Available online https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno

T E K N O

OPEN ACCESS

Volume 24, No. 97, Tahun 2026 p-ISSN: 0215-9617

Pencemaran Mikroplastik Di Sungai Sario Kota Manado

Rianto Caca[#a], Herawaty Riogilang[#b], Isri R. Mangangka[#c]

[#]*Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Sam Ratulangi, Manado, Indonesia*
[a]riantocaca551@gmail.com, [b]herawaty_riogilang@unsrat.ac.id, [c]isri.mangangka@unsrat.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan mikroplastik serta mengidentifikasi karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, ukuran, dan warna pada air Sungai Sario Kota Manado. Penelitian menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada tiga stasiun yang mewakili bagian hulu, tengah, dan hilir Sungai Sario. Pada setiap stasiun, sampel air diambil dari sisi kiri, tengah, dan kanan penampang sungai, kemudian digabungkan menjadi satu sampel komposit. Sebanyak 500 mL sampel dari masing-masing stasiun dianalisis melalui proses penyaringan dan pengamatan menggunakan mikroskop. Kelimpahan mikroplastik dihitung dalam satuan item/L, sedangkan *Pollution Load Index* (PLI) digunakan sebagai analisis pendukung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan pada seluruh stasiun. Jumlah mikroplastik pada Stasiun 1, 2, dan 3 berturut-turut sebanyak 42, 30, dan 12 item, dengan kelimpahan masing-masing sebesar 84, 60, dan 24 item/L. Nilai PLI pada Stasiun 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 1,87; 1,58; dan 1,00, dengan PLI keseluruhan sebesar 1,44. Seluruh mikroplastik yang teridentifikasi memiliki bentuk *line*. Ukuran mikroplastik yang ditemukan berada pada rentang 0,244–4,589 mm. Berdasarkan warna, ditemukan tujuh variasi warna, yaitu biru, hitam, transparan, merah, hijau, kuning, dan ungu, dengan warna biru sebagai warna dominan. Parameter kualitas air yang meliputi suhu, TSS, pH, DO, BOD, dan COD digunakan sebagai data pendukung untuk menggambarkan kondisi perairan pada saat penelitian dilakukan.

Kata kunci: mikroplastik, kelimpahan, Pollution Load Index, bentuk, ukuran, warna, kualitas air, Sungai Sario

1. Pendahuluan

Sungai Sario merupakan sungai utama dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) Sario dengan panjang sekitar 15 km. Secara administratif, DAS Sario mencakup sebagian wilayah Kota Manado dan Kabupaten Minahasa. Wilayah DAS Sario dikelilingi oleh berbagai aktivitas penggunaan lahan, seperti permukiman, hotel, pasar, dan industri yang diduga dapat memberikan tekanan terhadap kualitas air Sungai Sario. Kondisi tersebut berpotensi berkaitan dengan munculnya berbagai jenis pencemar, termasuk mikroplastik, pada lingkungan perairan (Pakpahan et al., 2023).

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari 5 mm yang dapat ditemukan di lingkungan perairan. Keberadaannya berkaitan dengan berbagai aktivitas manusia, termasuk aktivitas industri, pariwisata, dan permukiman. Mikroplastik perlu mendapat perhatian karena keberadaannya di lingkungan perairan dapat berkaitan dengan proses biokonsentrasi, bioakumulasi, dan biomagnifikasi dalam rantai makanan.

Sungai Sario perlu mendapat perhatian dalam kajian pencemaran mikroplastik karena alirannya berada pada wilayah yang dipengaruhi oleh berbagai aktivitas manusia. Informasi mengenai keberadaan dan kelimpahan mikroplastik diperlukan untuk menggambarkan kondisi pencemaran pada badan air tersebut. Selain kelimpahan, karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, ukuran, dan warna juga penting untuk diidentifikasi sebagai bagian dari gambaran pencemaran mikroplastik pada lokasi penelitian. Selain analisis mikroplastik, kondisi perairan dapat didukung oleh pengukuran beberapa parameter kualitas air. Dalam penelitian ini, parameter yang digunakan meliputi suhu, Total Suspended Solids (TSS), pH, Dissolved Oxygen (DO),

Biochemical Oxygen Demand (BOD), dan Chemical Oxygen Demand (COD). Parameter tersebut digunakan sebagai data pendukung untuk menggambarkan kondisi kualitas air pada masing-masing stasiun penelitian.

Berdasarkan kondisi tersebut, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan mikroplastik pada air Sungai Sario Kota Manado serta mengidentifikasi karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk, ukuran, dan warna. Pengukuran parameter kualitas air dilakukan sebagai data pendukung untuk menggambarkan kondisi perairan pada masing-masing stasiun penelitian.

2. Metode Analisis

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif. Lokasi penelitian berada di Sungai Sario, Kota Manado, Provinsi Sulawesi Utara. Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada tiga stasiun yang mewakili bagian hulu, tengah, dan hilir sungai. Pada setiap stasiun, sampel air diambil dari sisi kiri, tengah, dan kanan penampang sungai, kemudian digabungkan sebagai sampel komposit. Sebanyak 500 mL sampel dari masing-masing stasiun disaring menggunakan plankton net dengan ukuran mesh 100–330 µm dan selanjutnya dianalisis di laboratorium. Analisis mikroplastik dilakukan melalui pengamatan partikel hasil penyaringan menggunakan mikroskop. Identifikasi mikroplastik meliputi bentuk, ukuran, dan warna. Kelimpahan mikroplastik dihitung menggunakan persamaan:

$$K = \frac{n}{V}$$

Dimana K adalah kelimpahan mikroplastik (item/L), n adalah jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan (item), dan V adalah volume sampel yang dianalisis (L). Karena volume sampel pada setiap stasiun sebesar 0,5 L, jumlah partikel yang ditemukan dibagi dengan 0,5 untuk memperoleh nilai kelimpahan dalam satuan item/L. Karakteristik mikroplastik selanjutnya dianalisis berdasarkan jumlah dan persentase bentuk, ukuran, dan warna. Analisis Pollution Load Index (PLI) digunakan sebagai analisis tambahan untuk menggambarkan tingkat kontaminasi mikroplastik secara relatif antarstasiun. Perhitungan dilakukan melalui nilai Contamination Factor (CF), dengan membandingkan kelimpahan mikroplastik pada masing-masing stasiun terhadap nilai acuan. Dalam penelitian ini, nilai acuan (C_0) ditetapkan berdasarkan kelimpahan terendah yang diperoleh, yaitu 24 item/L, karena belum tersedia nilai background mikroplastik spesifik untuk Sungai Sario atau wilayah Sulawesi Utara. Nilai PLI keseluruhan dihitung menggunakan rata-rata geometrik dari nilai PLI ketiga stasiun. Parameter kualitas air yang dianalisis meliputi suhu, TSS, pH, DO, BOD, dan COD. Hasil pengukuran dibandingkan dengan baku mutu air Kelas II berdasarkan Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021. Data kualitas air digunakan sebagai data pendukung untuk menggambarkan kondisi perairan pada saat penelitian dilakukan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kelimpahan Mikroplastik

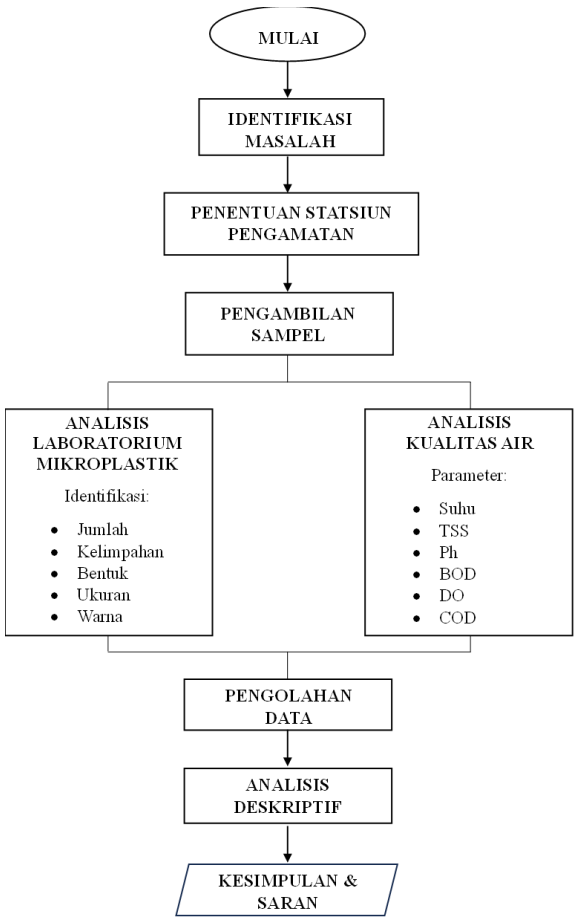
Hasil identifikasi menunjukkan bahwa mikroplastik ditemukan pada seluruh stasiun penelitian. Dari tiga sampel air dengan volume masing-masing 500 mL, ditemukan sebanyak 84 item mikroplastik. Jumlah mikroplastik pada Stasiun 1 sebanyak 42 item, Stasiun 2 sebanyak 30 item, dan Stasiun 3 sebanyak 12 item. Berdasarkan volume sampel sebesar 0,5 L, kelimpahan mikroplastik masing-masing stasiun adalah 84 item/L, 60 item/L, dan 24 item/L.

Tabel 1. Jumlah dan Kelimpahan Mikroplastik

Stasiun	Jumlah (item)	Volume (L)	Kelimpahan (item/L)
1	42	0,5	84
2	30	0,5	60
3	12	0,5	24
Total	84	1,5	—

Stasiun 1 memiliki kelimpahan mikroplastik tertinggi, sedangkan Stasiun 3 memiliki kelimpahan terendah. Perbedaan tersebut menunjukkan bahwa keberadaan mikroplastik pada

lokasi pengamatan tidak seragam. Distribusi mikroplastik dalam badan air dapat dipengaruhi oleh masukan material dari lingkungan sekitar serta proses perpindahan partikel mengikuti aliran air. Namun, penelitian ini tidak melakukan penelusuran sumber pencemar dan pengambilan sampel hanya dilakukan satu kali, sehingga perbedaan kelimpahan antarstasiun belum dapat digunakan untuk menentukan sumber utama maupun pola perubahan temporal mikroplastik.



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

3.2. Pollution Load Index (PLI)

Pollution Load Index (PLI) digunakan sebagai analisis pendukung untuk menggambarkan perbedaan beban mikroplastik secara relatif antarstasiun. Nilai acuan C_0 yang digunakan adalah 24 item/L, yaitu kelimpahan terendah yang ditemukan pada Stasiun 3. Berdasarkan nilai tersebut, nilai CF pada Stasiun 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 3,50; 2,50; dan 1,00. Nilai PLI yang diperoleh masing-masing sebesar 1,87; 1,58; dan 1,00, sedangkan PLI keseluruhan sebesar 1,44.

Tabel 2. Nilai Pollution Load Index (PLI)

Stasiun	Kelimpahan (item/L)	C_0 (item/L)	CF	PLI	Kategori
1	84	24	3,50	1,87	Rendah
2	60	24	2,50	1,58	Rendah
3	24	24	1,00	1,00	Rendah
Keseluruhan	—	—	—	1,44	Rendah

Stasiun 1 memiliki nilai PLI tertinggi karena memiliki kelimpahan mikroplastik paling tinggi. Sebaliknya, Stasiun 3 memiliki nilai PLI sebesar 1,00 karena kelimpahannya digunakan sebagai nilai acuan. Berdasarkan klasifikasi PLI yang digunakan dalam penelitian, nilai PLI kurang dari 10 termasuk kategori rendah. Interpretasi PLI perlu dilakukan secara hati-hati karena nilai C_0 dalam penelitian ini bukan merupakan nilai *background* alami Sungai Sario, melainkan

kelimpahan terendah dari data penelitian. Dengan demikian, nilai PLI lebih tepat digunakan untuk menggambarkan perbedaan relatif antarstasiun dan bukan sebagai baku mutu atau ukuran absolut tingkat pencemaran mikroplastik Sungai Sario.

3.3. Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Bentuk Bersih

Hasil identifikasi menunjukkan bahwa seluruh mikroplastik yang ditemukan memiliki bentuk line. Pada Stasiun 1 ditemukan 42 item, Stasiun 2 sebanyak 30 item, dan Stasiun 3 sebanyak 12 item. Dengan demikian, seluruh 84 item mikroplastik yang teridentifikasi termasuk dalam bentuk line.

Tabel 3. Distribusi Bentuk Mikroplastik

Bentuk	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Total
Line	42	30	12	84

Bentuk line merupakan partikel yang tampak memanjang atau menyerupai serat. Kesamaan bentuk pada ketiga stasiun menunjukkan bahwa karakter visual partikel yang teridentifikasi relatif seragam. Namun, bentuk mikroplastik tidak dapat digunakan sebagai dasar untuk menentukan sumber spesifik karena penelitian ini tidak melakukan analisis jenis polimer maupun penelusuran sumber material.

3.4. Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Ukuran

Hasil pengukuran menunjukkan adanya variasi ukuran mikroplastik antarstasiun. Stasiun 1 memiliki ukuran mikroplastik antara 0,421–2,118 mm, Stasiun 2 sebesar 0,244–4,589 mm, sedangkan Stasiun 3 sebesar 0,343–1,808 mm. Secara keseluruhan, ukuran mikroplastik yang ditemukan berada pada rentang 0,244–4,589 mm.

Tabel 5. Rentang dan Rata-rata Ukuran Mikroplastik

Stasiun	Minimum (mm)	Maksimum (mm)	Rata-rata (mm)
1	0,421	2,118	1,03
2	0,244	4,589	1,35
3	0,343	1,808	1,11

Stasiun 2 memiliki rentang ukuran paling luas, sekaligus memiliki ukuran minimum dan maksimum yang ditemukan dalam penelitian. Rata-rata ukuran mikroplastik pada Stasiun 1 sebesar 1,03 mm, Stasiun 2 sebesar 1,35 mm, dan Stasiun 3 sebesar 1,11 mm. Variasi ukuran tersebut menunjukkan adanya perbedaan karakteristik partikel yang teridentifikasi pada masing-masing stasiun. Namun, penelitian tidak melakukan analisis umur partikel, komposisi polimer, maupun sumber material sehingga ukuran tidak digunakan sebagai dasar tunggal untuk menentukan tingkat pencemaran.

3.5. Karakteristik Mikroplastik Berdasarkan Warna

Hasil identifikasi menunjukkan tujuh variasi warna mikroplastik, yaitu biru, hitam, transparan, merah, hijau, kuning, dan ungu. Warna biru merupakan warna yang paling dominan pada sampel penelitian. Jumlah partikel berwarna biru pada Stasiun 1 sebanyak 18 item, Stasiun 2 sebanyak 13 item, dan Stasiun 3 sebanyak 5 item, sehingga total ditemukan 36 item berwarna biru.

Dominannya warna biru menunjukkan bahwa warna tersebut memiliki jumlah kemunculan paling tinggi dibandingkan warna lainnya pada sampel yang dianalisis. Meskipun demikian, penelitian ini hanya mengidentifikasi warna secara visual sehingga warna tidak digunakan untuk menentukan sumber mikroplastik secara spesifik.

3.6. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas air dilakukan sebagai data pendukung untuk menggambarkan kondisi fisik dan kimia perairan Sungai Sario pada lokasi penelitian. Parameter

yang dianalisis meliputi suhu, Total Suspended Solid (TSS), pH, Dissolved Oxygen (DO), Biochemical Oxygen Demand (BOD), dan Chemical Oxygen Demand (COD). Pengambilan sampel dilakukan pada tiga stasiun penelitian.

Tabel 6. Hasil Pengukuran Kualitas Air

Parameter	Satuan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
Suhu	°C	26,20	26,10	26,00
TSS	mg/L	17,0	8,0	13,0
pH	-	6,00	6,16	6,33
DO	mg/L	7,04	5,76	5,44
BOD	mg/L	1,60	0,96	0,96
COD	mg/L	26,83	6,19	26,83

Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu relatif seragam antarstasiun, yaitu 26,20 °C pada Stasiun 1, 26,10 °C pada Stasiun 2, dan 26,00 °C pada Stasiun 3. Nilai TSS masing-masing sebesar 17,0; 8,0; dan 13,0 mg/L. Nilai pH sebesar 6,00; 6,16; dan 6,33, sedangkan nilai DO sebesar 7,04; 5,76; dan 5,44 mg/L pada Stasiun 1, 2, dan 3.

Nilai BOD pada Stasiun 1 sebesar 1,60 mg/L, sedangkan pada Stasiun 2 dan 3 masing-masing sebesar 0,96 mg/L. Nilai COD pada Stasiun 1 dan Stasiun 3 sebesar 26,83 mg/L, sedangkan Stasiun 2 sebesar 6,19 mg/L. Secara keseluruhan, nilai parameter kualitas air menunjukkan adanya variasi kondisi fisik dan kimia perairan antarstasiun pada saat pengambilan sampel dilakukan.

3.7. Perbandingan Kualitas Air dengan Baku Mutu

Hasil pengukuran kualitas air dibandingkan dengan baku mutu air Kelas II sebagaimana tercantum dalam Lampiran VI Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Parameter yang dibandingkan meliputi TSS, pH, DO, BOD, dan COD.

Tabel 7. Perbandingan Parameter Kualitas Air dengan Baku Mutu Kelas II

Parameter	Satuan	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Baku Mutu Kelas II
TSS	mg/L	17,0	8,0	13,0	≤ 50
pH	-	6,00	6,16	6,33	6–9
DO	mg/L	7,04	5,76	5,44	≥ 4
BOD	mg/L	1,60	0,96	0,96	≤ 3
COD	mg/L	26,83	6,19	26,83	≤ 25

Berdasarkan hasil perbandingan, seluruh nilai TSS pada Stasiun 1, 2, dan 3 masih berada di bawah baku mutu sebesar 50 mg/L. Nilai pH pada ketiga stasiun juga berada dalam rentang baku mutu 6–9. Parameter DO seluruhnya lebih besar dari batas minimum 4 mg/L, sedangkan nilai BOD seluruhnya lebih rendah dari baku mutu sebesar 3 mg/L. Dengan demikian, berdasarkan parameter TSS, pH, DO, dan BOD, ketiga stasiun memenuhi baku mutu Kelas II.

Berbeda dengan parameter tersebut, nilai COD pada Stasiun 1 sebesar 26,83 mg/L dan Stasiun 3 sebesar 26,83 mg/L berada di atas baku mutu 25 mg/L, sedangkan Stasiun 2 sebesar 6,19 mg/L masih berada di bawah baku mutu. Dengan demikian, parameter COD pada Stasiun 1 dan Stasiun 3 tidak memenuhi baku mutu Kelas II, sedangkan Stasiun 2 memenuhi baku mutu.

Nilai suhu tidak digunakan untuk menentukan pemenuhan baku mutu karena data suhu yang tersedia merupakan hasil pengukuran terhadap sampel pada saat analisis di laboratorium, bukan pengukuran suhu alami perairan di lapangan. Oleh karena itu, data suhu hanya digunakan sebagai informasi pendukung kondisi sampel.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai pencemaran mikroplastik di Sungai Sario Kota Manado, dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Mikroplastik ditemukan pada seluruh stasiun penelitian. Jumlah mikroplastik pada Stasiun 1,

2, dan 3 masing-masing sebanyak 42, 30, dan 12 item, dengan kelimpahan sebesar 84, 60, dan 24 item/L. Kelimpahan tertinggi terdapat pada Stasiun 1, sedangkan terendah pada Stasiun 3.
2. Nilai *Pollution Load Index* (PLI) pada Stasiun 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 1,87; 1,58; dan 1,00, dengan PLI keseluruhan sebesar 1,44 dan termasuk kategori rendah berdasarkan klasifikasi yang digunakan. Nilai tersebut merupakan perbandingan relatif antarstasiun karena menggunakan kelimpahan terendah, yaitu 24 item/L, sebagai nilai acuan, sehingga tidak dapat dianggap sebagai baku mutu atau *background* alami Sungai Sario.
3. Karakteristik mikroplastik menunjukkan bahwa seluruh partikel yang teridentifikasi berbentuk *line*. Ukuran mikroplastik berada pada rentang 0,244–4,589 mm, dengan rata-rata ukuran pada Stasiun 1, 2, dan 3 masing-masing sebesar 1,03; 1,35; dan 1,11 mm. Ditemukan tujuh variasi warna, yaitu biru, hitam, transparan, merah, hijau, kuning, dan ungu, dengan warna biru sebagai warna dominan.
4. Parameter kualitas air digunakan sebagai data pendukung kondisi perairan. TSS, pH, DO, dan BOD pada seluruh stasiun masih berada dalam batas baku mutu Kelas II yang digunakan sebagai acuan. Nilai COD pada Stasiun 1 dan 3 sebesar 26,83 mg/L melebihi nilai acuan 25 mg/L, sedangkan Stasiun 2 sebesar 6,19 mg/L masih berada di bawah nilai tersebut. Parameter kualitas air tidak digunakan untuk membuktikan hubungan langsung dengan kelimpahan mikroplastik.
5. Secara keseluruhan, mikroplastik ditemukan pada seluruh stasiun dengan perbedaan jumlah dan kelimpahan. Seluruh partikel berbentuk *line*, memiliki ukuran yang bervariasi, dan terdiri atas tujuh variasi warna dengan warna biru sebagai warna dominan. Hasil penelitian menggambarkan kondisi Sungai Sario pada saat pengambilan sampel dilakukan.

Referensi

Alfatihah, A., Latuconsina, H., & Prasetyo, H. D. (2022). Analisis Kualitas Air Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Perairan Sungai Patrean Kabupaten Sumenep. Aquacoastmarine: Journal of Aquatic and Fisheries Sciences, 1(2), 76–84. https://doi.org/10.32734/jafs.v1i2

Azzuhra, H. I. (2022). Pemodelan Kualitas Air Permukaan Sungai Pada Parameter Tss Dan Cod Menggunakan Software Qual2kw (Studi Kasus: Sungai Winongo Yogyakarta).

Barang, M. H. D., & Saptomo, S. K. (2019). Analisis kualitas air pada jalur distribusi air bersih di gedung baru Fakultas Ekonomi dan Manajemen Institut Pertanian Bogor. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan, 4(1), 13–24.

Budiarti, E. C. (2021). Identifikasi Mikroplastik pada Feses Manusia. Environmental Pollution Journal, http://ecotonjournal.id/index.php/epj/article/view/11 1, 84–100.

Brian Pramana Aprilio Pradiptaadi& Fiqih Fallahian. (2022). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimendi Kawasan Hilir DAS Brantas. https://ecotonjournal.id/index.php/epj/article/view/39/36

Coyle, R., Hardiman, G., & Driscoll, K. O. (2020). Microplastics in the marine environment: A review of their sources, distribution processes, uptake and exchange in ecosystems. Case Studies in Chemical and Environmental Engineering, 2. https://doi.org/10.1016/j.cscee.2020.100010.

Cardova, M., Purwiyanto, A., & Suteja, Y. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia. 142, 183–188.

Choong, W. S., Hadibarata, T., & Tang, D. K. H. (2021). Abundance and distribution of microplastics in the water and riverbank sediment in Malaysia – A review. Biointerface Research in Applied Chemistry, 11(4), 11700–11712.

Dhea, L. A., Kurniawan, A., Ulfa, S. M., & Karimah, K. (2023). Correlation of Microplastic Size Distribution and Water Quality Parameters in the Upstream Brantas River. Jurnal Penelitian Pendidikan IPA, 9(2), 520-526.

Fitri Sakinah, Widyaningrum Indrasari, Umiatin. (2022). Pengukuran kualitas air tercemar limbah mikroplastik berdasarkan parameter fisika.
https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/prosidingsnf/article/view/23796/12310

Fitriyah, A., Syafrudin, S., & Sudarno, S. (2022). Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 21(3).
https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.350-357

GESAMP. (2019). Guidelines for the monitoring & assessment of plastic litter in the ocean Reports & Studies 99 Ryan; Peter G; Turra; Alexander; Galgani; François; Kershaw; Peter John. 99(February).

Ghosh, S., Sinha, J. K., Ghosh, S., Vashisth, K., Han, S., & Bhaskar, R. (2023). Microplastics as an emerging threat to the global environment and human health. Sustainability, 15(14), 10821.

Kabir, A. H. M. E., Kimura, K., Yamamoto, T., & Ishimura, T. (2021). Assessing small-scale freshwater

microplastics pollution, land-use, source-to-sink conduits, and pollution risks: Perspectives from Japanese rivers polluted with microplastics. Science of the Total Environment, 768, 144655. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144655
Kye, H., Kim, J., Ju, S., Lee, J., Lim, C., & Yoon, Y. (2023). Microplastics in water systems: A review of their impacts on the environment and their potential hazards. Heliyon, 9(3)
Pakpahan, R. A., Supit, C. J., & Pratasis, P. A. K. (2023). Studi Kualitas Air Sungai Sario Di Kota Manado Dengan Metode Model Dinamis. TEKNO, 21(85), 1301–1311. Universitas Sam Ratulangi, Manado.
Link: https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/tekno/article/view/49931
Lusher, A. L., Peter H & Jeremy M. (2017)." Microplastics in Fisheries and Aquaculture. Roma": Food and Agriclture Organization (FAO) of The United Nations.
Mauludy, M. S., Yunanto, A. dan Yona, D. 2019.Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali. Perikanan Universitas Gadjah Mada. vol. 21,no.2, hal :73
Nayal, R., & Suthar, S. (2022). First report on microplastics in tributaries of the upper Ganga River along Dehradun, India: Quantitative estimation and characterizations. Journal of Hazardous Materials Advances, 8, 100190
Royani, S., Fitriana, A. S., Enarga, A. B. P., & Bagaskara, H. Z. (2021). Kajian COD dan BOD dalam air di lingkungan Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Kaliori Kabupaten Banyumas. Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan, 13(1), 41–50. https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss1.art4
Sakinah, F., Indrasari, W., & Umiatin, U. (2022, January). Pengukuran Kualitas Air Tercemar Limbah Mikroplastik Berdasarkan Parameter Fisika. In Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) (Vol. 10)
Selvi Ariyunita,Wachju Subchan, Annisa Alfath, Novi Wardatun Nabilla, Syahrizal Afdan Nafar (2022). Analisis kelimpahan mikroplastik pada air dan gastropoda di sungai bedadung segmen kecamatan kaliwates kabupaten jember.
https://ejournal.unibabwi.ac.id/index.php/BIOSENSE/article/view/2267/1474
Sitanggang, L. P., & Amanda, L. (2019). Analisa Kualitas Air Alkalinitas dan Kesadahan (Hardness) pada Perairan Budidaya. Tapian Nauli: Jurnal Perikanan dan Ilmu Kelautan, 1(2), 1-8.
Silva, P. H. S., & de Sousa, F. D. B. (2021).Microplastic pollution of Patos Lagoon, south of Brazil .Environmental Challenges,4,100076. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envc.2021.100076
SutanHaji, A. T., Rahadi, B., & Firdausi, N. T. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. Jurnal Sumberdaya `Alam Dan Lingkungan, 8(2), 74–84. https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3.
Sari, M. I., & Kusniawati, E. (2022). Penurunan Kadar TSS dan TDS pada Air Sungai Lematang Menggunakan Tempurung Kelapa Sawit (Elaeis oleifera) sebagai Media Filtrasi. Jurnal Teknik Patra Akademika, 13(1), 11–17. https://doi.org/10.52506/jtpa.v13i01.138
Tomlinson, D. L., Wilson, J. G., Harris, C. R., & Jeffrey, D. M. (1980). Problems in the assessment of heavy-metal levels in estuaries and the formation of a pollution index. Helgoländer Meeresuntersuchungen, 33(1–4), 566–575. https://doi.org/10.1007/BF02414780
Victoria., A. V. 2017. Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. Institut Teknologi Bandung. Bandung.1-10.e Silva, P. H. S., & de Sousa, F. D. B. (2021). Microplastic pollution of Patos Lagoon, south of Brazil. Environmental Challenges, 4(March), 100076.
Wahdani, A., Yaqin, K., Rukminasari, N., . S., . N., Inaku, D. F., & Fachruddin, L. (2020). Konsentrasi Mikroplastik Pada Kerang Manila Venerupis philippinarum di Perairan Maccini Baji, Kecamatan Labakkang, Kabupaten Pangkajen Kepulauan, Sulawesi Selatan. Maspari Journal : Marine Science Research, 12(2), 1–14. https://doi.org/10.56064/maspari.v12i2.12809
Wijaya, B. A., & Trihadiningrum, Y. (2019). Meso- and microplastics pollution in Surabaya River on Driyorejo to Karang Pilang Segment (in Bahasa). Jurnal Teknik ITS, 8(2), 211–216.
Widianarko, Y. B., & Hantoro, I. (2018). Mikroplastik dalam seafood dari Pantai Utara Jawa. Penerbit Universitas Katolik Soegijapranata.
Yusal, M., & Hasyim, M. (2022). Kajian Kualitas Air Berdasarkan Keanekaragaman Meiofauna dan Parameter Fisika-Kimia di Pesisir Losari Makassar. Jurnal Ilmu Lingkungan, 20(1), 101-110.