

## Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur

Aidatul Fitriyah<sup>1\*</sup>, Syafrudin<sup>2</sup>, Sudarno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departemen Teknik Lingkungan, Magister Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro, Jalan Prof. Sudarto. SH, Kampus UNDIP, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>2</sup> Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Jalan Prof. Sudarto. SH, Kampus UNDIP, Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

\*Corresponding Author: aidatulfitriyah06@gmail.com

Info Artikel: Diterima 30 April 2022 ; Direvisi 14 Juli 2022 ; Disetujui 15 Juli 2022

Tersedia online : 31 Oktober 2022 ; Diterbitkan secara teratur : Oktober 2022

**Cara sitasi (Vancouver):** Fitriyah A, Syafrudin S, Sudarno S. Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas, Surabaya, Jawa Timur. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2022 Oct;21(3):350-357. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.350-357>.

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Sungai Kali Mas berbatasan langsung dengan pemukiman yang dapat berpotensi menyediakan berbagai sumber mikroplastik yang bersumber dari limbah cucian, produk perawatan pribadi dan sampah domestik. Penelitian ini bertujuan untuk identifikasi karakteristik fisik mikroplastik di Sungai Kalimas.

**Metode:** Penentuan lokasi sampling dengan metode purposive Sampling. Sampel diambil di 3 (tiga) titik lokasi yaitu pada hulu, tengah dan hilir sungai. Sampel diambil pada pagi, siang dan sore hari pada setiap lokasi sampling. Total keseluruhan sampel berjumlah 9 sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan alat plankton net selama satu jam pada masing-masing lokasi. Identifikasi karakteristik (bentuk, warna dan ukuran) mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop stereo mengacu pada analisis laboratorium NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

**Hasil:** Konsentrasi mikroplastik di lokasi hulu, tengah dan hilir masing-masing sebesar 0,049 item/m<sup>3</sup>, 0,053 item/m<sup>3</sup> dan 0,095 item/m<sup>3</sup>. Bentuk mikroplastik terdiri dari fiber 82%, Fragmen 6% dan filamen 12%. Rata-rata ukuran mikroplastik SMP 65% dan LMP 35% dan rata-rata warna mikroplastik transparan 34%, biru 29%, hitam 20%, kuning 2% dan merah 14%.

**Simpulan:** Karakteristik mikroplastik didominasi oleh bentuk fiber 82%, warna transparan 34% dan ukuran SMP 65%. Sehingga, diperlukan IPAL komunal di daerah sekitar sungai Kalimas untuk menghindari sumber mikroplastik berbentuk fiber yang berasal dari kegiatan penduduk.

**Kata kunci:** Sungai Kalimas; Bentuk Mikroplastik; Warna Mikroplastik; Ukuran Mikroplastik

### ABSTRACT

**Title :** *Identification of Physical Characteristics of Microplastics in Kalimas River, Surabaya, East Java*

**Background:** *kalimas river is directly located next to a residential area that can potentially provide various microplastic sources from laundry activities, personal care products, and domestic waste. Thus, this study aimed to identify the physical characteristics of microplastics in the Kalimas River.*

**Method:** *Determination of the sampling location by purposive sampling method. Samples were taken at 3 (three) location points, namely upstream, middle and downstream of the river. Sampling was taken in the morning, afternoon and evening at each sampling location. The total number of samples are 9 samples. Sampling was carried out using a plankton net for one hour at each location. Identification characteristics of*

microplastics (shape, color and size) was carried out using a stereo microscope referring to the NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) laboratory laboratory analysis.

**Result:** The concentration of microplastics in the upstream, middle and downstream locations were 0.049 items/m<sup>3</sup>, 0.053 items/m<sup>3</sup> and 0.095 items/m<sup>3</sup> respectively. The microplastic shapes comprised fiber 82%, fragment 6% dan filamen 12%. The average of microplastic size were 65% for SMP and 35% for LMP and average of microplastic color were transparan 34%, blue 29%, black 20%, yellow 2% and red 14%.

**Conclusion:** characteristic microplastic in the water were dominated by fiber shaped 82%, transparent coloured 34% and size SMP 65%. Thus, a communal WWTP is needed in the area around the Kalimas river to avoid sources of fiber microplastic originating from resident activities.

**Keywords:** Kalimas River; Microplastic Shape; Microplastic Size; Microplastic Color

## PENDAHULUAN

Kebutuhan plastik terus meningkat setiap tahun karena sifatnya yang serbaguna dan biaya produksi yang rendah. Selain itu, produksi plastik meningkat hampir 200 kali per tahun. Pada tahun 2012, produksi sampah global telah mencapai 3,4 juta ton/hari, setengahnya tidak dapat terurai, dan angka ini diperkirakan akan meningkat dua kali lipat pada tahun 2025<sup>1,2</sup>. Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki persentase sampah plastik yang salah kelola cukup tinggi dan disebut sebagai penyumbang polusi plastik laut terbesar kedua di dunia<sup>3-4</sup>.

Pengelolaan sampah yang tidak tepat berkontribusi pada masalah pencemaran lingkungan. Limbah ini terbawa oleh angin atau hujan ke saluran pembuangan, yang kemudian masuk ke sungai<sup>2</sup>. Sampah plastik yang berada di lingkungan akan dipecah menjadi partikel-partikel plastik yang berukuran kecil dengan proses fisik, kimia dan proses lainnya<sup>5</sup> dan kemungkinan berpotensi tinggi menjadi mikroplastik<sup>3</sup>. Mikroplastik merupakan plastik yang memiliki ukuran < 5mm<sup>6</sup>. Mikroplastik yang ditemukan di lingkungan sangat berbeda dalam ukuran, bentuk, komposisi kimia dan densitas yang berasal dari berbagai sumber<sup>7</sup>.

Berdasarkan sumbernya, mikroplastik dibagi menjadi 2 yaitu *primary microplastic* dan *secondary microplastic*<sup>8</sup>. *Primary microplastic* didefinisikan sebagai plastik yang diproduksi dalam ukuran mikroskopis. Mayoritas primary microplastic di lingkungan dihasilkan dari kegiatan industri, limbah domestik, produk pembersih wajah dan komestik. *Secondary microplastic* berasal dari fragmentasi plastik berukuran besar menjadi plastik berukuran kecil<sup>9,10</sup>.

Mikroplastik menjadi jenis sampah di perairan yang berbahaya dikarenakan ukurannya yang kecil dan sangat mudah dikonsumsi oleh organisme air<sup>11</sup>. Mikroplastik memiliki ukuran yang sama dengan banyak organisme seperti benthos dan plankton. Sehingga mikroplastik tersebut dapat ditelan oleh biota air dan bertranslokasi di jaringan zooplankton. Mikroplastik yang ditelan oleh biota air dapat menyebabkan efek fisik dan toksik<sup>12</sup>. Mikroplastik dapat menyebabkan kerusakan signifikan pada organisme perairan seperti stres patologis, stres oksidatif, komplikasi reproduksi dan penghambatan

laju pertumbuhan pada organisme<sup>13</sup>. Dampak kesehatan yang diakibatkan dari bioakumulasi dan biomagnifikasi mikroplastik dan kontaminan kimia dalam tubuh manusia yaitu iritasi kulit, masalah pernapasan, penyakit kardiovaskular, masalah pencernaan, masalah reproduksi dan kanker<sup>14</sup>.

Penelitian terhadap kelimpahan mikroplastik di danau dan sungai sudah banyak dilakukan oleh beberapa peneliti. Salah satunya di Sungai Ciwalengke<sup>15</sup> dimana rata-rata mikroplastik yang ditemukan sebanyak 5,85-3,28 partikel/liter pada air permukaan dan 3,03-1,59 pada sedimen. Kelimpahan mikroplastik di perairan disebabkan oleh limbah industri (efluen IPAL), kegiatan laundry, limbah domestik dan pertanian<sup>5,15,16</sup>. Selain itu, penelitian mikroplastik juga pernah dilakukan di Kali Surabaya. Pada Kali Surabaya ditemukan rata-rata mikroplastik 1,47 - 43,11 partikel/m<sup>3</sup>. Bentuk mikroplastik paling dominan yaitu *film* sebesar 45,8-92,9%, sedangkan jenis polimer dominan yang ditemukan yaitu LDPE (44 - 66%) dan PE (18 - 41%)<sup>17</sup>. Penelitian mikroplastik di Sungai Kalimas belum pernah dilakukan, sehingga perlu dilakukan identifikasi mikroplastik di Sungai Kalimas sebagai data dasar (*basic data*) untuk pemantauan mikroplastik di Sungai Kalimas.

Sungai Kalimas merupakan sungai yang terletak di Kota Surabaya dengan panjang sungai ±12 km. Sungai Kalimas mengalir dari pintu air Ngagel ke Pelabuhan Tanjung Perak. Populasi di Kota Surabaya sekitar 32,5% yang tinggal pada jarak 500 m dari sungai. Dimana masyarakat tersebut membuang limbah domestik di sungai<sup>13</sup>. Selain itu, timbulan limbah padat dilaporkan meningkat 76% pada tahun 2025, dengan komponen sampah plastik sebesar 13,16%. Akibatnya, risiko pencemaran mikroplastik di perairan melalui sungai bisa menjadi lebih parah<sup>13</sup>. Tepian Sungai Kali Mas berbatasan langsung dengan pemukiman. Menurut Wicaksono, dkk (2019) menyatakan bahwa area pemukiman dapat menyediakan berbagai sumber mikroplastik misalnya, limbah cucian, produk perawatan pribadi dan sampah domestik. Karena belum adanya informasi mengenai mikroplastik pada Sungai Kalimas, maka tujuan penelitian ini untuk identifikasi karakteristik fisik mikroplastik di Sungai Kalimas. Penelitian ini digunakan untuk memberikan data awal

mengenai keberadaan dan karakteristik mikroplastik yang dapat digunakan oleh pembuat kebijakan dalam menetapkan solusi strategis untuk mengatasi masalah tersebut.

#### METODE PENELITIAN

Pengambilan sampel dilakukan di Sungai Kalimas, Kota Surabaya, Jawa Timur yang ditunjukkan pada gambar 1. Panjang Sungai pada penelitian ini sepanjang 13,2 km. Penentuan lokasi sampling mikroplastik dengan menggunakan metode *purposive sampling*. Pemilihan titik lokasi sampling dilakukan pada daerah hulu, tengah dan hilir Sungai Kalimas, Kota Surabaya, Jawa Timur dengan mempertimbangkan kondisi eksisting yang dapat

berpotensi menyebabkan pencemaran mikroplastik. Kondisi peruntukkan lahan disekitar Sungai Kalimas pada lokasi 1 berupa pemukiman, perkantoran, hotel serta perdagangan. Pada lokasi 2 kondisi peruntukkan lahan berupa pemukiman, pasar, perkantoran, hotel, perdagangan serta TPS yang berlokasi tepat dipinggir Sungai Kalimas. Kemudian pada lokasi 3 kondisi peruntukkan lahan berupa pemukiman, pasar, pergudangan, pelabuhan, perdagangan serta TPS yang letaknya tepat dipinggir Sungai Kalimas. Penjelasan mengenai titik koordinat dan kondisi peruntukkan lahan di setiap lokasi titik sampling di Sungai Kalimas dirangkum pada tabel 1.

Tabel 1. Titik Koordinat dan Kondisi Eksisting Lokasi Pengambilan Sampel

Titik Sampling	Titik Koordinat	Peruntukkan Lahan Saat Ini
Lokasi 1	7°17'27.94"S. 112°44'33.01"E	Pemukiman, Perkantoran, Hotel, Perdagangan
Lokasi 2	7°15'20.93"S. 112°44'33.73"E	Pemukiman, TPS, Pasar, Perkantoran, Hotel, Perdagangan
Lokasi 3	7°12'48.90"S. 112°44'16.08"E	Pemukiman, Pasar, TPS, Pergudangan, Pelabuhan, Perdagangan

Sumber: Data Pribadi, 2022

Pengambilan sampel mikroplastik dilakukan di atas jembatan dengan menggunakan alat *plankton net* yang digantung di jembatan di bagian tengah sungai selama 1 jam. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan gabungan waktu yaitu pada waktu pagi (07.00-09.00), siang (12.00-13.30) dan sore (16.00 – 18.00) hari dengan mempertimbangkan bahwa waktu tersebut sudah mewakili karakteristik mikroplastik yang bersumber dari air limbah cucian dan air limbah kegiatan mandi. Jumlah total sampel mikroplastik sebanyak 9 sampel. Kemudian *plankton net* dibilas dengan aquades agar tidak ada partikel mikroplastik yang melekat pada jaring tersebut. Sampel yang tersaring dimasukkan ke dalam botol kaca untuk dianalisis lebih lanjut di laboratorium<sup>18</sup>.

Ekstraksi, preparasi dan identifikasi karakteristik fisik mikroplastik dilakukan di Laboratorium Ecoton dengan mengacu pada analisis laboratorium NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*). Tahapan analisis laboratorium mikroplastik dijelaskan pada tabel 2. Mikroplastik dikategorikan berdasarkan bentuk, warna dan ukuran. Berdasarkan bentuk dikategorikan

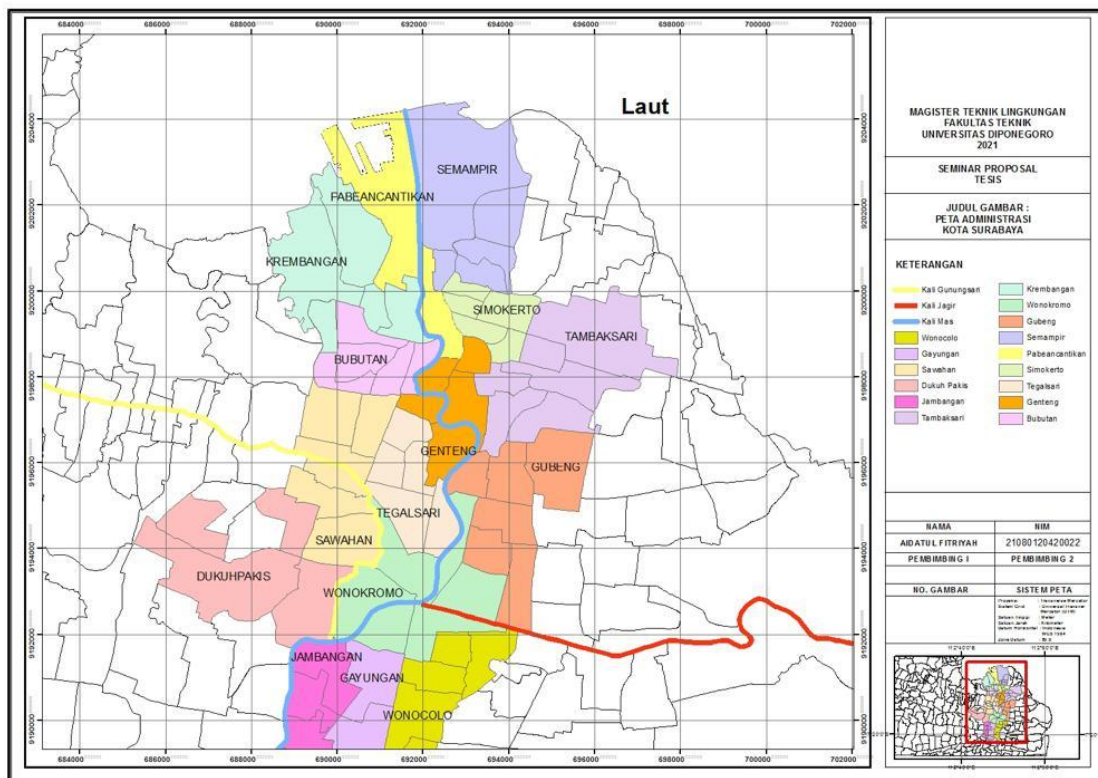
menjadi fragmen, filamen dan fiber<sup>16</sup>. Berdasarkan warna dikategorikan menjadi transparan, biru, hitam, kuning dan merah<sup>12,19</sup>. Sedangkan berdasarkan ukuran dikategorikan menjadi *Large Microplastik* (LMP) dan *Small Microplastik* (SMP). *Large Microplastik* (LMP) merupakan mikroplastik yang berukuran 1 – 5 mm dan *Small Microplastik* (SMP) merupakan mikroplastik yang berukuran < 1 mm<sup>13</sup>.

Data hasil laboratorium berupa bentuk, warna dan ukuran mikroplastik dianalisis secara deskriptif dengan menggunakan Microsoft excel. Kelimpahan mikroplastik dihitung dengan cara membagi jumlah partikel mikroplastik (item) dengan volume air yang tersaring (m<sup>3</sup>). Kelimpahan mikroplastik dalam sampel dinyatakan dalam item/m<sup>3</sup><sup>4,5,15,19,20</sup>. Menurut Parlatamby, dkk., (2020), volume air yang tersaring didapatkan dengan mengambil hasil kali kecepatan air (m/s), luas penampang *plankton net* (m<sup>2</sup>) dan waktu pengambilan sampel (s). Formula penentuan volume air tersaring sebagai berikut:

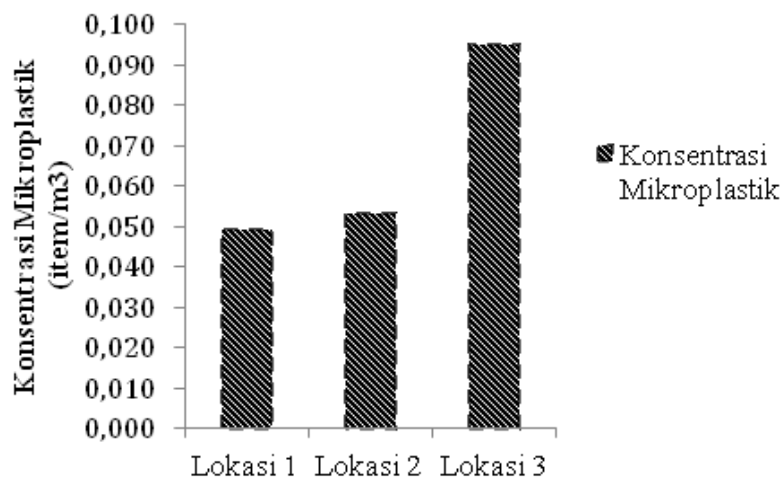
$$V = v \times A \times t$$

Tabel 2. Tahapan Analisis Laboratorium Sampel Mikroplastik

Penyaringan Padatan	Penghancuran Bahan Organik	Density Separation	Identifikasi Mikroskop
(1)	(2)	(3)	(4)
Sampel dibilas dan disaring untuk memisahkan padatan	Sampel dipanaskan pada suhu 60°C dengan menambahkan 20 ml larutan 0,05 M Fe (II) dan 20 ml H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 30% ke <i>beaker glass</i>	Menambahkan 6 gram NaCl setiap 20 ml sampel untuk meningkatkan densitas larutan agar mikroplastik mengapung.	Sampel mikroplastik disaring di kertas saring kemudian dilakukan analisis karakteristik bentuk, warna dan ukuran dengan mikroskop stereo.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Konsentrasi Mikroplastik

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Konsentrasi Mikroplastik

Konsentrasi mikroplastik dari lokasi hulu, tengah dan hilir di Sungai Kalimas ditunjukkan pada gambar 2. Konsentrasi mikroplastik pada permukaan air Sungai Kalimas pada lokasi hulu, tengah dan hilir sebesar 0,049 item/m<sup>3</sup>, 0,053 item/m<sup>3</sup> dan 0,095 item/m<sup>3</sup>. Rata-rata konsentrasi mikroplastik pada Sungai Kalimas sebesar 0,07 item/m<sup>3</sup>. Variasi konsentrasi mikroplastik di antara lokasi pengambilan

sampel mungkin disebabkan oleh perbedaan dampak antropogenik, sumber input mikroplastik, serta pengaruh faktor alam seperti arus air, angin, dan *river transport*<sup>21</sup>. Selain itu, keberadaan mikroplastik di Sungai Kalimas disebabkan oleh tingginya timbulan sampah. Infrastruktur dan layanan pengelolaan sampah yang tidak memadai telah menyebabkan sejumlah besar sampah kota dibuang ke tempat yang tidak semestinya. Selain itu, kurangnya keterlibatan

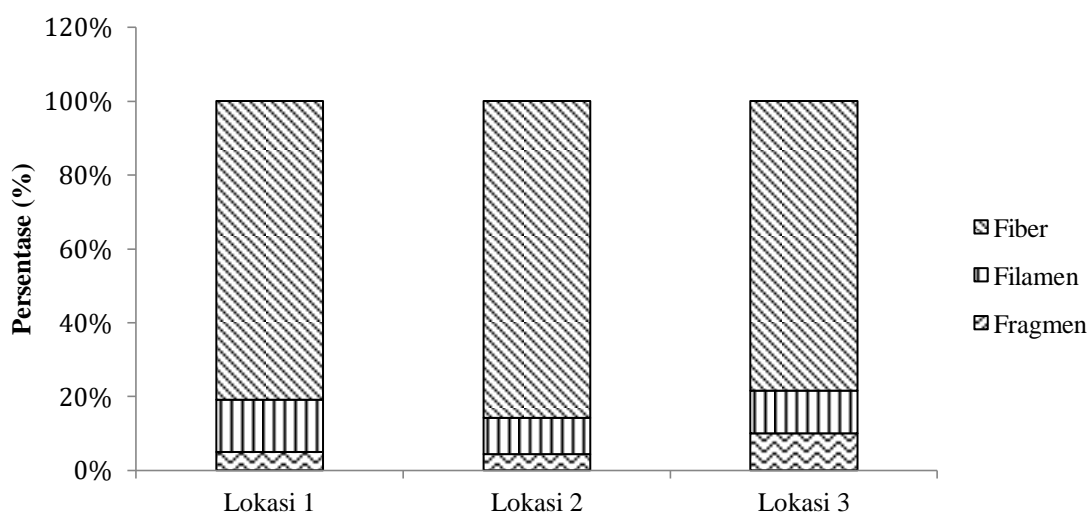
masyarakat dalam mengurangi sampah menjadi isu penting lainnya<sup>13,21</sup>.

Selain itu, berdasarkan kondisi eksisting Sungai Kalimas juga berdekatan dengan pemukiman. Menurut Wicaksono, dkk (2019) menyatakan bahwa area pemukiman dapat menyediakan berbagai sumber mikroplastik misalnya limbah cucian, produk

perawatan pribadi dan sampah domestik<sup>4</sup>. Faktor lain yang menyebabkan potensi masuknya sampah ke sungai yaitu letak TPS yang berdekatan dengan Sungai dengan jarak  $\pm 5$  meter dari sungai. Namun, lokasi strategis TPS sebaiknya berjarak 30 meter dari sungai<sup>22</sup>.

Tabel 3. Konsentrasi Mikroplastik dari Beberapa Penelitian

No	Lokasi Penelitian	Metode Pengambilan Sampel	Konsentrasi Mikroplastik	Referensi
1	Hilir Sungai Citarum	<i>Manta trawl</i>	0,0574 item/m <sup>3</sup>	1
2	Sungai Cherating	<i>conical nylon plankton net</i>	0,0042 item/m <sup>3</sup>	21
3	Sungai Ciwalengke	Metode <i>grab sampling</i> dengan mengambil sampel di sungai menggunakan gelas kaca dengan arah melawan arus air	5,84 item/m <sup>3</sup>	15
4	Sungai Kali Surabaya	<i>Manta trawl net</i>	1.47–43.11 item/ m <sup>3</sup>	17
5	Sungai Kalimas	<i>Plankton net</i>	0,07 item/m <sup>3</sup>	Hasil Penelitian



Gambar 3. Bentuk Mikroplastik

Berdasarkan tabel 3, konsentrasi konsentrasi mikroplastik di Sungai Kalimas lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi mikroplastik di Sungai Ciwalengke dan lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi mikroplastik di Sungai Citarum dan Sungai Chetaring. Perbedaan konsentrasi tersebut kemungkinan disebabkan oleh metode pengambilan sampel yang berbeda<sup>23</sup>.

#### Bentuk Mikroplastik

Berdasarkan gambar 3, bentuk fiber mewakili proporsi terbesar di semua lokasi pengambilan sampel, dengan proporsi bervariasi pada hulu 81%, tengah 86% dan hilir 78% (rata-rata proporsi 82%). Filamendan fragmen ditemukan di semua lokasi pengambilan sampel dengan proporsi rata-rata masing-masing sebesar 12% dan 6%. Bentuk *fiber* terbanyak juga ditemukan dalam penelitian lain yang dilakukan di Sungai Ciwalengke, Muara Sungai Jagir, Sungai Wei, Sungai Pearl dan Sungai Xiangjiang

dengan proporsi bentuk mikroplastik fiber masing-masing sebesar 65%, 57%, 50,1%, 80,9% dan 70,4%<sup>15,13,5,19,25</sup>. Bentuk Mikroplastik ditunjukkan pada gambar 4.

Daerah dengan kepadatan penduduk yang tinggi di sepanjang sungai akan menghasilkan mikroplastik fiber dalam jumlah besar, seperti *laundry*<sup>25</sup>. Aktivitas mencuci sebanyak 6 kg bahan sintetis dapat melepaskan fiber berkisar 137.951–728.789 *fiber/wash*<sup>26</sup>. Sekitar 600 bisnis laundry di Kota Surabaya dan lebih dari 50% tidak memiliki izin operasi dan fasilitas pengolahan air limbah. Sehingga air limbah tersebut umumnya dibuang ke saluran drainase yang bermuara di sungai<sup>13</sup>.

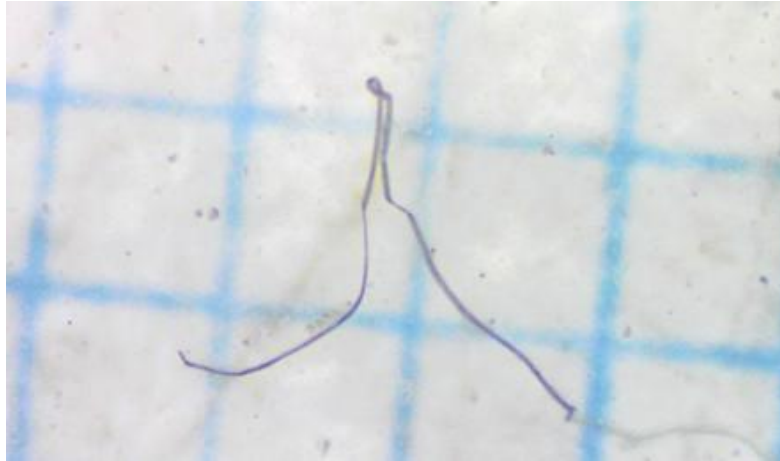
#### Warna Mikroplastik

Warna mikroplastik pada penelitian ini dikategorikan menjadi warna transparan, biru, hitam, kuning dan merah<sup>12,19</sup>. Warna yang paling dominan yang ditemukan pada Sungai Kalimas yaitu transparan

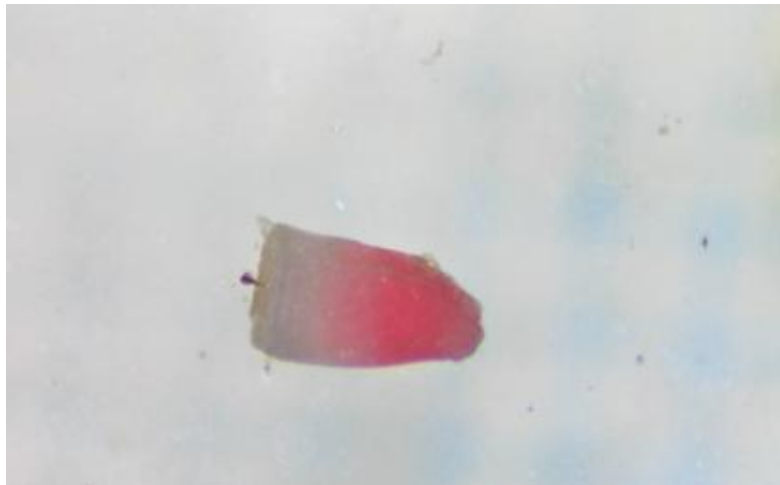


dengan proporsi sebesar 34%, diikuti dengan warna biru 29%, hitam 20%, kuning 2% dan merah 14% (Gambar 5). Hasil penelitian mirip dengan penelitian yang dilakukan di Sungai Surabaya<sup>17</sup> dan Sungai

Pearl<sup>25</sup>. Dimana warna transparan merupakan warna dominan pada sampel penelitian di Sungai Surabaya dan Sungai Pearl dengan proporsi masing-masing sebesar 43% dan 48,8%.



(a)

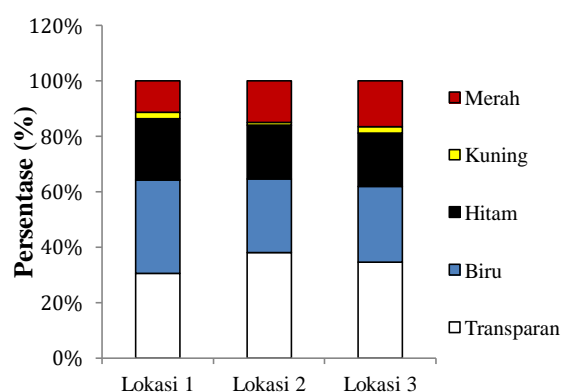


(b)

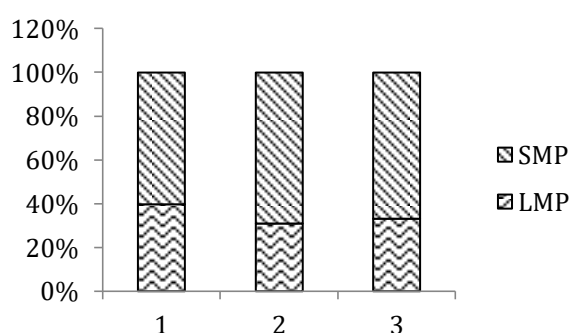


(c)

Gambar 4. Bentuk Mikroplastik : (a) fiber; (b) fragmen; (c) filamen



Gambar 5. Warna Mikroplastik



Gambar 6. Ukuran Mikroplastik

Aneka warna mikroplastik berawal dari penggunaan produk plastik berwarna dalam kehidupan sehari-hari. Namun, warnanya bisa berubah karena cuaca<sup>17</sup>. Selain itu, Mikroplastik transparan berhubungan dengan wadah makanan transparan<sup>4</sup>.

#### Ukuran Mikroplastik

Ukuran mikroplastik dikategorikan menjadi *Large Microplastik* (LMP) dan *Small Microplastik* (SMP). Ukuran paling dominan yaitu *Small Microplastik* (SMP) sebesar 65% (Gambar 6). Sedikitnya ukuran *Large Microplastik* (LMP) kemungkinan disebabkan oleh densitas yang tinggi pada mikroplastik sehingga menyebabkan mikroplastik tersebut tenggelam<sup>27</sup>. Mikroplastik kecil dengan densitas rendah akan cenderung mengapung di air<sup>15</sup>. Tingginya jumlah mikroplastik berukuran kecil mungkin karena sampah plastik yang lebih besar dapat terurai menjadi partikel-partikel kecil<sup>5</sup>.

#### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, Sungai Kalimas telah tercemar oleh mikroplastik dengan konsentrasi rata-rata sebesar 0,07 item/m<sup>3</sup>. Karakteristik mikroplastik didominasi oleh bentuk fiber sebesar 82%, warna transparan sebesar 34% dan ukuran SMP sebesar 65%. Tingginya mikroplastik berbentuk fiber

maka diperlukan IPAL komunal di daerah sekitar sungai Kalimas untuk menghindari sumber mikroplastik berbentuk fiber yang berasal dari kegiatan penduduk.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Sembiring E, Fareza AA, Suendo V, Reza M. The Presence of microplastics in water, sediment, and milkfish (*Chanos chanos*) at the downstream area of Citarum River, Indonesia. *Water, Air, & Soil Pollution*. 2020 Jul;231(7):1-4. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04710-y>
- Suardy NH, Tahrir NA, Ramli S. Analysis and characterization of microplastic from personal care products and surface water in Bangi, Selangor. *Sains Malaysiana*. 2020 Sep 1;49(9):2237-49. <https://doi.org/10.17576/jsm-2020-4909-21>
- Ramadan AH, Sembiring E. Occurrence of Microplastic in surface water of Jatiluhur Reservoir. *InE3S Web of Conferences 2020* (Vol. 148, p. 07004). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014807004>
- Wicaksono EA, Werorilangi S, Galloway TS, Tahir A. Distribution and Seasonal Variation of Microplastics in Tallo River, Makassar, Eastern Indonesia. *Toxics*. 2021 Jun;9(6):129. <https://doi.org/10.3390/toxics9060129>
- Ding L, fan Mao R, Guo X, Yang X, Zhang Q, Yang C. Microplastics in surface waters and sediments of the Wei River, in the northwest of China. *Science of the Total Environment*. 2019 Jun 1;667:427-34. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.332>
- Zhang H. Transport of microplastics in coastal seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. 2017 Dec 5;199:74-86. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2017.09.032>
- Duis K, Coors A. Microplastics in the aquatic and terrestrial environment: sources (with a specific focus on personal care products), fate and effects. *Environmental Sciences Europe*. 2016 Dec;28(1):1-25. <https://doi.org/10.1186/s12302-015-0069-y>
- Wu P, Huang J, Zheng Y, Yang Y, Zhang Y, He F, Chen H, Quan G, Yan J, Li T, Gao B. Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics. *Ecotoxicology and environmental safety*. 2019 Nov 30;184:109612. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109612>
- Ali F, Azmi KN, Firdaus MR. Existence of Microplastics in Indonesia's Surface Water: A Review. *International Journal of Integrated Engineering*. 2021 Jun 2;13(3):100-7. <https://doi.org/10.30880/ijie.2021.13.03.012>
- Li WC, Tse HF, Fok L. Plastic waste in the marine environment: A review of sources, occurrence and effects. *Science of the total*

- environment. 2016 Oct 1;566:333-49. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.05.084>
11. Rahmat SL, Purba NP, Agung MU, Yuliadi LP. Karakteristik sampah mikroplastik di muara Sungai DKI Jakarta. *Depik*. 2019 Mar 4;8(1):9-17. <https://doi.org/10.13170/depik.8.1.12156>
  12. Peng G, Zhu B, Yang D, Su L, Shi H, Li D. Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. *Environmental Pollution*. 2017 Jun 1;225:283-90. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.064>
  13. Firdaus M, Trihadiningrum Y, Lestari P. Microplastic pollution in the sediment of Jagir estuary, Surabaya City, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*. 2020 Jan 1;150:110790. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110790>
  14. Carbery M, O'Connor W, Palanisami T. Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment international*. 2018 Jun 1;115:400-9. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.007>
  15. Alam FC, Sembiring E, Muntalif BS, Suendo V. Microplastic distribution in surface water and sediment river around slum and industrial area (case study: Ciwalengke River, Majalaya district, Indonesia). *Chemosphere*. 2019 Jun 1;224:637-45. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2019.02.188>
  16. Yan M, Nie H, Xu K, He Y, Hu Y, Huang Y, Wang J. Microplastic abundance, distribution and composition in the Pearl River along Guangzhou city and Pearl River estuary, China. *Chemosphere*. 2019 Feb 1;217:879-86. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2018.11.093>
  17. Lestari P, Trihadiningrum Y, Wijaya BA, Yunus KA, Firdaus M. Distribution of microplastics in Surabaya river, Indonesia. *Science of The Total Environment*. 2020 Jul 15;726:138560. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138560>
  18. Kataoka T, Nihei Y, Kudou K, Hinata H. Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environments of Japan. *Environmental pollution*. 2019 Jan 1;244:958-65. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.111>
  19. Lin L, Zuo LZ, Peng JP, Cai LQ, Fok L, Yan Y, Li HX, Xu XR. Occurrence and distribution of microplastics in an urban river: a case study in the Pearl River along Guangzhou City, China. *Science of the total environment*. 2018 Dec 10;644:375-81. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.327>
  20. Hiwari H, Purba NP, Ihsan YN, Yuliadi LP, Mulyani PG. Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote, East Nusa Tenggara Province. In *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia 2019* (Vol. 5, No. 2, pp. 165-171).
  21. Pariatamby A, Hamid FS, Bhatti MS, Anuar N, Anuar N. Status of Microplastic Pollution in Aquatic Ecosystem with a Case Study on Cherating River, Malaysia. *Journal of Engineering & Technological Sciences*. 2020 Apr 1;52(2). <https://doi.org/10.5614/j.eng.technol.sci.2020.52.2.7>
  22. Wulakada HH, Mari NA. Sistem Informasi Geografis Pemetaan Lokasi Tempat Pembuangan Sampah Sementara (TPSS) Menggunakan Metode Promethe Di Kota Kupang. *Jurnal Geografi*. 2021 Dec 1;17(2):31-44.
  23. Zhang L, Liu J, Xie Y, Zhong S, Yang B, Lu D, Zhong Q. Distribution of microplastics in surface water and sediments of Qin river in Beibu Gulf, China. *Science of the Total Environment*. 2020 Mar 15;708:135176. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135176>
  24. Fareza AA, Sembiring E. Occurrence of microplastics in water, sediment and milkfish (*Chanos chanos*) in Citarum River Downstream (Case Study: Muara Gembong). In *E3S Web of Conferences 2020* (Vol. 148, p. 07005). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014807005>
  25. Yin L, Wen X, Huang D, Zhou Z, Xiao R, Du L, Su H, Wang K, Tian Q, Tang Z, Gao L. Abundance, characteristics, and distribution of microplastics in the Xiangjiang river, China. *Gondwana Research*. 2022 Jul 1;107:123-33. <https://doi.org/10.1016/j.jgr.2022.01.019>
  26. Napper IE, Thompson RC. Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: Effects of fabric type and washing conditions. *Marine pollution bulletin*. 2016 Nov 15;112(1-2):39-45. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.09.025>
  27. Di M, Wang J. Microplastics in surface waters and sediments of the Three Gorges Reservoir, China. *Science of the Total Environment*. 2018 Mar 1;616:1620-7. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.10.150>



©2022. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.