Lindeque, P. K., Fileman, E., Clark, J., Lewis, C., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2016). Microplastics Alter the Properties and Sinking Rates of Zooplankton Faecal Pellets. *Environmental Science & Technology*, 50(6), 3239–3246. <https://doi.org/10.1021/acs.est.5b05905>
- Cordova, M. R., Ulumuddin, Y. I., Lubis, A. A., Kaisupy, M. T., Wibowo, S. P. A., Subandi, R., Yogaswara, D., Purbonegoro, T., Renyaan, J., Nurdiansah, D., Sugiharto, U., Shintianata, D., Meiliastri, S. S., Andini, F. P., Suratno, Ilman, M., Anggoro, A. W., Basir, & Cragg, S. M. (2023). Microplastics leaving a trace in mangrove sediments ever since they were first manufactured: A study from Indonesia mangroves. *Marine Pollution Bulletin*, 195, 115517. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.115517>
- De Souza Machado, A. A., Kloas, W., Zarfl, C., Hempel, S., & Rillig, M. C. (2018). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Global Change Biology*, 24(4), 1405–1416. <https://doi.org/10.1111/gcb.14020>
- Dobler, D., Maes, C., Martinez, E., Rahmania, R., Gautama, B. G., Farhan, A. R., & Dounias, E. (2022). On the Fate of Floating Marine Debris Carried to the Sea through the Main Rivers of Indonesia. *Journal of Marine Science and Engineering*, 10(8), 1009. <https://doi.org/10.3390/jmse10081009>



- Ecoton. (2025, Februari 10). *IKAN SUNGAI BRANTAS PUNAH KARENA POLUSI, KOPIPA PROTES USUNG BANGKAI IKAN KELILING SURABAYA*. <https://ecoton.or.id/ikan-sungai-brantas-punah-karena-polusi-kopipa-protes-usung-bangkai-ikan-keliling-surabaya/>
- Germanov, E. S., Marshall, A. D., Hendrawan, I. G., Admiraal, R., Rohner, C. A., Argeswara, J., Wulandari, R., Himawan, M. R., & Loneragan, N. R. (2019). Microplastics on the Menu: Plastics Pollute Indonesian Manta Ray and Whale Shark Feeding Grounds. *Frontiers in Marine Science*, 6, 679. <https://doi.org/10.3389/fmars.2019.00679>
- Hapsari, K. A., Jennerjahn, T. C., Lukas, M. C., Karius, V., & Behling, H. (2020). Intertwined effects of climate and land use change on environmental dynamics and carbon accumulation in a mangrove-fringed coastal lagoon in Java, Indonesia. *Global Change Biology*, 26(3), 1414–1431. <https://doi.org/10.1111/gcb.14926>
- Hartmann, N. B., Hüffer, T., Thompson, R. C., Hassellöv, M., Verschoor, A., Daugaard, 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>
- Hurley, R., Horton, A., Lusher, A., & Nizzetto, L. (2020). Plastic waste in the terrestrial environment. Dalam *Plastic Waste and Recycling* (hlm. 163–193). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-817880-5.00007-4>
- Ismanto, A., Hadibarata, T., Ayu Kristanti, R., Zainuri, M., Nugroho Sugianto, D., Kusumastuti, W., & Asoka Anindita, M. (2024). Microplastics in ecological system: Their prevalence, health effects, and remediation. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 22, 101007. <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2024.101007>
- Iswahyudi, I., Sutanto, A., Widodo, W., Warkoyo, W., Garfansa, M. P., Arifin, S., Holifah, S., Sugiono, S., Sholeh, M. S., & Ramadani, S. D. (2024). The effect of microplastic contaminated compost on the growth of rice seedlings. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 23(8), 555–562. <https://doi.org/10.1016/j.jssas.2024.07.001>
- Johansson, N. (2021). Why is biogas production and not food donation the Swedish political priority for food waste management? *Environmental Science and Policy*, 126(September), 60–64. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2021.09.020>
- John, J., Nandhini, A. R., Velayudhaperumal Chellam, P., & Sillanpää, M. (2022). Microplastics in mangroves and coral reef ecosystems: A review. *Environmental Chemistry Letters*, 20(1), 397–416. <https://doi.org/10.1007/s10311-021-01326-4>
- Karbalaei, S., Hanachi, P., Walker, T. R., & Cole, M. (2018). Occurrence, sources, human health impacts and mitigation of microplastic pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(36), 36046–36063. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3508-7>
- Khalid, N., Aqeel, M., Noman, A., Khan, S. M., & Akhter, N. (2021). Interactions and effects of microplastics with heavy metals in aquatic and terrestrial

- environments. *Environmental Pollution*, 290, 118104. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.118104>
- Lee, J.-Y., Chia, R. W., Veerasingham, S., Uddin, S., Jeon, W.-H., Moon, H. S., Cha, J., & Lee, J. (2024). A comprehensive review of urban microplastic pollution sources, environment and human health impacts, and regulatory efforts. *Science of The Total Environment*, 946, 174297. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174297>
- Lestari, P., & Trihadiningrum, Y. (2019a). The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 149(April), 110505. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110505>
- Lestari, P., & Trihadiningrum, Y. (2019b). The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 149, 110505. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110505>
- Omeyer, L. C. M., Duncan, E. M., Abreo, N. A. S., Acebes, J. M. V., AngSinco-Jimenez, L. A., Anuar, S. T., Aragones, L. V., Araujo, G., Carrasco, L. R., Chua, M. A. H., Cordova, M. R., Dewanti, L. P., Espiritu, E. Q., Garay, J. B., Germanov, E. S., Getliff, J., Horcajo-Berna, E., Ibrahim, Y. S., Jaafar, Z., ... Godley, B. J. (2023). Interactions between marine megafauna and plastic pollution in Southeast Asia. *Science of The Total Environment*, 874, 162502. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.162502>
- Rhodes, C. J. (2018). Plastic Pollution and Potential Solutions. *Science Progress*, 101(3), 207–260. <https://doi.org/10.3184/003685018X15294876706211>
- Riani, E., & Cordova, M. R. (2022). Microplastic ingestion by the sandfish *Holothuria scabra* in Lampung and Sumbawa, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 175, 113134. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113134>
- Rositasari, R., & Purbonegoro, T. (2021). A Retrospective Study of Semi-Enclosed Bays Based on Short Core Samples in Surabaya and Bali, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 789(1), 012017. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/789/1/012017>
- Roza, E., Gesriantuti, N., & Badrun, Y. (2023). Keberadaan Mikroplastik Pada Budidaya Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) Keramba Di Sungai Kampar. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 7(4), 361–368. <https://doi.org/10.46252/jsai-fpik-unipa.2023.Vol.7.No.4.262>
- Sagita, A., Sianggaputra, M. D., & Pratama, C. D. (2022). Analisis Dampak Sampah Plastik di Laut terhadap Aktivitas Nelayan Skala Kecil di Jakarta. *Buletin Ilmiah Marina Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.15578/marina.v8i1.10731>
- Sari, N. R., Pangesty, A. I., Chalid, M., & Zuas, O. (2022). Concentration, distribution, and characteristics of microplastic in estuary, coast and marine organisms in Indonesia: A Preliminary Review. *Akuatikisile: Jurnal Akuakultur, Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil*, 6(1), 57–64. <https://doi.org/10.29239/j.akuatikisile.6.1.57-64>
- Sridharan, S., Kumar, M., Bolan, N. S., Singh, L., Kumar, S., Kumar, R., & You, S. (2021). Are microplastics destabilizing the global network of terrestrial and aquatic ecosystem services? *Environmental Research*, 198, 111243. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111243>

- 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, Indonesia. *Emerging Contaminants*, 9(4), 100245. <https://doi.org/10.1016/j.emcon.2023.100245>
- Susanti, N. K. Y., Mardiasuti, A., & Wardiatno, Y. (2020). Microplastics and the Impact of Plastic on Wildlife: A Literature Review. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 528(1), 012013. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/528/1/012013>
- United Nations Environment Programme, & Indonesia Ministry of Environment and Forestry. (2020). National Plastic Waste Reduction Strategic Actions for Indonesia. *Ministry of Environment and Forestry, Republic of Indonesia*, 1–46.
- Utami, D. A., Reuning, L., Konechnaya, O., & Schwarzbauer, J. (2021). Microplastics as a sedimentary component in reef systems: A case study from the Java Sea. *Sedimentology*, 68(6), 2270–2292. <https://doi.org/10.1111/sed.12879>
- Walenna, M. A., Hanami, Z. A., Hidayat, R., Damayanti, A. D., Notodarmojo, S., Kurniaty, ., & Caroles, L. (2024). Examining Soil Microplastics: Prevalence and Consequences Across Varied Land Use Contexts. *Civil Engineering Journal*, 10(4), 1265–1291. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2024-010-04-017>
- Wibowo, A. T., Nugrahapraja, H., Wahyuono, R. A., Islami, I., Haekal, M. H., Fardiansyah, Y., Sugiyo, P. W. W., Putro, Y. K., Fauzia, F. N., Santoso, H., Götz, F., Tangahu, B. V., & Luqman, A. (2021). Microplastic Contamination in the Human Gastrointestinal Tract and Daily Consumables Associated with an Indonesian Farming Community. *Sustainability*, 13(22), 12840. <https://doi.org/10.3390/su132212840>
- Widyastuti, S., Abidin, A. S., Hikmaturrohmi, H., Ilhami, B. T. K., Kurniawan, N. S. H., Jupri, A., Candri, D. A., Frediansyah, A., & Prasedya, E. S. (2023). Microplastic Contamination in Different Marine Species of Bintaro Fish Market, Indonesia. *Sustainability*, 15(12), 9836. <https://doi.org/10.3390/su15129836>
- Wijayanti, D. P., Indrayanti, E., Haryanti, D., Sibero, M. T., Widyarizia, M. E., Az Zahra, A. Q., & Bachtiar, M. (2024). Characteristic and histological evidence of microplastic in scleractinian corals of Java Sea. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 50(1), 95–102. <https://doi.org/10.1016/j.ejar.2023.08.005>
- Willis, K. A., Eriksen, R., Wilcox, C., & Hardesty, B. D. (2017). Microplastic Distribution at Different Sediment Depths in an Urban Estuary. *Frontiers in Marine Science*, 4, 419. <https://doi.org/10.3389/fmars.2017.00419>
- Winarni, N. L., Pradana, D. H., Ayujawi, S. A., Zackeisha, N., Anugra, B. G., Wulandari, Y., & Syachrudin, D. (2022). Problems in paradise: Mangrove bird communities impacted by litter in Jakarta Bay, Indonesia. *Ocean & Coastal Management*, 225, 106223. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106223>
- Wong, J. K. H., Lee, K. K., Tang, K. H. D., & Yap, P.-S. (2020). Microplastics in the freshwater and terrestrial environments: Prevalence, fates, impacts and



sustainable solutions. *Science of The Total Environment*, 719, 137512. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137512>

Yusron, M., & Asroul Jaza, M. (2021). Analisis Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik serta Pencemaran Logam Berat pada Hulu Sungai Bengawan Solo. *Environmental Pollution Journal*, 1(1). <https://doi.org/10.58954/epj.v1i1.6>

Zhao, X., & You, F. (2024). Microplastic Human Dietary Uptake from 1990 to 2018 Grew across 109 Major Developing and Industrialized Countries but Can Be Halved by Plastic Debris Removal. *Environmental Science & Technology*, 58(20), 8709–8723. <https://doi.org/10.1021/acs.est.4c00010>