



Invisible Threat: Kajian Literatur tentang Paparan Mikroplastik dan Implikasinya terhadap Kesehatan Manusia

**Rabiatul Adawiyah^{1*}, Rizky Alviansyah², Khusnun Nadiah³, Muhammad Yunus⁴,
Dianna Ratnawati⁵**

¹⁻⁵Departemen Kesehatan Masyarakat, Universitas Negeri Malang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: arabiatul603@gmail.com

Abstract. *Microplastics are extremely small plastic particles that have become a major concern in public health and environmental studies. This literature review aims to discuss the sources of microplastics, their routes of exposure to the human body, their distribution in organs, and their potential health impacts. The method used was a literature review of scientific articles and reports published from 2021 onward, retrieved from Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, and official websites of organizations such as the WHO, OECD, and the World Bank. The review findings show that microplastics originate from plastic waste, synthetic clothing, cosmetics, vehicle tires, and food packaging. These particles have been detected in blood, lungs, the placenta, feces, and various human tissues, indicating that human exposure is widespread. However, evidence from human studies is still limited, so cause-and-effect relationships cannot yet be confirmed with certainty. Based on these findings, further research is needed to better understand the long-term health effects of microplastics. In addition, efforts to reduce single-use plastics, improve waste management systems, and increase public education are essential to reduce exposure and prevent future health risks.*

Keywords: *Environmental Exposure; Human Health; Literature Review; Microplastics; Plastics.*

Abstrak. Mikroplastik adalah partikel plastik berukuran sangat kecil yang telah menjadi perhatian utama dalam bidang kesehatan masyarakat dan studi lingkungan. Tinjauan pustaka ini bertujuan untuk membahas sumber-sumber mikroplastik, jalur paparan mikroplastik ke dalam tubuh manusia, distribusinya di dalam organ, serta potensi dampaknya terhadap kesehatan. Metode yang digunakan adalah tinjauan literatur terhadap artikel ilmiah dan laporan yang diterbitkan sejak tahun 2021, yang diperoleh dari Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, dan situs web resmi organisasi seperti WHO, OECD, dan Bank Dunia. Hasil tinjauan menunjukkan bahwa mikroplastik berasal dari limbah plastik, pakaian sintesis, kosmetik, ban kendaraan, dan kemasan makanan. Partikel-partikel ini telah terdeteksi dalam darah, paru-paru, plasenta, feses, dan berbagai jaringan tubuh manusia, menunjukkan bahwa paparan pada manusia sangat luas. Namun, bukti dari studi pada manusia masih terbatas, sehingga hubungan sebab-akibat belum dapat dipastikan dengan pasti. Berdasarkan temuan ini, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memahami dampak kesehatan jangka panjang dari mikroplastik. Selain itu, upaya untuk mengurangi penggunaan plastik sekali pakai, meningkatkan sistem pengelolaan limbah, dan meningkatkan pendidikan masyarakat sangat penting untuk mengurangi paparan dan mencegah risiko kesehatan di masa depan.

Kata kunci: Kesehatan Manusia; Literature Review; Mikroplastik; Paparan Lingkungan; Plastik.

1. LATAR BELAKANG

Era saat ini plastik yang sangat luas penggunaannya telah menjadi material yang selalu digunakan dalam kehidupan sehari-hari, baik plastik berbentuk kemasan botol, kemasan makanan, kantong belanja, peralatan rumah tangga, pakaian, hingga perlengkapan medis dan komponen kendaraan. Plastik banyak digunakan karena memiliki sifat yang mudah dibentuk, ringan, dan tahan lama, akan tetapi dapat menimbulkan permasalahan lingkungan karena sulit terurai secara alami (Sunandar et al., 2020). Akibatnya, plastik dapat bertahan lama di lingkungan dan terfragmentasi menjadi partikel yang lebih kecil.

Mikroplastik, yaitu partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang dapat tersebar di air, udara, tanah, dan makanan, adalah salah satu bentuk pencemaran plastik yang menjadi perhatian saat ini (WHO, 2022). Mikroplastik dapat berasal dari produk berukuran kecil (mikroplastik primer) maupun hasil degradasi plastik berukuran besar akibat paparan lingkungan seperti sinar matahari, panas, dan gesekan mekanis (Kannan & Vimalkumar, 2021). Manusia dapat terpapar melalui air minum, makanan laut, garam, udara dalam ruangan, debu rumah, dan makanan serta minuman kemasan karena keberadaannya yang tersebar dimana-mana (Jin et al., 2021; WHO, 2022).

Paparan mikroplastik menjadi isu kesehatan global karena telah ditemukan dalam berbagai jaringan manusia Supit et al. (2022), seperti darah Leslie et al. (2022), paru-paru Jenner et al. (2022), dan plasenta (Ragusa et al., 2021). Temuan ini menunjukkan bahwa mikroplastik dapat masuk ke dalam tubuh melalui berbagai jalur dan berpotensi mencapai organ vital. Namun, bukti ilmiah mengenai dampak kesehatannya pada manusia masih terbatas, sehingga diperlukan kajian lebih lanjut untuk memahami implikasinya secara komprehensif. Berdasarkan hal tersebut, artikel ini bertujuan untuk mengkaji paparan mikroplastik dan dampaknya terhadap kesehatan manusia melalui tinjauan literatur terbaru.

2. KAJIAN TEORITIS

Mikroplastik secara umum dipahami sebagai partikel plastik kecil berukuran kurang dari 5 mm. WHO (2022) menjelaskan bahwa mikroplastik dapat masuk ke tubuh manusia melalui makanan, air minum, dan udara. Paparan ini menjadi perhatian karena manusia tidak dapat sepenuhnya menghindari mikroplastik dalam kehidupan sehari-hari. Plastik yang digunakan untuk kemasan, pakaian, alat rumah tangga, dan bahan bangunan dapat menjadi sumber mikroplastik, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Kannan & Vimalkumar (2021) menjelaskan bahwa jalur paparan mikroplastik pada manusia dapat terjadi melalui ingesti, inhalasi, dan kontak kulit. Ingesti terjadi ketika manusia mengonsumsi makanan atau minuman yang mengandung mikroplastik. Inhalasi terjadi ketika manusia menghirup partikel mikroplastik yang berada di udara atau debu. Sementara itu, paparan melalui kulit dianggap lebih kecil, tetapi tetap mungkin terjadi terutama melalui produk perawatan tubuh tertentu.

Penelitian mengenai mikroplastik dalam tubuh manusia terus berkembang. Ragusa et al. (2021) menemukan mikroplastik pada plasenta manusia. Temuan ini menunjukkan bahwa partikel plastik dapat berada di jaringan yang berhubungan dengan kehamilan. Leslie et al.

(2022) menemukan partikel plastik pada darah manusia, yang menunjukkan bahwa partikel tersebut dapat masuk ke sistem sirkulasi. Jenner et al. (2022) juga melaporkan adanya mikroplastik pada jaringan paru-paru manusia, sehingga paparan melalui udara perlu mendapat perhatian serius.

Dari sisi dampak kesehatan, Lee et al. (2023) menjelaskan bahwa mikroplastik berpotensi menimbulkan stres oksidatif, inflamasi, gangguan sistem imun, dan gangguan fungsi organ. Namun, penelitian pada manusia masih belum cukup untuk menyimpulkan bahwa mikroplastik secara langsung menyebabkan penyakit tertentu. WHO (2022) juga menegaskan bahwa bukti ilmiah tentang risiko kesehatan mikroplastik masih perlu diperkuat, terutama melalui penelitian dengan metode yang lebih standar.

Dengan demikian, tinjauan pustaka menunjukkan bahwa mikroplastik merupakan masalah lintas bidang. Mikroplastik berhubungan dengan pencemaran lingkungan, perilaku konsumsi, sistem pengelolaan sampah, keamanan pangan, kesehatan pernapasan, kesehatan pencernaan, dan kebijakan publik. Karena itu, pembahasan mikroplastik tidak cukup hanya dilihat sebagai masalah sampah, tetapi juga perlu ditempatkan sebagai isu kesehatan masyarakat.

3. METODE PENELITIAN

Artikel ini menggunakan metode *literature review*, yaitu metode penelitian dengan menelaah berbagai artikel ilmiah, laporan lembaga resmi, dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan mikroplastik dan kesehatan manusia. Metode ini dipilih karena penelitian mengenai mikroplastik masih terus berkembang sehingga diperlukan pemahaman yang komprehensif dari berbagai sumber. Pencarian literatur dilakukan melalui beberapa database dan sumber terpercaya, seperti Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, Frontiers, MDPI, serta situs lembaga internasional seperti WHO, OECD, dan World Bank. Kata kunci yang digunakan antara lain “*microplastics and human health*”, “*microplastic exposure*”, “*microplastics in human blood*”, “*microplastics in human lung*”, “*microplastics in placenta*”, “*microplastics in food*”, “*microplastics drinking water*”, “*plastic pollution Indonesia*”, dan “*microplastics oxidative stress*”.

Kriteria inklusi dalam penelitian ini meliputi literatur yang diterbitkan mulai tahun 2021, membahas mikroplastik, paparan pada manusia, dampak kesehatan, sumber pencemaran plastik, atau kebijakan pengendalian plastik. Literatur yang digunakan terdiri atas artikel jurnal, *review article*, *scoping review*, laporan lembaga internasional, dan penelitian primer.

Sementara itu, kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak relevan dengan kesehatan manusia, tidak memiliki sumber yang jelas, tidak tersedia DOI atau URL resmi, serta tulisan populer yang tidak berbasis ilmiah. Seluruh literatur yang terkumpul kemudian dianalisis dan dikelompokkan berdasarkan tema utama, seperti pengertian dan karakteristik mikroplastik, sumber paparan, jalur masuk ke tubuh, distribusi dalam tubuh manusia, dampak kesehatan, kesenjangan penelitian, serta upaya pencegahan. Analisis dilakukan secara naratif dan tidak menggunakan metode *meta-analysis* karena adanya perbedaan metode penelitian dan satuan pengukuran mikroplastik pada setiap studi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengertian dan Karakteristik Mikroplastik

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang terbentuk akibat proses pelapukan plastik atau memang diproduksi dalam ukuran kecil sejak awal (Amanu et al., 2024). Ukurannya yang sangat kecil membuat mikroplastik mudah tersebar di lingkungan dan sulit dibersihkan. Partikel ini dapat ditemukan di laut, sungai, tanah, udara, makanan, dan air minum (WHO, 2022). Karena penyebarannya sangat luas, manusia dapat terpapar mikroplastik tanpa menyadarinya dalam aktivitas sehari-hari (Kannan & Vimalkumar, 2021).

Secara umum, mikroplastik dibagi menjadi dua jenis, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder (Pradiptaadi & Fallahian, 2022). Mikroplastik primer merupakan partikel plastik kecil yang sengaja diproduksi, misalnya untuk bahan baku industri atau produk tertentu. Sementara itu, mikroplastik sekunder berasal dari pecahan plastik yang lebih besar, seperti botol, kantong plastik, dan kemasan makanan yang rusak akibat panas, sinar matahari, atau gesekan (Kannan & Vimalkumar, 2021). Mikroplastik sekunder lebih banyak ditemukan di lingkungan karena jumlah sampah plastik yang terus meningkat setiap tahun (OECD, 2022).

Mikroplastik memiliki berbagai bentuk, seperti fiber, fragment, pellet, dan film (Lestari et al., 2021). Fiber biasanya berasal dari pakaian sintetis, sedangkan fragment berasal dari pecahan benda plastik keras. Perbedaan bentuk ini memengaruhi cara mikroplastik bergerak di lingkungan dan masuk ke tubuh manusia. Selain itu, jenis polimer seperti polyethylene, polypropylene, dan polystyrene yang banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari membuat pencemaran mikroplastik semakin sulit dihindari (WHO, 2022).

Sumber dan Jalur Paparan Mikroplastik

Sumber mikroplastik sangat dekat dengan aktivitas manusia sehari-hari. Limbah plastik yang tidak dikelola dengan baik menjadi penyebab utama terbentuknya mikroplastik di lingkungan (Rahman et al., 2021). Plastik yang dibuang sembarangan akan mengalami pelapukan dan berubah menjadi partikel kecil. Di Indonesia, sebagian besar sampah plastik yang bocor ke laut berasal dari daratan dan terbawa melalui sungai (World Bank, 2021). Selain limbah plastik, pakaian sintetis, ban kendaraan, dan produk kemasan juga menjadi sumber mikroplastik yang cukup besar (Kannan & Vimalkumar, 2021).

Paparan mikroplastik pada manusia terutama terjadi melalui makanan dan minuman. Mikroplastik dapat ditemukan pada makanan laut, garam, air minum, dan makanan yang dikemas menggunakan plastik. Jin et al. (2021) menjelaskan bahwa makanan dan minuman merupakan salah satu jalur utama masuknya mikroplastik ke tubuh manusia. WHO (2022) juga menyebutkan bahwa mikroplastik telah ditemukan pada berbagai jenis air minum, baik air kemasan maupun air dari sumber lainnya.

Selain melalui makanan, mikroplastik juga dapat masuk melalui udara. Partikel plastik kecil dapat bercampur dengan debu rumah, serat pakaian, dan polusi udara, kemudian terhirup tanpa disadari. Paparan melalui udara semakin penting diperhatikan karena manusia lebih banyak menghabiskan waktu di dalam ruangan. Kondisi ventilasi yang buruk dan tingginya debu dalam ruangan dapat meningkatkan kemungkinan inhalasi mikroplastik (Jenner et al., 2022).

Distribusi Mikroplastik dalam Tubuh Manusia

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa mikroplastik dapat ditemukan pada beberapa bagian tubuh manusia. Leslie et al. (2022) melaporkan adanya partikel plastik dalam darah manusia. Temuan ini menunjukkan bahwa mikroplastik tidak hanya masuk ke tubuh, tetapi juga dapat berada dalam sistem peredaran darah yang berhubungan dengan berbagai organ tubuh. Hal ini memunculkan kekhawatiran bahwa mikroplastik dapat berpindah dan berinteraksi dengan jaringan tubuh lainnya.

Selain pada darah, mikroplastik juga ditemukan pada paru-paru manusia. Jenner et al. (2022) menemukan mikroplastik pada jaringan paru-paru menggunakan metode μ FTIR spectroscopy. Temuan tersebut memperkuat dugaan bahwa partikel mikroplastik di udara dapat masuk melalui sistem pernapasan dan mencapai bagian paru yang lebih dalam. Penelitian lain juga menemukan mikroplastik pada plasenta manusia, yang menunjukkan bahwa partikel plastik dapat berada pada jaringan yang sangat penting selama kehamilan (Ragusa et al., 2021).

Masuknya mikroplastik ke tubuh diperkirakan terjadi melalui jalur pencernaan dan pernapasan. Sebagian partikel mungkin dapat dikeluarkan kembali melalui feses atau mekanisme pertahanan tubuh, tetapi partikel yang lebih kecil berpotensi menetap lebih lama di dalam jaringan. Sampai saat ini, penelitian mengenai proses akumulasi dan lama keberadaan mikroplastik dalam tubuh manusia masih terus berkembang (Roslan et al., 2024).

Dampak Mikroplastik terhadap Kesehatan Manusia

Gangguan Sistem Pencernaan

Sistem pencernaan merupakan salah satu bagian tubuh yang paling sering terpapar mikroplastik karena partikel ini dapat masuk melalui makanan dan minuman. Mikroplastik yang tertelan dapat berinteraksi dengan dinding usus dan memengaruhi keseimbangan mikrobiota usus. Gangguan pada mikrobiota dapat memengaruhi proses pencernaan, sistem imun, dan metabolisme tubuh (Lee et al., 2023).

Selain itu, mikroplastik juga diduga dapat memicu inflamasi dan stres oksidatif pada saluran pencernaan. Kondisi ini berpotensi menyebabkan gangguan fungsi usus apabila paparan terjadi secara terus-menerus dalam jangka panjang. Walaupun sebagian besar bukti masih berasal dari penelitian laboratorium dan hewan, potensi dampaknya terhadap kesehatan manusia tetap perlu diwaspadai (WHO, 2022).

Gangguan Pernapasan

Paparan mikroplastik melalui udara dapat terjadi ketika manusia menghirup debu atau partikel sintetis yang bercampur di udara. Mikroplastik yang terhirup dapat masuk ke saluran pernapasan dan mencapai paru-paru. Jenner et al. (2022) menemukan mikroplastik pada jaringan paru manusia, yang menunjukkan bahwa partikel tersebut dapat bertahan di sistem pernapasan.

Keberadaan mikroplastik di paru-paru dapat memicu iritasi dan inflamasi. Risiko ini diperkirakan lebih tinggi pada individu yang sering terpapar debu, seperti pekerja industri atau masyarakat yang tinggal di lingkungan dengan polusi tinggi. Namun, hubungan langsung antara mikroplastik dan penyakit paru tertentu masih memerlukan penelitian lebih lanjut (Lee et al., 2023).

Gangguan Endokrin dan Hormonal

Mikroplastik tidak hanya berbahaya sebagai partikel kecil, tetapi juga karena kandungan bahan kimia tambahan pada plastik. Plastik sering mengandung zat seperti pelentur, pewarna, dan bahan kimia lain yang dapat mengganggu sistem hormon tubuh. Beberapa zat tersebut

dikenal sebagai endocrine-disrupting chemicals yang berpotensi memengaruhi keseimbangan hormon (Ragusa et al., 2021).

Gangguan hormon dapat berdampak pada metabolisme, reproduksi, dan perkembangan tubuh. Dalam konteks mikroplastik, kekhawatirannya adalah partikel plastik dapat membawa zat kimia tersebut masuk ke dalam tubuh. Meskipun bukti pada manusia masih terbatas, potensi gangguan hormonal akibat paparan jangka panjang tetap menjadi perhatian dalam bidang kesehatan lingkungan (WHO, 2022).

Risiko Penyakit Kronis

Mikroplastik diduga berhubungan dengan risiko penyakit kronis melalui mekanisme stres oksidatif dan inflamasi. Stres oksidatif terjadi ketika tubuh menghasilkan radikal bebas berlebihan sehingga dapat merusak sel dan jaringan. Lee et al. (2023) menjelaskan bahwa mikroplastik berpotensi memicu gangguan fungsi sel dan respons inflamasi.

Inflamasi yang berlangsung dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko berbagai penyakit degeneratif. Namun, sampai saat ini belum ada bukti yang cukup kuat untuk menyatakan bahwa mikroplastik secara langsung menyebabkan penyakit kronis tertentu pada manusia. Oleh karena itu, penelitian lanjutan masih diperlukan untuk memahami hubungan tersebut secara lebih jelas (WHO, 2022).

Dampak pada Kehamilan dan Janin

Temuan mikroplastik pada plasenta manusia menunjukkan bahwa partikel plastik dapat mencapai jaringan yang berhubungan dengan janin (Ragusa et al., 2021). Kondisi ini menimbulkan kekhawatiran mengenai kemungkinan paparan mikroplastik selama masa kehamilan. Plasenta memiliki peran penting dalam pertukaran nutrisi dan oksigen antara ibu dan janin, sehingga keberadaan partikel asing perlu mendapat perhatian.

Mikroplastik diduga dapat memengaruhi kehamilan melalui mekanisme inflamasi, stres oksidatif, dan gangguan hormon. Meskipun bukti klinis langsung pada manusia masih terbatas, kelompok ibu hamil tetap dianggap rentan terhadap paparan mikroplastik. Oleh karena itu, upaya pencegahan dan pengurangan penggunaan plastik selama kehamilan menjadi langkah yang penting dilakukan (WHO, 2022).

Tantangan Penelitian dan Kesenjangan Ilmu

Penelitian mengenai mikroplastik dan kesehatan manusia masih menghadapi banyak tantangan. Salah satu tantangan terbesar adalah keterbatasan penelitian pada manusia. Sebagian besar penelitian yang ada masih menggunakan hewan percobaan atau kultur sel laboratorium sehingga hasilnya belum sepenuhnya dapat menggambarkan kondisi manusia sehari-hari.

Selain itu, manusia terpapar mikroplastik dalam jumlah kecil tetapi terus-menerus dari berbagai sumber sekaligus (Lee et al., 2023).

Tantangan lainnya adalah belum adanya standar internasional mengenai batas aman paparan mikroplastik. WHO (2022) menyatakan bahwa data yang tersedia masih belum cukup untuk menentukan tingkat risiko kesehatan secara pasti. Hal ini membuat penyusunan kebijakan kesehatan masyarakat terkait mikroplastik masih cukup sulit dilakukan secara spesifik.

Metode deteksi mikroplastik juga masih beragam dan memiliki keterbatasan masing-masing. Risiko kontaminasi selama proses penelitian cukup tinggi karena partikel plastik mudah tersebar di udara dan alat laboratorium. Oleh sebab itu, diperlukan standarisasi metode penelitian agar hasil dari berbagai penelitian dapat dibandingkan dengan lebih baik (Roslan et al., 2024).

Upaya Pencegahan dan Solusi

Pencegahan mikroplastik dapat dimulai dari tingkat individu dengan mengurangi penggunaan plastik sekali pakai. Masyarakat dapat membawa tumbler, menggunakan tas belanja ulang, serta mengurangi penggunaan sedotan dan wadah plastik sekali pakai. Selain itu, penggunaan wadah yang aman untuk makanan panas juga penting karena suhu tinggi dapat meningkatkan pelepasan partikel plastik dari kemasan. Langkah sederhana ini dapat membantu mengurangi jumlah limbah plastik yang akhirnya berubah menjadi mikroplastik di lingkungan (World Bank, 2021).

Masyarakat juga dapat mengurangi paparan mikroplastik melalui perubahan kebiasaan sehari-hari. Membersihkan rumah secara rutin, mengurangi debu, dan menjaga ventilasi ruangan dapat membantu menurunkan jumlah partikel mikroplastik di udara. Penggunaan pakaian secara lebih bijak, seperti mengurangi konsumsi pakaian sintetis berlebihan dan memilih produk yang lebih tahan lama, juga dapat membantu mengurangi pelepasan serat mikroplastik dari tekstil (WHO, 2022).

Pemerintah memiliki peran penting dalam mengendalikan pencemaran mikroplastik melalui regulasi dan pengelolaan limbah. Kebijakan pembatasan plastik sekali pakai perlu diikuti dengan sistem pengelolaan sampah yang lebih baik, mulai dari pemilahan, pengumpulan, hingga proses daur ulang. Selain itu, pengawasan terhadap industri penghasil limbah plastik juga perlu diperkuat agar kebocoran sampah ke sungai dan laut dapat dikurangi. OECD (2022) menegaskan bahwa pengurangan pencemaran plastik memerlukan kebijakan yang terintegrasi antara pemerintah, industri, dan masyarakat.

Penelitian dan edukasi masyarakat juga menjadi bagian penting dalam solusi jangka panjang. Peneliti perlu mengembangkan metode deteksi mikroplastik yang lebih standar agar hasil penelitian dapat dibandingkan secara lebih akurat. Di sisi lain, edukasi kepada masyarakat perlu dilakukan secara berkelanjutan agar masyarakat memahami bahwa mikroplastik bukan hanya masalah lingkungan, tetapi juga berkaitan dengan kesehatan manusia. Dengan meningkatnya kesadaran masyarakat, diharapkan penggunaan plastik berlebihan dapat berkurang dan upaya pencegahan dapat dilakukan secara bersama-sama (WHO, 2022).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Mikroplastik merupakan ancaman kesehatan lingkungan yang tidak mudah terlihat, tetapi dekat dengan kehidupan manusia. Mikroplastik berasal dari berbagai sumber, seperti limbah plastik, pakaian sintesis, kosmetik, ban kendaraan, kemasan makanan, dan debu dalam ruangan. Paparan mikroplastik pada manusia dapat terjadi melalui makanan, air minum, udara, dan kemungkinan kontak dengan produk tertentu.

Kajian literatur ini menunjukkan bahwa mikroplastik telah ditemukan dalam darah, paru-paru, plasenta, feses, dan beberapa jaringan manusia. Dampak kesehatan yang mungkin terjadi meliputi gangguan sistem pencernaan, perubahan mikrobiota usus, gangguan pernapasan, inflamasi, stres oksidatif, gangguan hormon, serta risiko pada kehamilan dan janin. Namun, bukti pada manusia masih terbatas, sehingga hubungan sebab-akibat langsung antara mikroplastik dan penyakit tertentu belum dapat disimpulkan secara pasti.

Mikroplastik perlu dipandang sebagai ancaman tersembunyi karena paparannya terjadi secara perlahan dan terus-menerus. Upaya pencegahan harus dilakukan melalui pengurangan plastik sekali pakai, penggunaan produk yang lebih aman, perbaikan pengelolaan limbah, penguatan regulasi, edukasi masyarakat, dan penelitian lanjutan. Dengan pendekatan tersebut, risiko mikroplastik terhadap kesehatan manusia dapat ditekan sejak dini.

DAFTAR REFERENSI

- Amanu, A. A., Zahrani, A. P., Ristaatin, F. A., Ardillah, A. R., & Radianto, D. O. (2024). Pengaruh limbah mikroplastik terhadap organisme dan upaya penanganannya. *Manufaktur: Publikasi Sub Rumpun Ilmu Keteknikan Industri*, 2(2), 12–24.
- Jenner, L. C., Rotchell, J. M., Bennett, R. T., Cowen, M., Tentzeris, V., & Sadofsky, L. R. (2022). Detection of microplastics in human lung tissue using μ FTIR spectroscopy. *Science of the Total Environment*, 831, 154907. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154907>

- Jin, M., Wang, X., Ren, T., Wang, J., & Shan, J. (2021). Microplastics contamination in food and beverages: Direct exposure to humans. *Journal of Food Science*, *86*(7), 2816–2837. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.15802>
- Kannan, K., & Vimalkumar, K. (2021). A review of human exposure to microplastics and insights into microplastics as obesogens. *Frontiers in Endocrinology*, *12*, 724989. <https://doi.org/10.3389/fendo.2021.724989>
- Lee, Y., Cho, J., Sohn, J., & Kim, C. (2023). Health effects of microplastic exposures: Current issues and perspectives in South Korea. *Yonsei Medical Journal*, *64*(5), 301–308. <https://doi.org/10.3349/ymj.2023.0048>
- Leslie, H. A., van Velzen, M. J. M., Brandsma, S. H., Vethaak, A. D., Garcia-Vallejo, J. J., & Lamoree, M. H. (2022). Discovery and quantification of plastic particle pollution in human blood. *Environment International*, *163*, 107199. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2022.107199>
- Lestari, K., Haeruddin, H., & Jati, O. E. (2021). Karakterisasi mikroplastik dari sedimen padang lamun, pulau panjang, jepara, dengan ft-ir infra red. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, *13*(2), 135–154.
- OECD. (2022). *Global Plastics Outlook: Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/de747aef-en>
- Pradiptaadi, B. P. A., & Fallahian, F. (2022). Analisis kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas. *Environmental Pollution Journal*, *2*(1).
- Ragusa, A., Svelato, A., Santacroce, C., Catalano, P., Notarstefano, V., Carnevali, O., Papa, F., Rongioletti, M. C. A., Baiocco, F., Draghi, S., D'Amore, E., Rinaldo, D., Matta, M., & Giorgini, E. (2021). Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environment International*, *146*, 106274. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.106274>
- Rahman, I., Larasati, C. E., Waspodo, S., Gigentika, S., & Jefri, E. (2021). Pengelolaan sampah plastik menjadi ekobrik untuk menekan laju pencemaran sampah mikroplastik yang mengancam kelangsungan hidup biota perairan Teluk Bumbang, Kabupaten Lombok Tengah. *Indonesian Journal of Fisheries Community Empowerment (Jurnal Pengabdian Perikanan Indonesia)*, *1*(1), 62–68.
- Roslan, N. S., Lee, Y. Y., Ibrahim, Y. S., Tuan Anuar, S., Yusof, K. M. K. K., Lai, L. A., & Brentnall, T. (2024). Detection of microplastics in human tissues and organs: A scoping review. *Journal of Global Health*, *14*, 4179. <https://jogh.org/2024/jogh-14-04179>
- Sunandar, A. P., Farhana, F. Z., & Chahyani, R. Q. C. (2020). ECOBRIK Sebagai Pemanfaatan Sampah Plastik di Laboratorium Biologi dan Foodcourt Universitas Negeri Yogyakarta. *Jurnal Pengabdian Masyarakat MIPA Dan Pendidikan MIPA*, *4*(1), 24–32.
- Supit, A., Tompodung, L., & Kumaat, S. (2022). Mikroplastik sebagai Kontaminan Anyar dan Efek Toksiknya terhadap Kesehatan Microplastic as an Emerging Contaminant and its Toxic Effects on Health. *Jurnal Kesehatan*, *13*(1), 199–208.
- WHO. (2022). *Dietary and inhalation exposure to nano- and microplastic particles and potential implications for human health*. <https://www.who.int/publications/i/item/978924005460>
- World Bank. (2021). *Plastic Waste Discharges from Rivers and Coastlines in Indonesia*. <https://openknowledge.worldbank.org/entities/publication/7dac952e-8134-5021-bd17-2d9701678e3c>