



Identifikasi Mikroplastik di Sungai Ngrowo, Kabupaten Tulungagung

Zunisnaini¹, Desi Kartikasari^{2*}, Indra Nurdianyoto³

¹ITBKes Muhammadiyah Tulungagung, Jl. Pahlawan Gg.III No.27, Tulungagung 66229

²UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung, Jl. Mayor Sujadi Timur No.46, Tulungagung 66221

³Perusahaan Umum Jasa Tirta 1, SDJA 1/3, Tulungagung 66262

*Koresponden Penulis : desi.kartikasari88@gmail.com

ABSTRAK

Mikroplastik merupakan polimer organik sintetik dengan rentang ukuran antara 0.001-5 mm. Keberadaan mikroplastik yang tersebar di lingkungan menjadi berbahaya terhadap ekosistem alami dan manusia serta memberikan dampak yang merugikan bagi organisme akuatik. Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui jenis dan kelimpahan mikroplastik di Sungai Ngrowo Kabupaten Tulungagung. Pengambilan sampel air sungai dilakukan di 3 lokasi antara lain utara kota, pusat kota dan selatan kota. Tahapan penelitian dimulai dari pengukuran faktor abiotik air sungai kemudian dilanjutkan dengan pengambilan sampel, penyaringan dan pengeringan sampel, pemurnian dan pemisahan partikel mikroplastik dan pengamatan dengan menggunakan mikroskop stereo. Jenis mikroplastik yang ditemukan antara lain fragmen, fiber, filamen, granula dan foam dengan rerata total kelimpahan paling banyak terdapat di pusat kota sebesar 13.450 partikel/m³. Warna mikroplastik yang ditemukan antara lain biru gelap, transparan, coklat, putih, hitam, abu-abu dan merah dengan jumlah yang paling banyak adalah warna biru gelap. Mikroplastik diketahui berasal dari limpasan partikel plastik dari jalan, degradasi plastik dari limbah rumah tangga, industri dan aktivitas antropogenik lainnya.

Kata kunci: kelimpahan, mikroplastik, Sungai Ngrowo

Edisi Januari 2024

ABSTRACT

Microplastics are synthetic organic polymers with size range 0.001-5 mm. The existence of microplastics disperse in the environment are harmful to human and natural ecosystems along with possess damage effects on aquatic organisms. The aim of the research was to determine types and abundance of microplastics in Ngrowo River, Tulungagung Regency. Sampling of microplastics was conducted at three locations, namely north city, center city and south city. The stages of the research were start from abiotic factors measurement of water continued with sampling, filtering and drying sample, purifying and separation of microplastics particle and observation using stereo microscope. The microplastics types found were fragment, fiber, filament, granule and foam with the highest average of abundance 13,450 particles/m³ at the center city. The colors of microplastics obtained were dark blue, transparent, chocolate, white, black, grey and red with the highest number was dark blue. Microplastics are known derived from run off road the plastic particle, plastic degradation of domestic waste, industry and others anthropogenic activities.

Keywords: abundance, microplastics, Ngrowo River

doi: 10.33474/e-jbst.v9i2.556

Diterima tanggal 22 November 2023 – Diterbitkan Tanggal 29 Januari 2024

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



Pendahuluan

Plastik digunakan secara luas dalam proses produksi, konstruksi, biomedik, pertanian, pengemasan dan bidang lainnya karena memiliki sifat fisik yang komprehensif dan biaya rendah [1]; [2]. Dengan berjalanya waktu, plastik yang terdapat di perairan akan mengalami degradasi menjadi beberapa partikel plastik yang berukuran lebih kecil, yang dikenal dengan mikroplastik (Cole *et al.*, 2011). Mikroplastik didefinisikan sebagai polimer organik sintetik (plastik) yang memiliki ukuran antara 0.001-5 mm [3][4]. Berdasarkan asalnya, mikroplastik dikategorikan menjadi mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer berasal dari penggunaan di bidang industri dan rumah tangga, termasuk partikel plastik yang digunakan dalam barang-barang perawatan pribadi, kosmetik dan produk lainnya yang digunakan secara umum. Mikroplastik sekunder adalah pecahan berukuran lebih kecil, hasil degradasi plastik yang berukuran lebih besar, terjadi karena tekanan mekanik dari air dan angin, reaksi kimia, interaksi biologi dan radiasi UV [5]; [6].

Ekosistem sungai merupakan komponen utama dari siklus air secara global dan sangat penting untuk kesehatan manusia, menghubungkan perairan darat menuju ke lingkungan laut dan menyediakan air minum untuk populasi global (Koelmans *et al.* 2016; [7]. Polusi mikroplastik pada lingkungan sungai merupakan problem yang sedang meningkat di seluruh dunia, berpotensi mengancam keutuhan ekologi, fungsi ekosistem dan kesehatan manusia [7]. Karakterisasi mengenai kelimpahan, distribusi dan tipe polimer mikroplastik dalam air tawar adalah cara penting untuk menilai status polusi dari mikroplastik di suatu daerah dan lingkungan [8]; [2]. Eksplorasi dapat digunakan sebagai dasar untuk evaluasi di masa mendatang mengenai perpindahan mikroplastik dari anak sungai menuju ke aliran utama [2].

Sungai Ngrowo merupakan salah satu anak Daerah Aliran Sungai Brantas yang airnya dapat dialirkan menuju ke dua arah, aliran utara menuju ke Sungai Brantas dan aliran selatan menuju ke Bendungan Niyama yang pada akhirnya bermuara di laut selatan. Fungsi utama Sungai Ngrowo adalah sebagai drainase perkotaan, selain itu juga merupakan saluran pembuangan air limbah yang berasal dari rumah tangga, industri, pertanian, perikanan dan aktivitas antropogenik lainnya (Christanti, 2018). Pembuangan limbah yang semakin masif dapat menurunkan kualitas air dan menimbulkan pencemaran mikroplastik di Sungai Ngrowo. Studi mengenai identifikasi mikroplastik di Sungai Ngrowo Kabupaten Tulungagung belum pernah dilakukan, tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui jenis, bentuk, warna dan kelimpahan mikroplastik yang terdapat di Sungai Ngrowo sebagai langkah awal untuk monitoring polusi mikroplastik.

Edisi Januari 2024



Material dan Metode

Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan Desember 2022 sampai bulan Februari 2023. Sampel air diambil dari 6 stasiun di Sungai Ngrowo Kabupaten Tulungagung. Pengamatan sampel dilakukan di Laboratorium Biologi Fakultas Tarbiyah dan Ilmu Keguruan (FTIK), UIN Sayyid Ali Rahmatullah Tulungagung.

Pengambilan sampel air sungai dilakukan pada 6 stasiun yang terdiri dari stasiun 1 dan 2 di sebelah utara kota, stasiun 3 dan 4 di pusat kota, stasiun 5 dan 6 di sebelah selatan kota (Gambar 1). Berikut ini merupakan lokasi 6 stasiun pengambilan sampel.

- Stasiun 1: berada di Dam Majan, Jalan Sultan Agung, Desa Ketanon, Kecamatan Kedungwaru dengan titik koordinat 08°02'33.36''S dan 111°54'13.40''E. Lokasi ini berada di sebelah utara kota Tulungagung.
- Stasiun 2: berada di Jalan Kaliyoso, Desa Plandaan, Kecamatan Kedungwaru dengan titik koordinat 08°03'08.04''S dan 111°54'08.63''E. Lokasi ini berada di sebelah utara kota Tulungagung.
- Stasiun 3: berada di Jalan WR. Supratman, Kelurahan Kutoanyar, Kecamatan Tulungagung dengan titik koordinat 08°03'08.04''S dan 111°54'08.63''E. Lokasi ini merupakan pusat kota Tulungagung.
- Stasiun 4: berada di Jalan Taman Kali Ngrowo, Kelurahan Kutoanyar, Kecamatan Tulungagung dengan titik koordinat 08°03'08.04''S dan 111°54'08.63''E. Lokasi ini merupakan pusat kota Tulungagung.
- Stasiun 5: berada di Jalan Raya Kedungsoko, Kelurahan Kedungsoko, Kecamatan Tulungagung dengan titik koordinat 08°04'38.13''S dan 111°52'48.18''E. Lokasi ini berada di sebelah selatan kota Tulungagung.
- Stasiun 6: berada di Jalan Raya Kedungsoko, Kelurahan Kedungsoko, Kecamatan Tulungagung dengan titik koordinat 08°05'05.88''S dan 111°52'35.15''E. Lokasi ini berada di sebelah selatan kota Tulungagung.

Edisi Januari 2024

Bahan dan Alat

Alat-alat yang digunakan untuk penelitian ini adalah GPS, *thermohygrometer*, pH meter digital, DO meter digital, TDS meter digital, mikroskop stereo Olympus SZ, oven, gelas beaker, labu ukur, labu Erlenmeyer, cawan Petri, corong gelas, gelas ukur, neraca analitik, spatula, pengaduk kaca dan *hot plate magnetic stirrer*. Bahan-bahan yang digunakan antara lain sampel air sungai, 20 mL 0,05 M FeSO₄, 20 mL H₂O₂ 30%, 6 gram NaCl per 20 mL sampel, alkohol 70%, aquades, aluminium foil dan kertas saring.

Metode

Jenis Penelitian

Jenis penelitian merupakan deskriptif kualitatif yang bertujuan untuk menggambarkan fenomena dari objek yang diamati berdasarkan data yang didapatkan pada saat pengamatan di lapangan.

Cara Kerja

Pengukuran Faktor Abiotik Air Sungai

Pengukuran faktor abiotik air sungai Ngrowo berdasarkan parameter fisik dilakukan pada waktu pengambilan sampel air sungai antara lain suhu air, suhu udara, tingkat kekeruhan, kecepatan arus, pH air, salinitas, daya hantar listrik, DO dan TDS.

Pengambilan Sampel

Sampel air sungai diambil dengan menggunakan *plankton net* berukuran 300 mesh dengan volume air yang disaring sebanyak 20 L. Setelah semua sampel air tersaring, *plankton net* dibilas dengan aquades hingga bersih. Sampel air dimasukkan ke dalam botol sampel kemudian ditambah alkohol 70% untuk dianalisis di laboratorium.



Penyaringan dan Pengeringan Sampel

Penyaringan air sungai dilakukan dengan menggunakan saringan berukuran 5 mm dan 1 mm yang ditumpuk kemudian mikroplastik yang tersaring diamati secara langsung atau menggunakan kaca pembesar. Pengeringan terhadap sampel air dari hasil penyaringan basah dilakukan dengan cara sampel air dimasukkan ke dalam gelas beaker lalu dipanaskan di dalam oven selama kurang lebih 24 jam pada suhu 90°C hingga kering [9].

Permurnian dan Pemisahan Partikel Mikroplastik

Pemurnian partikel mikroplastik dilakukan dengan cara sampel dari hasil proses pengeringan yang berada di dalam gelas beaker ditambahkan larutan 0.05 M Fe (II) sebanyak 20 mL. Selanjutnya ditambahkan 20 mL hidrogen peroksida (H₂O₂) 30% pada gelas beaker kemudian dipanaskan di atas *hot plate magnetic stirrer* selama kurang lebih 30 menit [10].

Pengamatan Mikroplastik

Supernatan hasil proses pemurnian dan pemisahan disaring dengan kertas saring. Mikroplastik yang tersaring dibersihkan dengan aquades dan dimasukkan ke dalam cawan petri untuk dianalisis dengan cara visual. Pengamatan jenis, bentuk, jumlah dan warna mikroplastik dilakukan dengan memakai mikroskop stereo merk Olympus SZ. Menurut [4] perbesaran gambar menggunakan mikroskop stereo penting digunakan untuk mengidentifikasi partikel seperti plastik karena dapat memberikan informasi mengenai tekstur permukaan dan struktur yang rinci terhadap objek.

Analisis Data

Analisis data dilakukan secara deskriptif meliputi faktor abiotik, jenis, jumlah, bentuk, kelimpahan dan warna partikel mikroplastik. Hasil analisis data berupa tabel dan grafik. Persamaan (1) digunakan untuk menghitung nilai kelimpahan mikroplastik [11][12].

$$K = \frac{n}{v} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

K = Kelimpahan mikroplastik
partikel/m³

n = Jumlah mikroplastik

v = Volume sampel

Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Analisis Faktor Abiotik Air Sungai Ngrowo

Suhu air, suhu udara, pH dan daya hantar listrik menunjukkan kondisi yang tidak jauh berbeda di tiga lokasi sampling. Tingkat kekeruhan di lokasi utara dan pusat kota menunjukkan kondisi sedang, sementara di lokasi selatan kota menunjukkan kondisi agak keruh karena selain mendapat aliran dari anak sungai yang membawa limbah rumah tangga dan industri, juga mendapat tambahan dari aktivitas pertanian dan perikanan yang mengalirkan limbahnya ke badan sungai. Lokasi sampling di utara kota berada di Dam Majan yang pintu airnya sedang ditutup sehingga tidak ada arus air dan memiliki tingkat salinitas dan TDS yang lebih tinggi dibandingkan kedua lokasi lainnya. Kadar oksigen di pusat kota lebih tinggi dibandingkan lokasi lain karena mendapat aliran dari anak sungai yang berasal dari daerah sebelah barat kota

yang merupakan kawasan pegunungan. Data faktor abiotik air sungai dapat dilihat pada Tabel 1.

Pengambilan sampel mikroplastik di sungai berbeda dengan pengambilan sampel di laut. Beberapa faktor yang mempengaruhi antara lain kondisi badan air (kepekatan air, kecepatan angin, arus, gelombang dan pasang surut), faktor waktu dan geografis (bentuk sungai, morfologi dan keadaan cuaca) akan mempengaruhi jalur mikroplastik di lokasi sampling. Faktor alam menjadi pertimbangan dalam mengembangkan strategi sampling dan monitoring mikroplastik (Gonzales *et al.*, 2019; [13].

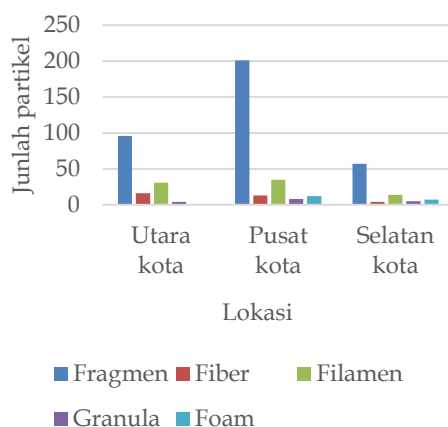
Tabel 1. Faktor abiotik air sungai

Indikator (satuan)	Lokasi		
	Utara kota	Pusat kota	Selatan kota
Suhu air (°C)	31.2	30.2	31.9
Suhu udara (°C)	31	28	28
Kekeruhan	Sedang	Sedang	Agak Buruk
Kecepatan arus (m/s)	0	0.22	0.12
pH air	7.28	7.32	7.36
Salinitas (%)	0.6	0.3	0.2
Daya hantar listrik (μS)	320	326	183
DO (ppm)	2.4	5.6	4.2
TDS (ppm)	208	151	190

Jenis Mikroplastik

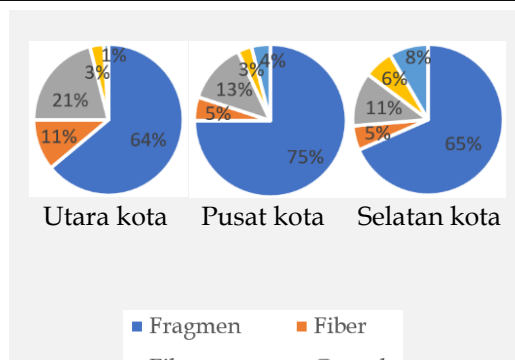
Mikroplastik yang ditemukan di tiga lokasi pengambilan sampel di Sungai Ngrowo antara lain fragmen, fiber, filamen, granula dan foam dengan jenis yang paling tinggi di semua lokasi adalah fragmen diikuti oleh fiber, filamen, granula dan foam dengan jumlah yang berbeda di setiap lokasi. Berdasarkan karakter fisiknya, mikroplastik dikategorikan sebagai partikel (fragmen, filamen, pelet, granula, benang, foam, manik dan fiber (Lassen *et al.*, 2015; Magni *et al.*, 2019; Alipour *et al.*, 2021).

Jenis mikroplastik yang terdapat di utara kota, pusat kota dan selatan kota ditunjukkan oleh Gambar 2.



Gambar 2. Jenis mikroplastik di lokasi utara kota, pusat kota dan selatan kota

Mikroplastik jenis fragmen memiliki persentase paling tinggi di utara kota, pusat kota maupun selatan kota. Pengambilan sampel mikroplastik dilakukan pada saat puncak musim penghujan, diduga fragmen berwarna biru gelap yang paling banyak ditemukan mayoritas berasal dari limpasan partikel plastik dari jalan kemudian terbawa air hujan yang mengalir menuju ke sungai. Mikroplastik dapat berasal dari daratan yang terjadi karena abrasi jalan, pemecahan dari plastik yang berukuran lebih besar oleh kendaraan kemudian masuk ke lingkungan perairan (Browne *et al.*, 2010; [14]. Persentase setiap jenis mikroplastik di tiga lokasi sampling diperlihatkan oleh Gambar 3.

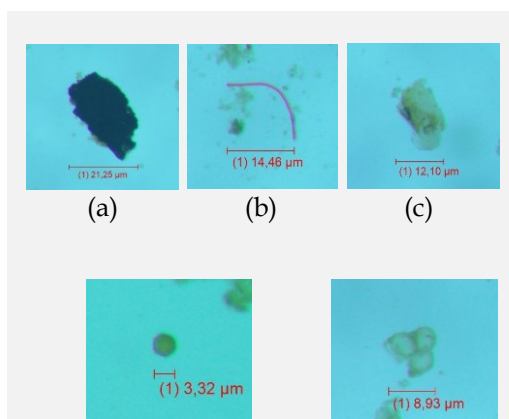


Gambar 3. Persentase jenis mikroplastik ditiga lokasi sampling

Bentuk Mikroplastik

Mikroplastik berbentuk fragmen dengan berbagai warna dan ukuran paling banyak ditemukan ditiga lokasi pengambilan sampel. Fiber yang ditemukan mayoritas berwarna biru dan merah dengan panjang mulai puluhan hingga ratusan mikrometer. Filamen kebanyakan berbentuk lembaran dengan warna transparan. Granula berbentuk bulat berwarna abu-abu hingga coklat sedangkan foam dengan warna putih paling sedikit ditemukan. Bentuk mikroplastik yang terdapat di tiga lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 4. Fragmen berbentuk tidak beraturan dengan tepi yang tajam dan memiliki berbagai warna. Filamen dapat berukuran pendek, panjang atau tipis dengan warna yang berbeda. Filamen berupa plastik yang tipis dan lembut biasanya berwarna transparan. Pelet berbentuk bulat, mempunyai ukuran lebih besar berdiameter sekitar 5 mm. Granula juga berbentuk bulat berukuran lebih kecil dari pelet dengan warna natural. Foam berbahan lunak, kebanyakan berasal dari Styrofoam (Viršek *et al.* 2016; [15][16]).

Edisi Januari 2024



Gambar 4. Bentuk mikroplastik ditiga lokasi pengambilan sampel
 (a) Fragmen, (b) Fiber, (c) Filamen, (d) Granula, (e) Foam

Warna Mikroplastik

Dari tiga lokasi pengambilan sampel, mikroplastik memiliki berbagai warna antara lain biru gelap, transparan, merah, coklat, hitam, abu-abu dan putih dengan warna yang paling banyak adalah biru gelap. Sifat dan warna dari bahan organik menjadi batasan yang besar ketika melakukan studi mikroplastik di perairan tawar, terutama jika studi ditekankan pada pengamatan bentuk dan warna mikroplastik secara mikroskopis [17]; [7]. Warna mikroplastik di tiga lokasi sampling ditunjukkan oleh Tabel 2.



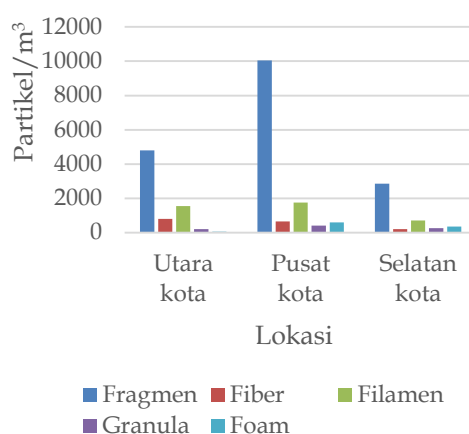
Tabel 2. Warna mikroplastik

Warna mikroplastik	Lokasi		
	Utara kota	Pusat kota	Selatan kota
Biru gelap	107	177	43
Transparan	8	37	16
Merah	1	3	2
Hitam	2	9	4
Coklat	6	17	16
Abu-abu	1	6	1
Putih	2	12	7

Kelimpahan Jenis Mikroplastik

Rerata kelimpahan jenis mikroplastik dari tiga lokasi sampling sebesar 8.367 partikel/m³. Rerata kelimpahan paling tinggi terdapat di pusat kota sebanyak 13.450 partikel/m³, diikuti utara kota sebesar 7.400 partikel/m³ dan selatan kota sebanyak 4.350 partikel/m³. Kelimpahan jenis mikroplastik yang paling tinggi adalah fragmen sebesar 10.050 partikel/m³ di pusat kota, diikuti 4.800 partikel/m³ di utara kota dan 2.850 partikel/m³ di selatan kota. Kelimpahan jenis yang paling rendah adalah foam sebesar 600 partikel/m³ di pusat kota, sebanyak 350 partikel/m³ di selatan kota dan sebesar 50 partikel/m³ di utara kota. Dari ketiga lokasi pengambilan sampel, pusat kota memiliki kelimpahan mikroplastik yang paling tinggi karena merupakan lingkungan berpenduduk padat, pusat dari berbagai aktivitas rumah tangga maupun industri yang menghasilkan limbah sampah plastik. Kelimpahan jenis mikroplastik di tiga lokasi sampling terdapat pada Gambar 5.

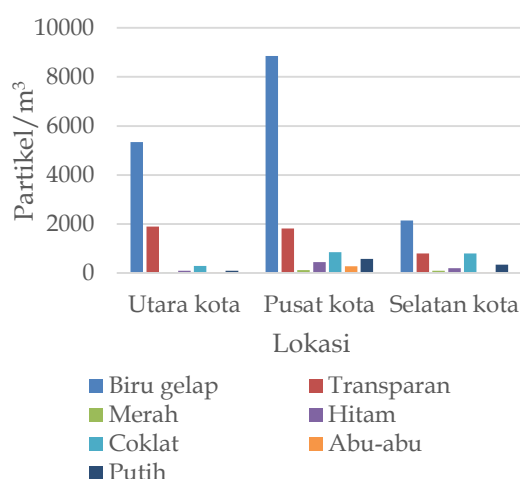
Sumber polusi mikroplastik sebagian besar dipengaruhi oleh aktivitas dan gaya hidup manusia (antropogenik), seperti pembuangan limbah, pengelolaan sampah, sisa industri, penggunaan pupuk berlapis dan pemakaian mulsa pada pertanian sedangkan cara polutan masuk ke sistem perairan antara lain melalui limpasan air hujan, saluran air limbah, osmosis dan deposisi atmosfer [18];[2]. Mikroplastik sekunder yang ditemukan di sungai (fragmen) berasal dari degradasi plastik yang berukuran lebih besar [19]. Partikel plastik dapat berasal dari daratan kemudian terbawa ke tepi sungai atau mengikuti arus saat terjadi banjir (Andrady, 2011; [20]).



Gambar 5. Kelimpahan jenis mikroplastik di utara kota, pusat kota dan selatan kota

Kelimpahan Warna Mikroplastik

Kelimpahan warna mikroplastik tertinggi yaitu biru gelap sebesar 8.350 partikel/m³ di lokasi pusat kota, diikuti 5.350 partikel/m³ di utara kota dan 2.150 partikel/m³ di selatan kota. Warna fragmen mikroplastik biru gelap diduga berasal dari limpasan partikel plastik dari jalan kemudian terbawa oleh air hujan yang mengalir menuju ke sungai. Selain warna biru gelap juga ditemukan warna transparan, coklat, putih, hitam, abu-abu dan yang kelimpahannya paling sedikit yaitu warna merah. Kelimpahan warna mikroplastik ditunjukkan pada Gambar 6. Merujuk dari berbagai literatur, warna yang teridentifikasi dari mikroplastik meliputi transparan, putih, orange cerah, biru, hijau, ungu hingga hitam [21]; Löder and Gerdt, 2015; Nguyen *et al.*, 2019; [22]. Jenis fiber dengan warna transparan, merah dan hijau harus diamati dengan perbesaran tinggi untuk memastikan sifatnya (Dris *et al.*, 2015; [22]. Penggunaan H₂O₂ selama proses preparasi sampel dapat menyebabkan material organik dan plastik mengalami pemutihan sehingga warna partikel plastik menjadi kurang terlihat dan lebih sulit dibedakan dengan material organik (Allen *et al.*, 2019; [22].



Gambar 6. Kelimpahan warna mikroplastik di utara kota, pusat kota dan selatan kota

Kesimpulan

Sungai Ngrowo yang berada di Kabupaten Tulungagung mengandung mikroplastik dengan rerata kelimpahan sebesar 8.367 partikel/m³. Jenis mikroplastik yang ditemukan berupa fragmen, filamen, fiber, granula dan foam. Warna mikroplastik bervariasi mulai dari biru gelap, merah, coklat, putih, transparan, hitam dan abu-abu. Kelimpahan jenis mikroplastik didominasi oleh fragmen yang berasal dari limbah rumah tangga, industri dan aktivitas antropogenik lainnya, kelimpahan juga berasal dari limpasan partikel plastik dari daratan, yang berasal dari degradasi plastik yang berukuran lebih besar yang masuk ke sungai. Proses monitoring polusi mikroplastik di Sungai Ngrowo perlu dilakukan dalam skala lebih besar dan dalam waktu yang lebih lama. Usaha untuk membangun kesadaran masyarakat dalam melakukan pengelolaan sampah serta manajemen pengelolaan limbah yang tepat dapat mengurangi masalah polusi mikroplastik.

Daftar Pustaka

- [1] P. Bian *et al.*, "Spatial variability of microplastic pollution on surface of rivers in a mountain-plain transitional area: a case study in the Chin Ling-Wei River Plain, China," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 232, p. 113298, 2022.



- [2] P. Bian *et al.*, "Spatial variability of microplastic pollution on surface of rivers in a mountain-plain transitional area: A case study in the Chin Ling-Wei River Plain, China," *Ecotoxicology and Environmental Safety*, vol. 232, p. 113298, 2022, doi: 10.1016/j.ecoenv.2022.113298.
- [3] GESAMP, "Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: Part 2 of a Global Assessment," *Rep. Stud. GESAMP*, vol. No. 90, p. 96 p., 2016.
- [4] W. J. Shim, S. H. Hong, and S. E. Eo, "Identification methods in microplastic analysis: A review," *Analytical Methods*, vol. 9, no. 9, pp. 1384–1391, 2017, doi: 10.1039/c6ay02558g.
- [5] H. S. Auta, C. U. Emenike, and S. H. Fauziah, "Distribution and importance of microplastics in the marine environment A review of the sources, fate, effects, and potential solutions," *Environment International*, vol. 102, pp. 165–176, 2017, doi: 10.1016/j.envint.2017.02.013.
- [6] E. Tsukada, E. Fernandes, C. Vidal, and R. F. Salla, "Beach morphodynamics and its relationship with the deposition of plastic particles: A preliminary study in southeastern Brazil," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 172, no. May, p. 112809, 2021, doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.112809.
- [7] T. Dalu, T. Banda, T. Mutshekwa, L. F. Munyai, and R. N. Cuthbert, "Effects of urbanisation and a wastewater treatment plant on microplastic densities along a subtropical river system," *Environmental Science and Pollution Research*, vol. 28, no. 27, pp. 36102–36111, 2021, doi: 10.1007/s11356-021-13185-1.
- [8] R. Kumar, P. Sharma, C. Manna, and M. Jain, "Abundance, interaction, ingestion, ecological concerns, and mitigation policies of microplastic pollution in riverine ecosystem: A review," *Science of the Total Environment*, vol. 782, p. 146695, 2021, doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146695.
- [9] W. C. Ayuningtyas, "Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuwirip, Gresik, Jawa Timur," *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, vol. 3, no. 1, pp. 41–45, 2019, doi: 10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5.
- [10] A. T. Sutanahaji, B. Rahadi, and N. T. Firdausi, "Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang," *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*, vol. 8, no. 2, pp. 74–84, 2021, doi: 10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3.
- [11] J. Masura, J. Baker, G. Foster, and C. Arthur, "Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment," *NOAA Marine Debris Program National*, no. July, pp. 1–31, 2015.
- [12] Q. N. Laila, P. W. Purnomo, and O. E. Jati, "Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang," *Jurnal Pasir Laut*, vol. 4, no. 1, pp. 28–35, 2020, doi: 10.14710/jpl.2020.30524.
- [13] C. Campanale, I. Savino, I. Pojar, C. Massarelli, and V. F. Uricchio, "A practical overview of methodologies for sampling and analysis of microplastics in riverine environments," *Sustainability (Switzerland)*, vol. 12, no. 17, 2020, doi: 10.3390/SU12176755.
- [14] M. Eriksen *et al.*, "Microplastic pollution in the surface waters of the Laurentian Great Lakes," *Marine Pollution Bulletin*, vol. 77, no. 1–2, pp. 177–182, 2013, doi: 10.1016/j.marpolbul.2013.10.007.
- [15] A. M. G. A. D. Athawuda, H. B. Jayasiri, G. G. N. Thushari, and K. P. G. K. P. Guruge, "Quantification and morphological characterization of plastic litter (0.30–100 mm) in surface waters of off Colombo, west coast of Sri Lanka," *Environmental Monitoring and Assessment*, vol. 192, no. 8, 2020, doi: 10.1007/s10661-020-08472-2.



- [16] Sarinah. K. Basri, *Identifikasi Mikroplastik dan Pengukurannya*, no. June. 2021.
- [17] H. A. Nel, T. Dalu, R. J. Wasserman, and J. W. Hean, "Colour and size influences plastic microbead underestimation, regardless of sediment grain size," *Science of the Total Environment*, vol. 655, pp. 567–570, 2019, doi: 10.1016/j.scitotenv.2018.11.261.
- [18] S. S. Alavian Petroody, S. H. Hashemi, and C. A. M. van Gestel, "Transport and accumulation of microplastics through wastewater treatment sludge processes," *Chemosphere*, vol. 278, p. 130471, 2021, doi: 10.1016/j.chemosphere.2021.130471.
- [19] J. Tibbetts, S. Krause, I. Lynch, and G. H. S. Smith, "Abundance, distribution, and drivers of microplastic contamination in urban river environments," *Water (Switzerland)*, vol. 10, no. 11, 2018, doi: 10.3390/w10111597.
- [20] T. Kataoka, Y. Nihei, K. Kudou, and H. Hinata, "Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan," *Environmental Pollution*, vol. 244, pp. 958–965, 2019, doi: 10.1016/j.envpol.2018.10.111.
- [21] V. Hidalgo-Ruz, L. Gutow, R. C. Thompson, and M. Thiel, "Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification," *Environmental Science and Technology*, vol. 46, no. 6, pp. 3060–3075, 2012, doi: 10.1021/es2031505.
- [22] Y. Zhang, S. Kang, S. Allen, D. Allen, T. Gao, and M. Sillanpää, "Atmospheric microplastics: A review on current status and perspectives," *Earth-Science Reviews*, vol. 203, no. December 2019, p. 103118, 2020, doi: 10.1016/j.earscirev.2020.103118.

Edisi Januari 2024