

KORELASI KUALITAS AIR TERHADAP KELIMPAHAN MIKROPLASTIK DI PERAIRAN LAUT GALESONG UTARA PADA KONDISI SURUT

ST. Aisyah Humaerah¹, Andi Elfina Wahyuni Rasyid²

¹Teknik Lingkungan, Universitas Syech Yusuf Al Makassar Indonesia

²Dinas Lingkungan Hidup dan Pertanahan Kabupaten Takalar

Email korespondensi: aisyahhumaerah15@gmail.com andielfinawahyuni@gmail.com

Abstrak

Daerah pesisir laut kerap kali dijadikan sebagai tempat pembuangan sampah anorganik dari berbagai aktivitas manusia seperti kegiatan tempat wisata, tempat pelelangan ikan dan kegiatan industri yang sangat berpotensi sebagai zat pencemar air laut dalam bentuk mikroplastik akibat proses degradasi atau fragmentasi sampah plastik. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis korelasi kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik di pesisir laut Galesong Utara kabupaten Takalar pada kondisi surut. Penelitian ini dilakukan melalui pendekatan kuantitatif (bersifat analisis) dengan menggunakan metode observasi lapangan di lima stasiun dengan jarak titik sampling (air laut yakni 0-100 m dan 100-200 m dari bibir pantai yakni di area kawasan pemukiman padat penduduk (ST1), area wisata (ST2), area industri (ST3), kawasan pemukiman kurang penduduk (ST4) dan area pasar (tempat pelelangan ikan) (ST5). Hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi antara parameter kualitas air yakni suhu, pH, DO, TSS, kekeruhan dan salinitas terhadap kelimpahan mikroplastik di pesisir laut galesong utara (nilai sig. < 0,05) dengan tingkat korelasi yang sangat kuat untuk parameter suhu dan DO, tingkat korelasi yang kuat untuk parameter TSS, kekeruhan dan salinitas serta tingkat korelasi yang cukup untuk parameter pH terhadap kelimpahan mikroplastik.

Kata kunci: parameter air laut, kelimpahan mikroplastik

Abstract

Coastal sea areas are often used as dumping grounds for inorganic waste from various human activities such as tourist attractions, fish auctions and industrial activities which have the potential to become sea water pollutants in the form of microplastics due to the degradation or fragmentation process of plastic waste. This research aims to analyze the correlation between water quality and the abundance of microplastics on the sea coast of North Galesong district measure at high tide. This research was carried out using a quantitative approach (analytical in nature) using field observation methods at five points with a sea water sampling point distance of 0-100 m and 100-200 m from the shoreline, namely in densely populated residential areas (1A & 1B), tourist areas (2A & 2B), industrial areas (3A & 3B), less populated residential areas (4A & 4B) and market areas (fish auctions) (5A & 5B). The results of the research show that there is a correlation between water quality parameters, namely temperature, pH, DO, TSS, turbidity, salinity, and the abundance of microplastics on the North Galesong sea coast (sig. < 0.05) with a very strong level of correlation for the temperature and DO parameters, a strong level of correlation for TSS, turbidity and salinity parameters and a sufficient level of correlation for pH parameters on microplastic abundance.

Key words: sea water parameters, abundance of microplastics

PENDAHULUAN

Setiap usaha atau kegiatan yang dilakukan oleh manusia tentunya menghasilkan suatu limbah yang dapat membahayakan lingkungan hidup apabila tidak dikelola dengan baik, salah satunya yakni limbah plastik yang mengalami perubahan ukuran menjadi mikroplastik melalui proses pelapukan akibat paparan sinar matahari [1], gesekan serta kecepatan aliran yakni plastik mengalami perubahan ukuran menjadi mikroplastik yang berukuran < 5 mm. Plastik yang sifatnya *nonbiodegradable* atau sulit diuraikan oleh alam termasuk jenis limbah yang paling banyak ditemukan di lingkungan sekitar. Hal ini disebabkan karena sifat plastik yang ringan, tahan lama dan harganya cukup murah sehingga memiliki peranan penting dalam kehidupan masyarakat saat ini [2].

Permasalahan sampah yang terfragmentasi menjadi mikroplastik di perairan laut akibat pembuangan sampah yang dilakukan di pesisir pantai Galesong Utara Kabupaten Takalar dilakukan melalui berbagai aktivitas manusia, mulai dari kegiatan industri, pariwisata, pemukiman hingga pasar yang dapat mengancam keberlangsungan biota laut dan juga

berdampak terhadap kesehatan manusia serta dapat mempengaruhi dan mengubah kualitas air. Aktivitas transaksi jual beli hasil tangkapan nelayan dan banyaknya pedagang kaki lima di sekitar pantai umumnya menggunakan plastik sebagai bahan pengemas sehingga hal ini juga menjadi penyebab banyaknya tumpukan sampah di sekitar tepi pantai beba Galesong Utara [3]. Tidak hanya itu, besarnya konsumsi plastik akibat meningkatnya kebutuhan hidup masyarakat pesisir juga menyebabkan peningkatan pasokan sampah plastik di sekitar pantai Galeosng Utara akibat kurangnya kesadaran masyarakat terhadap kebersihan lingkungan, sehingga pantai tersebut dijadikan sebagai tempat pembuangan sampah yang dapat mencemari lingkungan perairan laut.

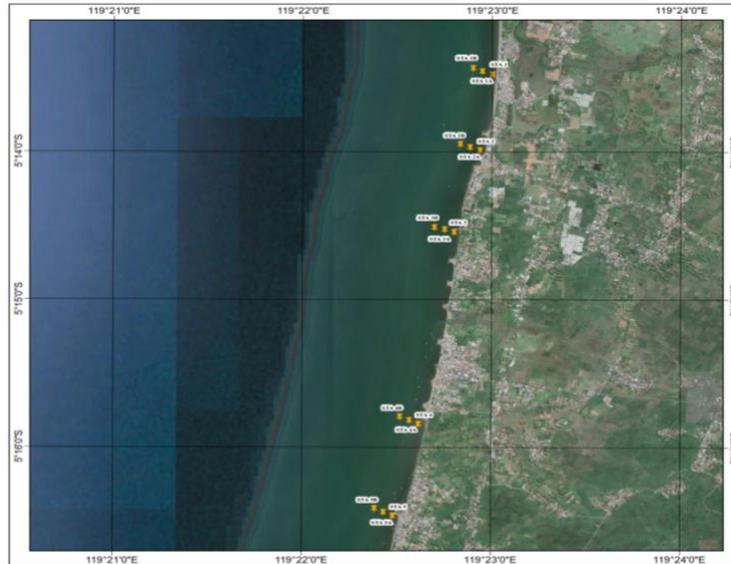
Parameter fisika-kimia yang berkaitan dengan kualitas lingkungan seperti kedalaman, kecerahan, salinitas, suhu, pH, dan DO merupakan beberapa faktor yang berpengaruh terhadap kelimpahan mikroplastik akibat proses degradasi sampah plastik menjadi beberapa ukuran mikroplastik yang kemudian masuk

atau tersebar kedalam perairan laut melalui arus, gelombang, pasang surut atau akibat erosi Pantai [2]. Keberadaan mikroplastik di lautan akan bertahan dalam jangka waktu yang lama karena sifat plastik tidak dapat terurai dengan demikian keberadaan mikroplastik di lautan dapat menjadi ancaman global bagi keanekaragaman hayati khususnya biota dan ekosistem laut [4], hal ini dikarenakan biota laut menjadikan mikroplastik sebagai makanan ikan karena ukurannya

yang sangat kecil sehingga mirip dengan plankton sehingga penting untuk mengetahui korelasi antara parameter kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik [5]

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan selama 2 bulan. Sampling air laut di lakukan pada kondisi surut di perairan laut Galesong Utara Kab. Takalar.



Gambar 1. Lokasi penelitian

Pengambilan sampel air laut dilakukan di lima (5) stasiun penelitian yakni stasiun 1 (ST1) (kawasan padat penduduk), stasiun 2 (ST2) (area industri), stasiun 3 (ST3) (area wisata), stasiun 4 (ST4) (kawasan pemukiman kurang penduduk), stasiun 5 (ST5) (area pasar atau pelelangan ikan) dengan jarak sampling air laut 0-100 m (A) dan jarak 100-200 m (B) dari bibir pantai.

Pengambilan sampel air laut untuk uji kualitas air dilakukan berdasarkan SNI 6964.8:2015 tentang Kualitas Air Laut – Bagian 8: metode pengambilan contoh uji air laut menggunakan alat *vandorn water sampler*. Pengambilan sampel air laut untuk analisa kelimpahan mikroplastik dilakukan berdasarkan *guidelines for harmonizing ocean surface microplastic monitoring methods, ministry of the environment Japan* versi 2020 menggunakan alat *neuston net*.

Identifikasi mikroplastik, serta uji kualitas air (suhu, pH, *Dissolved Oxygen* (DO), *Total Suspended Solid* (TSS), kekeruhan, dan salinitas) dilakukan secara *ex situ* di Laboratorium Kualitas Air, Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Gowa. Data yang di peroleh kemudian di analisis menggunakan *software* SPSS menggunakan uji spearman correlation.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis pengaruh kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik di perairan laut Galesong Utara dilakukan dengan menganalisa parameter kualitas air laut pada setiap stasiun penelitian. Sampling air laut di lakukan pada waktu surut pukul

13.00 – 17.00 wita. Hasil pengujian berdasarkan SNI dari masing-masing parameter kualitas air dimana untuk parameter suhu, salinitas, ph, TSS dan kekeruhan yakni semakin tinggi hasil pengujian parameter air laut maka semakin banyak kelimpahan mikroplastik pada air laut akan tetapi jumlah kelimpahannya bervariasi antar parameter satu dengan parameter lainnya. Hal tersebut berbanding terbalik dengan parameter DO, dimana semakin tinggi hasil uji DO air laut maka kelimpahannya semakin sedikit pula. Adapun rata-rata hasil pengujian parameter kualitas air pada kondisi surut di sajikan pada **Tabel 1**.

Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengujian parameter air laut pada kondisi surut yakni berdasarkan baku mutu air laut yang di tetapkan oleh pemerintah dimana parameter suhu, salinitas, ph, DO, TSS yakni sesuai dengan baku mutu akan tetapi parameter kekeruhan yakni jauh di atas baku mutu. Hasil identifikasi kelimpahan mikroplastik berdasarkan hasil uji parameter kualitas air yakni kelimpahan tertinggi pada stasiun 5A dengan kelimpahan mikroplastik sebanyak 2.063,41 partikel dengan parameter kualitas air dengan suhu rata-rata sebesar 32°C, salinitas 25, ph 8.5, DO sebesar 5.7 mg/L, TSS sebesar 20.5 mg/L dan kekeruhan sebesar 23 NTU sedangkan kelimpahan MP terendah sebanyak 8.22,52 partikel MP dengan parameter kualitas air dengan suhu rata-rata sebesar 30°C, salinitas 24, ph 8.1, DO sebesar 7 mg/L, TSS sebesar 5.5 mg/L dan kekeruhan sebesar 5.7 NTU.

Tabel 1. Pengaruh kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik pada kondisi surut

Titik sampling	Suhu (°C)	Salinitas	pH	DO (mg/L)	TSS (mg/L)	Kekeruhan (NTU)	Kelimpahan MP
ST 1A	31	24,0	8,2	6,4	8,3	12,7	1.728,00
ST 1B	31	24,0	8,2	6,6	6,5	9,0	1.285,93
ST 2A	30	24,0	8,2	6,6	6,7	10,0	1.194,67
ST 2B	30	24,0	8,2	6,9	6,1	7,7	964,74
ST 3A	30	24,0	8,2	6,7	5,5	8,7	1.160,30
ST 3B	30	24,0	8,2	7,1	4,9	7,7	849,78
ST 4A	29	23,0	8,2	6,8	3,6	7,3	988,44
ST 4B	29	23,0	8,1	7,2	4,0	6,3	721,78
ST 5A	31	24,0	8,2	6,0	9,5	14,7	2.063,41
ST 5B	31	24,0	8,2	6,5	7,7	11,0	1.303,70

Hasil pengujian parameter kualitas air laut kemudian di analisis menggunakan *Software Statistikal Package for Social Science* (SPSS) 26 dimana untuk melihat hubungan kualitas air dan kelimpahan yakni menggunakan uji *spearman*

correlation yang tidak mewajibkan data harus terdistribusi normal. Adapun hasil pengujian analisis pengaruh parameter air terhadap kelimpahan MP di sajikan pada **Tabel 2.**

Tabel 2. Hasil analisis *spearman correlation* parameter air laut terhadap kelimpahan mikroplastik

Uji Spearman correlation	Korelasi parameter air terhadap kelimpahan MP			Korelasi terhadap Tingkat hubungan	
	Nilai Sig.	Kriteria	Kesimpulan	Correlation Coeficient (r)	Tingkat hubungan
Suhu dengan kelimpahan MP	0,000	<0,05	Ada korelasi	0,794	Sangat kuat
pH dengan kelimpahan MP	0,011	<0,05	Ada korelasi	0,327	Cukup
DO dengan kelimpahan MP	0,000	<0,05	Ada korelasi	-0,784	Sangat kuat
TSS dengan kelimpahan MP	0,000	<0,05	Ada korelasi	0,722	Kuat
Kekeruhan dengan kelimpahan MP	0,000	<0,05	Ada korelasi	0,510	Kuat
Salinitas dengan kelimpahan MP	0,000	<0,05	Ada korelasi	0,695	Kuat

Tabel 2 menunjukkan bahwa parameter suhu memiliki nilai signifikansi (sig.) sebesar 0,000 (<0,05) serta memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,794. Hal ini menunjukkan bahwa parameter suhu memiliki korelasi terhadap kelimpahan mikroplastik dengan tingkat hubungan yang sangat kuat (Nilai *spearman correlation* 0,76-0,99). parameter pH memiliki nilai signifikansi (sig.) sebesar 0,011 (<0,05) serta memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,327. Hal ini menunjukkan bahwa parameter pH memiliki korelasi terhadap kelimpahan mikroplastik dengan tingkat hubungan yang cukup (Nilai *spearman correlation* 0,26-0,50). parameter DO memiliki nilai signifikansi (sig.) sebesar 0,000 (<0,05) serta memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar -0,784. Hal ini menunjukkan bahwa parameter DO memiliki korelasi terhadap kelimpahan mikroplastik dengan tingkat hubungan yang sangat kuat (Nilai *spearman correlation* 0,76-0,99). parameter TSS memiliki nilai signifikansi (sig.) sebesar 0,000 (<0,05) serta memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,722. Hal ini menunjukkan bahwa parameter TSS memiliki korelasi terhadap kelimpahan mikroplastik dengan tingkat hubungan yang kuat (Nilai *spearman correlation* 0,51-0,75). parameter kekeruhan memiliki nilai signifikansi (sig.) sebesar 0,000 (<0,05) serta

memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,510. Hal ini menunjukkan bahwa parameter kekeruhan memiliki korelasi terhadap kelimpahan mikroplastik dengan tingkat hubungan yang kuat (Nilai *spearman correlation* 0,51-0,75). parameter salinitas memiliki nilai signifikansi (sig.) sebesar 0,000 (<0,05) serta memiliki nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,695. Hal ini menunjukkan bahwa parameter salinitas memiliki korelasi terhadap kelimpahan mikroplastik dengan tingkat hubungan yang kuat (Nilai *pearson correlation* 0,51-0,75).

Koefisien korelasi (r) pada parameter suhu yang bernilai positif juga menunjukkan bahwa hubungan antara suhu dengan kelimpahan mikroplastik tersebut ekuivalen atau berbanding lurus, yang dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu pada suatu perairan, maka kelimpahan mikroplastik berpotensi semakin meningkat pula, begitupun sebaliknya semakin rendah suhu suatu perairan, maka semakin rendah pula kelimpahan mikroplastik. Hal ini serupa dengan pendapat Buwono (2021) yang menyatakan bahwa suhu merupakan parameter fisikokimia yang berpengaruh nyata terhadap kelimpahan mikroplastik [6]. Mekanika hidrodinamik air dan proses degradasi mikroplastik keduanya sangat dipengaruhi oleh suhu, yang berdampak besar pada bagaimana mikroplastik

didistribusikan. Menurut Gorokhova (2015), efek suhu pada kerapatan air di permukaan dan pembentukan biofilm dapat menyebabkan mikroplastik terdegrasi/sedimentasi secara vertikal ke bawah [8]. Selain itu, fotodegradasi akibat paparan sinar UV juga merupakan faktor yang menentukan penyebaran mikroplastik karena dapat mempengaruhi massa dan daya apung mikroplastik [7].

Koefisien korelasi (r) pada parameter pH yang bernilai positif juga menunjukkan bahwa hubungan antara pH dengan kelimpahan mikroplastik tersebut ekuivalen atau berbanding lurus, yang dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat pH (asam/basa) pada suatu perairan, maka kelimpahan mikroplastik berpotensi semakin meningkat pula, begitupun sebaliknya semakin rendah pH (asam/basa) suatu perairan, maka semakin rendah pula kelimpahan mikroplastik. Hal ini serupa dengan pendapat Tien et al. (2020) yang menyatakan bahwa indikator kualitas air pH memungkinkan untuk mengidentifikasi asal dan penyebaran mikroplastik pada air [7].

Koefisien korelasi (r) pada parameter DO yang bernilai negatif juga menunjukkan bahwa hubungan antara DO dengan kelimpahan mikroplastik tersebut berbanding terbalik, yang dapat disimpulkan bahwa semakin rendah DO pada suatu perairan, maka kelimpahan mikroplastik berpotensi semakin meningkat, begitupun sebaliknya semakin tinggi DO suatu perairan, maka semakin rendah pula kelimpahan mikroplastik. Hal ini serupa dengan pendapat Kataoka et al. (2019) yang menyatakan bahwa DO memiliki hubungan negatif dengan mikroplastik. Dalam air yang lebih terkontaminasi, konsentrasi mikroplastik cenderung relatif tinggi, dimana lingkungan perairan lebih tercemar dengan semakin besar rata-rata kepadatan penduduk dan rata-rata rasio perkotaan. Hal ini menunjukkan bahwa mikroplastik tersebar luas di permukaan perairan yang sangat tercemar dengan populasi padat [11].

Koefisien korelasi (r) pada parameter TSS yang bernilai positif juga menunjukkan bahwa hubungan antara TSS dengan kelimpahan mikroplastik tersebut ekuivalen atau berbanding lurus, yang dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi TSS pada suatu perairan, maka kelimpahan mikroplastik berpotensi semakin meningkat pula, begitupun sebaliknya semakin rendah TSS suatu perairan, maka semakin rendah pula kelimpahan mikroplastik. Hal ini serupa dengan pendapat Buwono et al. (2021) yang menyatakan bahwa TSS merupakan parameter fisikokimia yang berpengaruh nyata terhadap kelimpahan mikroplastik [6]. Mayoritas kontaminan termasuk mikroplastik, sangat rentan melekat pada TSS. Kehadiran berbagai kontaminan, bahan kimia, dan mikroplastik sangat mungkin terjadi di perairan dengan tingkat TSS yang tinggi. Ketika perairan

memiliki kadar TSS yang tinggi, air menjadi lebih keruh yang berdampak pada ekosistem perairan [12].

Koefisien korelasi (r) pada parameter kekeruhan yang bernilai positif juga menunjukkan bahwa hubungan antara kekeruhan dengan kelimpahan mikroplastik tersebut ekuivalen atau berbanding lurus, yang dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kekeruhan pada suatu perairan, maka kelimpahan mikroplastik berpotensi semakin meningkat pula, begitupun sebaliknya semakin rendah kekeruhan suatu perairan, maka semakin rendah pula kelimpahan mikroplastik. Hal ini serupa dengan pendapat Buwono et al. (2021) yang menyatakan bahwa kekeruhan merupakan parameter fisikokimia yang berpengaruh nyata terhadap kelimpahan mikroplastik. Mayoritas kontaminan termasuk mikroplastik, sangat rentan melekat pada kekeruhan. Kehadiran berbagai kontaminan, bahan kimia, dan mikroplastik sangat mungkin terjadi di perairan dengan tingkat kekeruhan yang tinggi. Ketika perairan memiliki kadar TSS yang tinggi, air menjadi lebih keruh yang berdampak pada ekosistem perairan [12].

Koefisien korelasi (r) pada parameter salinitas yang bernilai positif juga menunjukkan bahwa hubungan antara salinitas dengan kelimpahan mikroplastik tersebut ekuivalen atau berbanding lurus, yang dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi tingkat salinitas pada suatu perairan, maka kelimpahan mikroplastik berpotensi semakin meningkat pula, begitupun sebaliknya semakin rendah salinitas suatu perairan, maka semakin rendah pula kelimpahan mikroplastik. Hal ini serupa dengan pendapat Gorokhova (2015), Galloway et al. (2017), dan Karlsson et al. (2017) menyatakan bahwa beberapa plastik memiliki kerapatan (densitas) yang lebih tinggi daripada air laut, biofouling membuat partikel lebih berat dan cenderung tenggelam, dan suhu air yang lebih tinggi, serta kondisi salinitas yang lebih rendah menurunkan kerapatan air laut, hal ini mengubah rasio kerapatan plastik terhadap kerapatan air [15]. Mikroplastik dapat tenggelam lebih cepat karena salinitas yang rendah dan produktivitas yang tinggi. Hal inilah yang menyebabkan ditemukannya mikroplastik densitas tinggi dan rendah di perairan [7] [11].

KESIMPULAN

Hasil uji korelasi *Spearman* pada parameter kualitas air terhadap kelimpahan mikroplastik menunjukkan bahwa suhu, pH, TSS, kekeruhan, dan salinitas berhubungan secara positif terhadap kelimpahan mikroplastik, namun DO berhubungan negatif. Selain itu suhu dan DO berhubungan sangat kuat, TSS, kekeruhan, dan salinitas berhubungan kuat, sedangkan pH berhubungan cukup terhadap kelimpahan mikroplastik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. H. Hasibuan, I. Suryati, R. Leonardo, A. Risky, P. Ageng, and R. Addauwiyah, "Analisa Jenis, Bentuk Dan Kelimpahan Mikroplastik Di Sungai Sei Sikaming Medan," *J. Sains dan*

Teknol. J. Keilmuan dan Apl. Teknol. Ind., vol. 20, no. 2, p. 108, 2020, doi: 10.36275/stsp.v20i2.270.

- [2] M. I. Joesidawati, "Pencemaran Mikroplastik Di Sepanjang Pantai Kabupaten Tuban," *Pros.*

- SNasPPM*, vol. 3, no. 1, pp. 8–15, 2018, [Online]. Available: <http://prosiding.unirow.ac.id/index.php/SNasPPM/article/view/135>
- [3] GESAMP, "Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter in the ocean. Rep. Stud. GESAMP 99. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean/>, 2019, [Online]. Available: <http://gesamp.org>
- [4] M. Mardiyana and A. Kristiningsih, "Dampak Pencemaran Mikroplastik di Ekosistem Laut terhadap Zooplankton: Review," *J. Pengendali. Pencemaran Lingkung.*, vol. 2, no. 1, pp. 29–36, 2020, doi: 10.35970/jppl.v2i1.147.
- [5] N. Hikmawat, A. Hartoko, and B. Sulardiono, "Analisa Sebaran MPT, Klorofil-a Dan Plankton Terhadap Tangkapan Teri (*Stolephorus* spp.) Di Perairan Jepara," *Diponegoro J. Mar. Aquat. Resour.*, vol. 3, no. 2, pp. 109–118, 2014.
- [6] N. R. Buwono, Y. Risjani, and A. Soegianto, "Distribution of Microplastic in Relation to Water Quality Parameters in the Brantas River, East Java, Indonesia," *Environ. Technol. Innov.*, vol. 24, p. 101915, 2021, doi: 10.1016/j.eti.2021.101915.
- [7] E. Gorokhova, "Screening for microplastic particles in plankton samples: How to integrate marine litter assessment into existing monitoring programs?," *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 99, no. 1–2, pp. 271–275, 2015, doi: 10.1016/j.marpolbul.2015.07.056.
- [8] N. Kowalski, A. M. Reichardt, and J. J. Waniek, "Sinking rates of microplastics and potential implications of their alteration by physical, biological, and chemical factors," *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 109, no. 1, pp. 310–319, 2016, doi: 10.1016/j.marpolbul.2016.05.064.
- [9] C. J. Tien, Z. X. Wang, and C. S. Chen, *Microplastics in Water, Sediment and Fish from the Fengshan River System: Relationship to Aquatic Factors and Accumulation of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons by Fish*, vol. 265. Elsevier Ltd, 2020. doi: 10.1016/j.envpol.2020.114962.
- [10] T. Kataoka, Y. Nihei, K. Kudou, and H. Hinata, "Assessment of the Sources and Inflow Processes of Microplastics in the River Environments of Japan," *Environ. Pollut.*, vol. 244, pp. 958–965, 2019, doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.111.
- [11] M. A. Browne *et al.*, "Accumulation of microplastic on shorelines worldwide: Sources and sinks," *Environ. Sci. Technol.*, vol. 45, no. 21, pp. 9175–9179, 2011, doi: 10.1021/es201811s.
- [12] N. Pasingi, N. TM Pratiwi, and M. Krisanti, "Water Quality of the Cileungsi River Upstream based on Physical-Chemical Conditions," *Depik*, vol. 3, no. 1, pp. 56–64, 2014, doi: 10.13170/depik.3.1.1376.
- [13] T. S. Galloway, M. Cole, and C. Lewis, "Interactions of Microplastic Debris throughout the Marine Ecosystem," *Nat. Ecol. Evol.*, vol. 1, no. 5, pp. 1–8, 2017, doi: 10.1038/s41559-017-0116.
- [14] T. M. Karlsson *et al.*, "Screening for Microplastics in Sediment, Water, Marine Invertebrates and Fish: Method Development and Microplastic Accumulation," *Mar. Pollut. Bull.*, vol. 122, no. 1–2, pp. 403–408, 2017, doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.06.081.
- [15] T. Galloway, M. Cole, and C. Lewis, "ORE Open Research Exeter," *J. Clean. Prod.*, pp. 0–48, 2013.