

Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan di Kecamatan Sampang, Madura

Astri Rino Okvitasari^{1,*}, Fadlilatin Nailah¹, Retno Syahriawati Dewi¹ and Agus Muji Santoso²

¹ Program Studi D-4 Teknologi Rekayasa Keselamatan, Politeknik Negeri Madura

² Program Studi S-1 Pendidikan Biologi, Universitas Nusantara PGRI Kediri

* Correspondence author: astri.rino@poltera.ac.id

Received: 14 February 2025; Accepted: 19 March 2025; Published: 31 May 2025

Abstract

Microplastic is a type of pollution in waters whose sources can be divided into primary and secondary microplastic sources. The process of microplastic degradation takes a long time, it is estimated that it will take decades or centuries to decompose resistant microplastics. The dense population in Sampang District makes human activity increasingly high, allowing pollution activities to occur. This study's purpose was to reveal an abundance of types of microplastics in the waters of Sampang, Madura. The purposive sampling method was used to determine the location of sampling and to obtain sample coordinates using the Global Positioning System (GPS) method. The identification of the type of microplastic abundance was done using the method recommended by NOAA. The results of microplastic abundance were influenced by the location of the sample and the form of microplastics (p -value of $0.000 < 0.05$). An average total of microplastics was 104.54×10^2 particles/litre. The types of microplastics found were fragments, fibres, and films. Fragments are the most found in the waters with an average total of 9.56×10^2 particles/litre, fibres with an average total of 5.06×10^2 particles/litre, and films with an average total of 2.80×10^2 particles/litre. The source of microplastic pollution in Sampang waters comes from anthropogenic activities such as domestic and community activities, agriculture, fisheries, and transportation from ports.

Keywords: Fiber; Film; Fragment; Microplastics; Sampang

Abstrak

Mikroplastik merupakan salah satu jenis pencemar di perairan yang sumbernya dapat dibedakan menjadi sumber mikroplastik primer dan sekunder. Proses degradasi mikroplastik membutuhkan waktu yang lama, diperkirakan diperlukan waktu puluhan tahun atau abad untuk menguraikan mikroplastik yang resisten. Padatnya penduduk di Kecamatan Sampang membuat aktivitas manusia semakin tinggi sehingga memungkinkan terjadinya aktivitas pencemaran. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kelimpahan dan jenis mikroplastik pada perairan Sampang, Madura. Metode *purposive sampling* digunakan untuk menentukan lokasi pengambilan sampel dan untuk memperoleh titik koordinat sampel menggunakan metode *Global Positioning System* (GPS). Identifikasi jenis kelimpahan mikroplastik menggunakan metode yang direkomendasikan oleh NOAA. Hasil kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh titik lokasi sampel dan bentuk mikroplastik (p -value sebesar $0.000 < 0.05$). Rata-rata total kelimpahan mikroplastik sebesar 104.54×10^2 partikel/liter. Ragam mikroplastik yang ditemukan ialah jenis fragment, fiber, dan film. Fragment merupakan jenis yang paling banyak

ditemukan di perairan dengan total rata-rata 9.56×10^2 partikel/liter, fiber dengan total rata-rata 5.06×10^2 partikel/liter, dan film dengan total rata-rata 2.80×10^2 partikel/liter. Sumber pencemaran mikroplastik di perairan Sampang berasal dari aktivitas antropogenik seperti domestik dari kegiatan masyarakat, pertanian, perikanan, dan transportasi dari pelabuhan.

Kata kunci: Fiber; Film; Fragment; Mikroplastik; Sampang

1. Pendahuluan

Kecamatan Sampang, Madura termasuk dalam Daerah Aliran Sungai (DAS) yang bernama DAS Kamoning. DAS merupakan suatu wilayah dengan area yang dibatasi oleh fitur topografi seperti punggung bukit dan berperan dalam menampung, mengumpulkan air hujan, sedimen, serta unsur hara. Air tersebut dialirkan melalui anak sungai hingga keluar pada satu titik utama (*outlet*). DAS Kamoning digunakan sebagai sarana aktivitas pelayaran dan penyebrangan untuk warga Kabupaten Sampang (1). DAS Kamoning mempunyai areal 422,25 km² yang mencakup 5 (lima) kecamatan yaitu Kecamatan Sampang, Kecamatan Kedundung, Kecamatan Omben, Kecamatan Karangpenang dan Kecamatan Robatal. Kecamatan Sampang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi (2). Korelasi antara jumlah populasi penduduk dan jumlah sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik memiliki hubungan kuat (3). Padatnya penduduk pada Kecamatan Sampang membuat aktivitas manusia semakin tinggi sehingga memungkinkan terjadinya aktivitas pencemaran (4,5). Pencemaran yang terjadi salah satunya yaitu pencemaran pada lingkungan perairan. Faktor utama pada pencemaran lingkungan perairan ialah sampah plastik (4). Plastik merupakan salah satu sumber terbesar polusi pada perairan. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa sungai di salah satu desa di Kecamatan Sampang yang berada dalam lingkup DAS Kamoning tercemar sampah plastik setinggi 0,5 km (6). Korelasi antara jumlah populasi penduduk dan jumlah sampah plastik yang tidak terkelola dengan baik memiliki hubungan kuat (3). Hal tersebut selaras dengan meningkatnya produksi plastik pada tahun 1950an (7,8), serta di tahun 1960an ditemukan pertamakali potongan plastik pada perut hewan laut (9). Potongan plastik adalah bagian kecil dari sampah plastik yang terakumulasi di lingkungan secara global. Ukurannya bervariasi, meliputi makroplastik (>20 mm), mesoplastik (5-20 mm), dan mikroplastik (<5 mm) (7,8). Mikroplastik merupakan salah satu jenis sampah laut yang menjadi permasalahan utama, terutama karena sampah plastik memerlukan waktu degradasi yang sangat lama. Plastik bersifat resisten yang membutuhkan puluhan tahun hingga berabad-abad untuk terurai sepenuhnya (10).

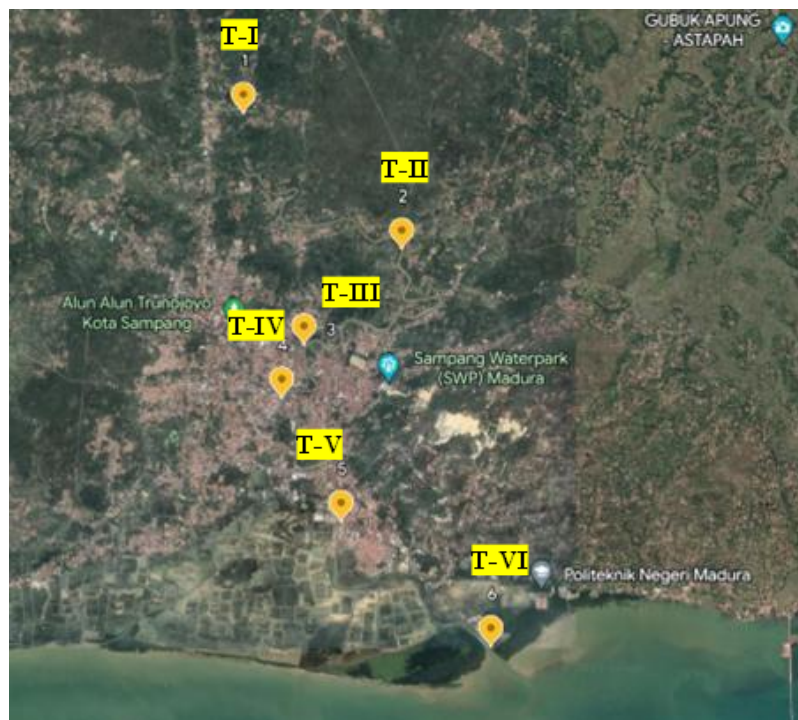
Indonesia merupakan negara terbesar kedua di dunia yang berkontribusi dalam pembuangan sampah plastik ke lautan (11), dimana mikroplastik yang terdapat di perairan dapat berasal dari mikroplastik primer maupun sekunder (4). Mikroplastik primer berasal dari

partikel plastik berukuran mikro yang langsung masuk ke lingkungan laut akibat kelalaian dalam penggunaannya. Sementara itu, mikroplastik sekunder terbentuk dari fragmentasi plastik berukuran lebih besar yang berasal dari produk atau barang berbahan dasar plastik (12,13). Asal mikroplastik sekunder yaitu dari serat atau potongan plastik yang ukurannya lebih besar sebelum memasuki lingkungan perairan. Potongan plastik yang di kategorikan menjadi mikroplastik sekunder ini berasal dari berbagai sumber, seperti komponenen industri, jala ikan, komponen rumah tangga, serat sintetis dari pencucian pakaian, bungkus atau tas plastik yang dirancang untuk terdegradasi, serta pelapukan produk berbahan plastik (14). Tujuan dilakukannya penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis dan tingkat kelimpahan mikroplastik pada perairan di Kecamatan Sampang, Madura pada titik yang berbeda-beda.

2. Metode

Penelitian dilakukan di perairan sungai Kamoning Kecamatan Sampang, Madura pada bulan September 2023. Pemilihan Sungai Kamoning sebagai lokasi pengambilan sampel dilatarbelakangi oleh posisinya sebagai muara dari beberapa anak sungai di Kabupaten Sampang. Selain itu, sungai Kamoning juga berfungsi sebagai jalur transportasi bagi warga Kabupaten Sampang untuk melakukan aktivitas pelayaran dan penyeberangan menuju pulau-pulau kecil di sekitar Selat Madura. Penelitian ini menerapkan metode deskriptif kuantitatif yang mampu menggambarkan kondisi kelimpahan mikroplastik pada perairan sungai Kamoning secara sistematis, faktual, dan aktual (15). Titik lokasi pengambilan sampel ditentukan berdasarkan metode *purposive sampling* dimana lokasi ditetapkan berdasarkan tujuan tertentu yaitu cakupan kecamatan aliran DAS Kamoning yang memiliki kepadatan penduduk. Pendekatan ini memungkinkan diperolehnya berbagai jenis mikroplastik dalam satu kali pengambilan sampel. Metode *Global Positioning System* (GPS) digunakan untuk mendapatkan titik koordinat pengambilan sampel berdasarkan pola sebaran mikroplastik dari badan sungai ke muara yang tersaji pada Gambar 1 dan Tabel 1. Pengambilan sampel air pada perairan sungai menggunakan instrumen lapangan berupa *horizontal water sampler* dan dilakukan secara triplo di tiap titik sampel lokasi dengan jarak titik lokasi yang sama untuk mendapatkan keyakinan hasil analisis. Selanjutnya sampel air sungai dimasukkan ke dalam botol HDPE, lalu botol berisi air sampel disimpan dalam *cool box* untuk menjaga kualitas air sebelum di analisis di laboratorium. Identifikasi partikel mikroplastik dalam sampel perairan dilakukan menggunakan metode *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA), yang melibatkan beberapa tahapan (16,17). Tahap pertama dilakukan penyaringan basah untuk

memperoleh sampel mikroplastik ukuran < 5 mm dengan menggunakan saringan berjenis *mesh stainless stell* ukuran 5 mm dan 0.3 mm yang ditumpuk. Selanjutnya dilakukan pengeringan sampel untuk mendapatkan berat kering sampel dengan cara di oven pada suhu 90°C dengan durasi selama 24 jam atau lebih lama.



Gambar 1. Peta titik area pengambilan sampel air sungai

Tabel 1. Titik koordinat sampel

Titik Sampel	Koordinat
T-I	$7^{\circ}16'65''\text{LS}$ dan $113^{\circ}24'24''\text{BT}$
T-II	$7^{\circ}18'06''\text{LS}$ dan $113^{\circ}25'85''\text{BT}$
T-III	$7^{\circ}19'07''\text{LS}$ dan $113^{\circ}24'86''\text{BT}$
T-IV	$7^{\circ}19'57''\text{LS}$ dan $113^{\circ}24'61''\text{BT}$
T-V	$7^{\circ}20'82''\text{LS}$ dan $113^{\circ}25'19''\text{BT}$
T-VI	$7^{\circ}22'07''\text{LS}$ dan $113^{\circ}26'65''\text{BT}$

Sampel kering yang telah diperoleh ditambahkan larutan 0,05 M Fe (II) untuk memisahkan mikroplastik dari logam, kemudian melarutkan zat organik dengan menggunakan larutan 20 ml hidrogen peroksida (H_2O_2). Selanjutnya untuk meningkatkan densitas perlu ditambahkan 6 gram NaCl(aq) per 20 ml sampel. Pemisahan zat-zat organik dengan mikroplastik dilakukan dengan cara menggunakan *density separator*. Identifikasi jenis mikroplastik menggunakan

mikroskop. Kelimpahan mikroplastik dihitung berdasarkan persamaan 1 (18), dengan membandingkan jumlah partikel yang ditemukan terhadap volume air yang tersaring.

$$\text{Kelimpahan mikroplastik} = \frac{\text{Jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{Volume air tersaring (m}^3\text{)}}, \quad (1)$$

Pengolahan data sampel mikroplastik dilakukan dengan menggunakan *software* IBM SPSS Statistics 25. Analisis statistik dilakukan dengan metode uji regresi ANOVA untuk mengetahui pengaruh penyebaran kelimpahan jenis mikroplastik dan jumlahnya terhadap titik lokasi sampel.

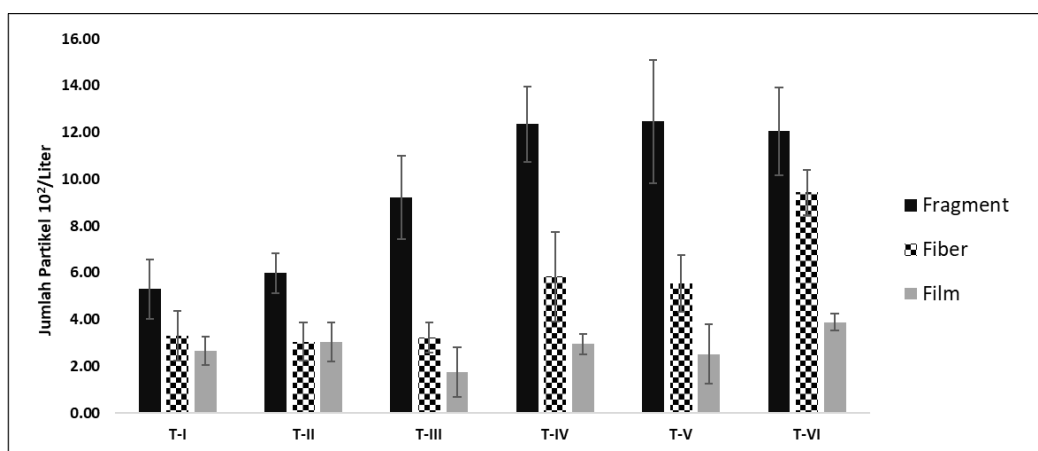
3. Hasil penelitian

Hasil uji statistik ANOVA menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik pada perairan Kecamatan Sampang dipengaruhi oleh titik lokasi sampel (*p-value* sebesar $0.000 < 0.05$), serta jumlah kelimpahan mikroplastik dipengaruhi oleh bentuk mikroplastik (*p-value* sebesar $0.000 < 0.05$). Kontaminasi mikroplastik di perairan Sampang, Madura dapat dilihat pada Table 2. Hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa kelimpahan mikroplastik dengan rata-rata total sebesar 104.54×10^2 partikel/liter. Hasil kelimpahan tersebut dikarenakan karena adanya kecenderungan mikroplastik yang bertahan lebih lama di kolom perairan akibat pengaruh jenis densitasnya (16). Densitas pada bahan plastik mempengaruhi aliran mikroplastik pada perairan, semakin rendah densitas mikroplastik maka mudah ditransportasikan di perairan. Sedangkan mikroplastik dengan densitas tinggi akan mudah tenggelam dalam kolom perairan. Rata-rata total kelimpahan mikroplastik tertinggi ditemukan pada titik pengambilan sampel T-VI, yang terletak di muara sungai, dengan jumlah sebesar 25.36×10^2 partikel/liter. Hal ini dikarenakan muara merupakan wilayah perairan dimana terdapat satu atau lebih sungai bermuara ke laut yang mengindikasikan bahwa semakin tinggi suatu kegiatan di dekat muara sungai maka akan semakin meningkat pula kelimpahan mikroplastik di area muara sungai (9).

Hasil dari identifikasi jenis mikroplastik pada perairan Sampang, Madura diperoleh tiga jenis mikroplastik yaitu fragment, fiber, dan film yang tersaji pada Gambar 2 dan Gambar 3. Mikroplastik jenis fragment merupakan jenis mikroplastik yang paling tinggi jumlahnya di setiap lokasi pengambilan sampel dengan total rata-rata 9.56×10^2 partikel/liter. Kemudian di ikuti dengan mikroplastik jenis fiber dengan total rata-rata 5.06×10^2 partikel/liter. Sedangkan yang paling rendah ditemukan yaitu jenis mikroplastik film dengan total rata-rata 2.80×10^2 partikel/liter.

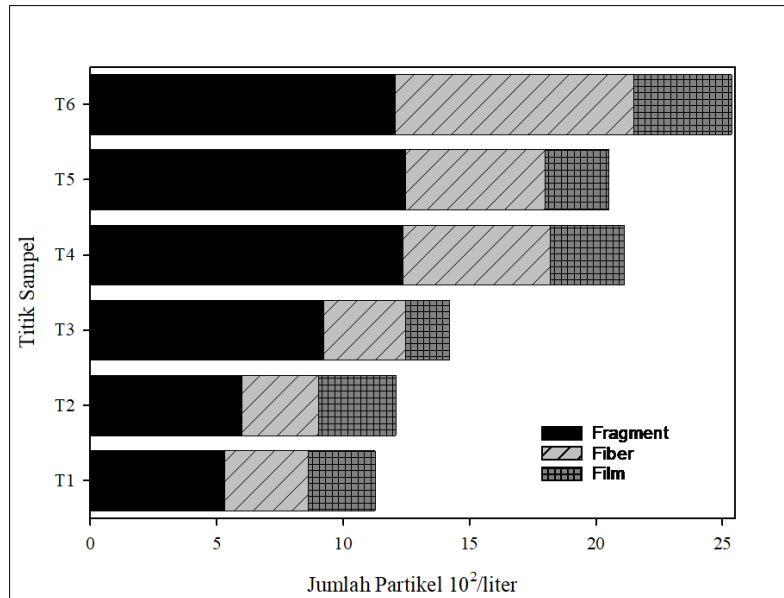
Tabel 2. Total kelimpahan mikroplastik

Titik Sampel	Kelimpahan Mikroplastik (10 ² partikel/liter)
T-I	11.26
T-II	12.08
T-III	14.19
T-IV	21.13
T-V	20.52
T-VI	25.36



Gambar 2. Jumlah Mikroplastik pada titik lokasi sampel

Kelimpahan mikroplastik jenis film lebih rendah dibandingkan dengan mikroplastik jenis fragment dan fiber (Gambar 2 dan 3). Kecepatan tenggelamnya mikroplastik pada perairan ditentukan oleh densitas dari jenis mikroplastik, bentuk dan ukuran mikroplastik, serta densitas air di perairan (10). Mikroplastik yang memiliki densitas rendah cenderung mengapung. Mikroplastik jenis film memiliki densitas yang lebih rendah dibandingkan dengan jenis fragment atau fiber, sehingga mudah di transportasikan pada kolom perairan. Mikroplastik yang mengalami proses degradasi, densitasnya akan semakin tinggi karena adanya biofouling maka mikroplastik tersebut akan tenggelam dalam kolom perairan (10).



Gambar 3. Kelimpahan mikroplastik

Fluktuasi kelimpahan mikroplastik tersaji pada Gambar 3. Kelimpahan mikroplastik jenis fragment tertinggi terletak pada titik lokasi sampel T-V sebesar 12.46×10^2 partikel/liter, dan terendah pada titik lokasi sampel T-I sebesar 5.30×10^2 partikel/liter. Kelimpahan mikroplastik jenis fiber tertinggi terletak pada titik lokasi sampel T-VI sebesar 9.44×10^2 partikel/liter dan terendah pada titik lokasi sampel T-II sebesar 3.05×10^2 partikel/liter. Karakteristik dari mikroplastik jenis fiber bentuknya yang tipis, panjang, dan menyerupai serat sintetis atau seperti serabut (12). Kelimpahan mikroplastik jenis film tertinggi ditemukan pada titik lokasi sampel T-VI sebesar 3.88×10^2 partikel/liter, sedangkan yang terendah berada pada titik lokasi sampel T-III sebesar 1.74×10^2 partikel/liter. Bentuk mikroplastik jenis film ini seperti lembaran, dan bersifat lentur, yang berasal dari pecahan plastik yang sangat tipis, berbentuk (12,13).

4. Pembahasan

Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa kategori mikroplastik yang paling sering ditemukan pada perairan ialah fragment, fiber dan film (19). Kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada perairan tersebut mayoritas diperoleh dari hasil aktivitas di daratan sebesar 98%, sedangkan 2%-nya berasal dari aktivitas antropogenik laut (20). Asal dari mikroplastik diduga berasal dari sumber sekunder yang berhubungan erat dengan kegiatan manusia di area sekitar titik lokasi pengambilan sampel, dimana sumber ini memiliki waktu tinggal yang relatif lama di wilayah perairan, baik di perairan alami atau buatan (8). Mikroplastik jenis fiber dan fragment mendominasi karena dipengaruhi beberapa faktor seperti aktivitas di pelabuhan

seperti bongkar muat kapal dan kapal-kapal yang melintas untuk keperluan transportasi, aktivitas perahu untuk penangkapan ikan, pertanian dan perkebunan, selain itu juga berasal dari masukan sampah plastik yang bersumber dari perkotaan akibat aktivitas rumah tangga yang memasuki kawasan perairan, sehingga dari beberapa faktor tersebut mampu memberikan dampak besar terhadap pencemaran mikroplastik pada area tersebut (12,19).

Mikroplastik jenis fragment berbentuk partikel plastik keras dan kaku serta bergerigi yang bersifat polimer kuat sering dijumpai pada potongan plastik, seperti *polypropylene* (PP), *polyethylene* atau *polythene* (PE), dan *polystyrene* (PS) (5,21). Mikroplastik jenis fragmentasi berasal dari sumber sekunder, termasuk potongan kecil dari pipa pralon atau pipa irigasi, kontainer atau dirigen, botol, ember, map mika, dan toples (5,12,16). Jika dilihat dari sumber pencemarannya, maka mikroplastik jenis fragment bisa banyak mendominasi karena dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia (4). Tingginya kelimpahan mikroplastik jenis fragmen dapat dipengaruhi dari aliran atau arus sungai yang membawa limbah dari aktivitas manusia di perkotaan yang dapat menjadi faktor dominan masuknya mikroplastik ke lingkungan perairan (22). Dominasi sampah berjenis botol kemasan plastik dan limbah plastik rumah tangga yang terdapat di tepi area sungai menjadi sumber utama tingginya kelimpahan mikroplastik jenis fragmen (21). Selama limbah plastik jenis *polypropylene* yang mengalir di aliran sungai maka akan terus mengalami proses fragmentasi dan perubahan ukuran dari makro ke mikroplastik jenis fragment (19).

Sumber mikroplastik jenis fiber dari hasil penelitian ini diperkirakan dari serat bahan tekstil sintetis, limbah dari kapal tangkap nelayan, serta peralatan tangkap seperti jala tangkap ikan, benang pancing, paranet, karung plastik, dan tali rafia fiberglass (5,13,16). Muara Sungai Kamoning yang menjadi titik lokasi sampel T-VI dekat dengan aktivitas masyarakat karena terdapat aktivitas petani garam dan aktivitas manusia dalam mengoprasikan perahu atau kapal nelayan yang digunakan sebagai transportasi atau sebagai pencari ikan. Selain itu terdapat aktivitas masyarakat sehari-hari yang berkontribusi menghasilkan limbah domestik seperti air bekas mencuci pakaian yang langsung di buang ke sungai atau penggunaan badan air sungai menjadi lokasi mencuci baju. Penelitian yang dilakukan sebelumnya menunjukkan bahwa sebanyak 1900 serat fiber yang hilang dan rilis ke air saat proses mencuci (5). Secara umum, kategori untuk mikroplastik jenis fiber dan fragmen termasuk sebagai mikroplastik sekunder yang berasal dari fragmentasi plastik atau penguraian sampah plastik menjadi serpihan-serpihan kecil (12,21). Mikroplastik jenis film terbentuk dari fragmentasi plastik, seperti kantong plastik dan kemasan makanan (5,13,21). Penggunaan berbagai jenis plastik seperti

kantong kresek, kantong sampah, plastik kemasan makanan, kemasan perlengkapan mandi, popok bayi, mulsa, kantong plastik tanaman, serta plastik *low-tunnel* dan *high-tunnel*, termasuk plastik *ultraviolet*, berpotensi menyebabkan munculnya mikroplastik jenis film di lahan pertanian dan permukiman warga.

Sementara itu, total rata-rata kelimpahan mikroplastik yang tersaji pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pada lokasi titik sampel pengambilan T-I, T-II, dan T-III memiliki rentang nilai rata-rata kelimpahan mikroplastik yang relatif sama. Hal ini dapat diasumsikan bahwa titik sampel T-I, T-II, dan T-III berlokasi pada pemukiman warga di desa setempat serta lahan pertanian yang banyak aktivitas warga setempat. Lahan pertanian melingkupi lahan perladangan, lahan persawahan, dan lahan perkebunan. Selanjutnya pada titik lokasi pengambilan sampel T-IV, T-V, dan TVI juga memiliki rentang nilai rata-rata kelimpahan mikroplastik yang mirip, dikarenakan titik sampel T-IV berlokasi pada pemukiman warga di pusat kota dan pompa banjir. Titik lokasi sampel T-V merupakan area pelabuhan di Kota Sampang yang dekat dengan pemukiman kota, serta banyak aktivitas pelabuhan, seperti transportasi kapal, dan bongkar muat. Sedangkan titik lokasi pengambilan sampel T-VI merupakan muara dari DAS Kamoning, selain itu pada titik T-VI juga berdekatan dengan lahan pertanian garam. Hal ini diduga, tata guna lahan yang di fungsikan sebagai pemukiman dan lahan pertanian juga menjadi salah satu faktor adanya kenaikan kelimpahan mikroplastik dari hulu ke hilir sungai (5). Timbulnya sumber mikroplastik dapat diartikan bahwa adanya peningkatan tata guna lahan dengan penggunaan plastik yang semakin besar.

Dari ketiga jenis kelimpahan mikroplastik dapat dilihat bahwa persebaran mikroplastik yang sangat dipengaruhi oleh aktivitas manusia (14) seperti pembuangan limbah rumah tangga secara langsung ke sungai (7), aliran air dari lahan pertanian, aktivitas penangkapan ikan, pembangunan perkotaan, transportasi dan pariwisata dengan kapal. Hal ini selaras dengan data tata guna lahan DAS Kamoning berdasarkan Peraturan Bupati Sampang Nomor 14 Tahun 2018 tentang Rencana Kerja Pemerintah Daerah Kabupaten Sampang Tahun 2019, Dinas PU Cipta Karya dan Tata Ruang Kabupaten Sampang, sebagian besar berupa lahan pertanian dan pemukiman (2). Selain itu, dikarenakan terdapat korelasi antara jumlah kelimpahan mikroplastik terhadap kecepatan arus sungai (23), dimana air sungai memiliki kecepatan arus kuat berkisar 0.1 – 0.2 m/s. Arus yang kuat kemungkinan besar mempermudah transportasi partikel mikroplastik di kolom perairan, sehingga berpindah ke lokasi lain (16). Sehingga pada hulu DAS Kamoning yang termasuk sungai *intermittent* (2), karena arus sungai diduga tidak

mengalir kuat, maka persebaran mikroplastik lebih rendah dibandingkan di hilir atau muara DAS Kamoning.

5. Kesimpulan

Kelimpahan mikroplastik di perairan Kecamatan Sampang, Madura secara keseluruhan diperoleh rata-rata total sebesar 104.54×10^2 partikel/liter. Varian mikroplastik yang dominan teridentifikasi ialah mikroplastik jenis fragment, fiber, dan film dengan rata-rata total rata-rata 9.56×10^2 partikel/liter, 5.06×10^2 partikel/liter, dan 2.80×10^2 partikel/liter, secara berurutan. Kelimpahan jenis mikroplastik pada perairan Kecamatan Sampang yang paling tinggi dijumpai pada area yang padat aktivitas antropogenik, seperti kegiatan domestik warga yang membuang limbah atau sampah rumah tangga langsung ke sungai, aktivitas pertanian, perikanan, dan transportasi dari pelabuhan.

Daftar Pustaka

1. Anggraini N. Pengelolaan Lahan Daerah Aliran Sungai (DAS) Kemuning Kabupaten Sampang Madura sebagai Upaya Pencegahan Banjir pada Daerah Hilir. [Internet] [Sarjana]. Universitas Brawijaya; 2013 [cited 2025 Mar 10]. Available from: <https://repository.ub.ac.id/id/eprint/129480/>
2. Agustini L, INFRASTRUKTUR BKMA. Pengelolaan Tata Guna Lahan Sebagai Penanganan Banjir DAS Kemoning, Kabupaten Sampang. 2016;
3. Muliawati T, Supmawati M, Rahmawati E, Aula NT. Estimasi Jumlah Mismanaged Plastic Waste (MPW) Berdasarkan Kenaikan Populasi: Studi Kasus 30 Negara Tahun 2019-2022. Indonesian Journal of Applied Mathematics. 2024;4(1):26–34.
4. Argiandini DM. Identifikasi Kelimpahan Mikroplastik di Sekitar Perairan Provinsi Gorontalo. EPJ. 2023 Jun 13;3(1):582–8.
5. Haji ATS, Widiatmono JBR, Firdausi NT. Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan. 2021 Aug 16;8(2):74–84.
6. Fajariyah AL, Cikusin Y, Khoiron K. Manajemen Pengelolaan Sampah Di KabupatenSampang. Respon Publik. 2020;14(2):48–54.
7. Barnes DKA, Galgani F, Thompson RC, Barlaz M. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. Phil Trans R Soc B. 2009 Jul 27;364(1526):1985–98.
8. Victoria A. Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. 2016 Dec 5;
9. Schmid C, Cozzarini L, Zambello E. Microplastic’s story. Marine Pollution Bulletin. 2021 Jan 1;162:111820.
10. Kowalski N, Reichardt AM, Waniek JJ. Sinking rates of microplastics and potential implications of their alteration by physical, biological, and chemical factors. Marine Pollution Bulletin. 2016 Aug 15;109(1):310–9.
11. Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. science. 2015;347(6223):768–71.
12. Ambarsari DA, Anggiani M. KAJIAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DI WILAYAH INDONESIA. Oseana. 2022;47(1):20–8.
13. Mahadika RS. Identifikasi Mikroplastik Di Perairan Dan Pesisir Laut Kabupaten Purworejo. 2022 Feb 5 [cited 2023 Jul 24]; Available from: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/38106>

14. Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, et al. Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environ Sci Technol*. 2011 Nov 1;45(21):9175–9.
15. Sugiyono S. Metode penelitian kuantitatif, kualitatif, R&D. Bandung: Alfabeta. 2016;1–11.
16. Ayuningtyas WC, Yona D, Julinda SH, Iranawati F. Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuwirip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research)*. 2019 Apr 22;3(1):41–5.
17. Wulandari S, Radjasa O, Yulianto B, Munandar B. Pengaruh Musim dan Pasang Surut Terhadap Konsentrasi Mikroplastik di Perairan Delta Sungai Wulan, Kabupaten Demak. *Buletin Oseanografi Marina*. 2022 Jun 1;11:215–20.
18. Masura J, Baker JE 1959-, Foster GD (Gregory D, Arthur C, Herring C. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment : recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. *Marine Debris Program (U.S.)*, editor. 2015; Available from: <https://repository.library.noaa.gov/view/noaa/10296>
19. Layn AA, Emiyarti I. Distribusi mikroplastik pada sedimen di perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut (Jurnal Ilmu Kelautan)*. 2020;5(2):115–22.
20. Wang Z, Zhang Y, Kang S, Yang L, Shi H, Tripathee L, et al. Research progresses of microplastic pollution in freshwater systems. *Science of The Total Environment*. 2021 Nov 15;795:148888.
21. Sandra SW, Radityaningrum AD. Kajian Kelimpahan Mikroplastik di Biota Perairan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2021 Nov 1;19(3):638–48.
22. Peng G, Zhu B, Yang D, Su L, Shi H, Li D. Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. *Environmental Pollution*. 2017;225:283–90.
23. Shukur SA, Hassan FM, Fakhry SS, Ameen F, Stephenson SL. Evaluation of microplastic pollution in a lotic ecosystem and its ecological risk. *Marine Pollution Bulletin*. 2023 Sep 1;194:115401.