

---

---

## **Peta Sebaran dan Kelimpahan Mikroplastik di Muara Sungai Wonorejo dan Sungai Tambak Wedi Surabaya**

Luhur Bangun Prayoga<sup>✉</sup> & Aida Sartimbul  
Universitas Brawijaya

### **ABSTRAK**

*Pencemaran mikroplastik di muara sungai memiliki dampak signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan sebaran kelimpahan mikroplastik di muara Sungai Wonorejo dan Tambak Wedi Surabaya. Pengambilan sampel menggunakan metode purposive sampling dan pengolahan sampel dilakukan menggunakan metode NOAA. Hasil yang ditemukan menunjukkan muara sungai tercemar oleh mikroplastik dengan jenis dan warna yang bervariasi seperti filamen yang berwarna biru dan fiber yang berwarna merah muda. Ditemukan kelimpahan mikroplastik tertinggi di muara Sungai Wonorejo pada stasiun 1 didominasi jenis filamen dan muara Sungai Tambak Wedi pada stasiun 2 didominasi jenis fiber. Oleh karena itu, perlu diterapkan sistem penyaringan mikroplastik di instalasi pengolahan air limbah sebelum air dibuang ke sungai. Selain itu, pengawasan ketat dan regulasi terhadap pembuangan limbah industri dan domestik harus ditingkatkan untuk mencegah kontaminasi lebih lanjut.*

*Kata kunci: Partikel, Jenis, Kesehatan, Pencemaran, Sampel*

### **Map of the Distribution and Abundance of Microplastics in the Wonorejo River Estuary and Tambak Wedi River Areas**

### **ABSTRACT**

*Microplastic pollution in river estuaries has a significant impact on the environment and human health. This study aims to map the distribution of microplastic abundance in the estuaries of Wonorejo and Tambak Wedi Rivers in Surabaya. Sampling used purposive sampling method and sample processing was done using NOAA method. The results found showed that the estuary was polluted by microplastics with various types and colors such as blue filaments and pink fibers. It was found that the highest abundance of microplastics in the Wonorejo River estuary at station 1 dominated by filament and Tambak Wedi River estuary at station dominated by fiber. Therefore, it is necessary to implement a microplastic filtering system in wastewater treatment plants before water is discharged into the river. In addition, strict supervision and regulation of industrial and domestic waste disposal should be improved to prevent further contamination.*

*Keywords: Particles, Types, Health, Pollution, Samples*

### **PENDAHULUAN**

Muara sungai merupakan ujung dari aliran sungai yang berbatasan langsung dengan laut. Muara sungai memiliki peranan sebagai tempat keluarnya debit air dari sungai menuju laut (Setiyono et al., 2020). Muara sungai juga harus mengatasi debit aliran air yang diakibatkan oleh pasang surut, terkadang lebih besar dari debit aliran sungai itu sendiri (Manalu et al., 2021). Oleh karena itu, muara sungai harus memiliki lebar

dan kedalaman yang mencukupi sesuai dengan perannya. Muara sungai juga memiliki permasalahan terkait sedimentasi pada mulut sungai, baik sedimen yang berasal dari hulu sungai maupun sedimen yang berasal dari laut (Hidayatullah et al., 2023).

Muara sungai tempat pertemuan antara sungai dengan laut menyebabkan terjadinya akumulasi sedimen maupun senyawa toksik sehingga muara bisa di-

---

<sup>✉</sup> Corresponding author  
Address : Sidoarjo, Jawa Timur  
Email : [yogaw195@gmail.com](mailto:yogaw195@gmail.com)

jadikan indikator untuk pencemaran yang terjadi disepanjang aliran sungai (Barus et al., 2020). Oleh karena itu, muara Sungai Wonorejo dan Sungai Tambak Wedi dipilih karena memiliki aliran sungai dengan kondisi bantaran yang berbeda. Muara Sungai Wonorejo memiliki bantaran sungai yang masih banyak ditumbuhi vegetasi, terutama hutan mangrove yang melindungi pantai dan menjadi habitat berbagai fauna. Saat melakukan sampling di sini, gambaran umum lokasinya adalah pemandangan yang alami dan hijau, dengan aktivitas wisata yang memanfaatkan keindahan alam mangrove. Namun, masalah sampah tetap menjadi perhatian, karena tidak hanya berasal dari wisata tapi juga dari warga sekitar area hutan mangrove serta sampah kiriman dari hulu sungai (Fatmalah et al., 2023). Sedangkan, Muara Sungai Tambak Wedi menunjukkan perubahan yang signifikan dalam penggunaan bantaran sungainya. Banyak bangunan liar dan pemukiman padat penduduk menggantikan vegetasi alami di sepanjang sungai. Kegiatan antropogenik dan industri juga sangat terlihat di daerah ini (Ayun, 2017). Meskipun demikian, ada usaha untuk memanfaatkan potensi wisata, seperti wisata ikan asap, namun terdapat juga infrastruktur untuk mengatasi dampak lingkungan, seperti rumah pompa dan Tempat Pembuangan Sampah (TPS) untuk mengelola limbah. Perbandingan antara kedua muara sungai ini menunjukkan perbedaan dalam pemanfaatan dan pengelolaan lingkungan. Wonorejo lebih terjaga alamnya dan menjadi objek wisata alam, sementara Tambak Wedi menghadapi tekanan yang lebih besar dari aktivitas manusia dan industri yang menghasilkan sampah plastik.

Sampah plastik dari kegiatan manusia maupun industri yang dibuang ke sungai baik secara langsung maupun tidak langsung yang nantinya mengalami degradasi karena faktor lingkungan, plastik yang berubah ukuran menjadi kecil disebut mikroplastik (Pratiwi et al.,

2024). Mikroplastik primer yaitu sengaja diproduksi dalam ukuran kecil seperti pada sabun cuci muka dan mikroplastik sekunder berasal dari degradasi plastik ukuran besar menjadi ukuran kecil seperti kantong plastik yang terpecah-pecah menjadi ukuran kecil (Pradiptaadi & Fallahian, 2022). Mikroplastik yang terbawa oleh aliran sungai menuju muara mengalami akumulasi/penumpukkan. Mikroplastik yang sampai ke muara bisa terdistribusi ke laut karena dipengaruhi faktor arus, gelombang, dan pasang surut (Rochman et al., 2019).

Mikroplastik yang berpindah akibat arus kemudian mengendap dan menumpuk pada dasar perairan. Kelimpahan mikroplastik berbeda di tiap perairan dipengaruhi oleh faktor aktivitas manusia, meteorologi, dan geografi (Febriani et al., 2020). Aktivitas manusia yang menghasilkan sampah plastik yang kemudian dibuang ke sungai akan mempengaruhi kelimpahan mikroplastik di muara sungai tersebut. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian pada muara sungai yang berbeda aliran dan geografis dengan tujuan untuk mengetahui tingkat pencemaran mikroplastik di lokasi berbeda.

Pencemaran mikroplastik di muara sungai yang berbeda dapat dipetakan sesuai dengan data yang diambil pada saat penelitian. Pemetaan dapat mempermudah dalam mengetahui dan membandingkan tingkat pencemaran di lokasi yang berbeda-beda. Data kelimpahan mikroplastik di tiap lokasi dapat dengan mudah diterima dan dipahami melalui peta (Iskandar et al., 2022).

Penelitian dan pemetaan kelimpahan mikroplastik di muara sungai penting untuk memahami dampaknya terhadap ekosistem dan kesehatan manusia, serta membantu merumuskan kebijakan yang lebih efektif dalam pengelolaan limbah plastik. Hal ini juga diperlukan guna menjaga keberlangsungan ekosistem dan meminimalkan risiko kesehatan yang diakibatkan oleh kontaminasi mikroplastik. Menurut

Nurdhiana(2022) mikroplastik bisa sangat melimpah tergantung dari lokasi dan kondisi serta aktivitas manusia dan mikroplastik belum ada baku mutunya hingga saat ini. Selain itu, mikroplastik dapat mengikat kandungan toksik di perairan sehingga secara tidak langsung dapat membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia (Hirt & Body-Malapel, 2020).

Bahaya mikroplastik yang menjadi agen pembawa kandungan toksik ke lingkungan dan Kesehatan yaitu biota memakan mikroplastik yang dianggap sebagai makanan. Biota yang mengandung mikroplastik ditangkap dan dikonsumsi oleh manusia sehingga dapat membahayakan kesehatan manusia dalam jangka panjang (Pakpahan & Yoswaty, 2021). Pemetaan tingkat kelimpahan mikroplastik pada perairan bisa menjadi perhatian khusus agar kedepannya pencemaran mikroplastik dapat dikurangi dengan mengurangi pemakaian plastik.

#### METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel mikroplastik dilakukan pada tanggal 29 Februari dan 3 Maret 2024. Pengambilan sampel di muara Sungai Wonorejo yang mewakili daerah sungai yang masih ditumbuhi vegetasi dan Sungai Tambak Wedi yang mewakili daerah sungai yang melalui pemukiman padat penduduk, setiap lokasi dibagi menjadi 3 stasiun dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Pada setiap stasiun masing-masing dilakukan tiga kali pengulangan.

Sampel air diambil menggunakan ember *stainless* sebanyak 100L yang disaring menggunakan *plankton net* (ukuran mesh 0,4 mm) lalu dimasukkan ke dalam botol sampel dan disimpan untuk selanjutnya dilakukan uji di laboratorium. Persiapan sampel air menggunakan metode *National Oceanic and Atmospheric* (NOAA) dengan menambahkan 20 ml  $H_2O_2$  dan 5 ml  $Fe_2SO_4$ , setelah penambahan larutan sampel kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang. Selanjutnya, sampel air dipanaskan

menggunakan hotplate dengan suhu  $70^\circ C$  selama 30 menit sebelum dapat diidentifikasi.

Data mikroplastik dianalisis dengan menggunakan mikroskop stereo beralas kertas milimeter blok. Proses ini melibatkan observasi terhadap jenis dan warna mikroplastik yang terdapat pada sampel air permukaan muara sungai. Data mikroplastik hasil analisis kemudian diolah menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel. Analisis data mencakup penelitian terhadap jenis dan jumlah mikroplastik yang ditemukan, sehingga kelimpahan mikroplastik dapat dihitung.

Menurut Magdalena et al (2024) menghitung kelimpahan mikroplastik menggunakan rumus sebagai berikut:

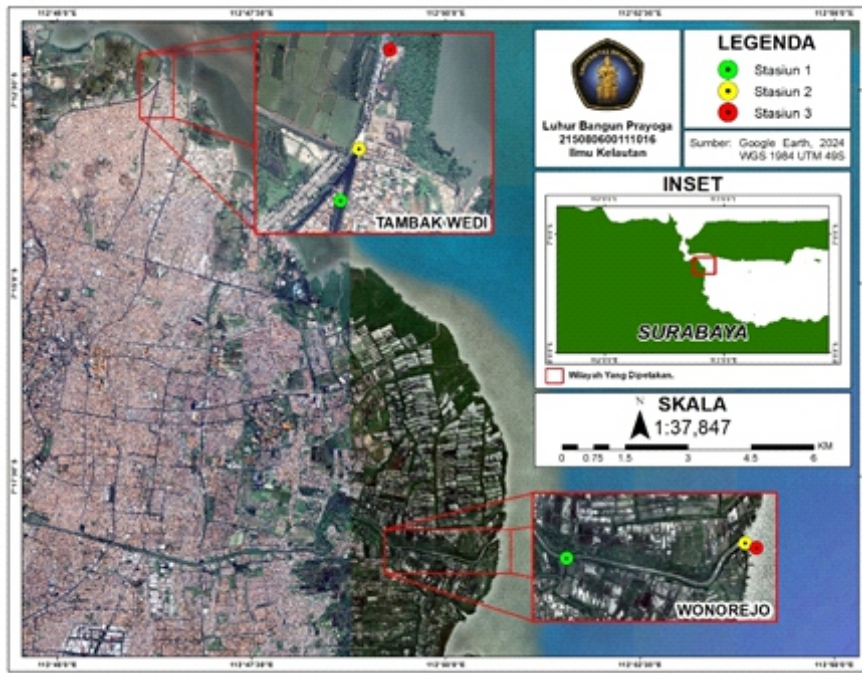
$$K = \frac{n}{V} \quad (1)$$

Dimana K merupakan kelimpahan dari mikroplastik sedangkan n adalah jumlah partikel mikroplastik serta V adalah volume dari sampel air.

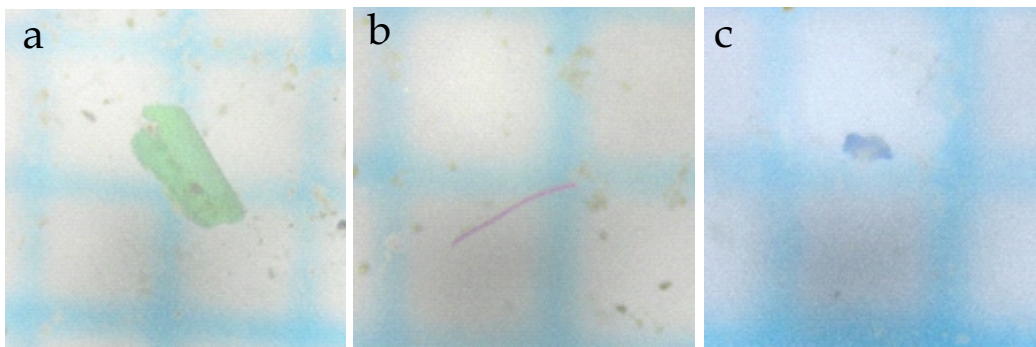
#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian uji mikroplastik yang dilakukan pada air permukaan muara Sungai Wonorejo dan Sungai Tambak Wedi, bahwa sampel air permukaan mengandung mikroplastik dengan jenis filamen, fiber dan fragmen. Mikroplastik ditemukan dengan warna yang cukup bervariasi seperti biru, kuning, oranye, hitam, putih, merah, hijau dan merah muda. Menurut (Marliantari, 2022) mikroplastik umumnya bersumber dari sampah plastik berukuran besar yang terdegradasi menjadi pecahan-pecahan plastik yang berukuran kurang dari 5 mm. Mikroplastik terbawa oleh aliran sungai menuju muara yaitu pertemuan antara aliran sungai dengan laut dan dipengaruhi oleh faktor arus, sinar ultraviolet, gelombang, serta angin (Suriyanto et al., 2020).

Mikroplastik jenis filamen berasal dari pecahan-pecahan plastik serta sebagian besar dari degradasi kantong plastik (Nurdiana & Trivantira, 2022). Mikroplastik jenis fiber berasal dari pembuangan air bekas pencucian pakaian



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)  
**Gambar 1**  
**Peta Lokasi Pengambilan Sampel**



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)  
**Gambar 2**  
**a. Filamen, b. Fiber, c. Fragmen**

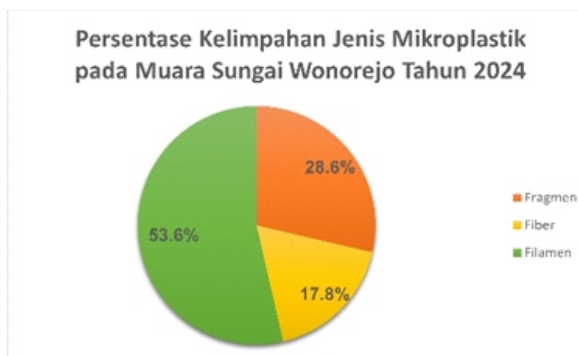


Sumber: Data Primer Diolah, (2024)  
**Gambar 3**  
**Kelimpahan Mikroplastik pada Muara Sungai Wonorejo**

yang berbentuk seperti benang dari polimer sintetis (Hafitri et al., 2022). Sedangkan, mikroplastik jenis fragmen berasal dari patahan plastik keras seperti dari sikat gigi, gayung plastik dan tutup botol (Kasamesiri & Thaimuangpho, 2020). Mikroplastik yang ditemukan pada muara Sungai Wonorejo didominasi oleh mikroplastik jenis filamen, sedangkan pada muara Sungai Tambak Wedi didominasi oleh mikroplastik jenis fiber.

Berdasarkan hasil peta kelimpahan mikroplastik pada kedua lokasi, dapat dilihat perbedaan fungsi bantaran sungai di sepanjang aliran menuju muara sungai. Lokasi muara sungai Wonorejo dengan bantaran sungai yang masih terjaga, dilihat dari banyaknya vegetasi dan mangrove disepanjang aliran sungai hingga muara. Hal ini dapat membuat sampah plastik yang terbawa aliran sungai terperangkap diantara akar dan daun mangrove sehingga membuat sampah plastik tidak sampai ke laut. Sampah plastik yang terperangkap kemudian mengalami degradasi menjadi pecahan-pecahan sampah plastik kecil yang kemudian mengendap di dasar perairan (Yusron & Asroul Jaza, 2021). Sedangkan, lokasi muara Sungai Tambak Wedi dengan bantaran sungai yang sudah dialih fungsi menjadi pemukiman penduduk yang padat sehingga vegetasi pada bantaran sungai terbilang sedikit dengan limbah sampah dari kegiatan antropogenik manusia semakin memperburuk kontaminasi mikroplastik di wilayah aliran Sungai hingga muara Sungai Tambak Wedi.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di kawasan muara Sungai Wonorejo dengan membagi ke dalam 3 stasiun, didapatkan hasil kelimpahan mikroplastik tertinggi pada stasiun 1 sejumlah 324.7 partikel/100L sedangkan kelimpahan mikroplastik terendah pada stasiun 3 sejumlah 69.7 partikel/100 hal ini dikarenakan pada stasiun 1 aktivitas manusia di dermaga dan banyaknya sampah plastik yang terperangkap di area mangrove. Presentase kelimpahan jenis



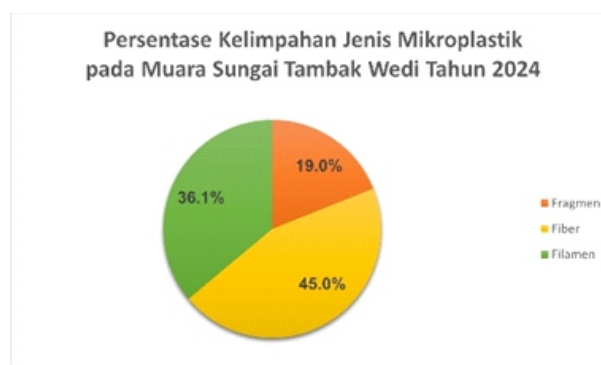
Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

**Gambar 4**  
**Presentase Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Muara Sungai Wonorejo**



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

**Gambar 5**  
**Kelimpahan Mikroplastik pada Muara Sungai Tambak Wedi**



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

**Gambar 6**  
**Presentase Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada Muara Sungai Tambak Wedi**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di kawasan muara Sungai Tambak Wedi dengan membagi ke dalam 3 stasiun, didapatkan hasil kelimpahan mikroplastik tertinggi pada stasiun 2 sejumlah 478.3 partikel/100L sedangkan kelimpahan mikroplastik terendah pada stasiun 3 sejumlah 358.3 partikel/100L hal ini dikarenakan pada stasiun 2 banyak saluran pembuangan limbah rumah tangga pada rumah pompa terutama limbah hasil pencucian pakaian. Presentase kelimpahan jenis mikroplastik di muara Sungai Tambak Wedi didominasi jenis fiber sebesar 45% dikarenakan aliran sungai melalui pemukiman padat penduduk dan bantaran sungai yang sudah dialih fungsikan.

Hasil kelimpahan mikroplastik yang berbeda antara muara Sungai Wonorejo dengan muara Sungai Tambak Wedi dipengaruhi oleh faktor yang dilalui oleh aliran sungai. Kelimpahan yang relatif rendah di kawasan muara Sungai Wonorejo karena faktor bantaran sungai yang masih banyak vegetasi. Sedangkan, kelimpahan mikroplastik di kawasan muara Sungai Tambak Wedi relatif tinggi karena aliran sungai melalui pemukiman padat dan pengaruh dari aktivitas antropogenik.

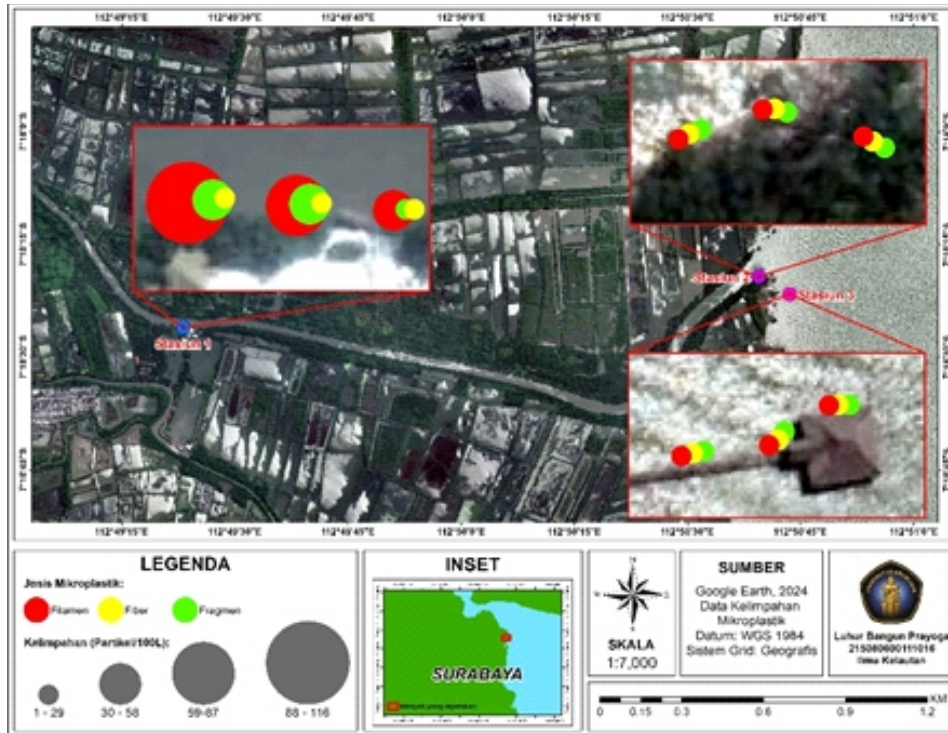
Menurut Ayuningtyas (2019) penyebab tingginya konsentrasi pencemaran mikroplastik adalah berasal dari hasil fragmentasi plastik lebih besar yang terbawa oleh sungai, run off, pasang surut, dan angin. Selain itu, mikroplastik juga berasal dari sumber-sumber laut seperti alat tangkap, peralatan budidaya, dan serat baju yang masuk melalui air buangan limbah rumah tangga. Selain masukan dari darat, kapal-kapal yang melintas juga memberikan kontribusi besar terhadap konsentrasi mikroplastik yang tinggi.

Berdasarkan hasil peta pada gambar 7 di muara Sungai Wonorejo yang terbagi menjadi 3 stasiun. Pada stasiun 1 (Dermaga Wisata Mangrove Wonorejo) terdapat kelimpahan mikroplastik yang signifikan didominasi jenis filamen, hal ini

dikarenakan pada lokasi tersebut kondisi geografis sungai yang berbelok ditambah arus terhambat oleh kapal yang bersandar menyebabkan limpasan sampah dari daerah lain terjebak. Pada stasiun 2 (Muara Sungai Wonorejo) cenderung memiliki kelimpahan mikroplastik yang lebih rendah dikarenakan banyak sampah yang terperangkap oleh mangrove sebelum sampai ke muara sungai. Sampah yang terperangkap cenderung mengendap di dasar perairan. Pada stasiun 3 (Gazebo terluar, wilayah laut) memiliki kelimpahan mikroplastik yang cenderung rendah karena mikroplastik pada air permukaan terpengaruhi oleh faktor hidro-oseanografi serta sudah memasuki wilayah laut sehingga mikroplastik menyebar ke berbagai ekosistem. Mikroplastik yang sampai ke laut sudah tidak mengalami akumulasi di permukaan air, tetapi mengendap di dasar laut akibat pengaruh arus dan massa jenis dari mikroplastik itu sendiri.

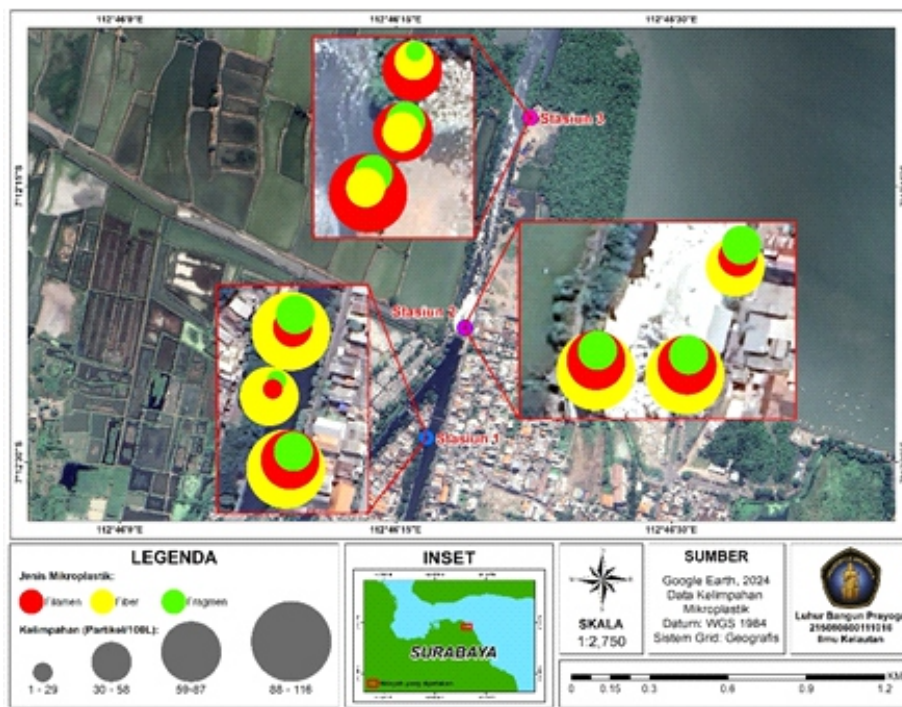
Kelimpahan mikroplastik pada lokasi muara Sungai Wonorejo cenderung sedang ke rendah karena aktivitas manusia dan masih terjaganya fungsi bantaran sungai di sepanjang aliran Sungai Wonorejo. Vegetasi yang tumbuh di sepanjang aliran sungai membuat sampah terperangkap dan terendap pada sedimen sehingga tidak melayang-layang di permukaan air.

Berdasarkan hasil peta pada gambar 8 di muara Sungai Tambak Wedi yang terbagi menjadi 3 stasiun. Pada stasiun 1 (Sebelum Tempat Penjaringan Sampah dan Rumah Pompa) terdapat kelimpahan mikroplastik yang tinggi ditandai dengan besaran lingkaran serta didominasi jenis fiber yang ditandai dengan warna kuning, hal ini dikarenakan sepanjang aliran sungai banyak pemukiman padat penduduk sehingga banyak sampah yang langsung terbuang ke sungai. Pada stasiun 2 (Rumah Pompa) terdapat kelimpahan mikroplastik yang tinggi ditandai dengan besaran lingkaran serta didominasi jenis fiber yang ditandai dengan warna kuning, hal ini terjadi karena banyak saluran pembuangan dari



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

**Gambar 7**  
Peta Sebaran dan Kelimpahan Mikroplastik di Kawasan Muara Sungai Wonorejo



Sumber: Data Primer Diolah, (2024)

**Gambar 8**  
Peta Sebaran dan Kelimpahan Mikroplastik di Kawasan Muara Sungai Tambak Wedi

warga terutama buangan limbah *laundry*. Pada stasiun 3 (Muara Tambak Wedi) terdapat kelimpahan mikroplastik yang tinggi ditandai dengan besaran lingkaran serta didominasi jenis filamen yang ditandai warna merah, disebabkan karena didekat muara ada tumpukan sampah serta tanggul sungai yang terbuat dari karung yang diisi tanah, sehingga tumpukan sampah dan karung dapat terdegradasi menjadi mikroplastik.

Kelimpahan mikroplastik yang tinggi di kawasan muara Sungai Tambak Wedi dikarenakan aliran sungai yang melalui pemukiman padat penduduk, banyaknya aktivitas manusia, dan industri yang menghasilkan limbah. Limbah yang dihasilkan dibuang ke aliran sungai yang menuju ke muara Sungai Tambak Wedi sehingga kontaminasi mikroplastik tinggi di muara sungai tersebut.

#### SIMPULAN

Mikroplastik yang ditemukan pada air permukaan di muara Sungai Wonorejo dan Sungai Tambak Wedi yaitu jenis filamen, fiber dan fragmen. Warna mikroplastik yang ditemukan yaitu biru, kuning, oranye, hitam, putih, merah, hijau dan merah muda. Muara Sungai Wonorejo dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun 1 sejumlah 324.7 partikel/100L serta didominasi jenis filamen sebesar 53.6%. Sedangkan, di muara Sungai Tambak Wedi dengan kelimpahan tertinggi pada stasiun 2 sejumlah 478.3 partikel/100L serta didominasi jenis fiber sebesar 45%. Pencemaran mikroplastik yang tinggi tidak terlepas dari aktivitas masyarakat dan industri di sekitar aliran sungai. Oleh karena itu, perlu diterapkan sistem penyaringan mikroplastik di instalasi pengolahan air limbah sebelum air dibuang ke sungai. Selain itu, pengawasan ketat dan regulasi terhadap pembuangan limbah industri dan domestik harus ditingkatkan untuk mencegah kontaminasi lebih lanjut.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada pihak ECOTON Foundation (*Ecological Observation and Wetlands Conservation*) yang telah memfasilitasi penelitian dan mahasiswa Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya yang telah membantu pelaksanaan penelitian

#### DAFTAR PUSTAKA

- A'yun, Q. (2017). Evaluasi Tingkat Kualitas Hidup bagi Permukiman Nelayan di Desa Pesisir Tambak Wedi dengan Kriteria Eco-Settlement. *EMARA: Indonesian Journal of Architecture*, 2(2), 69. <https://doi.org/10.29080/emara.v2i2.24>
- Ayuningtyas, W. C. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 41 – 45. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5>
- Barus, B. S., Pratama, M. A. P., & Putri, W. A. E. (2020). Perubahan Garis Pantai Di Perairan Muara Banyuasin Kaitannya Dengan Sedimentasi. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1), 107 – 118. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v12i1.28276>
- Fatmalah, S. F., Sa'adah, N., & Wijaya, N. I. (2023). Dampak Sampah Anorganik terhadap Vegetasi Mangrove Tingkat Semai di Ekosistem Mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 4(2), 82–96. <https://doi.org/10.30649/jrkt.v4i2.57>
- Febriani, I. S., Amin, B., & Fauzi, M. (2020). Distribusi mikroplastik di perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Depik*, 9(3), 386–392. <https://doi.org/10.13170/depik.9.3.17387>
- Hafitri, M., Untung Kurnia A, M., Permata, L., & MS, Y. (2022). Analisis Jenis Mikroplastik pada Sedimen Dasar Perairan Pulau Untung Jawa, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Indonesia Sosial Sains*, 3(3), 443–454. <https://doi.org/10.36418/jiss.v3i3.551>



- Hidayatullah, M. A., Purnaweni, H., & Yuwono, T. (2023). Proses Collaborative Governance dalam Penanganan Banjir di Kota Semarang City. *Jurnal Pemerintahan Dan Politik*, 8(4), 276–285. <https://doi.org/10.36982/jpg.v8i4.3472>
- Hirt, N., & Body-Malapel, M. (2020). Immunotoxicity and Intestinal Effects of Nano- and Microplastics: A Review of the Literature. *Particle and Fibre Toxicology*, 17(1), 1–22. <https://doi.org/10.1186/s12989-020-00387-7>
- Iskandar, M. R., Cordova, M. R., & Park, Y. G. (2022). Pathways and destinations of floating marine plastic debris from 10 major rivers in Java and Bali, Indonesia: A Lagrangian particle tracking perspective. *Marine Pollution Bulletin*, 185 (March). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2022.114331>
- Kasamesiri, P., & Thaimuangpho, W. (2020). Microplastics ingestion by freshwater fish in the Chi River, Thailand. *International Journal of GEOMATE*, 18(67), 114–119. <https://doi.org/10.21660/2020.67.9110>
- Magdalena, M., Ngai, M., Nauli, L., Toruan, L., Tallo, I., Hapitasari, L., & Kedongan, P. P. I. (2024). *Habitus Aquatica Jenis dan kelimpahan mikroplastik pada ikan kakap merah ( Lutjanus malabaricus ) di Perairan Teluk Kupang , Nusa Tenggara Timur Types and abundance of microplastics in red snapper ( Lutjanus malabaricus ) in Kupang Bay Waters , East Nusa .* 5(February), 11–20.
- Manalu, J. P., Subardjo, P., Marwoto, J., Setiyono, H., & Ismunarti, D. H. (2021). Sebaran Material Padatan Tersuspensi Secara Horizontal dan Vertikal di Muara Sungai Jajar. *Indonesian Journal of Oceanography*, 3(3), 295–305. <https://doi.org/10.14710/ijoce.v3i3.11808>
- Marliantari, S. (2022). Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Sulawesi Selatan. *Environmental Pollution Journal*, 2(3), 519–526. <https://doi.org/10.58954/epj.v3i3.102>
- Nurdhiana, I. (2022). Mikroplastik Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Keramba Ikan Kali Kanal Mangetan Kabupaten Sidoarjo. *Environmental Pollution Journal*, 1(3), 192–198. <https://doi.org/10.58954/epj.v1i3.68>
- Nurdiana, M., & Trivantira, N. S. (2022). Identifikasi Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Air Kali Pelayaran Anak Sungai Brantas Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur. *Environmental Pollution Journal*, 1(3), 245–254. <https://doi.org/10.58954/epj.v1i3.71>
- Pakpahan, D., & Yoswaty, D. (2021). *Analysis of Indigenous Bacteria as Microplastic Degradation of Sediment in the Sea Waters of Dumai , Riau Province.* 2(3), 201–206.
- Pradiptaadi, B. P. A., & Fallahian, F. (2022). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 2(1), 344–352. <https://doi.org/10.58954/epj.v2i1.39>
- Pratiwi, A. I., Umroh, U., & Hudatwi, M. (2024). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Ikan Yang Didaratkan Di Pantai Rebo Kabupaten Bangka. *Jurnal Perikanan Unram*, 13(3), 621–633. <https://doi.org/10.29303/jp.v13i3.601>
- Rochman, C. M., Brookson, C., Bikker, J., Djuric, N., Earn, A., Bucci, K., Athey, S., Huntington, A., McIlwraith, H., Munno, K., Frond, H. De, Kolomijeca, A., Erdle, L., Grbic, J., Bayoumi, M., Borrelle, S. B., Wu, T., Santoro, S., Werbowski, L. M., ... Hung, C. (2019). Rethinking microplastics as a diverse contaminant suite. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 38(4), 703–711. <https://doi.org/10.1002/etc.4371>
- Setiyono, H., Helmi, M., Prasetyawan, I. B., Yusuf, M., & Rifai, A. (2020). Perubahan Morfologi Muara Sungai

- di Pesisir Kota Semarang Dalam Penanggulangan Banjir dan Rob. *Indonesian Journal of Oceanography*, 2 ( 2 ) , 1 1 3 - 1 2 0 .  
<https://doi.org/10.14710/ijoce.v2i2.7984>
- Suriyanto, Amin, B., & Nedi, S. (2020). Distribusi Mikroplastik pada Air Laut di Pesisir Barat Pulau Karimun Provinsi Kepulauan Riau. *Berkala Perikanan Terubuk*, 48(3), 1-8.
- 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), 41-48.  
<https://doi.org/10.58954/epj.v1i1.6>