

Pencemaran Meso- dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang

Bagas Ari Wijaya dan Yulinah Trihadiningrum

Departemen Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: wijayabagasari@gmail.com

Abstrak—Kali Surabaya memegang peranan penting sebagai sumber air baku air minum. Namun Kali Surabaya mengalami penurunan kualitas, akibat pembuangan sampah ke sungai. Jenis sampah yang paling sering ditemukan adalah plastik. Partikel plastik dari jenis meso dan mikroplastik memiliki dampak negatif bagi ekosistem sungai. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kelimpahan meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Driyorejo hingga Karang Pilang, serta menentukan dan mengkaji distribusinya. Sampling dilakukan secara grab pada tiga kedalaman sungai (atas, tengah, dasar) dari tiga titik menurut lebar sungai (sisi kanan, tengah, dan kiri). Sampling dilakukan dengan dua kali pengulangan. Pengambilan sampel pada permukaan menggunakan *manta trawl* dan pada setengah kedalaman serta dasar kedalaman menggunakan *modified trawl*. Pengambilan sampel air untuk pengukuran parameter suhu, pH, berat jenis air menggunakan *Van Dorn sampler*, dan pengukuran kecepatan arus menggunakan *current meter*. Ekstraksi meso- dan mikroplastik dilakukan menggunakan hidrogen peroksida dan larutan NaCl. Kemudian meso- dan mikroplastik diamati dan disortasi menggunakan *stereomicroscope*. Kelimpahan tertinggi mesoplastik berada di permukaan sungai pada titik Driyorejo (1,22 partikel/m³). Adapun, kelimpahan tertinggi mikroplastik berada di permukaan sungai pada titik Driyorejo (13,33 partikel/m³). Distribusi longitudinal mesoplastik dan mikroplastik pada tiga titik sampling menunjukkan perubahan yang cukup signifikan. Dari titik Driyorejo ke titik Bambe kelimpahan mikroplastik menurun, sedangkan dari titik Bambe ke titik Karang Pilang terjadi peningkatan. Kelimpahan mesoplastik pada tiga titik cenderung menurun dari permukaan hingga dasar. Sedangkan distribusi vertikal mikroplastik berfluktuasi: menurun dari permukaan hingga ke setengah kedalaman, kemudian meningkat di bagian dasar sungai.

Kata Kunci—Distribusi, Kali Surabaya, *Manta Trawl*, Mesoplastik, Mikroplastik

I. PENDAHULUAN

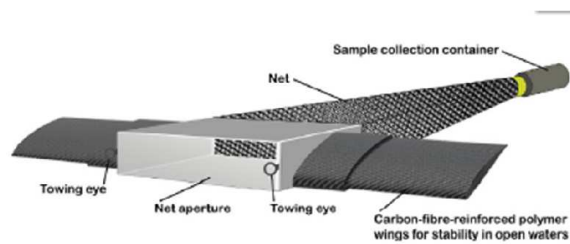
PERAN Kali Surabaya bagi masyarakat Surabaya sangat vital yaitu sebagai pemasok utama sumber air baku PDAM yang melayani lebih dari tiga juta penduduk Kota Surabaya. Namun lambat laun makin mengalami penurunan kualitas, diketahui akibat pembuangan sampah ke sungai. Sebanyak 32,5% warga Surabaya yang bermukim di radius 500 m di sekitar Kali Surabaya membuang sampahnya ke sungai[1]. Sedangkan di Kota Surabaya sebanyak 8,25% dari sampah total yang dihasilkan masyarakat merupakan sampah plastik[2]. Pelayanan pengelolaan sampah perkotaan di Indonesia baru mencapai 33%[3]. Hal tersebut mengakibatkan masih banyak

sampah yang tidak terkelola dengan baik, salah satunya sebanyak 2,9% sampah dibuang ke sungai[4]. Sampah plastik memiliki ketahanan dan sifat presisten, produksi yang terus meningkat serta tingkat pemulihan yang rendah. Hal itu menyebabkan akumulasi serpihan plastik di sepanjang garis pantai, di permukaan perairan, di berbagai kedalaman perairan, serta di sedimen[5]. Di perairan, terutama sungai, polimer plastik kurang dapat terurai secara biologis, melainkan terpecah-pecah menjadi bagian yang lebih kecil akibat radiasi UV dan arus air. Partikel plastik dapat dibagi menurut ukurannya, makroplastik yaitu yang berukuran lebih dari 2,5 cm, mesoplastik berukuran 2,5 cm sampai 5 mm dan mikroplastik yaitu yang berukuran kurang dari 5 mm[6]. Partikel plastik ini terutama meso dan mikroplastik memiliki dampak negatif bagi ekosistem sungai. Contoh dampaknya adalah bisa masuk saluran pencernaan ikan, serta bisa meningkatkan angka kematian organisme yang berhabitat di sungai[7]. Karena karakteristik warna serta ukurannya yang secara umum dapat dengan mudah dicerna oleh organisme[8]. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dan mengkaji kelimpahan serta distribusi persebaran meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen wilayah studi. Atas dasar sangat pentingnya keberadaan Kali Surabaya dalam memenuhi kebutuhan masyarakat Kota Surabaya, maka penelitian ini sangat diperlukan.

II. MATERIAL DAN METODE PENELITIAN

A. Metode Sampling

Sampling dilakukan secara *grab*, dilakukan pada masing-masing kedalaman yang tersusun dari posisi sampling berdasarkan lebar lokasi sungai (posisi tengah, posisi kanan, dan posisi kiri). Penentuan posisi titik sampling berdasarkan perhitungan proporsional sesuai lebar sungai. Posisi tengah didapatkan dari titik tengah pembagi penampang lebar sungai, sedangkan posisi kanan dan kiri didapatkan dari titik tengah pembagi kanan dan kiri sungai yang telah dipotong oleh titik tengah. Penentuan kedalaman dibagi menjadi 3 yaitu permukaan, setengah, dan dasar kedalaman. Posisi permukaan diambil pada permukaan masing – masing posisi. Titik posisi setengah kedalaman ditentukan dengan pengukuran menggunakan logam tambahan yang telah tertera ukuran dalam



Gambar 1. Manta Trawl untuk sampling meso- dan mikroplastik pada permukaan air

satuan meter. Titik dasar kedalaman didapatkan ketika trawl menempel dengan dasar kedalaman sungai. Waktu sampling dilakukan antara bulan Februari – Maret 2019. Pengulangan dilakukan sebanyak dua kali.

B. Sampling Meso- dan Mikroplastik pada Permukaan Air

Sampling mesoplastik dan mikroplastik pada permukaan air dilakukan dengan cara mengumpulkannya menggunakan manta trawl net. Metode ini melibatkan penyaringan padatan yang diperoleh dalam jaring sampel permukaan dengan diameter 0,3 mm untuk mengisolasi material padat dengan ukuran yang sesuai[9]. Jaring permukaan yang digunakan yaitu manta trawl. (Gambar 1.)

C. Sampling Meso- dan Mikroplastik pada Setengah dan Dasar Kedalaman

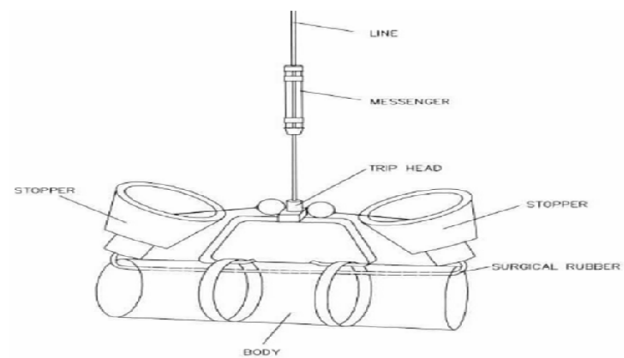
Sampling mesoplastik dan mikroplastik pada setengah dan dasar kedalaman mengadopsi metode sampling pada permukaan air, namun ada beberapa modifikasi pada alat sampling. Modifikasi terletak pada penghilangan sayap pada manta trawl untuk menghilangkan efek terapung, serta penambahan elemen struktur logam agar manta trawl bisa bertahan pada kedalaman yang diinginkan.

D. Sampling Air untuk Pengukuran Suhu, pH, Kuat Arus, dan Berat Jenis Air

Sampling air disini digunakan untuk pengukuran pH, suhu, kuat arus, dan berat jenis air pada masing-masing titik sampling untuk menghindari adanya *extraneous variable*. Pengambilan sampel air menggunakan alat yaitu *van dorn sampler* (Gambar 2.), yang biasa digunakan untuk pengambilan sampel air pada berbagai kedalaman (Permukaan, setengah kedalaman, dan kedalaman air)[10]. Untuk pengukuran kuat arus menggunakan *current meter*.

E. Sampling Pada Reference Site

Sebagai bentuk data pendukung untuk penelitian kali ini, dilakukan sampling pada *Reference Site* yaitu sumber Kali Brantas. *Reference Site* adalah suatu daerah yang dianggap mewakili lingkungan yang masih asli. Daerah yang masih minim aktivitas manusia dan minim pencemaran lingkungan. Sehingga *Reference Site* biasa digunakan untuk menilai dampak gangguan dan peristiwa pencemaran. Selanjutnya data sampling ini akan digunakan sebagai perbandingan serta titik kontrol sumber pencemaran meso- dan mikroplastik. Pada penelitian kali ini telah ditetapkan 3 titik lokasi. Yang pertama adalah di Arboretum titik nol Kali Brantas, dimana daerah tersebut adalah kawasan hutan lindung dan dimana air Kali



Gambar 2. Van Dorn Sampler untuk pengambilan sampel air

Brantas berasal. Yang kedua yaitu sebelum area wisata Coban Talun, berjarak kurang lebih 13 km setelah titik sampling pertama. Yang ketiga adalah setelah air terjun Coban Talun, berjarak kurang lebih 3 km dari lokasi kedua. Titik tersebut telah melewati daerah wisata serta beberapa pemukiman penduduk.

F. Ekstraksi Meso- dan Mikroplastik

Metode ekstraksi dan pemisahan mesoplastik dan mikroplastik pada sampel air dilakukan dengan urutan prosedur *wet sieving*, transfer padatan tersaring, *wet peroxide oxidation* (WPO), dan *density separation*. *Wet sieving* dilakukan dengan menyaring sampel dengan menggunakan saringan bertingkat berukuran 2,5 cm, 5 mm, dan 0,3 mm untuk mengisolasi padatan dengan ukuran yang diinginkan. Kemudian hasil saringan akan melewati proses transfer padatan tersaring, dengan tujuan untuk mengeringkan sampel padatan dan mengurangi kadar air menggunakan oven dengan suhu 90° C selama 24 jam. Selanjutnya adalah WPO menggunakan 20 mL Hidrogen Peroksida (H₂O₂) dan katalis FeSO₄.7H₂O dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan organik yang terdapat pada sampel padatan tersaring. Sampel dipanaskan hingga mencapai suhu 75° C sampai muncul gelembung. Prosedur selanjutnya adalah *density separation*, menggunakan bantuan 6 g NaCl ditambahkan per 20 mL untuk mengisolasi meso dan mikroplastik melalui mekanisme *floating* yang terjadi di *density separator*, diamkan semalaman. Kemudian hasil separasi disaring dengan saringan bertingkat.

G. Pengamatan Mikroskopik

Pengamatan mikroskopik disini bertujuan untuk sortasi partikel mesoplastik dan mikroplastik berdasarkan ukurannya sehingga bisa menghitung kelimpahan.

H. Analisis Data

Data kelimpahan meso- dan mikroplastik didapatkan dengan satuan jumlah partikel / m³ air. Jumlah partikel didapatkan dari perhitungan dan sortasi manual, sedangkan untuk volume air didapatkan dari luas penampang bukaan mulut trawl x kecepatan rata – rata arus x waktu. Kemudian analisis distribusi vertikal didapatkan dari kelimpahan meso dan mikroplastik di tiap titik pada setiap kedalaman, sedangkan data distribusi horizontal didapatkan dari kelimpahan meso dan mikroplastik di setiap kedalaman pada penggabungan 3 titik.

Tabel 1.
Titik koordinat titik sampling

No	Titik Lokasi Sampling	Koordinat	
		S	E
1	Driyorejo	07°22'00,0"	112°37'01,8"
2	Sebelum Jembatan Bambe	07°21'16,6"	112°39'30,2"
3	Sebelum Intake PDAM Karang Pilang	07°20'54,9"	112°40'52,8"

III. GAMBARAN WILAYAH STUDI

A. Gambaran Umum Kecamatan Driyorejo

Kecamatan Driyorejo berjarak 41 km dari pusat Kota Gresik dan terletak di ketinggian 11 m diatas permukaan laut. Dengan luas wilayah total 5.129,72 Ha, yang terdiri dari tanah sawah 1.639,59 Ha, pekarangan/halaman 2.174,99 Ha, tegal/kebun 1.052,06 Ha, lainnya 263,08 Ha. Terbagi menjadi 16 desa, 108 Rukun Warga (RW), 456 Rukun Tetangga (RT), dengan jumlah penduduk 99.436 jiwa (23.846 KK) dan kepadatan 1.938 jiwa/km². Tingkat pelayanan sampah di kabupaten Gresik masih sangat kecil, yaitu 20,91%. Paling besar masyarakat mengelola sampah rumah tangga dengan cara dibakar 49,43%, dibuang ke lahan kosong 18,21%, dan 8,7% dibuang ke sungai.

B. Gambaran Umum Kecamatan Karang Pilang

Kecamatan Karang Pilang termasuk wilayah geografis Kota Surabaya yang merupakan bagian dari wilayah Surabaya Selatan. Memiliki ketinggian 4-12 m diatas permukaan laut. Dengan luas wilayah total 9,24 km², dan terbagi menjadi 4 kelurahan yaitu, kelurahan Waru Gunung 3,86 km², kelurahan Karang Pilang 1,44 km², kelurahan Kebraon 2,08 km², dan kelurahan Kedurus 1,86 km². Terbagi menjadi 4 desa, 29 Rukun Warga (RW), 187 Rukun Tetangga (RT), dengan jumlah penduduk 75.481 jiwa dan kepadatan 8.169 jiwa/km². Pada tahun 2015 volume sampah Kota Surabaya mencapai 9.475,21 m³/hari, namun yang terangkut ke TPA hanya 4.925,5 m³/hari atau 51,98 %. Sebanyak 32,5% warga Surabaya yang bermukim di radius 500 m di sekitar Kali Surabaya membuang sampahnya ke sungai[1].

C. Gambaran Umum Kali Surabaya

Kali Surabaya merupakan anak Kali Brantas yang terbentang sepanjang 41 km mulai dari Dam Mlirip sampai Dam Jagir. Karakteristik Kali Surabaya secara umum kondisi struktur sungai relatif beralur lurus dengan penampang alur yang cukup dalam, berbantaran dan di beberapa tempat terdapat pulau. Pada bagian hulu dari Dam Mlirip sampai Driyorejo lebar sungai antara 30-35 meter, kedalaman tengahnya antara 2-3 meter dan kedalaman pinggir antara 0,5-1 meter. Sedangkan bagian hilir dari Driyorejo sampai Wonokromo lebar sungai antara 50-60 meter, kedalaman tengahnya antara 3,5-7 meter, dan kedalaman pinggir antara 0,9-1,5 meter[11]. Berdasarkan penelitian terdahulu, sepanjang tahun 2006-2011 Kali Surabaya menunjukkan perubahan debit yang seragam. Pada bulan Januari hingga Mei, debitnya berkisar antara 40-90 m³/detik, sedangkan bulan Juni hingga Desember kisaran debitnya hanya mencapai 10-30 m³/detik [12].



Gambar 3. Kelimpahan partikel mesoplastik pada 3 titik sampling

D. Detail Titik Lokasi Sampling

Pada penelitian kali ini wilayah studi (titik sampling) dibagi menjadi 3 titik. Pembagian titik tersebut didasarkan pada latar belakang karakteristik lokasi sungai yang hampir serupa dan keterjangkauan lokasi. 3 titik sampling tersebut berada di wilayah Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang. Untuk titik koordinat detailnya dapat dilihat pada Tabel 1 dan peta satelit detailnya dapat dilihat pada Gambar 1.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

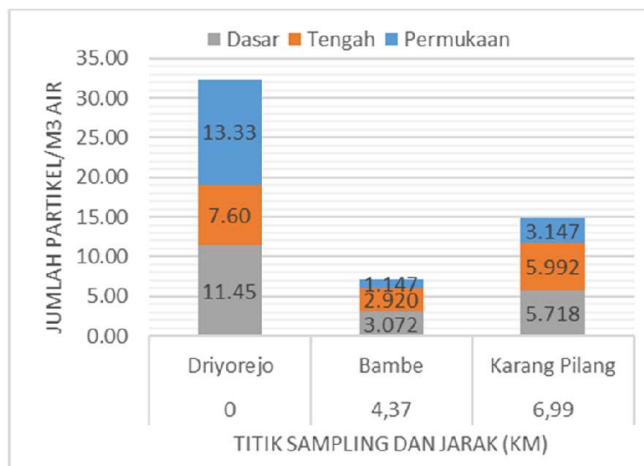
A. Waktu dan Kondisi Rona Lingkungan Titik Sampling

Sampling dilakukan dalam waktu dan kondisi rona lingkungan tertentu. Data kondisi lingkungan yang diukur antara lain adalah parameter suhu, pH, salinitas, densitas air sungai, dan kecepatan arus. Hasil pengukuran suhu pada posisi permukaan sungai menunjukkan rata – rata suhu tertinggi yaitu 28,73°C. Nilai pH cenderung tidak menunjukkan perubahan dari permukaan hingga dasar di semua titik sampling rata – rata pH adalah 8,4. Range pH tersebut masih sejalan dengan nilai pH rata – rata air sungai di mana banyak ekosistem biota akuatik, yaitu sekitar 7 – 8,5 [13]. Nilai salinitas cenderung meningkat menuju daerah hilir, dimana dari titik Driyorejo hingga Karang Pilang menunjukkan angka kenaikan sebesar 3,5. Nilai densitas pada permukaan, tengah, dan dasar sungai cenderung mengalami kenaikan pula mendekati daerah hilir, sejalan dengan nilai salinitas yang semakin meningkat ke daerah hilir. Untuk kecepatan air tidak terlalu terjadi fluktuasi yang signifikan, dan menunjukkan nilai rata – rata sebesar 0,37 m/s.

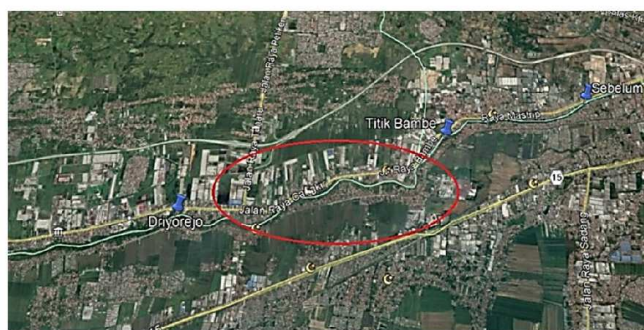
B. Distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik

Partikel meso- dan mikroplastik ditemukan pada semua titik dan semua penampang kedalaman. Distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik pada tiga titik sampling akan disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Distribusi horizontal mesoplastik dan mikroplastik pada tiga titik sampling menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan. Mulai dari titik Driyorejo ke titik Bambe mengalami penurunan kelimpahan, hal ini disebabkan morfologi aliran sungai dari

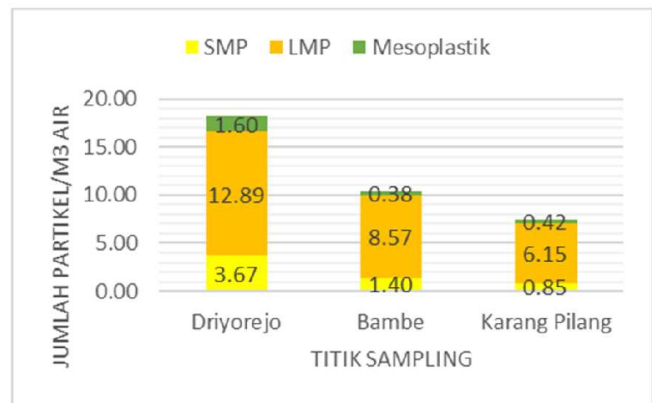


Gambar 4. Kelimpahan partikel mikroplastik pada 3 titik sampling

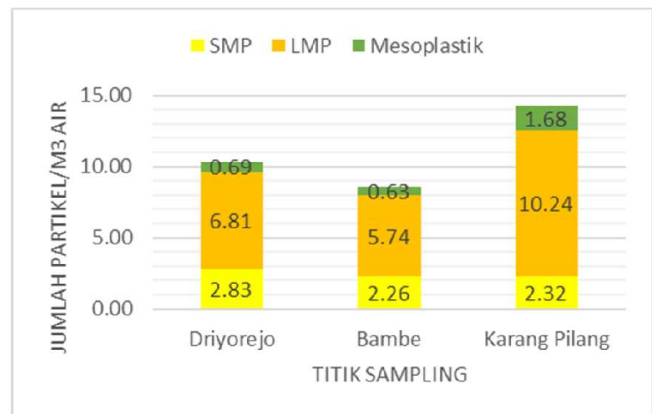


Gambar 5. Morfologi aliran sungai dari titik Driyorejo hingga Karang Pilang titik Driyorejo ke titik Bambe terdapat banyak sekali belokan atau *meander* (Gambar 5). Belokan pada morfologi aliran sungai berpotensi mengalami penurunan kecepatan aliran, sehingga bisa menyebabkan pengendapan sedimen serta berpotensi menyebabkan *settle* pada partikel mikroplastik [14]. Sehingga kelimpahan partikel meso- dan mikroplastik menjadi turun, karena kemungkinan mengendap di dasar sebelum sampai di titik Bambe. Selain itu faktor waktu sampling juga menjadi salah satu kemungkinan terjadinya penurunan yang cukup signifikan. Dimana diketahui aliran kali Surabaya merupakan hilir kali Brantas yang melewati banyak Kota dan Kabupaten. Tentunya tidak dapat diprediksi kapan kebiasaan masyarakat membuang sampahnya lebih banyak. Sedangkan jumlah kelimpahan dari titik Bambe ke titik Karang Pilang mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan karena morfologi aliran sungai dari titik Bambe ke titik Karang Pilang cenderung lurus. Sehingga faktor *settle* nya partikel mikroplastik di lintasan Bambe menuju Karang Pilang sangat kecil. Faktor waktu sampling juga menjadi salah satu kemungkinan terjadinya peningkatan jumlah kelimpahan tersebut.

Distribusi vertikal meso- dan mikroplastik juga menunjukkan angka yang fluktuatif. Dimana terjadi peningkatan kemudian penurunan nilai kelimpahan, begitupun sebaliknya dari permukaan hingga ke dasar. Berbeda dengan nilai distribusi kelimpahan mikroplastik di titik Bambe. Kelimpahan pada titik Bambe menunjukkan peningkatan semakin dalam kolom air. Hal ini diduga karena partikel plastik lambat terdegradasi pada kolom air. Semakin lama partikel



Gambar 6. Kelimpahan meso- dan mikroplastik berdasarkan ukuran (posisi permukaan)



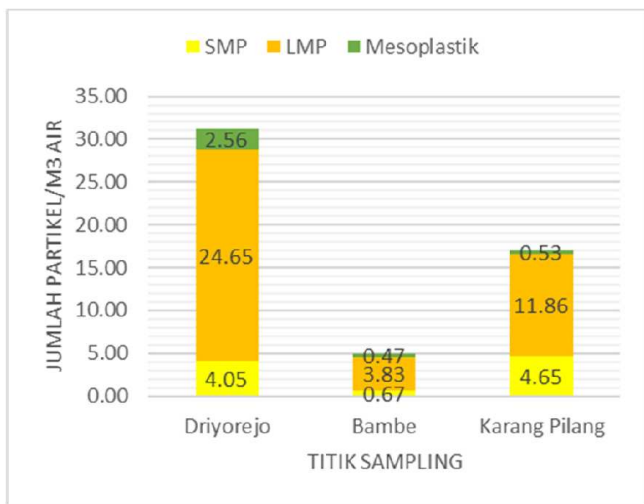
Gambar 7. Kelimpahan meso- dan mikroplastik berdasarkan ukuran (posisi tengah)

berada pada kolom air maka semakin rentan mengalami *biofouling*. *Biofouling* menyebabkan partikel akan cenderung lebih tenggelam karena *biofilm* yang dibentuk oleh mikroorganisme pada lapisan partikel plastik akan mempengaruhi rasio luas permukaan terhadap volume densitas[15].

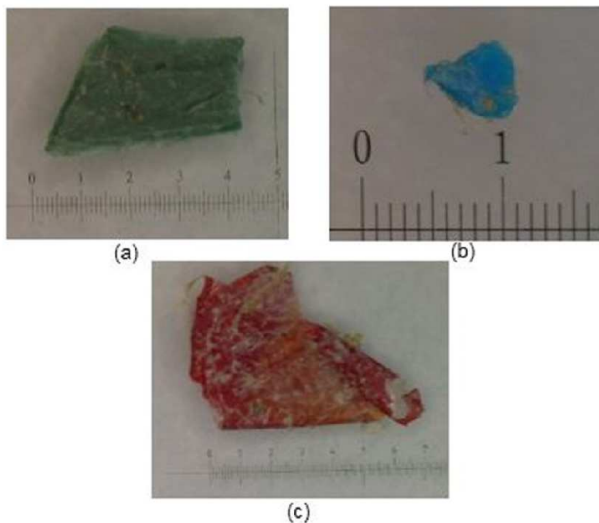
C. Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Ukuran

Berdasarkan ukuran, mikroplastik digolongkan kembali menjadi 2 yaitu, *large microplastic particle* (LMP) dan *small microplastic particle* (SMP). LMP berukuran dari 1 hingga 5 mm, sedangkan SMP berukuran kurang dari 1 mm namun lebih besar dari 1 µm[16]. Sedangkan untuk partikel mesoplastik memiliki ukuran mulai 5 mm sampai 2,5 cm. Semua kategori ukuran meso- dan mikroplastik ditemukan pada semua titik dan semua penampang kedalaman. Distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik berdasarkan ukuran pada tiga titik sampling akan disajikan pada Gambar 6, Gambar 7, dan Gambar 8.

Berdasarkan gambar 6, 7, dan 8 nilai distribusi kelimpahan setiap ukuran partikel menunjukkan angka yang fluktuatif. Baik secara distribusi vertikal maupun distribusi horizontal. Nilai kelimpahan tertinggi berada di titik Driyorejo pada posisi dasar kedalaman, yaitu ukuran partikel LMP dengan nilai kelimpahan 24,65 partikel/m³. Secara keseluruhan ukuran LMP paling dominan ditemukan pada semua titik sampling. Sedangkan



Gambar 8. Kelimpahan meso- dan mikroplastik berdasarkan ukuran (posisi dasar)



Gambar 9. Ukuran partikel meso- dan mikroplastik (a) Partikel LMP, (b) Partikel SMP, (c) Partikel Mesoplastik

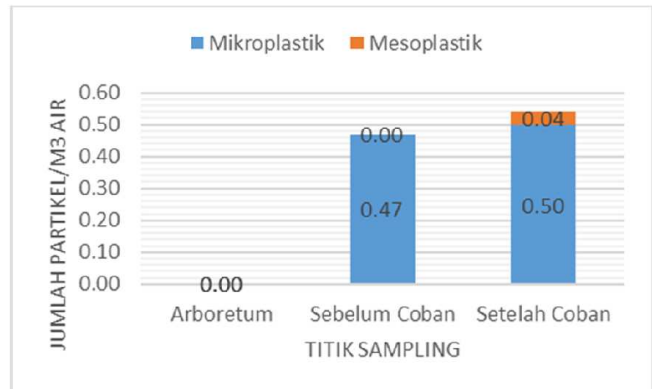
ukuran mesoplastik menunjukkan nilai yang paling kecil ditemukan di semua titik sampling.

Jumlah kelimpahan mikroplastik ukuran LMP menunjukkan dominasi pada semua titik sampling. Sedikit berbeda jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya, yang menyatakan bahwa keberadaan SMP lebih banyak dibandingkan LMP[17]. Penelitian tersebut dilakukan di sungai Rhine yang merupakan salah satu sungai terpanjang di Eropa. Panjang sungai tersebut mencapai 1.320 km. Jauh berbeda jika dibandingkan dengan kali Surabaya. Kali Surabaya merupakan anak sungai Brantas yang panjangnya hanya mencapai 320 km. Maka dari data tersebut diperkirakan faktor panjang lintasan sungai merupakan salah satu faktor mengapa LMP lebih banyak ditemukan di semua titik sampling. Karena panjang lintasan tersebut masih belum cukup untuk mikroplastik berukuran LMP terdegradasi menjadi SMP. Untuk partikel ukuran mesoplastik menunjukkan angka kelimpahan paling kecil pada semua titik sampling. Mesoplastik memiliki ukuran yang lebih besar daripada SMP dan LMP yakni 5 mm sampai 2,5 cm. Hal ini didukung oleh fakta bahwa plastik dengan ukuran lebih besar dapat mengalami

Tabel 2.

Detail koordinat titik *Reference Site*

Titik	Jarak (Km)	Koordinat	
		LS	BT
Arboretum	0	7° 45' 32"	112° 31' 39"
Sebelum Coban	13	7° 47' 60"	112° 30' 55,9"
Setelah Coban	16	7° 48' 17,5"	112° 31' 01,2"



Gambar 10. Kelimpahan partikel meso- dan mikroplastik pada *reference site*

pemecahan menjadi partikel yang lebih kecil[18]. Contoh ukuran tiap partikel dapat dilihat pada Gambar 9.

D. Hasil Sampling pada Reference Site

Gambaran lokasi serta detail koordinat titik pada *reference site*, akan disajikan pada Tabel 2.

Hasil pengolahan data sampling, menunjukkan bahwa pada titik Arboretum tidak ditemukan partikel mikroplastik maupun mesoplastik, karena memang pada daerah tersebut belum ada aktivitas manusia maupun permukiman. Sedangkan pada titik sebelum Coban Talun dan setelah Coban Talun ditemukan partikel mesoplastik maupun mikroplastik. Perhitungan data kelimpahan disajikan pada Gambar 10.

Kelimpahan partikel meso- dan mikroplastik pada titik arboretum menunjukkan nilai nol. Karena kawasan tersebut merupakan daerah hutan lindung dan belum ada sama sekali aktivitas manusia maupun permukiman. Pada titik sebelum Coban Talun menunjukkan angka kelimpahan mikroplastik sebesar 0,47 partikel/m³. Titik tersebut berjarak kurang lebih 13 km setelah titik Arboretum, dan sudah banyak melewati permukiman warga. Pada titik setelah Coban Talun menunjukkan nilai kelimpahan paling tinggi, yaitu 0,5 partikel/m³ untuk mikroplastik dan 0,04 partikel/m³ untuk mesoplastik. Titik tersebut berjarak kurang lebih 3 km dari titik sebelum coban. Titik tersebut merupakan area rekreasi dimana banyak aktivitas manusia salah satunya pembuangan sampah.

E. Perbandingan Kelimpahan Daerah Studi dengan Reference Site

Kelimpahan partikel mesoplastik di tiga titik sampling menunjukkan nilai tertinggi sebesar 6,67 partikel/m³. Sedangkan partikel mikroplastik menunjukkan kelimpahan tertinggi di tiga titik sampling sebesar 13,33 partikel/m³. Sedangkan pada *Reference Site* kelimpahan tertinggi partikel mesoplastik sebesar 0,04 partikel/m³. Untuk partikel mikroplastik kelimpahan tertinggi hanya mencapai 0,5

partikel/m³. Jumlah kelimpahan mesoplastik pada daerah studi 100 kali lebih banyak dibandingkan dengan daerah *reference site*. Sedangkan jumlah kelimpahan mikroplastik pada daerah studi 25 kali lebih banyak dibandingkan *reference site*. Salah satu faktor penyebab perbedaan jumlah tersebut kemungkinan adalah kepadatan penduduk di masing-masing daerah. Kepadatan penduduk daerah studi mencapai 1.900 – 8.100 jiwa/m². Sedangkan pada daerah *reference site* yang terletak di Kecamatan Bumiaji Kota Batu, memiliki kepadatan penduduk hanya mencapai 454 jiwa/km². Kepadatan pada daerah studi mencapai 15 kali lipat dari kepadatan *reference site*. Hal tersebut diperkirakan menjadi salah satu faktor perbedaan jumlah kelimpahan partikel meso- dan mikroplastik. Karena semakin padat penduduk pada kawasan tertentu maka semakin banyak pula aktivitas manusia yang bisa berujung pada timbulan sampah yang tinggi. Karena tingkat pelayanan pengelolaan sampah perkotaan di Indonesia baru mencapai 33%[3]. Sehingga mengakibatkan masih banyak sampah yang tidak terkelola dengan baik, salah satunya sebanyak 2,9% sampah dibuang ke sungai[4].

V. KESIMPULAN

Distribusi horizontal mesoplastik dan mikroplastik pada tiga titik sampling menunjukkan fluktuasi. Dari titik Driyorejo ke titik Bambe mengalami penurunan kelimpahan, sedangkan jumlah kelimpahan dari titik Bambe ke titik Karang Pilang mengalami peningkatan. Sedangkan untuk distribusi vertikal partikel mesoplastik pada tiga titik mengalami penurunan jumlah kelimpahan mulai permukaan hingga ke dasar. Di sisi lain distribusi vertikal partikel mikroplastik cenderung mengalami fluktuasi jumlah kelimpahan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Suwari, "Model Pengendalian Pencemaran," *Disertasi*, 2010.

- [2] Suprpto, "Role of recycling in increasing integrated waste," vol. 9, no. 2, pp. 127–142, 2016.
- [3] C. Meidiana and T. Gamse, "Development of waste management practices in Indonesia," *Eur. J. Sci. Res.*, vol. 40, no. 2, pp. 199–210, 2010.
- [4] Y. Dhokhikah and Y. Trihadiningrum, "Solid waste management in Asian developing countries: challenges and opportunities," *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, vol. 2, no. 7, pp. 329–335, 2012.
- [5] D. K. A. Barnes, F. Galgani, R. C. Thompson, and M. Barlaz, "Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments," *Philos. Trans. R. Soc. B Biol. Sci.*, vol. 364, no. 1526, pp. 1985–1998, 2009.
- [6] S. Lippiatt, S. Opfer, and C. Arthur, "Marine debris monitoring and assessment: recommendations for monitoring debris trends in the marine environment," 2013.
- [7] J. C. Vermaire, C. Pomeroy, S. M. Herczegh, O. Haggart, and M. Murphy, "Microplastic abundance and distribution in the open water and sediment of the Ottawa River, Canada, and its tributaries," *Facets*, vol. 2, no. 1, pp. 301–314, 2017.
- [8] P. J. Kershaw and others, "Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment," 2017.
- [9] J. Masura, J. E. Baker, G. D. Foster, C. Arthur, and C. Herring, "Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments," 2015.
- [10] U. Epa and E. Response Team, "Standard Operating Procedures SOP: 2013 page: 1 of 14 Surface Water Sampling."
- [11] A. Novitasari, "Analysis on Pollution Sources at Kali Surabaya, Jawa Timur," 2015.
- [12] M. Ali, "Aplikasi Model Simulasi Komputer Qual 2kw pada Studi Pemodelan Kualitas Air Kali Surabaya."
- [13] H. Effendi, *Telaah Kualitas Air, Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius, 2003.
- [14] J. Tibbetts, S. Krause, I. Lynch, and G. H. Sambrook Smith, "Abundance, distribution, and drivers of microplastic contamination in urban river environments," *Water*, vol. 10, no. 11, p. 1597, 2018.
- [15] F. M. C. Fazey and P. G. Ryan, "Biofouling on buoyant marine plastics: an experimental study into the effect of size on surface longevity," *Environ. Pollut.*, vol. 210, pp. 354–360, 2016.
- [16] G. Peng, P. Xu, B. Zhu, M. Bai, and D. Li, "Microplastics in freshwater river sediments in Shanghai, China: a case study of risk assessment in mega-cities," *Environ. Pollut.*, vol. 234, pp. 448–456, 2018.
- [17] T. Mani, A. Hauk, U. Walter, and P. Burkhardt-Holm, "Microplastics profile along the rhine river," *Sci. Rep.*, vol. 5, Dec. 2015, doi: 10.1038/srep17988.
- [18] K. Zhang, W. Gong, J. Lv, X. Xiong, and C. Wu, "Accumulation of floating microplastics behind the three gorges dam," *Environ. Pollut.*, vol. 204, pp. 117–123, Sep. 2015, doi: 10.1016/j.envpol.2015.04.023.