



TUGAS AKHIR - RE 184804

**DISTRIBUSI MESOPLASTIK DAN MIKROPLASTIK
DI KALI SURABAYA PADA SEGMENT GUNUNG SARI
SAMPAI JAGIR**

KHALDA ARDELIA YUNUS
0321154000011

Dosen Pembimbing
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019



FINAL PROJECT - RE 184804

**MESO- AND MICROPLASTIC DISTRIBUTION IN
SURABAYA RIVER ALONG GUNUNG SARI TO
JAGIR SEGMENT**

KHALDA ARDELIA YUNUS
0321154000011

Supervisor
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

ENVIRONMENTAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2019

LEMBAR PENGESAHAN

DISTRIBUSI MESOPLASTIK DAN MIKROPLASTIK DI KALI SURABAYA PADA SEGMENT GUNUNG SARI SAMPAI JAGIR

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memenuhi Gelar
Sarjana Teknik
Pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
KHALDA ARDELIA YUNUS
NRP. 0321154000011

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc
NIP. 19530706 198403 2 004



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DISTRIBUSI MESOPLASTIK DAN MIKROPLASTIK DI KALI SURABAYA PADA SEGMENT GUNUNG SARI SAMPAI JAGIR

Nama : Khalda Ardelia Yunus
NRP : 0321154000011
Departemen : Environmental Engineering
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum,
M.App.Sc.

ABSTRAK

Kota Surabaya dengan kepadatan penduduk 8.463 jiwa per km² menghasilkan 8,25% sampah plastik per tahun 2016. Penelitian ini dilakukan di segmen Gunung Sari sampai Jagir. Sepanjang segmen ini terdapat permukiman padat penduduk. Akibat keterbatasan pemerintah dalam pelayanan pengelolaan sampah, 2,9% sampah terbuang ke sungai. Tanpa dipungkiri sungai pun sudah mengalami pencemaran. Salah satu jenis sampah yang sering ditemukan ialah sampah plastik yang terbagi menjadi makroplastik, mesoplastik (MeP), dan mikroplastik (MP). Penelitian ini bertujuan untuk (1) menentukan kelimpahan meso- dan mikroplastik, (2) menentukan karakteristik termasuk bentuk, ukuran, warna, dan jenis meso dan mikroplastik, dan (3) menentukan distribusi vertikal dan horizontal mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir.

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *grab sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pada permukaan air, setengah kedalaman air, dan dasar kedalaman di posisi kanan, tengah, dan kiri sungai. Pengulangan dilakukan sebanyak dua kali sehingga didapat 54 sampel air pada 3 lokasi pengambilan sampel. Pengambilan sampel meso- dan mikroplastik dilakukan menggunakan manta *trawl*, kemudian diekstraksi dengan hidrogen peroksida dan katalis FeSO₄·7H₂O. Sampel dipisahkan menurut massa jenis dengan bantuan NaCl untuk selanjutnya diidentifikasi berdasarkan karakteristik visual. Polimer penyusun plastik dianalisis dengan FTIR.

Kelimpahan meso- dan mikroplastik di titik Gunung Sari sebanyak 15,9 partikel/m³, di titik Joyoboyo kelimpahan terhitung sebanyak 56,2 partikel/m³, dan di titik Jagir, kelimpahan terhitung

sebanyak 58,1 partikel/m³. Partikel berbentuk *film* mendominasi di penampang kanan dan kiri sungai kecuali di segmen Gunung Sari yaitu pada setengah kedalaman. Partikel LMP di titik Gunung Sari paling banyak dijumpai di permukaan sungai (4,7 partikel/m³). Di titik Joyoboyo, partikel LMP paling banyak terdapat di setengah kedalaman sungai (16,9 partikel/m³). Namun di titik Jagir, partikel SMP mendominasi yaitu di dasar sungai (22,1 partikel/m³). Warna dari meso- dan mikroplastik yang mendominasi ialah transparan dengan rata-rata tertinggi di dasar sungai titik Jagir. Dari total 30 sampel bentuk dan warna, dipilih 16 sampel dari titik pengambilan sampel yang memiliki bentuk dan warna partikel terbanyak. Didapatkan polimer yang terkandung di antaranya *low density polyethylene* (LDPE), *polystyrene* (PS), *polypropylene* (PP), dan *polyethylene terephthalate* (PET). PP mendominasi pada permukaan air sedangkan LDPE mendominasi pada setengah kedalaman dan dasar air.

Kata Kunci: Distribusi, Kali Surabaya, Kelimpahan, Manta Trawl, Mesoplastik, Mikroplastik.

MESO- AND MICROPLASTIC DISTRIBUTION IN SURABAYA RIVER ALONG GUNUNG SARI TO JAGIR SEGMENT

Name : Khalda Ardelia Yunus
NRP : 0321154000011
Department : Environmental Engineering
Supervisor : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

ABSTRACT

Surabaya with a population density of 8.463 people per km² produces 8.25% plastic waste in 2016. This research was conducted on Gunung Sari until Jagir segment. All of these segments are densely populated settlements. Due to the government's limitations in managing waste, 2.9% of waste is wasted into rivers. One type of waste that is often found is plastic waste which is divided into macroplastic, mesoplastic (MeP), and microplastic (MP). This study aims to (1) determine meso- and microplastic abundance, (2) determine the characteristics including shape, size, colour, and type of meso- and microplastic, and (3) determine the vertical and horizontal distribution of meso- and microplastic in Surabaya River on Gunung Sari to Jagir segment.

Sampling was conducted by grab sampling on the water surface, middle, and bottom in the right, middle, and left position of the river. Repetition was done twice. Total of 54 samples were obtained from 3 sampling locations. Collection of meso- and microplastic samples was done using manta trawl and extracted with hydrogen peroxide and FeSO₄.7H₂O as catalyst. Samples are then separated based on the density with the help of NaCl to later be identified based on their visual characteristics. The polymer type was analysed using FTIR.

Abundance of meso- and microplastic in Gunung Sari was of 15.9 items/m³, in Joyoboyo 56.2 items/m³, and in Jagir 58.1 items/m³. Meso- and microplastics in the shape of film dominated the right and left positions of the river in Gunung Sari segment, in the middle depth. Large microplastics (LMP) were mostly found on the surface water of Gunung Sari (4.7 items/m³). In Joyoboyo, LMPs were most often found in the middle depth (16.9 items/m³). However, in Jagir, particles were dominantly consist of SMP in the bottom (22.1 items/m³). The dominating colour of meso- and

microplastic was transparent with the highest number of average located in Jagir segment. From 30 samples, 16 samples of the highest number in shapes and colours were chosen. The polymers obtained were low density polyethylene (LDPE), polystyrene (PS), polypropylene (PP), and polyethylene terephthalate (PET). PP dominates on the water surface meanwhile on the half depth and water depth, LDPE was the dominant polymer.

Keyword(s): Abundance, Distribution, Manta Trawl, Mesoplastic, Microplastic, Surabaya River.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena dengan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan Tugas Akhir dengan judul “Distribusi Mesoplastik dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Gunung Sari sampai Jagir”. Tugas Akhir ini disusun dalam rangka memenuhi penyelesaian Program Sarjana Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Selama pelaksanaan penelitian dan penulisan Tugas Akhir ini penulis telah banyak mendapat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc. selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan nasehat, arahan, pemikiran, dan bimbingan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
2. Dr. Ir. Ellina S. Pandebesie, MT., Arseto Yekti Bagastyo, ST., MT., MPhil, Ph.D., Welly Herumurti, ST., MSc. selaku dosen pengarah yang selalu memberi masukan dan saran.
3. Pegawai Jasa Tirta I – Divisi Jasa ASA II, nelayan, penarik perahu tambangan Kali Surabaya, dan semua pihak yang telah membantu dalam pengambilan data.
4. Kedua orang tua yang selalu memberi dukungan dan dorongan baik selama menjalani masa studi dan penyusunan tugas akhir.
5. Tim *plastic research*; Mbak Prieska, Mas Firdaus, Bagas, Cindy, dan Pingky yang selalu mendampingi dalam memberi dukungan bagi penulis selama penyusunan tugas akhir.
6. Teman-teman angkatan 2015 Departemen Teknik Lingkungan terutama untuk Ninis, Raya, Dinda, Prita, Azary, yang senantiasa menemani selama masa studi.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna. Namun, Penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat menjadi pengetahuan baru dan bermanfaat bagi semua pihak.

Hormat,

Penulis

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	iv
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR.....	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Ruang Lingkup.....	3
1.5 Manfaat.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Karakteristik Plastik	5
2.2 Degradasi Plastik.....	7
2.3 Sampah Plastik di Surabaya.....	8
2.4 Sumber Mesoplastik dan Mikroplastik	9
2.5 Karakteristik Mesoplastik dan Mikroplastik	10
2.5.1 Bentuk.....	10
2.5.2 Ukuran	11
2.5.3 Warna	11
2.6 Dampak Mesoplastik dan Mikroplastik	12
2.7 Penelitian Terdahulu	12
BAB 3 GAMBARAN LOKASI STUDI.....	14
3.1 Gambaran Umum Kota Surabaya	15
3.2 Gambaran Umum Kali Surabaya.....	17
3.2.1 Umum	17
3.2.2 Pencemaran Kali Surabaya.....	17

BAB 4 METODE PENELITIAN	19
4.1 Umum	19
4.2 Kerangka Penelitian.....	19
4.3 Studi Literatur.....	21
4.4 Persiapan Penelitian	22
4.4.1 Persiapan Alat dan Bahan.....	22
4.4.2 Penentuan Variabel	23
4.4.3 Penentuan Titik Pengambilan Sampel	23
4.5 Pengumpulan Data	25
4.5.1 Pengambilan Sampel Permukaan Air	26
4.5.2 Pengambilan Sampel Setengah Kedalaman dan Dasar Sungai.....	27
4.5.3 Pengambilan Sampel Air	29
4.6 Penanganan Sampel	30
4.6.1 Pemisahan Mesoplastik dan Mikroplastik pada Sampel Air	30
4.6.2 Pengukuran Parameter Berat Jenis, Suhu, pH, dan Salinitas Air Sungai	31
4.6.3 Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR)	32
4.7 Analisis Data dan Pembahasan.....	32
4.8 Kesimpulan dan Saran	33
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN	35
5.1 Kondisi Lapangan	35
5.2 Distribusi Meso- dan Mikroplastik.....	35
5.2.1 Ukuran Meso- dan Mikroplastik	38
5.2.2 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik	41
5.2.3 Bentuk Meso- dan Mikroplastik	45
5.2.4 Warna Meso- dan Mikroplastik	48
5.2.5 Jenis Meso- dan Mikroplastik	52

5.3 Perbandingan dengan <i>Reference Site</i>	55
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN	61
6.1 Kesimpulan	61
6.2 Saran	62
DAFTAR PUSTAKA	63
LAMPIRAN A	69
LAMPIRAN B	71
LAMPIRAN C	73
LAMPIRAN D	79
LAMPIRAN E	85
BIOGRAFI PENULIS	87

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis, Densitas, dan Aplikasi Plastik	6
Tabel 2. 2 Komposisi Sampah Kota Surabaya.....	8
Tabel 2. 3 Sumber Mesoplastik dan Mikroplastik Primer dan Sekuder	10
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu	12
Tabel 3. 1 Persentase Sampah Tidak Terlayani sepanjang Sungai Brantas	18
Tabel 4. 1 Alat-alat yang Digunakan	22
Tabel 4. 2 Bahan-bahan yang Digunakan	23
Tabel 4. 3 Koordinat Titik Pengambilan Sampel	24
Tabel 4. 4 Koordinat <i>Reference Site</i>	24
Tabel 5. 1 Waktu dan Kondisi Titik Pengambilan Sampel pada Permukaan Air.....	36
Tabel 5. 2 Waktu dan Kondisi Titik Pengambilan Sampel pada Setengah Kedalaman Air	36
Tabel 5. 3 Waktu dan Kondisi Titik Pengambilan Sampel pada Dasar Air	37
Tabel 5. 4 Waktu dan Kondisi Titik Pengambilan Sampel pada Hulu Sungai Brantas	56

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Perpindahan Mikroplastik pada Kolom Air ...	6
Gambar 2. 2 Klasifikasi Ukuran Sampah Plastik.....	11
Gambar 3. 1 Tata Guna Lahan Lokasi Penelitian	16
Gambar 4. 1 Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 4. 2 Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel.....	24
Gambar 4. 3 Moda transportasi pengambilan sampel	25
Gambar 4. 4 Manta <i>trawl</i> untuk pengambilan sampel permukaan air.....	26
Gambar 4. 5 Manta <i>trawl</i> untuk pengambilan sampel setengah kedalaman dan dasar sungai	28
Gambar 4. 6 <i>Van Dorn sampler</i> sebagai alat pengambilan sampel air.....	29
Gambar 5. 1 Ukuran Meso- dan Mikroplastik.....	38
Gambar 5. 2 Ukuran Meso- dan Mikroplastik pada Permukaan Air	39
Gambar 5. 3 Ukuran Meso- dan Mikroplastik pada Setengah Kedalaman Air.....	40
Gambar 5. 4 Ukuran Meso- dan Mikroplastik pada Dasar Air....	40
Gambar 5. 5 Kelimpahan di Titik Gunung Sari.....	41
Gambar 5. 6 Kelimpahan di Titik Joyoboyo.....	42
Gambar 5. 7 Kelimpahan di Titik Jagir	42
Gambar 5. 8 Rata-rata di Tiap Lokasi	43
Gambar 5. 9 Anak Sungai pada Titik Joyoboyo	44
Gambar 5. 10 Bentuk Meso- dan Mikroplastik	45
Gambar 5. 11 Bentuk Meso- dan Mikroplastik pada Permukaan Air	46
Gambar 5. 12 Bentuk Meso- dan Mikroplastik pada Setengah Kedalaman Air.....	47
Gambar 5. 13 Bentuk Meso- dan Mikroplastik pada Dasar Air...	47
Gambar 5. 14 Warna Meso- dan Mikroplastik.....	49
Gambar 5. 15 Warna Meso- dan Mikroplastik pada Permukaan Air	50
Gambar 5. 16 Warna Meso- dan Mikroplastik pada Setengah Kedalaman Air.....	51
Gambar 5. 17 Warna Meso- dan Mikroplastik pada Dasar Air....	51
Gambar 5. 18 Persebaran Jenis Polimer di Titik Gunung Sari ...	52

Gambar 5. 19 Persebaran Jenis Polimer di Titik Joyoboyo	53
Gambar 5. 20 Persebaran Jenis Polimer di Titik Jagir	54
Gambar 5. 21 Kelimpahan di Hulu Sungai Brantas	56
Gambar 5. 22 Bentuk Meso- dan Mikroplastik pada <i>Reference Site</i>	57
Gambar 5. 23 Warna Meso- dan Mikroplastik pada <i>Reference Site</i>	58
Gambar 5. 24 Ukuran Meso- dan Mikroplastik pada <i>Reference Site</i>	59

BAB 1 PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Surabaya merupakan kota metropolitan dengan jumlah penduduk yang padat dengan pelayanan sampah yang terbatas. Berdasarkan Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (2016), di Surabaya pada tahun 2014 dari 9.185,93 m³ sampah yang dihasilkan perhari, hanya 4.853,33 m³ atau 52,83% dari total sampah yang diproduksi terangkut. Sedangkan pada tahun 2015 sampah yang dihasilkan meningkat menjadi 9.475,21 m³/hari, namun jumlah sampah yang terangkut menurun menjadi 4.925,50 m³ atau 51,98%. Sebanyak 8,25% dari sampah total yang dihasilkan masyarakat kota Surabaya merupakan sampah plastik (Suprpto, 2016).

Menurut Nurdin dkk. (2015), Kali Surabaya memasok 96% dari kebutuhan air baku PDAM Kota Surabaya. Kali Surabaya merupakan hilir Kali Brantas dengan panjang 42 km yang melintasi empat kabupaten/kota yaitu Mojokerto, Sidoarjo, Gresik, dan Surabaya, dari dam Mlirip hingga pintu air Jagir. Sebanyak 32,5% jumlah penduduk di bantaran Kali Surabaya membuang air limbah dan sampah domestik ke Kali Surabaya (Suwari, 2010). Tingginya persentase ini menyebabkan terjadinya pencemaran sungai akibat sampah plastik sehingga berdampak terhadap lingkungan dan kesehatan tubuh manusia. Terutama karena plastik mengandung banyak zat aditif (Dekiff dkk., 2014) dan menyerap kontaminan organik di sekitarnya (Bakir dkk., 2012). Sungai menjadi tempat pembuangan akhir bagi 2,9% sampah yang tidak terangkut ke TPA (Dhokhikah dan Trihadiningrum, 2012). Kapasitas pelayanan sampah Kota Surabaya yang terbatas menjadi salah satu alasan sampah dapat berakhir di Kali Surabaya.

Sepanjang segmen Gunung Sari, Joyoboyo, dan Jagir merupakan permukiman padat penduduk. Ketiga titik pengambilan sampel dipilih berdasarkan aksesibilitas sungai, ketersediaan transportasi pengambilan sampel, dan karakteristik sungai yang serupa. Pada perairan plastik dengan berbagai ukuran dan dari bermacam-macam sumber dapat mudah dijumpai dan memengaruhi banyak spesies yang terjerat maupun yang

mencerna plastik. Sampah plastik terbagi menjadi makroplastik, mesoplastik, dan mikroplastik. Plastik dengan ukuran yang lebih besar akan terdegradasi menjadi mikroplastik akibat pengaruh radiasi ultraviolet, pelapukan, dan aliran air (Wagner dkk., 2014). Mesoplastik adalah fragmen plastik berukuran 5 mm sampai 25 mm (Iwasaki dkk., 2017). Sedangkan mikroplastik adalah fragmen plastik yang berukuran kurang dari 5 mm (Thompson, 2009). Selain bersumber dari degradasi produk atau yang sering disebut mikroplastik sekunder, mikroplastik dapat pula diproduksi sebagai produk utama. Sebagai contoh mikroplastik yang digunakan sebagai resin pelet atau nurdles. Mikroplastik dapat dikonsumsi oleh biota akuatik karena kesalahpahaman identifikasi mangsa atau makanan yang berwarna dan berbentuk mirip dengan mikroplastik (Young dan Elliott, 2016). Mikroplastik pun menjadi jalan masuk polutan ke rantai makanan dan menyebabkan terjadinya bioakumulasi plastik.

Berbagai metode deteksi, kuantifikasi, dan karakterisasi mesoplastik dan mikroplastik di perairan laut dapat diaplikasikan di sungai (Medrano dkk., 2015). Pada penelitian ini, digunakan manta trawl sebagai alat pengambilan sampel (Virsek dkk., 2016). Sampel yang telah didapatkan kemudian dipilah berdasarkan bentuk dan warna untuk dianalisis menggunakan spektroskopi Fourier Transform Infrared (FTIR). Metode spektroskopi infrared akan menunjukkan komposisi kimia plastik sehingga diperoleh data jenis polimer penyusun mesoplastik dan mikroplastik. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi berupa jumlah kelimpahan, karakteristik, dan distribusi mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Gunung Sari sampai Jagir. Sehingga selanjutnya menjadi acuan untuk mengubah pelayanan pengelolaan sampah, terutama sampah plastik agar tidak memasuki badan air.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang menjadi dasar untuk dilakukan penelitian Distribusi Mesoplastik dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Gunung Sari sampai Jagir ialah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelimpahan mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir?

2. Bagaimana karakteristik termasuk bentuk, ukuran, warna, dan jenis mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir?
3. Bagaimana distribusi vertikal dan horizontal mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir secara vertikal dan horizontal?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menentukan kelimpahan mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir.
2. Menentukan karakteristik termasuk bentuk, ukuran, warna, dan jenis mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir.
3. Menentukan distribusi vertikal dan horizontal mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir.

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel akan dilakukan pada tiga level posisi air yaitu permukaan, tengah, dan dasar pada kanan, tengah, dan kiri penampang sungai.
2. Pengambilan sampel akan dilakukan antara bulan Februari – Maret 2019, saat musim hujan.
3. Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Air dan Laboratorium Limbah Padat dan B3, Departemen Teknik Lingkungan FTSLK-ITS.
4. Meso- dan mikroplastik yang ditemukan adalah bukan berasal dari degradasi plastik di sumber.
5. Waktu pengambilan sampel di tiap titik ialah 20 menit.
6. Mesoplastik yang dianalisis dalam penelitian berukuran 5 sampai 25 mm dan mikroplastik berukuran 0,3 mm sampai 5 mm.

1.5 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan memberi manfaat berupa:

1. Penyediaan informasi ilmiah tentang kelimpahan, karakteristik, dan distribusi mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir.
2. Acuan untuk mengubah pelayanan pengelolaan sampah Kota Surabaya

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karakteristik Plastik

Plastik tersusun atas rantai polimer yang terdiri dari molekul kecil atau monomer dan tersambung satu sama lain dengan ikatan kimia. Berdasarkan struktur monomer plastik menurut Hahladakis dan Iacovidous (2018), plastik terbagi menjadi:

a. Termoset

Plastik termoset terbentuk ketika rantai makromolekul terikat silang sehingga tidak dapat kembali ke bentuk semula.

b. Termoplastik

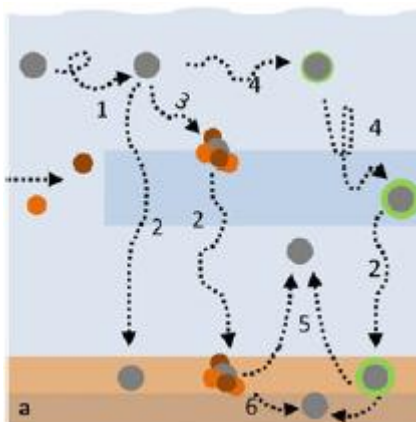
Termoplastik dibedakan menjadi termoplastik tidak terbentuk dan termoplastik semi kristal. Kedua jenis ini akan memengaruhi sifat plastik, seperti warna, resistensi, daya larut, stabilitas termal, densitas, kekokohan, dan kekuatan.

Kemasan plastik pada umumnya terbuat dari termoplastik. Plastik terbagi dalam tujuh tipe dengan densitas berbeda-beda. Masing-masing tipe plastik terdistribusi dan berpindah sesuai dengan nilai densitas. Densitas dapat menjadi faktor keberadaan suatu jenis plastik di kolom air. Plastik dengan densitas lebih kecil dari densitas air akan mengapung dan sebaliknya (Anderson dkk., 2016).

Saat meso- atau mikroplastik memasuki badan air, dapat terjadi tiga kemungkinan perpindahan hingga nantinya terkubur di dasar sungai. Plastik yang berdensitas tinggi memungkinkan untuk langsung mendendap (*settling*). Sedangkan plastik yang memiliki densitas lebih ringan teragregasi dengan bantuan algae, sedimen, atau bahan organik (*organic matter*). Selain teragregasi, *biofouling* dapat pula terjadi pada partikel berdensitas ringan.

Proses *biofouling* dan kolonisasi organisme pada permukaan plastik akan membentuk biofilm. Keberadaan biofilm menambah berat partikel, dengan demikian mempercepat proses tenggelamnya partikel plastik ke dasar (Lobelle dan Cunliffe, 2011). Partikel-partikel yang sudah teragregasi maupun mengalami *biofouling* dapat kemudian terkubur atau ter-resuspensi sehingga kembali melayang (tersuspensi) di kolom air. *Settling* dan resuspensi partikel dipengaruhi oleh karakteristik

partikel seperti densitas, ukuran, bentuk, dan porositas. Gambar 2.1 menggambarkan skema perpindahan mikroplastik pada kolom air. Densitas plastik dapat diamati dalam Tabel 2.1.



Gambar 2. 1 Skema Perpindahan Mikroplastik pada Kolom Air

- (1) Perpindahan partikel akibat turbulensi, (2) Settling, (3) Agregasi, (4) Biofouling, (5) Resuspensi, (6) Terkubur
 Sumber: Wagner dan Lambert (2018)

Tabel 2. 1 Jenis, Densitas, dan Aplikasi Plastik

Tipe	Jenis plastik	Singkatan	Densitas (g/m ³)	Aplikasi
1	<i>Polyethylene terephthalate</i>	PET	1,3 - 1,4	Botol plastik seperti botol minuman
2	<i>High-density polyethylene</i>	HDPE	0,93 - 0,97	Tas plastik, botol detergen
3	<i>Polyvinil chloride</i>	PVC	1,16–1,44	Pipa, kabel
4	<i>Low density polyethylene</i>	LDPE	0,91-0,925	Kantong plastik kiloan Gelas plastik,
5	<i>Polypropylene</i>	PP	0,90 - 0,92	sedotan, sendok plastik

Tipe	Jenis plastik	Singkatan	Densitas (g/m ³)	Aplikasi
6	<i>Polystyrene</i>	PS	0,96 - 1,04	Pada bungkus makanan cepat saji atau bungkus alat elektronik
7	Lain-lain	Other	1,11 - 1,22	Tali, jala ikan, galon

2.2 Degradasi Plastik

Plastik merupakan polimer sintesis yang memiliki daya guna tinggi karena bersifat persisten dan resisten dari pengaruh lingkungan. Namun saat sudah berada di lingkungan, plastik memiliki daya degradasi rendah dan waktu tinggal yang lama. Menurut Wagner dan Lambert (2018), proses degradasi awal dipengaruhi oleh:

1. Degradasi fisik mekanis

Degradasi fisik mekanis disebabkan oleh abrasi, arus, pemanasan atau pendinginan, dan pengeringan atau pembasahan. Degradasi fisik mekanis membuat ukuran partikel polimer mengecil sehingga luas permukaan membesar. Semakin besar luas permukaan maka reaktivitas semakin meningkat sehingga proses degradasi juga semakin cepat.

2. Fotodegradasi akibat sinar UV.

Fotodegradasi terbagi menjadi fotolisis dan fotooksidasi. Fotolisis terjadi saat sinar UV memutuskan rantai ikatan molekul polimer. Sedangkan fotooksidasi merupakan degradasi permukaan polimer akibat radiasi sinar UV dan oksigen. Keberadaan radiasi sinar UV dan oksigen akan membentuk radikal hidroksil (*OH) yang kemudian memotong rantai karbon polimer. Keberadaan aditif khusus seperti antioksidan dapat memperlambat proses degradasi. Degradasi permukaan polimer menyebabkan keretakan dan pelapukan warna plastik.

3. Degradasi kimia akibat oksidasi atau hidrolisis.

Plastik yang telah mengalami fotodegradasi berpotensi mengalami degradasi kimia. Setelah melalui perubahan struktur kimia, berat molekul polimer akan berkurang.

4. Biodegradasi oleh mikroorganism

Proses biodegradasi polimer dilanjutkan dengan mineralisasi oleh organisme seperti bakteri, fungi, dan algae. Pada proses degradasi awal, polimer plastik terkonversi menjadi unit molekular yang lebih kecil (depolymerisasi), seperti oligomer, dimer, dan monomer, oleh eksoenzim dari mikroorganism. Unit-unit molekular kecil tersebut bersifat larut dalam air sehingga dapat menembus membran bakteri yang bersifat semi-permeabel. Oleh bakteri, molekular-molekular kecil plastik digunakan sebagai karbon dan sumber energi (Devi dkk., 2015).

Degradasi kimia mikroplastik selanjutnya terjadi secara aerobik atau anaerobik. Degradasi secara aerobik terjadi dengan keberadaan oksigen sebagai oksidator. Produk dari degradasi organik ialah CO₂, H₂O, dan peningkatan jumlah mikroorganism. Sedangkan jika tidak terdapat oksigen, zat kimia anorganik seperti nitrat (NO₃⁻), sulfat (SO₄²⁻), iron (Fe³⁺), mangan (Mn⁴⁺), dan karbon dioksida (CO₂) berperan sebagai oksidator. Selain CO₂, H₂O, dan peningkatan jumlah mikroorganism, produk lain dari degradasi anaerobik ialah gas nitrogen (N₂), hidrogen sulfida (H₂S), dan gas metan (CH₄), tergantung oksidator yang digunakan.

Selain keberadaan mikroorganism yang sesuai dan morfologi polimer, suhu, pH, kelembapan, dan salinitas menjadi faktor penting dalam proses biodegradasi.

2.3 Sampah Plastik di Surabaya

Menurut Suprpto (2016), sampah plastik di Surabaya mencapai 8,25% dengan spesifikasi pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Komposisi Sampah Kota Surabaya

No	Komponen	Komposisi (%)
1	Organik	75,03
2	Kayu	1,95
3	Kardus	0,02
4	Kertas	9,2
5	PE film	4,61
6	PP film	2,75
7	PVC film	0,15

No	Komponen	Komposisi (%)
8	PET bottle	0,09
9	Plastik campuran	0,56
10	<i>Polystyrene</i>	0,09
11	<i>Ferous metals</i>	0,6
12	<i>Non-ferous metals</i>	0,03
13	Kaca	0,54
14	Tekstil	4,17
15	Lain-lain	0,21

Berdasarkan ukurannya, sampah plastik diklasifikasikan menjadi makroplastik, mesoplastik, dan mikroplastik. Makroplastik merupakan partikel plastik berukuran lebih besar dari 25 mm (Lahens dkk., 2018). Mesoplastik merupakan partikel plastik berukuran antara 5 sampai 25 mm (Iwasaki dkk., 2017). Mikroplastik merupakan partikel plastik yang berukuran kurang dari 5 mm. Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti, namun kebanyakan penelitian mengambil objek minimal 300 μm (Lippiat dkk., 2013).

2.4 Sumber Mesoplastik dan Mikroplastik

Mesoplastik merupakan hasil degradasi dari makroplastik dan salah satu sumber mikroplastik. Berdasarkan sumbernya, mikroplastik terbagi menjadi mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer didefinisikan sebagai mikroplastik yang ditujukan untuk diproduksi dalam bentuk mikroskopi. Sedangkan mikroplastik sekunder merupakan fragmen hasil degradasi plastik yang lebih besar.

Dengan menggunakan literatur mengenai mikroplastik, maka dapat ditentukan sumber mesoplastik. Tabel 2.3 menjelaskan kedua sumber secara lebih lanjut.

Tabel 2. 3 Sumber Mesoplastik dan Mikroplastik Primer dan Sekunder

Primer	Sekunder
Produk perawatan seperti <i>beads</i> yang bersifat eksfoliasi pada pasta gigi, sabun	Plastik yang dibuang langsung ke badan air
Produk perawatan lainnya seperti busa cukur, <i>lipstick</i> , maskara	Abrasi <i>fibers</i> dari tekstik sintetis
Resin pellet (<i>nurdles</i>)	Abrasi dari ban mobil
Industri abrasif	Pembuangan sampah plastik secara umum
Industri proses	Sampah plastik yang tidak terangkut
Produk medis	Jala ikan

Sumber: Thompson 2009, Browne dkk. 2011, Sundt dkk. 2014, Peng dkk. 2017

2.5 Karakteristik Mesoplastik dan Mikroplastik

2.5.1 Bentuk

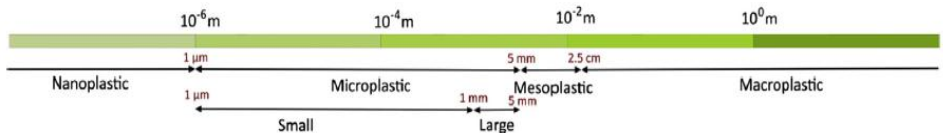
Mesoplastik merupakan hasil degradasi dari makroplastik dan salah satu sumber mikroplastik. Dengan menggunakan literatur mengenai mikroplastik, maka dapat ditentukan bentuk mesoplastik. Menurut Lusher dkk. (2017), bentuk mikroplastik dibedakan menjadi lima kategori. Meski demikian, penamaan yang digunakan dalam beberapa penelitian lain dapat berbeda. Lima bentuk tersebut ialah fragmen, *fiber*, *beads*/bulat, *film*, dan pelet.

Menurut Sari (2018), jenis fragmen kerap kali bersumber dari buangan limbah atau sampah dari kegiatan pertokoan dan warung makan yang menggunakan bungkus nasi, kemasan makanan siap saji, dan botol minuman plastik. Jenis fiber bersumber dari peralatan pancing seperti jala ikan, bahan pakaian, dan karung plastik yang telah mengalami degradasi. Jenis *beads* atau bulat bersumber dari produk perawatan yang bersifat eksfoliasi seperti pada pasta gigi dan sabun. Menurut Kingfisher (2011), jenis film merupakan polimer plastik sekunder yang berasal

dari fragmentasi kantong plastik dan memiliki densitas rendah. Sedangkan pelet merupakan mikroplastik primer sebagai bahan baku pembuatan produk plastik.

2.5.2 Ukuran

Mesoplastik merupakan partikel plastik berukuran antara 5 sampai 25 mm (Iwasaki dkk., 2017). Tidak ada perbedaan khusus untuk ukuran mesoplastik. Sedangkan berdasarkan ukurannya, mikroplastik digolongkan menjadi *large microplastic particle* (LMP) dan *small microplastic particle* (SMP). LMP berukuran antara 1 sampai 5 mm, sedangkan SMP berukuran kurang dari 1 mm (Tankovic dkk., 2015).



Gambar 2. 2 Klasifikasi Ukuran Sampah Plastik
(Van Cauwenberghe dkk., 2015)

2.5.3 Warna

Mesoplastik merupakan hasil degradasi dari makroplastik dan salah satu sumber mikroplastik. Dengan menggunakan literatur mengenai mikroplastik, maka dapat ditentukan warna mesoplastik. Berdasarkan Peng dkk. (2017), warna diklasifikasikan menjadi merah, putih, kuning, biru, hitam, dan transparan. Warna digunakan sebagai identifikasi awal dari komposisi kimia plastik (Hilal dan Al-Najjar, 2009). Menurut Ismail dkk. (2009), plastik pelet berwarna bening dan transparan umumnya dianggap berasal dari jenis *polypropylene* (PP), dan warna putih dari *polyethylene* (PE). Selain itu, warna juga menandakan indeks fotodegradasi, lama waktu tinggal di perairan, dan tingkat pelapukan (Hidalgo-Ruz dkk., 2012). Menurut Endo dkk. (2005), pelet jenis PE berwarna pudar dilansir mengandung *polychlorinated biphenyl* (PCB) lebih tinggi dibanding pelet berwarna cerah, karena proses perubahan warna (*yellowing*) mengindikasikan lebih lamanya waktu plastik terpapar air, yang menambah kemungkinan polimer teroksidasi.

2.6 Dampak Mesoplastik dan Mikroplastik

Mikroplastik dapat dikonsumsi oleh biota akuatik karena kesalahpahaman identifikasi mangsa atau makanan yang berwarna dan berbentuk mirip dengan mikroplastik (Young dan Elliott, 2016). Mikroplastik yang termakan ikan akan menyebabkan gangguan imun, keracunan hati, pelemahan jaringan, hingga kematian yang mengancam biodiversitas biota akuatik. Plastik mengandung banyak zat aditif (DeKiff dkk., 2014) dan menyerap kontaminan organik di sekitarnya (Bakir dkk., 2012). Dengan demikian mikroplastik menjadi jalan masuk polutan ke rantai makanan dan menyebabkan terjadinya bioakumulasi plastik. Hal ini dapat mengancam kesehatan warga Surabaya.

2.7 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian tentang mikroplastik di sungai telah dilakukan untuk memberikan informasi terkait mikroplastik, seperti membuktikan keberadaan mikroplastik di perairan. Penelitian terdahulu yang terkait dapat dilihat pada Tabel 2.4.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Nama	Tahun	Judul Penelitian	Kelimpahan
1	Lin, Zuo, Peng, Cai, Fok, Yan, Li, dan Xu	2018	Occurrence and distribution of microplastics in an urban river: A case study in the Pearl River along Guangzhou City, China	379-7924 partikel/m ³ pada kolom air 80-9597 partikel/m ³ pada sedimen PE = 64,3% PP = 73,8% Bentuk dominan = fiber Warna dominan = putih dan kuning
2	Manalu	2017	Kelimpahan Mikroplastik di Teluk Jakarta	<u>Sampel air</u> 2881-7473 partikel/m ³ Bentuk dominan = fragmen Warna dominan = hitam, putih

No	Nama	Tahun	Judul Penelitian	Kelimpahan
				<u>Sampel sedimen</u> 18405-38790 partikel/kg sedimen kering Bentuk dominan = fragmen Warna dominan = hitam, putih
3	Gundogdu dan Cevik	2018	Micro- and mesoplastics in Northeast Levantine coast of Turkey: The preliminary results from surface samples	Rata-rata 0,376 partikel/m ² Fragmen = 1063 partikel; 60,1% Transparan = 590 partikel
4	Lahens, Strady, Kieu-Le, Dris, Boukerma, Rinnert, Gasperi, dan Tassin	2018	Macroplastic and Microplastic Contamination Assessment of A Tropical River (Saigon River, Vietnam) Transversed by a Developing Megacity	Fiber = 172000-519000 partikel/m ³ Fragmen = 10-223 partikel/m ³ Dari 57 fragmen yang diamati, PE = 49,2% PP = 31,6% PS = 3,5% PVC = 1,8% Others = 13,9%

Kali Surabaya memiliki peran penting sebagai sumber utama air baku PDAM. Potensi tercemarnya Kali Surabaya dengan partikel mesoplastik dan mikroplastik dapat mengancam kesehatan warga Surabaya. Dengan masih sedikitnya informasi mengenai mesoplastik dan mikroplastik di Indonesia dan literatur yang mencukupi untuk menjadi dasar penelitian, harus dilakukan penelitian guna mengetahui distribusi mesoplastik dan mikroplastik di Indonesia, khususnya Kali Surabaya.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 3

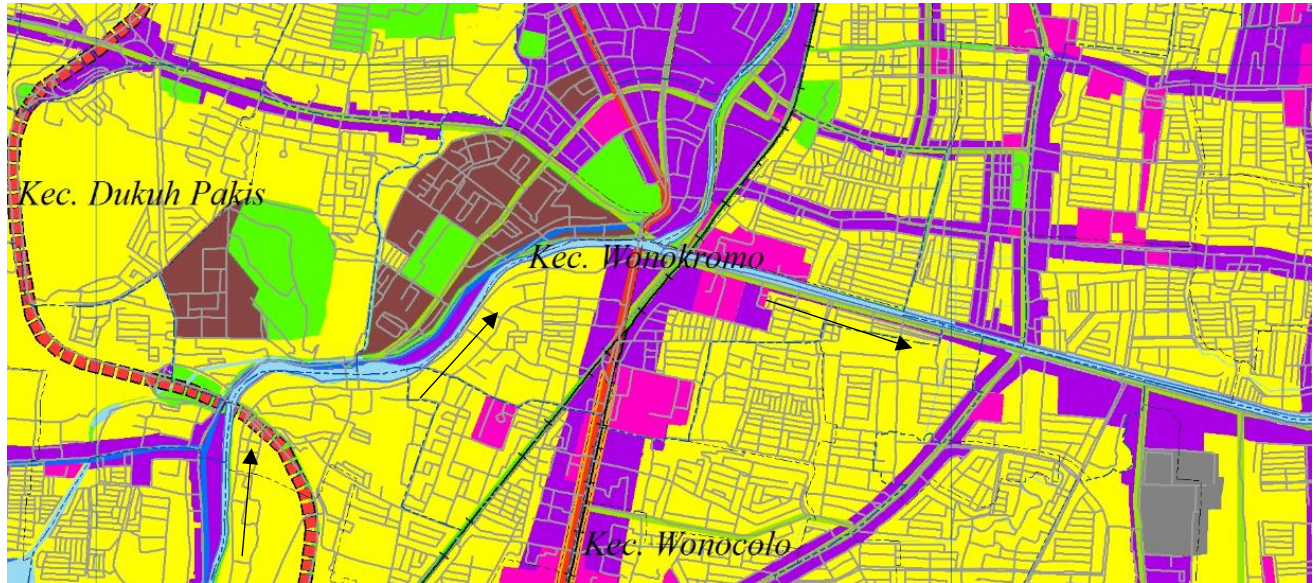
GAMBARAN LOKASI STUDI

3.1 Gambaran Umum Kota Surabaya

Kota Surabaya terletak antara 07°21' LS dan 112°36' BT sampai 112°54' BT. Wilayahnya merupakan daratan rendah dengan ketinggian 3 – 6 meter di atas permukaan air laut. Pada sebelah utara dan timur berbatasan dengan Selat Madura, sebelah selatan berbatasan dengan Kabupaten Sidoarjo, dan sebelah barat berbatasan dengan Kabupaten Gresik. Kota Surabaya memiliki luas 326,36 km² yang terbagi dalam 31 kecamatan dan 163 kelurahan. Peta rencana tata ruang wilayah Kota Surabaya dapat diamati pada Lampiran A.

Kota Surabaya termasuk kota padat penduduk dengan 75% wilayah merupakan permukiman, 10% untuk perdagangan dan jasa, 10% untuk ruang terbuka hijau, dan 5% untuk lain-lain. Pada penelitian ini segmen Gunung Sari terletak di kecamatan Dukuh Pakis, Surabaya Selatan, dengan luas wilayah 9,94 km² dan kepadatan penduduk 6.472 jiwa per km². Sedangkan segmen Joyoboyo dan Jagir terletak di kecamatan Wonokromo, Surabaya Selatan. Kecamatan Wonokromo memiliki luas 8,47 km² dengan kepadatan penduduk 15.844 jiwa per km². Peta tata guna lahan di sekitar wilayah penelitian disajikan pada Gambar 3.1.

Berdasarkan Gambar 3.1, wilayah di sekitar Kali Surabaya segmen Gunung Sari sampai Jagir digunakan sebagai permukiman. Menurut Kota Surabaya Dalam Angka 2017, kecamatan Dukuh Pakis dan Wonokromo merupakan kecamatan terpadat ke-9 dan 22 dari 31 kecamatan secara berurutan. Berdasarkan DLH Provinsi Jatim (2015), kedalaman rata-rata pada segmen Gunung Sari sampai Jagir adalah 3,76 m, lebar rata-rata sungai adalah 52,46 m, kecepatan aliran rata-rata adalah 0,2 m/detik, dan debit rata-rata adalah 34,39 m³/detik.



Gambar 3. 1 Tata Guna Lahan Lokasi Penelitian
Sumber: Peta Rencana Pola Ruang Kota Surabaya

3.2 Gambaran Umum Kali Surabaya

3.2.1 Umum

Kali Surabaya, Kali Mas, dan Kali Wonokromo adalah sungai utama di Surabaya yang merupakan DAS Brantas. Kali Surabaya merupakan hilir Sungai Brantas dengan panjang 42 km yang melintasi empat kabupaten/kota yaitu Mojokerto, Sidoarjo, Gresik, dan Surabaya, dari dam Mlirip hingga pintu air Jagir.

Kali Surabaya berperan penting bagi keberlangsungan hidup masyarakat Surabaya karena digunakan PDAM sebagai air baku untuk memenuhi kebutuhan air minum (Priyono, 2013). Berdasarkan Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 187 Tahun 1988 tentang Peruntukan Air Sungai di Jawa Timur, Kali Surabaya ditetapkan sebagai badan air golongan B, yaitu sebagai bahan baku air minum dan keperluan rumah tangga lainnya. Adapun menurut BLH Kota Surabaya (2009), fungsi Kali Surabaya diantaranya:

- a. Sebagai sumber air baku bagi PDAM, penyuplai air untuk industri, perikanan, dan pertanian melalui Perum Jasa Tirta.
- b. Sebagai pengendali banjir Kota Surabaya dan sekitarnya dengan pengaturan debit di pintu air Mlirip dan Gunung Sari.
- c. Pemasok air sebagai aliran dasar (base flow) sebesar 7,5 m³/detik yang berfungsi untuk pengenceran limbah industri dan limbah domestik, dan mempertahankan ekosistem sungai, baik di Kali Surabaya sendiri maupun saluran drainase kota.
- d. Sebagai sarana wisata dan olahraga air.
- e. Sebagai sarana transportasi air.

3.2.2 Pencemaran Kali Surabaya

Hasil penelitian yang dilakukan oleh *Ecological Observation and Wetlands Conservation* (Ecoton) di kali Surabaya menyebutkan bahwa banyak ikan yang mandul. Hal ini karena kandungan logam yang tergolong tinggi. Makanan yang dikonsumsi oleh ikan di Kali Surabaya terindikasi mengandung senyawa estrogenik. Seperti *bisfenol A* (BPA), botol susu bayi, wadah makanan, dan termo plastik. Akibatnya, suka ikan di Kali Surabaya mengalami kegagalan dalam proses pembentukan spermatis menjadi spermatozoa (Anonim, 2018).

Berdasarkan Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (2016), di Surabaya pada tahun 2014 dari 9.185,93 m³ sampah yang dihasilkan perhari, hanya terangkut 4.853,33 m³ atau 52,83% dari total sampah. Sedangkan pada tahun 2015 sampah yang dihasilkan meningkat menjadi 9.475,21 m³/hari, namun persentase sampah yang terangkut menurun menjadi 51,98%. Tabel 3.1. menunjukkan kota dan kabupaten yang dilewati Sungai Brantas hingga mencapai Kota Surabaya.

Tabel 3. 1 Persentase Sampah Tidak Terlayani sepanjang Sungai Brantas

Kota/ Kabupaten	Timbulan sampah (ton/hari)	Sampah ditimbun di TPA (ton/hari)	Persentase daerah tidak terlayani
Kab. Gresik	561	187	16,6%
Kab. Mojokerto	716,64	70	61%
Kab. Sidoarjo	1280	575	52%
Kab. Jombang	130	90	83%
Kab. Blitar	412,04	264,5	44,6%
Kediri	145,07	124	5%
Kab. Nganjuk	1046,28	17,9	9,8%
Kab. Tulungagung	246,61	120,89	26,3%
Kab. Malang	464,15	253,23	40%
Batu	155,79	90	40%

Sumber: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018

Sungai menjadi tempat pembuangan akhir bagi 2,9% sampah yang tidak terangkut ke TPA (Dhokhikah dan Trihadiningrum, 2012). Kapasitas pelayanan sampah Kota Surabaya, dan daerah lain yang dilewati Sungai Brantas, yang terbatas menjadi salah satu alasan sampah dapat berakhir di Kali Surabaya.

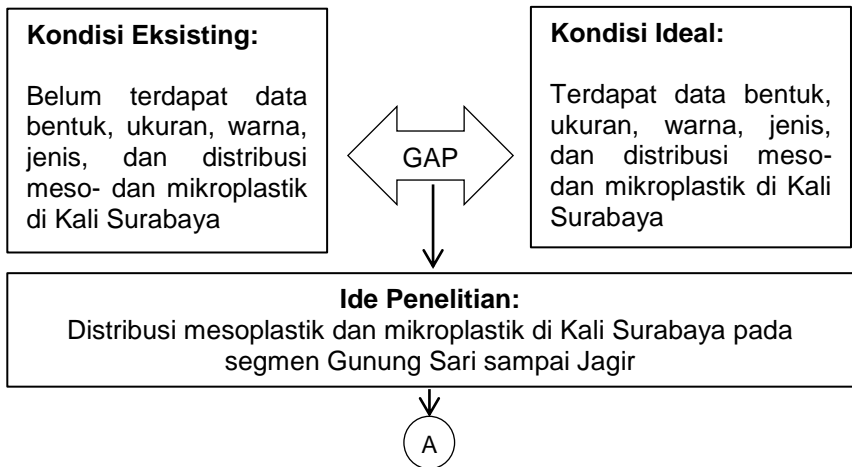
BAB 4 METODE PENELITIAN

4.1 Umum

Metode penelitian disusun untuk mengkaji metode yang akan dilakukan selama penelitian. Penyusunan metode penelitian berfungsi sebagai arahan pengerjaan penelitian dan agar dapat mencapai tujuan yang telah direncanakan.

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kelimpahan, karakteristik, dan distribusi mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir untuk mengetahui distribusi mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir. Analisis pada penelitian ini terbagi menjadi tiga bagian. Pertama, mengidentifikasi karakteristik mikroplastik. Dari kegiatan ini akan didapatkan data berupa bentuk, ukuran, warna, dan jenis mesoplastik dan mikroplastik. Sehingga ketiga, dapat diketahui bagaimana distribusi vertikal dan horizontal meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir.

4.2 Kerangka Penelitian



A



Rumusan Masalah:

- Bagaimana kelimpahan mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir?
- Bagaimana karakteristik termasuk bentuk, ukuran, warna, dan jenis mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir?
- Bagaimana distribusi vertikal dan horizontal mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir secara vertikal dan horizontal?



Tujuan:

- Menentukan kelimpahan mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir.
- Menentukan karakteristik termasuk bentuk, ukuran, warna, dan jenis mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir.
- Menentukan distribusi vertikal dan horizontal mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Jagir secara vertikal dan horizontal.

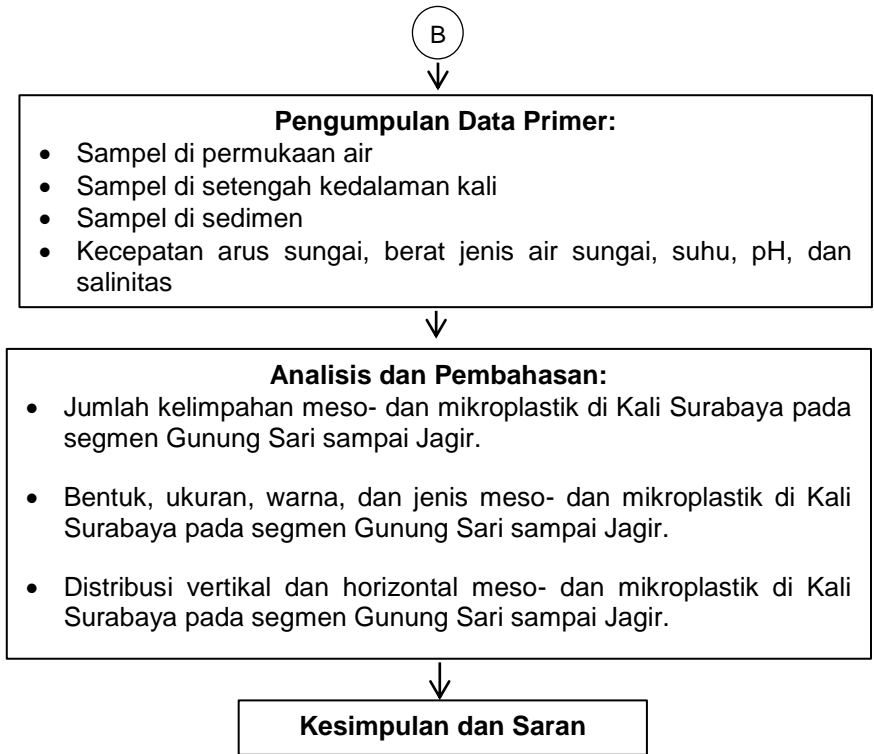


Studi Literatur:

- Sumber mesoplastik dan mikroplastik
- Densitas mesoplastik dan mikroplastik
- Jenis-jenis plastik
- Karakteristik plastik



B



Gambar 4. 1 Diagram Alir Penelitian

4.3 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk mendapatkan teori yang dapat dijadikan acuan dalam pelaksanaan penelitian. Sumber yang digunakan berasal dari buku teks, jurnal-jurnal terkait baik internasional maupun nasional, artikel, peraturan, dan laporan tugas akhir maupun tesis. Hasil studi literatur dirangkum dalam Bab 2 pada penelitian ini.

4.4 Persiapan Penelitian

4.4.1 Persiapan Alat dan Bahan

a. Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Alat-alat yang Digunakan

No	Alat	Kegunaan
1	<i>Stereomicroscope Sunshine tipe SZM45T-B1</i>	Mengamati meso- dan mikroplastik pada perbesaran 40x
2	Manta <i>trawl</i>	Mengambil sampel pada permukaan, setengah kedalaman, dan dasar sungai
3	GPS	Penunjuk keberadaan titik pengambilan sampel
4	Spektrofotometer FTIR	Menunjukkan komposisi kimia mikroplastik
5	Cawan petri	Sebagai wadah saat memisahkan hasil ekstraksi mikroplastik
6	Pinset	Sebagai alat pemindah sampel hasil ekstraksi yang akan ditempatkan di cawan petri
7	<i>Ice box</i>	Tempat pengawetan sampel sebelum dipindahkan ke freezer laboratorium
8	<i>Van Dorn sampler</i>	Mengambil sampel air sungai untuk uji parameter
9	<i>pH meter</i>	Mengukur pH air sungai
10	<i>Density meter</i>	Mengukur berat jenis air sungai
11	Termometer digital	Mengukur suhu air sungai

b. Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Tabel 4. 2 Bahan-bahan yang Digunakan

No	Bahan	Kegunaan
1	Hidrogen peroksida (H ₂ O ₂)	Oksidator, menghilangkan kandungan organik yang terdapat pada sampel
2	FeSO ₄ .7H ₂ O	Sebagai katalis untuk mempercepat proses oksidasi oleh H ₂ O ₂ .
3	6 g larutan NaCl	Memisahkan partikel meso- dan mikroplastik menurut berat jenis pada sampel air
4	Aquades	Pencegah kontaminasi sampel dengan cara disemprotkan dari botol

4.4.2 Penentuan Variabel

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas berupa posisi titik pengambilan sampel dan ukuran plastik.
2. Variabel terikat berupa bentuk, ukuran, warna, dan jenis mesoplastik dan mikroplastik pada tiap titik pengambilan sampel.

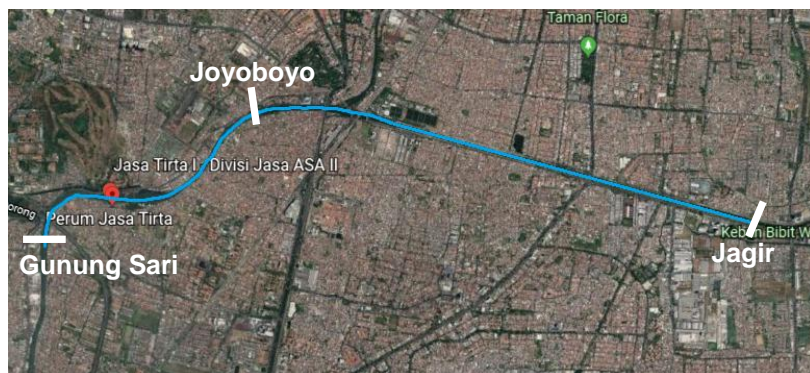
4.4.3 Penentuan Titik Pengambilan Sampel

Penelitian dilakukan di Kali Surabaya segmen Gunung Sari sampai Jagir, seperti pada Gambar 4.2. Titik pengambilan sampel dibedakan berdasarkan posisi dan lebar sungai. Pengambilan sampel menurut posisi dilakukan pada tiga level kedalaman air yaitu permukaan air, setengah kedalaman air, dan dasar sungai. Sedangkan pengambilan sampel menurut lebar sungai dilakukan pada kanan, tengah, dan kiri sungai. Ketiga titik pengambilan sampel dipilih berdasarkan aksesibilitas sungai, ketersediaan perahu tambangan, dan karakteristik sungai yang serupa. Dasar kedalaman pada tiap-tiap posisi adalah ketika manta *trawl* menyentuh dasar sungai. Posisi tengah sungai ditentukan dengan membagi dua lebar sungai. Posisi kanan dan kiri ditentukan dengan membagi dua jarak antara tengah sungai ke

tepi sungai. Koordinat titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4. 3 Koordinat Titik Pengambilan Sampel

Titik Lokasi Pengambilan Sampel	Koordinat	
	Lintang Selatan	Bujur Timur
Bendungan Gunung Sari	07°21'16.6"	112°39'30.2"
Jembatan Joyoboyo	07°18'30.1"	112°43'08.2"
Jagir	07°17'59,9"	112°43'53.4"



Gambar 4. 2 Peta Lokasi Titik Pengambilan Sampel

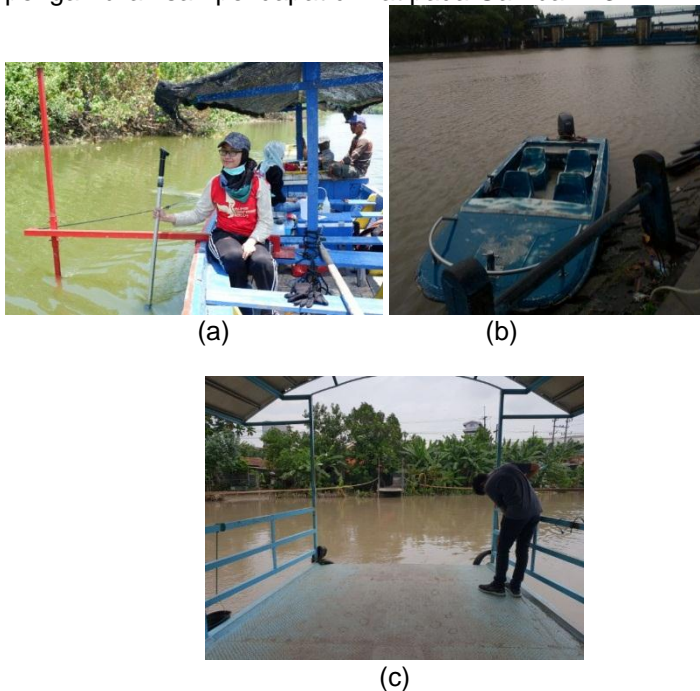
Selain pengambilan sampel pada ketiga lokasi sampling, dilakukan pula pengambilan sampel pada hulu sungai Brantas, yaitu di Arboretum Sumber Brantas, sebelum Coban Talun, dan Coban Talun. Dikarenakan belum adanya baku mutu terkait meso-dan mikroplastik di perairan sungai, ketiga lokasi tersebut dijadikan *reference site* untuk membandingkan tingkat pencemaran di lokasi studi. Koordinat titik pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4. 4 Koordinat *Reference Site*

<i>Reference Site</i>	Jarak	Koordinat	
	km	Lintang Selatan	Bujur Timur
Arboretum	0	07°45'32,0"	112°31'39"
Sebelum Coban Talun	13	07°47'60,0"	112°30'55,9"
Coban Talun	16	07°48'17,5"	112°31'01,2"

4.5 Pengumpulan Data

Pengambilan sampel dilakukan secara *grab sampling* menggunakan perahu nelayan, perahu milik PJT dan tambangan. Perahu nelayan digunakan di titik Jagir, perahu PJT di titik bendungan Gunung Sari, dan tambangan di titik jembatan Joyoboyo. Perahu nelayan, perahu milik PJT, dan perahu tambangan yang akan digunakan sebagai moda transportasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 4.3.



Gambar 4. 3 Moda transportasi pengambilan sampel
(a) perahu nelayan, (b) perahu milik PJT, dan (c) perahu tambangan

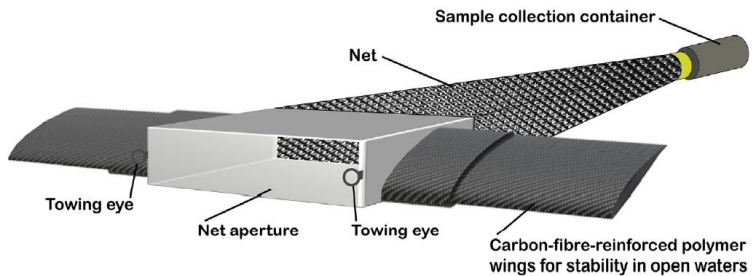
Grab sampling dilakukan di masing-masing posisi (permukaan, setengah kedalaman, dan dasar sungai) berdasarkan lebar sungai (posisi kanan, tengah, dan kiri penampang sungai). Waktu pengambilan sampel dilakukan saat musim hujan yaitu bulan Februari – Maret 2019 dalam rentang waktu pukul 08.00 –

16.00 WIB. Pengulangan dilakukan sebanyak dua kali. Total sampel pada 3 lokasi pengambilan sampel sebanyak 54 sampel meso- dan mikroplastik ($n = 54$).

Dilakukan pula pengukuran kecepatan arus sungai dan parameter berat jenis air sungai, suhu, pH, dan salinitas pada tiap titik pengambilan sampel sebagai data pendukung kondisi lapangan. Densitas air diukur sebagai patokan untuk menganalisis persebaran plastik berdasarkan densitasnya. Suhu dan pH diukur untuk meminimalisir *extraneous* variabel karena suhu dan pH memengaruhi densitas plastik. Semakin tinggi suhu air maka semakin rendah densitas air, sehingga meso- dan mikroplastik akan terletak pada kolom air yang berbeda-beda. Sedangkan pH akan memengaruhi proses degradasi kimia plastik.

4.5.1 Pengambilan Sampel Permukaan Air

Pengambilan sampel pada permukaan air dilakukan menggunakan manta *trawl*. Menurut Virsek dkk. (2016), manta *trawl* merupakan alat pengambilan sampel yang sesuai pada kolom air yang tenang. Manta *trawl* memiliki spesifikasi bukaan lebar 0,61 m x tinggi 0,16 m, ukuran pori 300 μ m mesh, panjang 3 m, dan ukuran *cod-end* 30 x 10 cm^2 (Gambar 4.4).



Gambar 4. 4 Manta *trawl* untuk pengambilan sampel permukaan air
(Silva dkk., 2018)

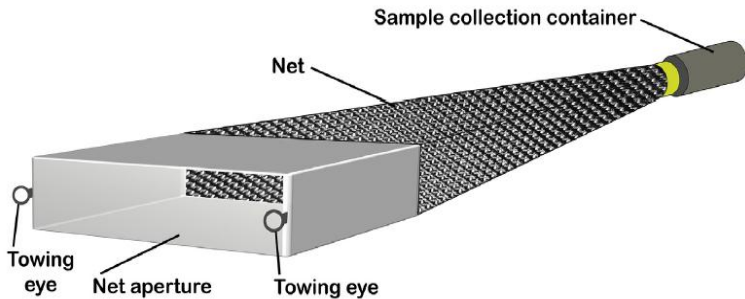
Manta *trawl* dioperasikan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan manta *trawl* dengan ukuran bukaan 0,61 m lebar x 0,16 m tinggi, ukuran

- pori 300 μm mesh, panjang 3 m dan ukuran *cod-end* 30 x 10 cm^2 (Gambar 4.4).
2. Dengan keadaan perahu nelayan, perahu PJT, atau tambangan yang diam, ketiga manta *trawl* untuk masing-masing posisi diletakkan di sisi perahu sebelah kanan dan dihadapkan berlawanan dengan arus sungai. Ketiga manta *trawl* disusun bertingkat. Tali manta *trawl* dikaitkan pada batang logam yang diposisikan horizontal. Batang logam melekat pada badan perahu.
 3. Manta *trawl* didiamkan selama 25 menit. Dalam waktu 25 menit, volume air yang tersaring tidak standar. Sehingga untuk menghitung volume air yang tersaring, *current meter* diletakkan di mulut manta *trawl*. Perhitungan volume air tersaring dapat dilihat pada sub Bab 4.7.
 4. Manta *trawl* diangkat ke perahu nelayan, perahu PJT, atau tambangan, dibilas dari luar mesh dengan aquades menggunakan semprotan.
 5. Bagian *cod-end* dilepas dan sampel dipindahkan ke botol kaca.
 6. Semua sampel diawetkan dengan etanol 70%.
 7. Semua sampel diberi label dan disimpan dalam *ice box* 4°C untuk kemudian dianalisis di laboratorium.
 8. Pengambilan sampel dilakukan dengan pengulangan sebanyak 2 kali.

4.5.2 Pengambilan Sampel Setengah Kedalaman dan Dasar Sungai

Pengambilan sampel mikroplastik pada setengah kedalaman dan dasar sungai dilakukan dengan memodifikasi manta *trawl*. Sayap apung manta *trawl* ditiadakan dan agar dapat tenggelam pada setengah kedalaman, ditambahkan struktur logam pada badan manta *trawl*. Manta *trawl* memiliki spesifikasi bukaan lebar 0,61 m x tinggi 0,16 m, ukuran pori 300 μm mesh, panjang 3 m, dan ukuran *cod-end* 30 x 10 cm^2 (Gambar 4.5).



Gambar 4. 5 Manta *trawl* untuk pengambilan sampel setengah kedalaman dan dasar sungai
(Silva dkk., 2018)

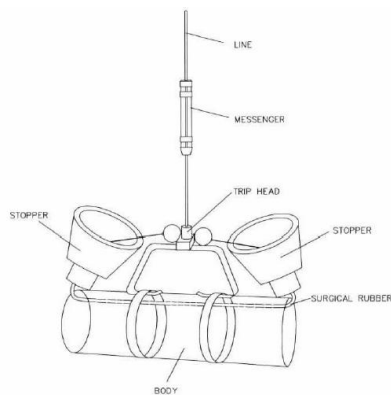
Manta *trawl* dioperasikan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan manta *trawl* ukuran bukaan 0,61 m lebar x 0,16 m tinggi, ukuran pori 300 μm mesh, panjang 3 meter dan ukuran *cod-end* 30 x 10 cm^2 (Gambar 4.5).
2. Kedalaman lokasi pengambilan sampel diukur dengan menggunakan meteran yang dilengkapi pemberat.
3. Dengan keadaan perahu nelayan, perahu PJT, atau tambangan yang diam, ketiga manta *trawl* untuk masing-masing posisi diletakkan di sisi kanan perahu dan dihadapkan berlawanan dengan arus sungai. Ketiga manta *trawl* disusun bertingkat. Tali manta *trawl* dikaitkan pada batang logam yang diposisikan horizontal. Batang logam melekat pada badan perahu.
4. Manta *trawl* didiamkan selama 25 menit. Dalam waktu 25 menit, volume air yang tersaring tidak standar. Sehingga untuk menghitung volume air yang tersaring, *current meter* diletakkan di mulut manta *trawl*. Perhitungan volume air tersaring dapat dilihat pada sub Bab 4.7.
5. Manta *trawl* diangkat ke perahu nelayan, perahu PJT, atau tambangan, dibilas dari luar mesh dengan aquades menggunakan semprotan.
6. Bagian *cod-end* dilepas dan sampel dipindahkan ke botol kaca.
7. Semua sampel diawetkan dengan etanol 70%.

8. Semua sampel diberi label dan disimpan dalam *ice box* 4°C untuk kemudian dianalisis di laboratorium.
9. Pengambilan sampel dilakukan dengan pengulangan sebanyak 2 kali.

4.5.3 Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air ditujukan untuk mengukur parameter berat jenis air sungai, suhu, pH, dan salinitas di permukaan, setengah kedalaman, dan dasar sungai. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan *Van Dorn sampler* (Gambar 4.7) (SERAS, 2013).



Gambar 4. 6 *Van Dorn sampler* sebagai alat pengambilan sampel air

Van Dorn sampler dioperasikan dengan cara sebagai berikut:

1. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan *Van Dorn sampler* (Gambar 4.7)
2. *Van Dorn sampler* yang tidak terkontaminasi ditempatkan pada posisi menjauh dari tubuh yang memungkinkan air masuk ke tabung.
3. Perangkat diturunkan ke posisi yang telah ditentukan dengan menghindari pengaruh sedimen.
4. Ketika *Van Dorn sampler* berada di posisi yang ditentukan, pemantik dijatuhkan melalui benang untuk menutup *stopper* perangkat pengambilan sampel.

5. *Van Dorn sampler* diangkat dan 10 – 20 mL pertama dibuang dari saluran untuk membersihkan potensi kontaminasi dari katup. Air diambil 1 L untuk pengukuran parameter berat jenis air sungai, suhu, pH, dan salinitas.
6. Pengukuran parameter dilakukan sebanyak 2 kali.

4.6 Penanganan Sampel

4.6.1 Pemisahan Mesoplastik dan Mikroplastik pada Sampel Air

Pada penelitian ini digunakan prosedur pemisahan partikel meso- dan mikroplastik seperti dijabarkan Masura dkk. (2015) dalam *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment*. Dari panduan ini diadopsi teknik pemisahan untuk meso- dan mikroplastik, sebagaimana halnya Peng dkk. (2017) telah lakukan. Prosedur secara berurutan ialah:

1. *Wet sieving*

Wet sieving dilakukan untuk memisahkan antara meso- dan mikroplastik. Sampel yang sudah dipindahkan dari manta *trawl* ke botol kaca disaring melalui saringan bertingkat ukuran 2,5 cm, 5,6 mm, dan 0,3 mm. Saringan dengan ukuran mesh 2,5 cm, 5,6 mm, dan 0,3 mm diperuntukkan bagi partikel mesoplastik, *large* mikroplastik, dan *small* mikroplastik secara berurutan.

2. *Transfer sieved solid*

Padatan yang tertahan di saringan kemudian dipindahkan ke *beaker glass* 500 mL menggunakan spatula. Lalu aquades disemprotkan melalui botol ke selimut dan ke dalam *beaker glass*. *Beaker glass* berisi sampel dikeringkan di dalam oven bersuhu 90°C selama 24 jam.

3. *Wet peroxide oxidation (WPO)*

Pada *beaker glass* yang sudah dikeringkan kemudian ditambahkan 20 mL hidrogen peroksida (H_2O_2) dan katalis $FeSO_4 \cdot 7H_2O$. Larutan H_2O_2 dan katalis $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ ditambahkan untuk menghilangkan kandungan organik yang terdapat pada sampel. Kemudian *beaker glass* dipanaskan di atas kompor listrik sampai suhu mencapai maksimal 75°C. Jika organik material masih terlihat,

tambahkan kembali 20 mL H₂O₂ dan panaskan selama 30 menit.

4. *Density separation*

Selanjutnya ditambahkan ~6 g larutan NaCl setiap 20 mL larutan. Larutan NaCl akan menambah berat jenis larutan dalam *beaker glass*. Semprotkan aquades ke *beaker glass* dan dipindahkan larutan ke *density separator*. Tutup dengan *aluminium foil* dan diaman semalaman. Selanjutnya partikel meso- dan mikroplastik dipindahkan ke saringan berukuran 0,3 mm menggunakan pinset. Diaman selama 24 jam dan tutup dengan aluminium foil.

5. Pengamatan menggunakan *stereomicroscope*

Karakterisasi dan visual sortasi partikel meso- dan mikroplastik dilakukan menggunakan *stereomicroscope Sunshine* tipe *SZM45T-B1* pada perbesaran 40x.

Pada tiap proses, partikel lain selain plastik dapat ikut tersaring. Untuk membedakan partikel-partikel ini, seret pinset melintang pada partikel. Jika partikel ikut tergerus maka dapat disimpulkan partikel tersebut adalah bukan plastik.

4.6.2 Pengukuran Parameter Berat Jenis, Suhu, pH, dan Salinitas Air Sungai

Pengukuran berat jenis air sungai dilakukan menggunakan *density meter*. Sesaat setelah sampel air dipindahkan dari *Van Dorn sampler* ke botol kaca, *density meter* dimasukkan ke dalam botol kaca dan angka akan terbaca pada dinding luar *density meter*. Pengukuran suhu dilakukan menggunakan termometer digital. Sesaat setelah sampel air dipindahkan dari *Van Dorn sampler* ke botol kaca, termometer digital dimasukkan ke dalam botol kaca. Selanjutnya tekuk bagian atas termometer dan tunggu hingga angka pada termometer stabil. Pengukuran pH dilakukan menggunakan *pH meter*. Sesaat setelah sampel air dipindahkan dari *Van Dorn sampler* ke botol kaca, *pH meter* dimasukkan ke dalam botol kaca. Agar mendapat hasil yang akurat, ditunggu hingga angka pada *pH meter* stabil.

Sebelum melakukan pengambilan sampel, semua alat pengambilan sampel harus dibersihkan dengan aquades. Ketika

tidak dalam penggunaan maka alat pengambilan sampel harus ditutup agar tidak terkontaminasi. Saat penanganan sampel, jas lab dan sarung tangan latex harus selalu dipakai dan pakaian berbahan polimer tidak dianjurkan (Silva dkk., 2018).

4.6.3 Analisis Fourier Transform Infrared (FTIR)

Jenis FTIR yang akan digunakan ialah *Thermo Scientific™ Nicolet™ iS™ 10 FT-IR Spectrometer*. Dikarenakan keterbatasan alat, pengujian FTIR akan dilakukan di Laboratorium Divisi Karakterisasi Material, Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTI-ITS. Metode spektroskopi infrared akan menunjukkan komposisi kimia plastik sehingga diperoleh data jenis polimer penyusun meso- dan mikroplastik.

4.7 Analisis Data dan Pembahasan

Hasil dari pemisahan meso- dan mikroplastik akan mendapatkan informasi mengenai jumlah kelimpahan, bentuk, ukuran, dan warna mikroplastik pada posisi kolom air yang berbeda. Dari analisis FTIR akan diketahui karakteristik mesoplastik dan mikroplastik melalui jenis polimer penyusunnya. Pada penelitian ini akan diperoleh data:

1. Volume air tersaring

Menurut Moore dkk. (2011), volume air tersaring didapatkan dengan:

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = v \times A \times t$$

Dimana, v = kecepatan arus sungai (m/detik)

A = luas bukaan manta *trawl* (m²)

t = waktu operasi manta *trawl* (detik)

2. Jumlah kelimpahan pada tiap titik pengambilan sampel air

Menurut Moore dkk. (2011), jumlah kelimpahan pada tiap titik pengambilan sampel air didapatkan dengan:

$$\text{Beban kelimpahan} = \frac{n}{\text{vol}}$$

Dimana, n = jumlah partikel meso- dan mikroplastik (buah)

vol = volume air tersaring (m³)

3. Analisis hubungan antara bentuk, ukuran, dan warna dengan jenis plastik pada masing-masing titik pengambilan sampel.
4. Analisis hubungan antara bentuk, ukuran, warna, dan jenis plastik dengan posisi kolom air.

Sehingga dari data yang diperoleh akan dikaji mengenai:

1. Distribusi vertikal
Di tiap posisi, jenis plastik dibandingkan terhadap jumlah partikel meso- dan mikroplastik.
2. Distribusi horizontal
Bentuk, ukuran, warna, dan jenis plastik dibandingkan antar lokasi.

Jumlah kelimpahan, karakteristik, dan pola distribusi mesoplastik dan mikroplastik tersebut disajikan dengan metode statistik sederhana yaitu dalam tabulasi, grafik, dan kurva. Data-data yang diperoleh kemudian dikaji sesuai dengan literatur yang ada dengan metode statistik deskriptif.

4.8 Kesimpulan dan Saran

Dari hasil analisis data dan pembahasan yang dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan dan saran. Kesimpulan harus menjawab rumusan masalah dan sesuai dengan tujuan penelitian. Saran diperlukan sebagai penyempurnaan penelitian dan rekomendasi terhadap penelitian terkait untuk memberi masukan bagi penelitian yang lebih lanjut.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB 5

HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Kondisi Lapangan

Sampel air dalam penelitian ini diambil dari permukaan, setengah kedalaman air, dan dasar sungai pada waktu dan kondisi tertentu. Sebagai bentuk protokol pengambilan sampel, dilakukan uji parameter air termasuk suhu, pH, salinitas, densitas, suhu, dan kecepatan, serta kecepatan angin. Suhu air berkisar antara 27,4°C sampai 30,3°C dan suhu udara berkisar antara 24,9°C sampai 37,98°C. Suhu air tertinggi ditemukan di titik Jagir pada setengah kedalaman air, penampang kanan. Sedangkan di penampang tengah permukaan air titik Joyoboyo, suhu air tercatat merupakan suhu terendah di daerah studi. Suhu air dan udara pada titik Joyoboyo lebih rendah dibandingkan kedua tempat lainnya. Pada titik Joyoboyo, pengambilan sampel dilakukan di malam hari dikarenakan terbatasnya akses perahu tambang di siang hari.

pH dan densitas air relatif stabil (pH 8,0 – 8,4; densitas 0,988 g/cm³ – 1,000 g/cm³). Nilai salinitas cenderung meningkat dari hulu (Gunung Sari) ke hilir (Jagir). Salinitas berkisar antara 1,0‰ – 4,0‰. Salinitas tertinggi, yaitu 4,0‰, diketahui terdapat pada penampang tengah, di dasar air titik Jagir. Kecepatan angin di titik Joyoboyo pada kiri sungai bernilai 0,0 m/det. Titik sampling ini merupakan titik sampling dengan kecepatan angin terendah. Sedangkan di tengah penampang sungai titik Jagir, kecepatan angin mencapai 2,4 m/det dan merupakan angka tertinggi untuk parameter kecepatan angin. Kecepatan air berfluktuasi antara 0,4 m/det sampai 1,8 m/det. Hasil selengkapnya dijabarkan pada Tabel 5.1, Tabel 5.2, dan Tabel 5.3.

5.2 Distribusi Meso- dan Mikroplastik

Distribusi meso- dan mikroplastik dibagi berdasarkan ukuran, kelimpahan, bentuk, dan warna. Contoh perhitungan kelimpahan dapat dilihat pada Lampiran B. Ukuran, bentuk, dan warna meso- dan mikroplastik didokumentasikan menggunakan mikroskop (Gambar 5.1, Gambar 5.10, dan Gambar 5.14), sedangkan jenis polimer penyusun plastik diuji menggunakan spektroskopi FTIR. Hasil uji FTIR terlampir pada Lampiran C.

Tabel 5. 1 Waktu dan Kondisi Titik Pengambilan Sampel pada Permukaan Air

Titik	Tanggal dan Waktu		Penam pang	Suhu air (°C)	pH	Salinitas (‰)	Densitas (g/cm ³)	Suhu udara (°C)	V angin (m/det)	V air (m/det)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2								
Gunung Sari	23/02/2019, 10.30 WIB	24/02/2019, 12.00 WIB	Kanan	29,1	8,0	1,5	0,995	31,8	0,8	0,3
			Tengah	28,9	8,1	2,0	0,995	31,8	2,1	0,6
			Kiri	29,1	8,4	3,0	0,996	31,4	1,3	0,4
Joyoboyo	05/03/2019, 21.17 WIB	05/03/2019, 00.13 WIB	Kanan	27,6	8,4	2,0	0,992	25,5	1,0	0,4
			Tengah	27,4	8,2	2,5	0,990	24,9	1,8	0,5
			Kiri	27,6	8,2	3,0	0,993	25,7	0,0	0,4
Jagir	21/02/2019, 13.35 WIB	26/03/2019, 12.40 WIB	Kanan	29,4	8,1	2,0	0,995	37,7	0,7	1,2
			Tengah	29,8	8,1	3,0	0,993	37,9	2,4	0,5
			Kiri	29,7	8,3	3,5	0,993	37,7	0,7	0,4

Tabel 5. 2 Waktu dan Kondisi Titik Pengambilan Sampel pada Setengah Kedalaman Air

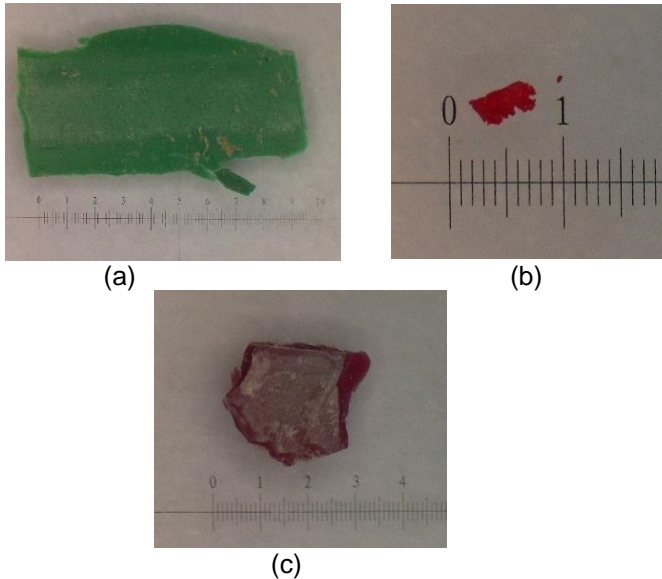
Titik	Tanggal dan Waktu		Penam pang	Suhu air (°C)	pH	Salinitas (‰)	Densitas (g/cm ³)	Suhu udara (°C)	V air (m/det)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2							
Gunung Sari	23/02/2019, 12.15 WIB	24/02/2019, 13.47 WIB	Kanan	29,7	8,0	1,0	0,995	31,8	0,3
			Tengah	28,8	8,2	2,5	0,988	24,9	0,5
			Kiri	29,2	8,2	2,0	0,992	25,7	0,4
Joyoboyo	05/03/2019, 22.01 WIB	05/03/2019, 23.52 WIB	Kanan	27,8	8,2	2,0	0,991	25,5	0,4
			Tengah	27,8	8,2	2,5	0,988	24,9	0,5
			Kiri	27,7	8,2	3,5	0,992	25,7	0,4
Jagir	21/02/2019, 16.20 WIB	26/03/2019, 13.15 WIB	Kanan	30,3	8,3	2,5	0,993	37,7	1,2
			Tengah	29,5	8,4	2,0	0,993	37,9	1,8
			Kiri	29,8	8,1	3,5	0,991	37,7	1,3

Tabel 5. 3 Waktu dan Kondisi Titik Pengambilan Sampel pada Dasar Air

Titik	Tanggal dan Waktu		Penam pang	Suhu air (°C)	pH	Salinitas (‰)	Densitas (g/cm ³)	Suhu udara (°C)	V air (m/det)
	Pengulangan 1	Pengulangan 2							
Gunung Sari	23/02/2019, 13.45 WIB	24/02/2019, 14.30 WIB	Kanan	29,1	8,1	2,0	0,995	31,8	0,3
			Tengah	28,9	8,1	3,0	1,000	31,8	0,6
			Kiri	28,7	8,0	2,0	0,997	31,4	0,4
Joyoboyo	05/03/2019, 23.01 WIB	05/03/2019, 23.45 WIB	Kanan	27,4	8,3	2,5	0,991	25,5	0,4
			Tengah	27,8	8,2	2,5	0,990	24,9	0,5
Jagir	21/02/2019, 14.44 WIB	26/03/2019, 13.49 WIB	Kiri	28,0	8,1	3,0	0,992	25,7	0,4
			Kanan	29,6	8,1	2,5	0,992	37,7	0,4
			Tengah	29,5	8,3	4,0	0,992	37,9	0,5
			Kiri	29,7	8,1	3,5	0,991	37,7	0,4

5.2.1 Ukuran Meso- dan Mikroplastik

Dalam penelitian ini ditemukan tiga ukuran partikel plastik, yaitu mesoplastik (Gambar 5.1a), SMP (Gambar 5.1b), dan LMP (Gambar 5.1c).



Gambar 5. 1 Ukuran Meso- dan Mikroplastik

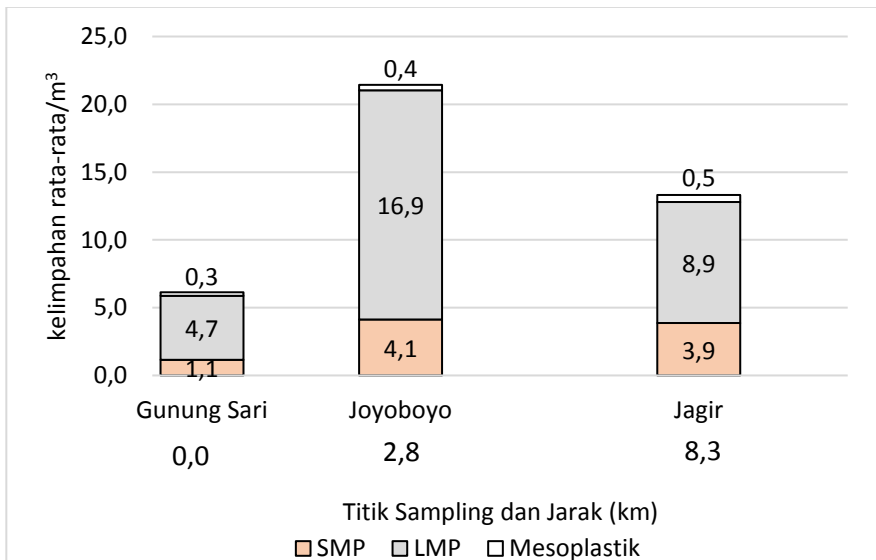
(a) Mesoplastik, (b) SMP, dan (c) LMP

Mesoplastik ditemukan di seluruh titik pengambilan sampel. Rata-rata di titik Gunung Sari sebanyak 0,2 partikel per m^3 , Joyoboyo 0,4 partikel per m^3 , dan Jagir 0,8 partikel per m^3 . Rata-rata tertinggi mesoplastik ditemukan di dasar sungai titik Jagir sebanyak 1,6 partikel per m^3 (Gambar 5.4). Peta distribusi meso- dan mikroplastik berdasarkan ukuran terlampir pada Lampiran D.

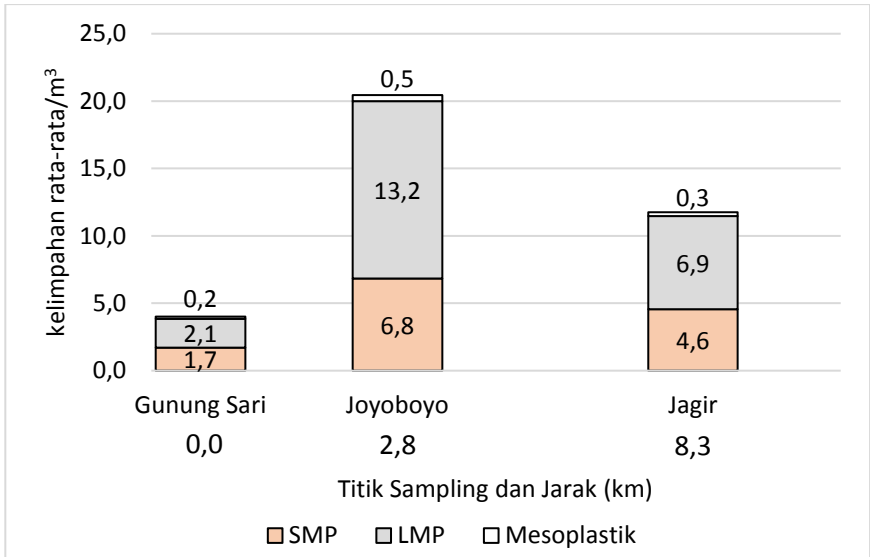
Berdasarkan Gambar 5.2, Gambar 5.3, dan Gambar 5.4, partikel yang termasuk LMP hampir mendominasi seluruh titik pengambilan sampel. Rata-rata LMP di titik Gunung Sari ialah 3,5 partikel per m^3 , Joyoboyo 13,0 partikel per m^3 , dan Jagir 8,4 partikel per m^3 . Sedangkan rata-rata SMP di titik Gunung Sari,

Joyoboyo, dan Jagir ialah 1,5 partikel per m³, 5,3 partikel per m³, dan 10,2 partikel per m³. Pada penelitian ini ditemukan jumlah LMP lebih banyak dari SMP kecuali di dasar titik Jagir, dimana SMP melebihi jumlah LMP. Di titik Jagir pula, semakin dalam kolom air, semakin meningkat keberadaan SMP. Hal ini dikarenakan suatu LMP dapat terdegradasi menjadi banyak SMP (Zhang dkk., 2015).

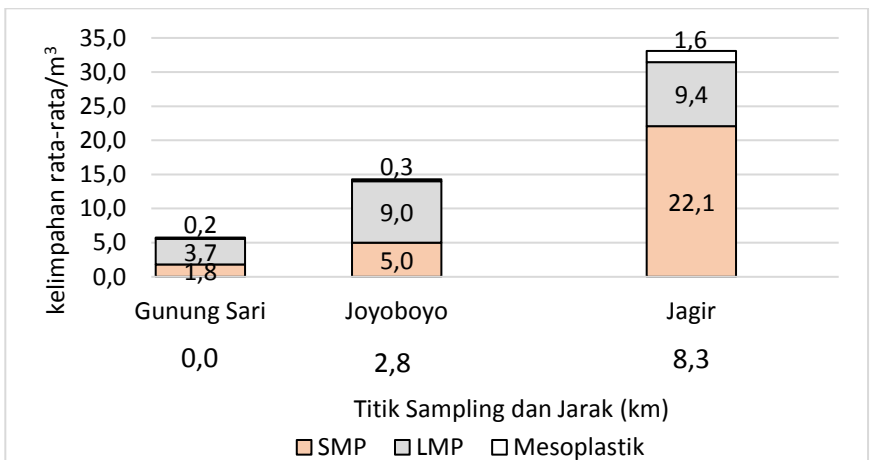
Salah satu faktor penyebab terdegradasinya LMP menjadi SMP ialah radiasi UV. Menurut Andrady dkk. (2011), radiasi UV, terlebih pada daerah dengan temperatur tinggi, mempercepat proses degradasi plastik. Sinar matahari yang mencapai bumi dinamakan sinar radiasi UV. Hanya sinar UV-A dan UV-B yang mencapai bumi, sedangkan sinar UV-C tertahan di atmosfer. Sinar UV-B bersifat lebih kuat dalam mendegradasi polimer (Yousif dan Haddad, 2013). Plastik yang semula bersifat kuat akan tekanan dapat mengalami keretakan bila terpapar radiasi UV, khususnya UV-B. Keretakan kecil terjadi pada permukaan plastik saat panjang gelombang radiasi UV-B terserap oleh plastik (Andrady dkk., 2011).



Gambar 5. 2 Ukuran Meso- dan Mikroplastik pada Permukaan Air



Gambar 5. 3 Ukuran Meso- dan Mikroplastik pada Setengah Kedalaman Air

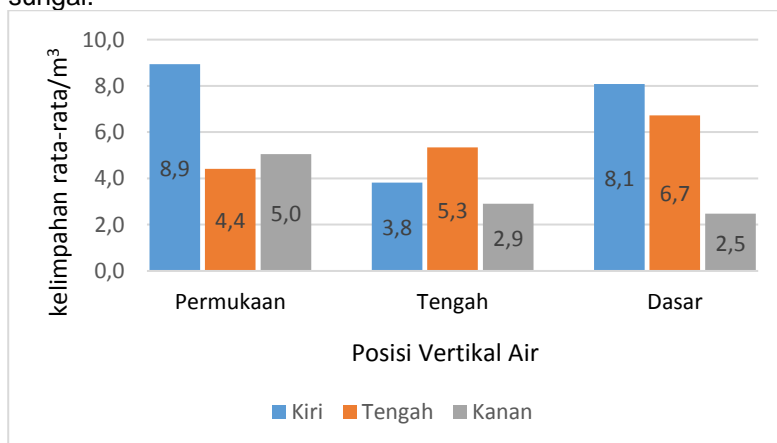


Gambar 5. 4 Ukuran Meso- dan Mikroplastik pada Dasar Air

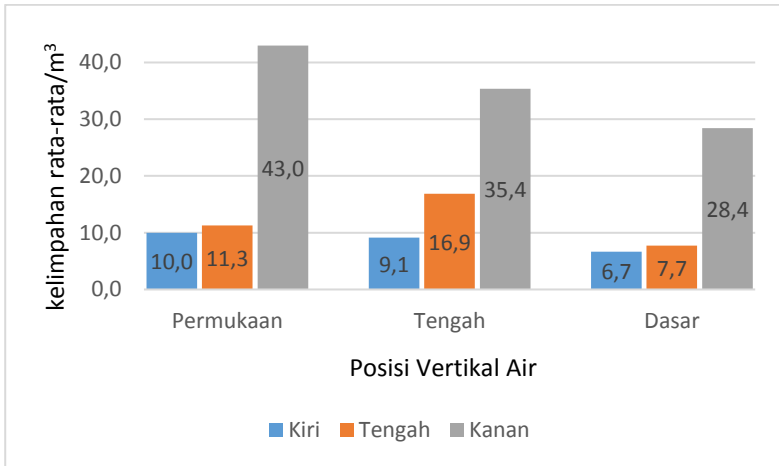
5.2.2 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik

Jumlah kelimpahan per m^3 di tiap lokasi, penampang, dan posisi air disajikan pada Gambar 5.5, Gambar 5.6, dan Gambar 5.7. Jumlah partikel meso- dan mikroplastik yang terkumpul di titik Gunung Sari sebanyak 18,3 partikel per m^3 pada permukaan sungai, 12,0 partikel per m^3 pada setengah kedalaman sungai, dan 17,3 partikel per m^3 pada dasar sungai. Pada titik Joyoboyo, kelimpahan yang didapatkan ialah 64,3 partikel per m^3 pada permukaan, pada setengah kedalaman sungai 61,4 partikel per m^3 , dan pada dasar sungai sebanyak 42,8 partikel per m^3 . Sedangkan pada titik Jagir, terhitung 39,9 partikel per m^3 pada permukaan sungai, 35,3 partikel per m^3 pada setengah kedalaman sungai, dan pada dasar sungai ialah 99,2 partikel per m^3 . Peta distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik terlampir pada Lampiran D.

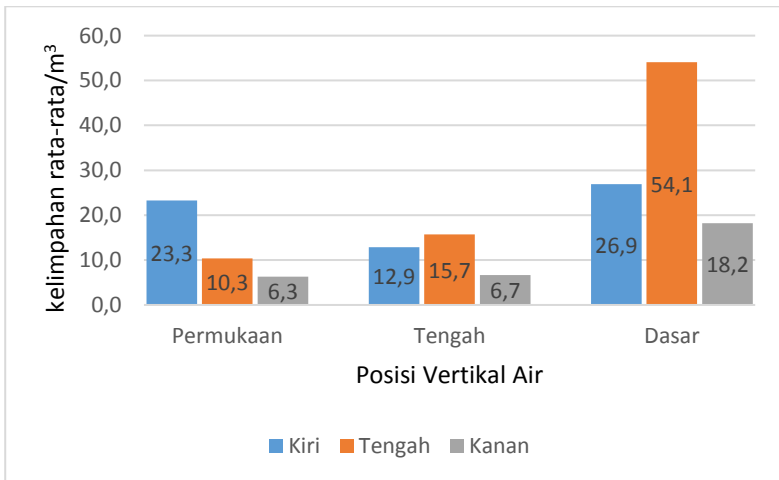
Jika diamati pada Gambar 5.5, Gambar 5.6, dan Gambar 5.7, penampang sungai dengan jumlah kelimpahan tertinggi berada di sebelah kanan atau kiri. Menurut Andrady (2011), sampah plastik di sepanjang dan di dekat tepi perairan lebih intens mengalami degradasi mekanik dan fotooksidasi, sehingga mempercepat proses pemecahan partikel. Tepi sungai yang lebih dangkal dari tengah sungai memungkinkan partikel meso- dan mikroplastik untuk mengendap lebih cepat dibandingkan di tengah sungai.



Gambar 5. 5 Kelimpahan di Titik Gunung Sari



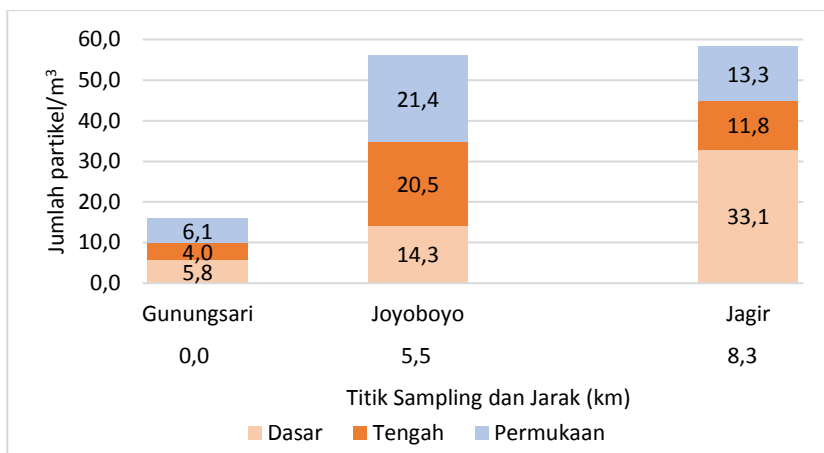
Gambar 5. 6 Kelimpahan di Titik Joyoboyo



Gambar 5. 7 Kelimpahan di Titik Jagir

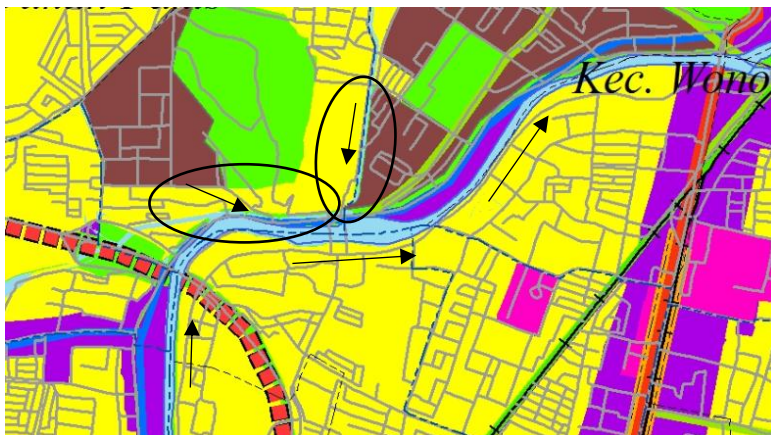
Gambar 5.8 memberikan informasi mengenai rata-rata dari ketiga penampang sungai di titik Gunungsari, Joyoboyo, dan Jagir pada permukaan, tengah, dan dasar sungai. Jika diamati pada

grafik, rata-rata partikel di dasar sungai Joyoboyo mengalami kenaikan sebesar 8,5 partikel/m³ dari titik Gunungsari. Pada setengah kedalaman sungai bertambah sebanyak 16,5 partikel/m³ dan pada permukaan sungai bertambah sejumlah 15,3 partikel/m³. Namun di titik Jagir terjadi penurunan rata-rata dari titik Joyoboyo pada permukaan sebesar 8,1 partikel/m³ dan setengah kedalaman sungai sebanyak 8,7 partikel/m³. Pada dasar sungai Jagir rata-rata partikel bertambah sebesar 18,8 partikel/m³ dari Joyoboyo.



Gambar 5. 8 Rata-rata di Tiap Lokasi

Kenaikan partikel dari titik Gunung Sari ke Joyoboyo terbilang signifikan. Hal ini dapat diprediksi karena dampak hujan dan pembuangan dari anak sungai. Pada saat pengambilan sampel untuk titik Joyoboyo, sedang terjadi hujan ringan. Pada hari tersebut pula hujan ringan turun secara konstan sepanjang hari. Menurut Fischer dkk. (2016), hujan dapat menghanyutkan meso- dan mikroplastik lebih cepat sehingga manta *trawl* menangkap lebih banyak partikel. Segmen Joyoboyo mendapat masukan air dari dua anak sungai (Gambar 5.9). Anak sungai menjadi salah satu jalan masuk meso- dan mikroplastik (Corcoran dkk., 2015).



Gambar 5. 9 Anak Sungai pada Titik Joyoboyo

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelimpahan dari meso- dan mikroplastik meningkat seiring dengan penurunan ukuran partikel yang diamati. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Barnes dkk. (2009); Doyle dkk. (2011); Zhao dkk. (2014). Ukuran plastik yang ditemukan selama penelitian mengalami degradasi menjadi ukuran yang lebih kecil dan dapat ditemukan pada berbagai lokasi. Menurut Lobelle dan Cunliffe (2011), plastik terdegradasi dengan lambat pada kolom air. Semakin lama plastik berada di perairan, maka semakin rentan mikroorganisme melekat pada plastik.

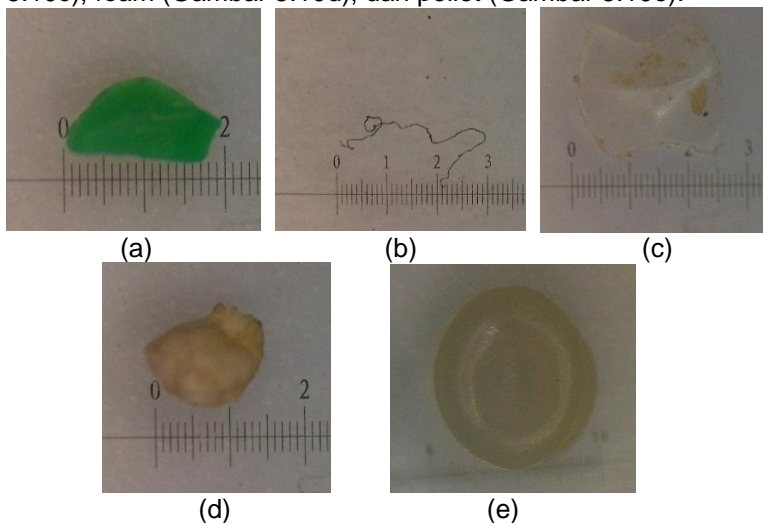
Melekatnya mikroorganisme pada plastik (*biofouling*) menyebabkan terbentuknya biofilm pada permukaan plastik sehingga menambah berat partikel. Pada akhirnya plastik yang terdapat di permukaan akan tenggelam. Hal ini didukung oleh penelitian Moore dkk. (2001) yang menyebutkan bahwa *biofouling* lebih mudah terjadi pada plastik berukuran besar. Selain *biofouling*, keberadaan meso- dan mikroplastik yang melimpah di dasar sungai dapat pula dikarenakan tersapunya partikel yang berukuran lebih kecil oleh partikel yang berukuran lebih besar (*sweeping*).

Menurut Bangun dkk. (2018), semakin menjauhi sumber polutan, kelimpahan mikroplastik akan semakin bertambah. Segmen Jagir merupakan segmen yang paling krusial karena

menjadi titik akumulasi dari beban pencemar dari dua segmen sebelumnya. Berdasarkan Tabel 3.1, terbatasnya kapasitas pelayanan sampah sepanjang daerah yang dialiri Kali Surabaya menjadi salah satu alasan sampah dapat berakhir di Kali Surabaya dan terakumulasi di hilir. Hal ini didukung oleh penelitian Mani dkk. (2015) yang menyatakan bahwa akumulasi dari buangan, jumlah penduduk, fasilitas umum, pariwisata, dan pabrik industri di sepanjang tepi sungai meningkatkan beban mikroplastik ke arah hilir. Berdasarkan peta aliran sungai, Kali Surabaya bermuara di Selat Madura. Semakin menjauhi sumber polutan, kelimpahan mikroplastik akan lebih terpengaruh oleh polutan yang berasal dari arus laut (Bangun dkk., 2018). Sehingga dapat dikatakan bahwa pencemaran meso- dan mikroplastik di titik Jagir juga dipengaruhi oleh partikel plastik dari muara Kali Surabaya.

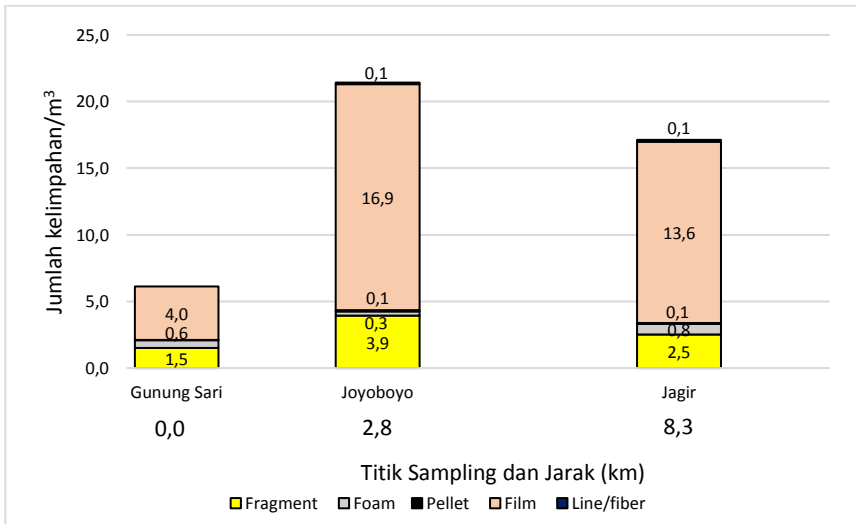
5.2.3 Bentuk Meso- dan Mikroplastik

Dalam penelitian ini ditemukan partikel plastik berbentuk fragmen (Gambar 5.10a), *fiber* (Gambar 5.10b), *film* (Gambar 5.10c), *foam* (Gambar 5.10d), dan pellet (Gambar 5.10e).

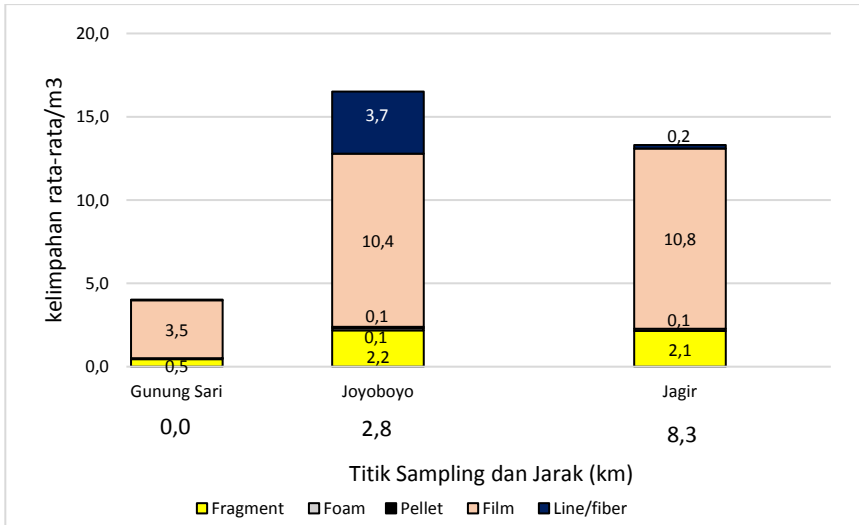


Gambar 5. 10 Bentuk Meso- dan Mikroplastik
(a) Fragmen, (b) *Fiber*, (c) *Film*, (d) *Foam*, dan (e) pellet

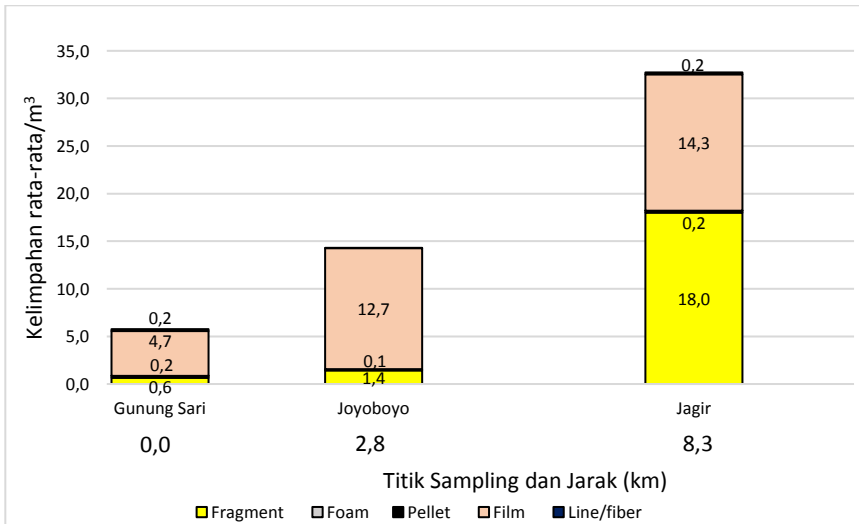
Di ketiga lokasi, film menjadi bentuk plastik yang dominan. Pada titik Gunung Sari, rata-rata bentuk *film* ialah 4,1 partikel per m³, fragmen 0,9 partikel per m³, *foam* 0,3 partikel per m³, *fiber* 0,1 partikel per m³, dan tidak ditemukan partikel pellet. Di titik Joyoboyo, jumlah partikel berdasarkan bentuk mengalami kenaikan sebanyak 13,3 partikel per m³ (*film*), 2,5 partikel per m³ (fragmen), 1,3 partikel per m³ (*fiber*), dan 0,1 partikel per m³ (pellet), sedangkan foam menurun sebesar 0,1 partikel per m³. Di titik Jagir, kelimpahan bentuk *film* menurun sebanyak 0,4 partikel per m³, *fiber* 1,1 partikel per m³, dan pellet 0,03 partikel per m³, sedangkan fragmen dan *foam* mengalami kenaikan sebesar 5,0 partikel per m³ dan 0,2 partikel per m³, secara berurutan. Peta distribusi meso- dan mikroplastik berdasarkan bentuk terlampir pada Lampiran D.



Gambar 5. 11 Bentuk Meso- dan Mikroplastik pada Permukaan Air



Gambar 5. 12 Bentuk Meso- dan Mikroplastik pada Setengah Kedalaman Air



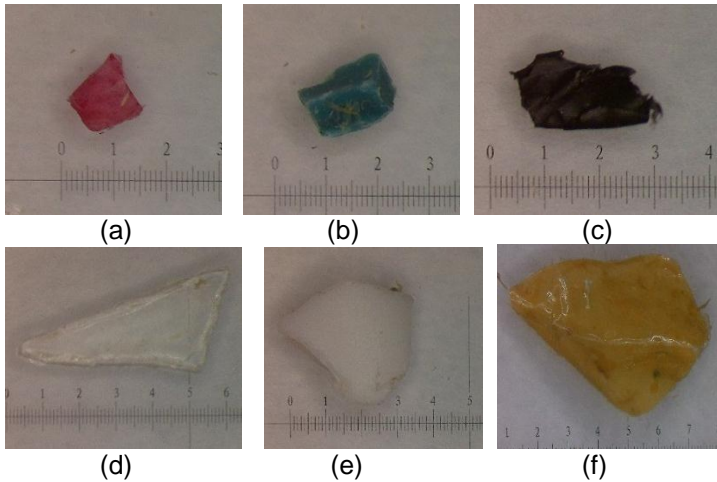
Gambar 5. 13 Bentuk Meso- dan Mikroplastik pada Dasar Air

Di titik Gunung Sari, bentuk yang mendominasi ialah *film* dengan rata-rata partikel 4,7 per m³ pada dasar sungai (Gambar 5.13). Film juga merupakan bentuk yang mendominasi di Joyoboyo dengan rata-rata tertinggi 16,9 partikel per m³ pada permukaan sungai (Gambar 5.11). Bentuk fragmen dengan rata-rata partikel 18,0 per m³ menjadi bentuk terbanyak yang ditemui pada dasar sungai titik Jagir.

Menurut Kingfisher (2011), bentuk film merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik dan memiliki densitas rendah. Dominansi meso- dan mikroplastik berbentuk *film* membuktikan bahwa kantong plastik merupakan limbah padat domestik utama pencemar Kali Surabaya. Hal ini didukung dengan tingginya jumlah warna transparan di seluruh titik pengambilan sampel. Kantong plastik yang digunakan secara luas merupakan potensi meso- dan mikroplastik transparan. Namun demikian, di titik Jagir pada penampang tengah dasar sungai bentuk fragmen melebihi jumlah *film*. Menurut Sari (2018), jenis fragmen kerap kali bersumber dari sampah kegiatan pertokoan dan warung makan yang menggunakan bungkus nasi, kemasan makanan siap saji, dan botol minuman plastik. Sepanjang segmen Jagir terdapat lebih banyak pertokoan dan rumah makan dibanding kedua titik lain (Sumiyarsono, 2018). Hal ini dapat menjadi alasan munculnya bentuk fragmen yang signifikan. Dibandingkan dengan fragmen yang bersifat keras, *film* yang bersifat lebih lembut dapat dengan mudah tersebar di kolom perairan.

5.2.4 Warna Meso- dan Mikroplastik

Warna meso- dan mikroplastik yang ditemukan ialah merah (Gambar 5.14a), biru (Gambar 5.14b), hitam (Gambar 5.14c), transparan (Gambar 5.14d), putih (Gambar 5.14e), dan kuning (Gambar 5.14f). Hal ini sesuai dengan hasil penemuan Peng dkk. (2017). Kategori biru termasuk biru gelap, biru terang, hijau gelap, dan hijau terang. Kategori hitam termasuk hitam transparan, abu-abu, dan yang bergaris putih. Kategori kuning termasuk kuning, kuning terang, dan coklat. Kategori transparan termasuk partikel yang tidak memiliki warna atau bening. Kategori putih termasuk putih dan perak. Kategori merah termasuk merah, pink, dan ungu.



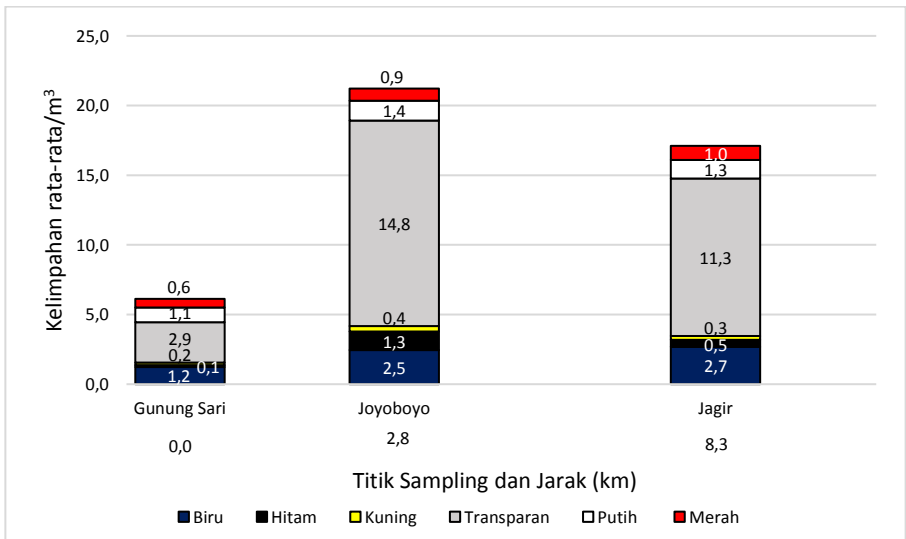
Gambar 5. 14 Warna Meso- dan Mikroplastik
 (a) Merah, (b) Biru, (c) Hitam, (d) Transparan, (e) Putih, dan
 (f) Kuning

Dari pengamatan, diperoleh transparan menjadi warna yang dominan di hampir seluruh titik pengambilan sampel. Pada titik Gunung Sari, rata-rata partikel berwarna transparan 2,3 partikel/ m^3 , putih 1,2 partikel/ m^3 , biru 1,0 partikel/ m^3 , merah 0,4 partikel/ m^3 , hitam 0,2 partikel/ m^3 , dan kuning 0,1 partikel/ m^3 . Rata-rata pada titik Joyoboyo meningkat pada hampir tiap warna. Warna transparan mengalami peningkatan sebanyak 10,6 partikel/ m^3 , biru 1,3 partikel/ m^3 , merah 0,3 partikel/ m^3 , hitam 1 partikel/ m^3 , dan kuning 0,3 partikel/ m^3 , sedangkan warna putih menurun sebanyak 0,2 partikel/ m^3 . Peningkatan terus terjadi pada titik Jagir, dengan rata-rata warna transparan menjadi 11,7 partikel/ m^3 , putih 4,9 partikel/ m^3 , biru 3,3 partikel/ m^3 , merah 1,5 partikel/ m^3 , hitam 1,2 partikel/ m^3 , dan kuning 0,4 partikel/ m^3 . Peta distribusi warna meso- dan mikroplastik terlampir pada Lampiran D.

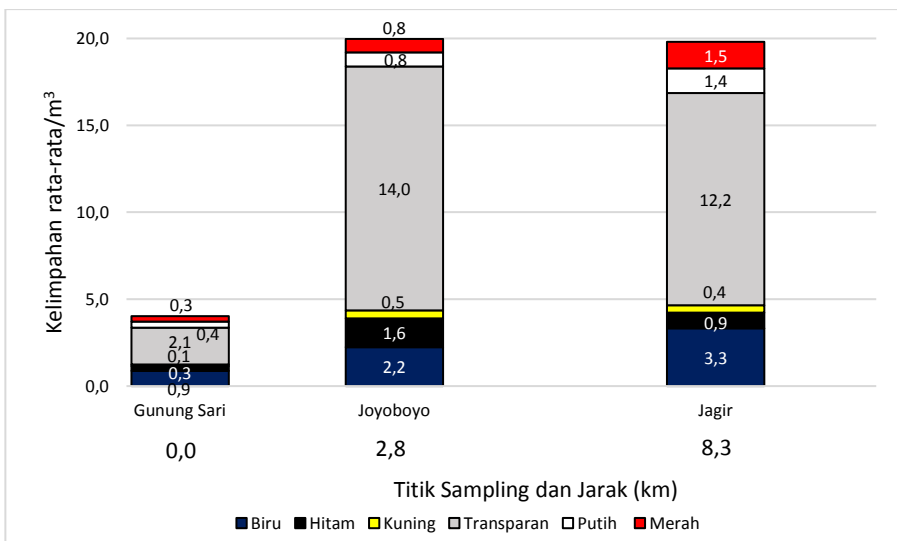
Rata-rata tertinggi partikel berwarna transparan mencapai 14,8 partikel/ m^3 di titik Joyoboyo pada permukaan sungai (Gambar 5.15). Sedangkan pada dasar air di titik Gunung Sari, warna transparan hanya berjumlah 1,8 partikel/ m^3 (Gambar 5.17).

Masifnya penggunaan dan minimnya penanganan sampah kantong plastik merupakan potensi meso- dan mikroplastik berwarna transparan. Menurut Hidalgo-Ruz dkk. (2012), warna menandakan indeks fotodegradasi, lama waktu tinggal di perairan, dan tingkat pelapukan. Melimpahnya warna transparan dapat dikarenakan mudarnya pigmen warna plastik akibat waktu tinggal yang sudah lama di perairan (Hidalgo-Ruz dkk., 2012). Pigmen warna plastik akan memudar saat sinar UV-B yang bersumber dari sinar matahari terserap oleh plastik (Andrady dkk., 2011). Hal ini mendukung hasil penelitian yang menunjukkan kenaikan jumlah pada seluruh warna di dasar titik Jagir.

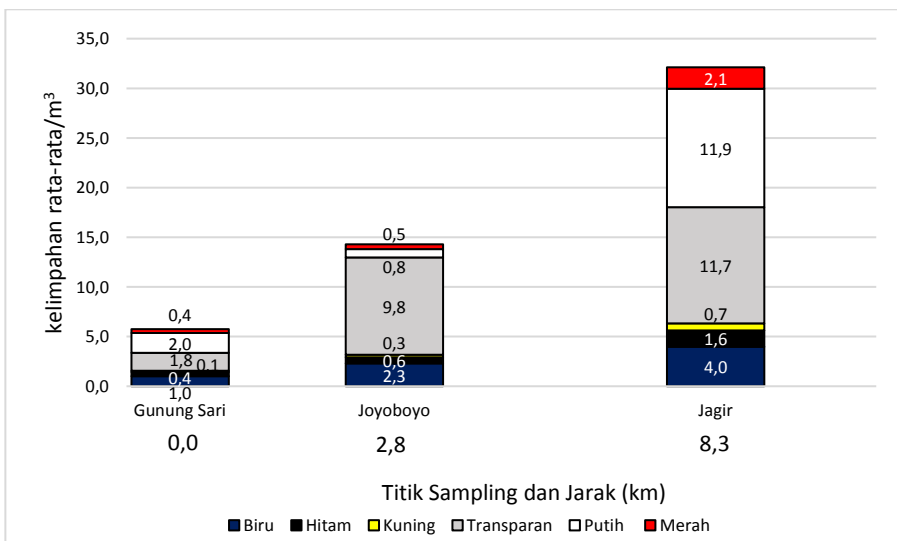
Pada titik Jagir, semakin mendekati dasar air, kelimpahan warna meso- dan mikroplastik meningkat kecuali pada warna transparan yang menurun sebanyak 0,5 partikel/m³ dari setengah kedalaman ke dasar air. Hal ini beriringan dengan tingginya kenaikan warna putih pada dasar air titik Jagir (11,9 partikel/m³).



Gambar 5. 15 Warna Meso- dan Mikroplastik pada Permukaan Air



Gambar 5. 16 Warna Meso- dan Mikroplastik pada Setengah Kedalaman Air



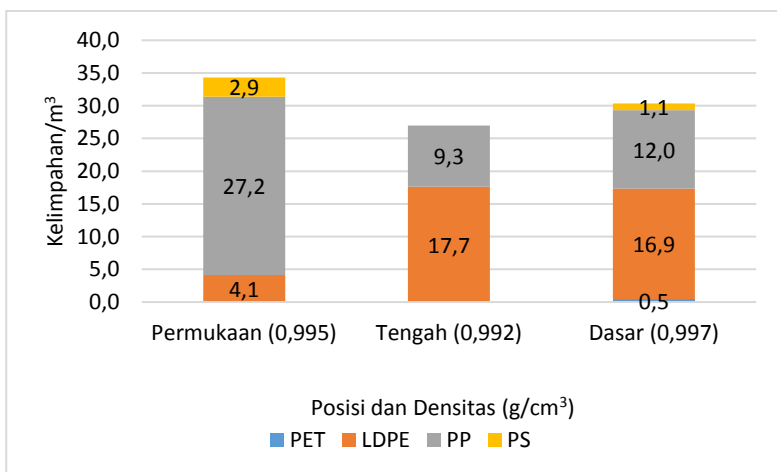
Gambar 5. 17 Warna Meso- dan Mikroplastik pada Dasar Air

5.2.5 Jenis Meso- dan Mikroplastik

Dilakukan uji FTIR pada partikel dengan bentuk dan warna yang berjumlah tinggi. Dari total 30 sampel berdasarkan bentuk dan warna, dipilih 16 sampel dari titik pengambilan sampel yang memiliki bentuk dan warna partikel terbanyak. Masing-masing 16 sampel tersebut diambil dari posisi dan penampang yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan data yang representatif. Hasil FTIR akan menunjukkan komposisi kimia plastik sehingga diperoleh data jenis polimer penyusun meso- dan mikroplastik.

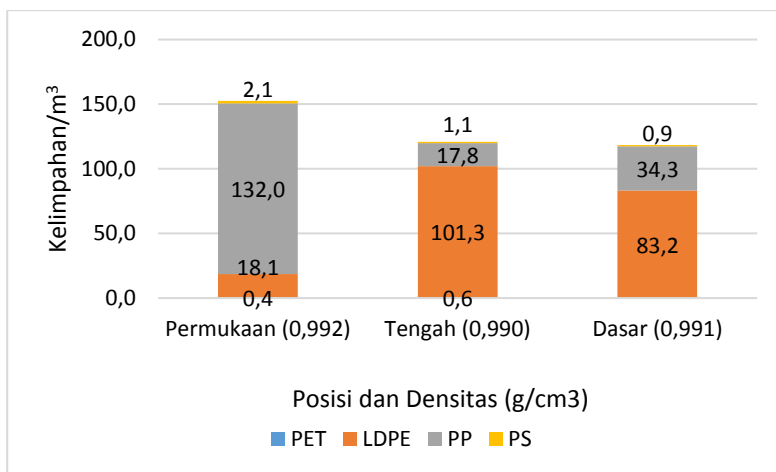
Didapatkan polimer yang terkandung di antaranya *low density polyethylene* (LDPE), *polystrene* (PS), *polypropylene* (PP), dan *polyethylene terephthalate* (PET) (Lampiran C). Jenis PS pada penelitian ini hanya merupakan *styrofoam* berbentuk bola. Peta distribusi jenis meso- dan mikroplastik terlampir pada Lampiran D.

Pada permukaan titik Gunung Sari, polimer yang mendominasi ialah PP sebesar 77,2%, diikuti LDPE sebesar 11,8%, dan PS sebesar 8,3% (Gambar 5.18). Sementara pada setengah kedalaman air, LDPE mendominasi dengan persentase sebesar 58,1% dan diikuti PP dengan 30,7%. Ditemukan 1,4% polimer PS pada dasar air. Polimer LDPE juga mendominasi di angka 52,9%, PP 37,5%, dan PS 3,3%.



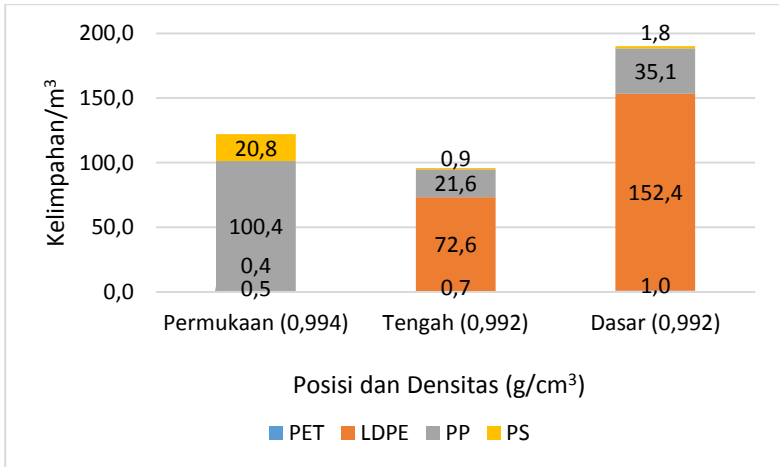
Gambar 5. 18 Persebaran Jenis Polimer di Titik Gunung Sari

Pada permukaan titik Joyoboyo, polimer yang mendominasi ialah PP, LDPE, PS, dan PET dengan persentase 85,7% 11,8%, 1,4%, dan 0,2% secara berurutan (Gambar 5.19). Sementara pada setengah kedalaman air, LDPE mendominasi dengan persentase sebesar 83,2% dan diikuti PP dengan 14,6%. Meskipun dalam jumlah sedikit bahkan hampir mendekati nol, PS dan PET juga teridentifikasi dengan persentase 0,9% dan 0,5%. Pada dasar air, persentase LDPE menurun menjadi 59,0%, namun tetap merupakan polimer yang mendominasi. Berbeda dengan LDPE, persentase PP meningkat hampir dua kali lipat menjadi 24,3% dan PS menurun menjadi 0,6%.



Gambar 5. 19 Persebaran Jenis Polimer di Titik Joyoboyo

Seperti kedua titik sebelumnya, pada permukaan titik Jagir polimer yang mendominasi ialah PP sebesar 71,4%. PS ditemukan sebanyak 14,8% sedangkan LDPE 0,3% dan PET 0,3% (Gambar 5.20). Sementara pada setengah kedalaman air, LDPE mendominasi dengan persentase sebesar 75,0% dan diikuti PP dengan 22,3%. Meskipun dalam jumlah sedikit bahkan hampir mendekati nol, PS dan PET juga teridentifikasi dengan persentase 0,9% dan 0,7%. Pada dasar air, persentase LDPE meningkat menjadi 79,3%. PP dan PET menurun menjadi 18,2% dan 0,5% secara berurutan. Sedangkan PS tetap sebesar 0,9%.



Gambar 5. 20 Persebaran Jenis Polimer di Titik Jagir

Keberadaan PP dan LDPE yang melimpah dikarenakan kedua jenis tersebut merupakan jenis plastik yang paling umum digunakan (Zhang dkk., 2016). PP banyak ditemukan di permukaan air dikarenakan densitasnya yang jauh lebih kecil dibandingkan dengan densitas air. Densitas PP hanya 0,900 sementara densitas air 0,995 g/cm³ (Gunung Sari), 0,992 g/cm³ (Joyoboyo), dan 0,994 g/cm³ (Jagir). Menurut Anderson dkk. (2016), plastik dengan densitas lebih kecil dari densitas air akan mengapung di kolom air. Densitas air dapat pula dipengaruhi oleh salinitas air. Salinitas menggambarkan jumlah garam yang terlarut di air. Jika garam yang terlarut semakin banyak, maka semakin besar salinitasnya. Garam yang terlarut tersebut membuat massa air bertambah. Semakin menuju hilir (Jagir), densitas air menunjukkan tren meningkat. Meningkatnya densitas air di titik Jagir dapat disebabkan karena massa air yang meningkat. Densitas LDPE yang lebih besar dibandingkan dengan densitas PP membuat LDPE lebih banyak ditemukan di setengah kedalaman air. Selain itu, densitas pada setengah kedalaman lebih mendekati dengan densitas LDPE dibandingkan dengan densitas PP. Meski demikian, pada dasar air LDPE masih banyak ditemukan.

Hal ini dapat disebabkan oleh proses *biofouling*. Proses *biofouling* dan kolonisasi organisme pada permukaan plastik akan membentuk biofilm. Akumulasi biofilm pada permukaan menambah berat partikel, dengan demikian mempercepat proses tenggelamnya partikel plastik ke dasar (Lobelle dan Cunliffe, 2011). Dengan densitas yang lebih kecil dari air pula, PP dan LDPE dapat dengan mudah terbawa arus sungai dan tersebar di seluruh kolom air.

Pada penelitian ini ditemukan jenis PS dan PET tersebar di banyak titik dan posisi sungai, meski dengan kelimpahan yang kecil. PS dan PET merupakan jenis plastik berdensitas tinggi. Meski demikian, jenis PS ditemukan dominan pada permukaan sungai di ketiga lokasi sampling. Jenis PS dengan kelimpahan tertinggi ditemukan pada permukaan titik Jagir sebanyak 20,8 partikel/m³. Jenis PET pada titik Gunung Sari ditemukan sebanyak 0,5 partikel/m³, hanya di dasar sungai. Pada titik Joyoboyo, PET ditemukan di permukaan (0,4 partikel/m³) dan setengah kedalaman sungai (0,6 partikel/m³). Sedangkan pada titik Jagir, jenis PET terhitung sebanyak 0,5 partikel/m³ di permukaan, 0,7 partikel/m³ di setengah kedalaman, dan 1,0 partikel/m³ di dasar sungai. Keberadaan PS dan PET pada permukaan air, meskipun merupakan plastik berdensitas tinggi, dapat disebabkan karena turbulensi air sungai. Turbulensi dapat mengangkat partikel plastik kembali ke permukaan sungai.

5.3 Perbandingan dengan *Reference Site*

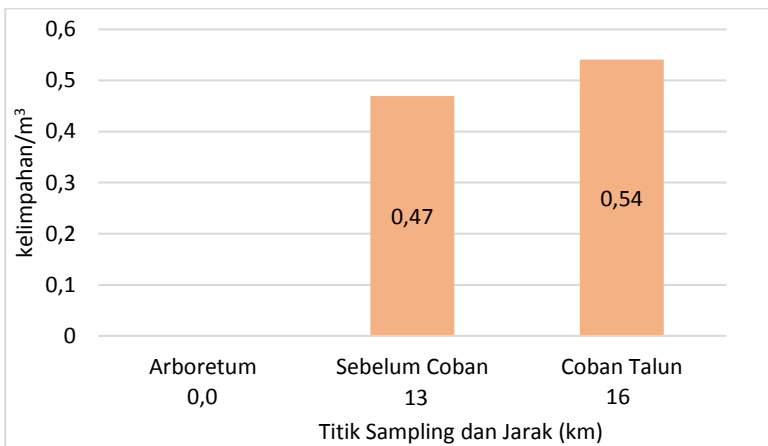
Kali Surabaya merupakan cabang dari Sungai Brantas yang berhulu di Gunung Arjuna. Pada tanggal 20 Juni 2019, dilakukan pengambilan sampel di hulu Sungai Brantas yang bertepatan di Arboretum Sumber Brantas, sebelum Coban Talun, dan Coban Talun.

Di *reference site* juga dilakukan uji parameter air. Semakin menjauhi mata air, pH dan kecepatan air semakin meningkat. Suhu air, salinitas, dan suhu udara fluktuatif, sedangkan densitas air di Coban Talun menurun dari Arboretum. Kecepatan udara di Coban Talun tinggi (1,4 m/det) dapat disebabkan karena titik pengambilan sampel yang berdekatan dengan letak jatuhnya air terjun. Hasil selengkapnya dijabarkan pada Tabel 5.5.

Tabel 5. 4 Waktu dan Kondisi Titik Pengambilan Sampel pada Hulu Sungai Brantas

		Arboretum	Sebelum Coban Talun	Coban Talun
Waktu (WIB)	Pengulangan 1	10.15 WIB	15.20 WIB	15.05 WIB
	Pengulangan 2	10.35 WIB	16.40 WIB	15.25 WIB
Suhu air (°C)		11	19,1	16,7
pH		7,0	7,7	8
Salinitas (‰)		0	1,5	0
Densitas		0,998	0,995	0,995
T udara (°C)		25	19,1	20,2
V udara (m/det)		0	0	1,4
V air (m/det)		0,1	0,2	0,3

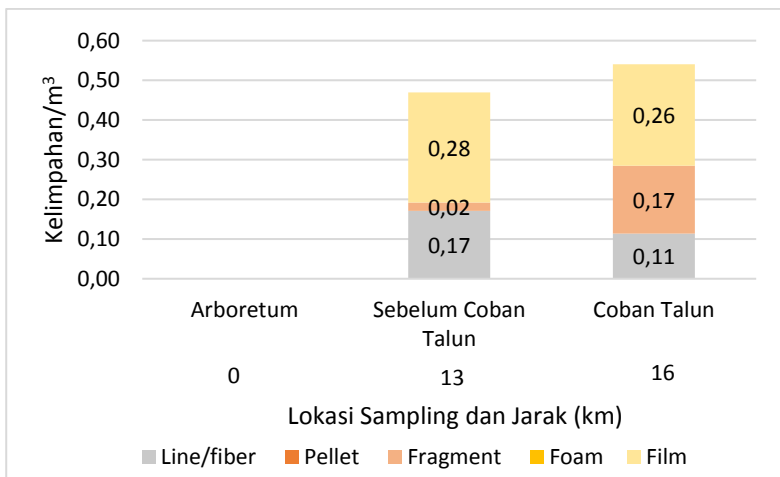
Hasil pengamatan kelimpahan pada hulu Sungai Brantas menunjukkan tidak ditemukannya keberadaan meso- maupun mikroplastik di Arboretum. Ketiadaan partikel plastik pada mata air sumber Sungai Brantas dapat dikarenakan lokasinya yang berada di dalam Arboretum. Arboretum Sumber Brantas sendiri merupakan kawasan konservasi dan hutan lindung.



Gambar 5. 21 Kelimpahan di Hulu Sungai Brantas

Pada titik sebelum Coban Talun, kelimpahan meso- dan mikroplastik meningkat sebanyak 0,47 partikel/m³. Kelimpahan terus meningkat di titik Coban Talun menjadi 0,54 partikel/m³ (Gambar 5.21). Coban Talun sendiri merupakan tempat pariwisata dan terdapat Desa Sumber Brantas sesudah Arboretum dan sebelum Coban Talun.

Ditemukan tiga bentuk meso- dan mikroplastik di dua *reference site* yaitu *fiber*, fragmen, dan *film* (Gambar 5.22). Berbeda dengan ketiga lokasi studi, bentuk *fiber* banyak ditemukan di hulu. Kelimpahan bentuk *fiber* di titik sebelum Coban Talun (0,17 partikel/m³) lebih tinggi dari titik Coban Talun (0,11 partikel/m³). Begitu pula dengan kelimpahan bentuk film yang menurun sebanyak 0,02 partikel/m³, atau dari 0,28 partikel/m³ ke 0,26 partikel/m³. Sedangkan bentuk fragmen meningkat sebanyak 0,15 partikel/m³.



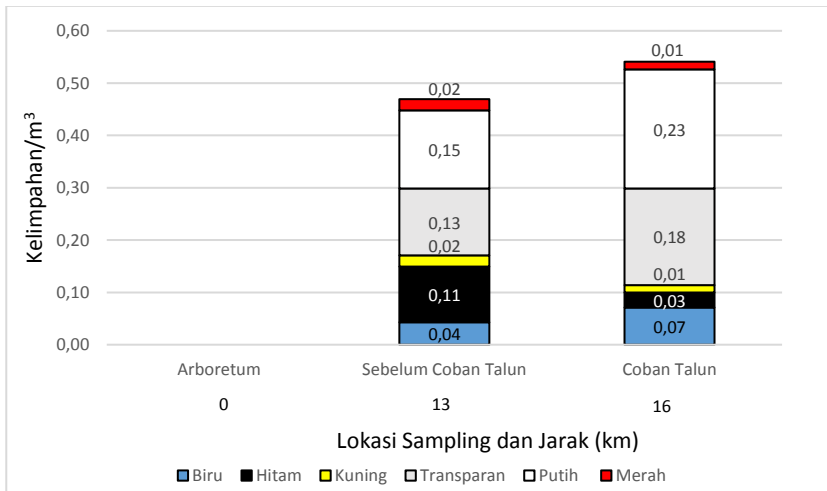
Gambar 5. 22 Bentuk Meso- dan Mikroplastik pada Reference Site

Keberadaan bentuk fiber dapat berasal dari abrasi bahan tekstil sintetis (Sundt dkk., 2014). Pada skala rumah tangga fiber dapat dihasilkan dari sisa pencucian pakaian. Saat mencuci satu potong pakain, jumlah fiber yang terabrasi dapat mencapai 1900 partikel (Browne dkk., 2011). Selain itu, Dris dkk., (2015) menunjukkan bahwa *atmospheric fallout* merupakan jalan masuk

bagi mikroplastik ke perairan. *Atmospheric fallout* sendiri ialah hasil pengendapan *fine particles* (100 – 2500 nm) di udara ke dalam air.

Berbeda dengan hasil penemuan di lokasi studi, bentuk pellet tidak ditemukan di *reference site*. Pellet merupakan salah satu bahan baku plastik dan kerap menandakan kontribusi limbah industri di perairan. Ketiadaan industri di hulu sungai menjadi alasan tidak ditemukannya bentuk pellet.

Identifikasi selanjutnya yaitu warna plastik. Partikel plastik yang berhasil dikumpulkan dari ketiga *reference site* kaya akan warna seperti transparan, biru, hitam, putih, merah, dan kuning. Berdasarkan pengamatan pada sampel air, transparan dan putih adalah warna dominan dari ketiga sampel (Gambar 5.23).

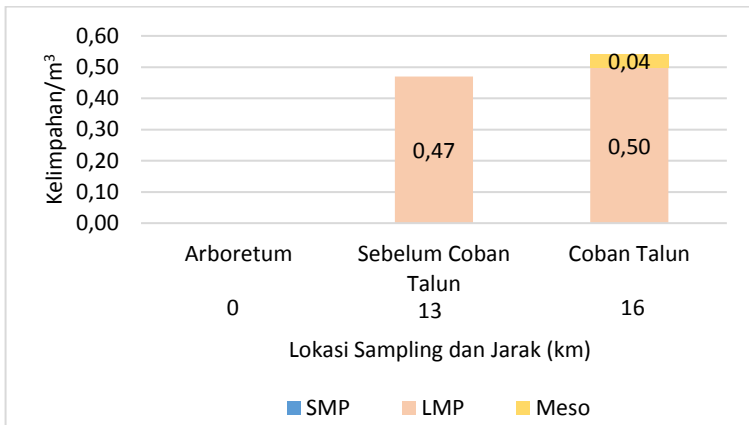


Gambar 5. 23 Warna Meso- dan Mikroplastik pada *Reference Site*

Pada titik sebelum Coban Talun, putih merupakan warna yang mendominasi dengan kelimpahan 0,15 partikel/ m^3 . Warna transparan dan hitam memiliki kelimpahan yang tidak jauh berbeda dari warna putih yaitu 0,13 partikel/ m^3 (transparan) dan 0,11 partikel/ m^3 (hitam). Sedangkan kelimpahan partikel berwarna biru, kuning, dan merah terbilang kecil dengan angka 0,04 partikel/ m^3 (biru), 0,02 partikel/ m^3 (kuning), dan 0,02 partikel/ m^3 (merah). Tidak jauh berbeda dengan titik sebelumnya, titik Coban Talun tetap

didominasi oleh partikel plastik berwarna putih (0,23 partikel/m³) dan transparan (0,18 partikel/m³). Warna biru mengalami kenaikan sebesar 0,03 partikel/m³ menjadi 0,07 partikel/m³. Sedangkan warna kuning dan merah masing-masing berkurang 0,01 partikel/m³ di titik Coban Talun.

Berdasarkan hasil pengamatan ukuran (Gambar 5.21), partikel plastik dari ketiga *reference site* dibagi menjadi dua kategori ukuran, yaitu LMP berukuran antara 1-5 mm dan mesoplastik berukuran lebih dari 5 mm. Pada titik sebelum Coban Talun, seluruh partikel yang ditemukan merupakan LMP (0,47 partikel/m³). Sedangkan pada titik Coban Talun, LMP meningkat menjadi 0,50 partikel/m³ dan ditemukan mesoplastik sebesar 0,04 partikel/m³.



Gambar 5. 24 Ukuran Meso- dan Mikroplastik pada *Reference Site*

Hasil pengamatan di *reference site* menunjukkan bahwa mata air sungai Brantas tidak terkontaminasi oleh mesoplastik maupun mikroplastik. Sedangkan di titik sebelum Coban Talun dan titik Coban Talun sudah mulai ditemukan keberadaan mikroplastik. Jika dibandingkan dengan titik Gunung Sari di setengah kedalaman yang merupakan titik pengambilan sampel dengan kelimpahan terkecil (12,0 partikel/m³), pencemaran meso- dan mikroplastik di lokasi studi mencapai 25 kali lebih besar.

Ketiga *reference site* terletak di Kecamatan Bumiaji, Kota Batu dengan kepadatan penduduk 903 jiwa/km² (Kota Batu dalam Angka). Meningkatnya kepadatan penduduk di sekitar Kali Brantas sampai lokasi studi merupakan faktor utama penyebab tingginya pencemaran meso- dan mikroplastik di hilir. Menurut Kataoka dkk. (2019), kelimpahan meso- dan mikroplastik akan meningkat seiring bertambahnya penduduk dan urbanisasi. Meso- dan mikroplastik yang terdapat di sungai dapat bersumber dari aktivitas daratan seperti limbah rumah tangga, peternakan, industri, perdagangan, dan buangan IPAL. Sifat plastik yang persisten dari pengaruh lingkungan membuat waktu tinggal plastik di perairan lama karena daya degradasi plastik rendah. Lamanya waktu tinggal plastik mengakibatkan sumber sampah terakumulasi.

Pencemaran di lokasi studi, jika dibandingkan dengan sumber mata air, terbilang tinggi sehingga diperlukan tindakan penanganan meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya oleh pemerintah Surabaya.

BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Kelimpahan meso- dan mikroplastik di titik Gunung Sari didapatkan sebanyak 15,9 partikel per m^3 . Pada titik Joyoboyo, jumlah partikel terkumpul ialah 56,2 partikel per m^3 . Sedangkan pada titik Jagir, terhitung 58,1 partikel per m^3 .
2. a) Meso- dan mikroplastik berbentuk *film* adalah bentuk yang paling dominan di dasar air titik Gunung Sari (4,7 partikel/ m^3) dan di permukaan air Joyoboyo (16,9 partikel/ m^3). Di titik Jagir, partikel berbentuk fragmen menjadi bentuk yang paling banyak dijumpai di dasar sungai (18,0 partikel/ m^3).
b) Partikel LMP di titik Gunung Sari paling banyak dijumpai di permukaan sungai (4,7 partikel/ m^3). Di titik Joyoboyo, partikel LMP paling banyak dijumpai di permukaan sungai (16,9 partikel/ m^3). Namun di titik Jagir partikel SMP mendominasi di dasar sungai (22,1 partikel/ m^3).
c) Warna meso- dan mikroplastik yang mendominasi ialah transparan dengan rata-rata terbanyak di permukaan air titik Joyoboyo (14,8 partikel/ m^3).
d) Jenis plastik yang ditemukan ialah PP, LDPE, PS, dan PET. Pada seluruh titik pengambilan sampel, PP mendominasi di permukaan air (Gunung Sari 27,2 partikel/ m^3 , Joyoboyo 132,0 partikel/ m^3 , dan Jagir 100,4 partikel/ m^3), LDPE mendominasi di setengah kedalaman (Gunung Sari 17,7 partikel/ m^3 dan Joyoboyo 101,3 partikel/ m^3) dan dasar air (Jagir 152,4 partikel/ m^3). PS dengan jumlah tertinggi ditemukan di permukaan titik Jagir (20,8 partikel/ m^3). Sedangkan jumlah PET tertinggi ditemukan di dasar titik Jagir (1,0 partikel/ m^3).
3. Semakin mendekati hilir, rata-rata partikel mengalami kenaikan dengan persentase masing-masing 71,4% dari titik Gunungsari ke titik Joyoboyo dan 12,8% dari titik Joyoboyo ke titik Jagir. Bentuk *film* mendominasi di ketiga titik, dengan kehadiran bentuk fragmen yang cukup signifikan pada dasar air titik Jagir. LMP menjadi ukuran dengan kelimpahan terbanyak, hanya di dasar titik Jagir, SMP melebihi jumlah LMP.

6.2 Saran

Untuk penelitian lebih lanjut diharapkan melakukan pengambilan sampel pada waktu yang serupa. Perlu dilakukan penelitian mengenai kajian mikroplastik di sedimen dan dampaknya terhadap hewan di air untuk mengetahui keberadaan meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya secara lebih holistik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. C., Park, B. J., dan Palace, V. P. 2016. "Microplastics in Aquatic Environments: Implications for Canadian Ecosystems". **Environmental Pollution**, 218: 269-280.
- Andrady, A. L., Hamid, H., dan Torikai, A. 2011. "Effects of solar UV and climate change on materials". **Photochemical & Photobiological Sciences**, 10 : 292.
- Andrady, A. L. 2011. "Microplastics in the Marine Environment". **Marine Pollution Bulletin**, 62:1596-1605
- Anonim. 2018. **Soal Polusi Mikro Plastik, Pemerintah Belum Punya Antisipasi**. <URL: <https://www.ngopibareng.id/timeline/soal-mikroplastik-pemerintah-harus-tegas-warga-wajib-kontribusi-1730976/>, diakses 22 Januari 2019>.
- Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. 2009. **Profil Lingkungan Hidup Kota Surabaya 2009**. Surabaya: Badan Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya.
- Badan Pusat Statistik Indonesia. 2016. **Statistik Lingkungan Hidup Indonesia 2016**. Jakarta.
- Badan Pusat Statistik Kota Batu. 2018. **Kota Batu Dalam Angka 2018**. Surabaya: BPS Kota Batu.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2017. **Kota Surabaya Dalam Angka 2017**. Surabaya: BPS Kota Surabaya.
- Bakir, A., Rowland, S. J., dan Thompson, R. C. 2012. "Competitive Sorption of Persistent Organic Pollutants onto Microplastics in the Marine Environment". **Marine Pollution Bulletin**, 64: 2782-2789.
- Bangun, A. P., Wahyuningsih, H., dan Muhtadi, A. 2018. "Impacts of macro- and microplastic on macrozoobenthos abundance in intertidal zone". **Earth and Environmental Science**, 122.
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson R. C., dan Barlaz M. 2009. "Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments". **Biological Sciences**, 364: 1985-1998.
- Beck, J.N. dan Sneddon, J. 2000. "Use of atomic absorption spectrometry for the determination of metals in sediments in south-west Louisiana". **Microchemical Journal** 66, 1-3: 73-113.

- Browne, M.A., Crump, P., Niven, S.J., Teuten E.L., Tonkin, A., Galloway T., dan Thompson, R.C. 2011. "Accumulations of microplastic on shorelines worldwide: sources and sinks". **Environ Sci Technol** 45, 9175-9179.
- Cooper, D.A. dan Corcoran, P.L. 2010. "Effects of mechanical and chemical processes on the degradation of plastic beach debris on the island of Kauai, Hawaii". **Marine Pollution Bulletin**, 60: 650-654.
- Dekiff, J. H., Remy, D., Klasmeier, J., dan Fries, E. 2014. "Occurrence and Spatial Distribution of Microplastics in Sediments From Nordeney". **Environmental Pollution**, 186: 248-256.
- Derraik, J. G. 2002. "The pollution of the marine environment by plastic debris: a review". **Marine Pollution Bulletin** 44, 9: 842-852
- Dhokhikah, Y. dan Trihadiningrum, Y. 2012. "Solid Waste Management in Asian Developing Countries: Challenges and Opportunities". **Journal of Applied Environmental and Biological Science** 2, 7: 329-335.
- Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Galgani, F., Tassin, B., dan Laforsch, C. 2015. "Beyond the ocean: contamination of freshwater ecosystems with (micro-)plastic particles". **Environmental Chemistry**, 12: 539-550.
- Doyle, M. J., Watson, W., Bowlin, N. M., dan Sheavly, S. B. 2011. "Plastic particles in coastal pelagic ecosystems of the Northeast Pacific ocean". **Marine Environment Research**, 71: 41-52.
- Eerkes-Medrano, D., Thompson, R. C., dan Aldridge, D. C. 2015. "Microplastics in Freshwater Systems: A Review of the Emerging Threats, Identification of Knowledge, Gaps and Prioritisation of Research Needs". **Water Research**, 75: 63-82.
- Endo, S., Takizawa, R., Okuda, K., Takada, H., Chiba, K., Kanehiro, H., Ogi, H., Yamashita, R., dan Date, T. 2005. "Concentration of Polychlorinated Biphenyls (PCBs) in Beached Resin Pellets: Variability Among Individual Particles and Regional Differences". **Marine Pollution Bulletin**, 50: 1103-1114.

- Fendall, L. S. dan Sewell, M. A. 2009. "Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers". **Marine Pollution Bulletin** 58, 8:1225-1228.
- Fischer, E. K., Paglialonga, L., Czech, E., dan Tamminga, M. 2016. "Microplastic pollution in lakes and lake shoreline sediments – A case study on Lake Bolsena and Lake Chiusi (central Italy)". **Environmental Pollution**, 213: 648-657.
- Gall, S. C. dan Thompson, R. C. 2015. "The impact of debris on marine life". **Marine Pollution Bulletin** 92, 1-2: 170..
- Hahladakis, J. N. dan Iacovidou, E. 2018. "Closing the Loop on Plastic Packaging Materials: What is Quality and How Does It Affect Their Circularity?". **Science of the Total Environment**, 630: 1394-1400.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., dan Thiel, M. 2012. "Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification". **American Chemical Society**, 46: 3060-3075.
- Hilal, A. H. A. dan Al-Najjar, T. 2009. "Plastic Pellets on the Beaches of the Northern Gulf of Aqaba, Red Sea". **Aquatic Ecosystem Health and Management** 12, 4: 461-470.
- Ismail, A., Adilah, N. M. B., dan Nurulhudha, M. J. 2009. "Plastic Pellets Along Kuala Selangor-Sepang Coastline". **Malaysian Applied Biological Sciences**, 38: 85-88.
- Iwasaki, S., Isobe, A., Kako, S., Uchida, K., dan Tokai, T. 2017. "Fate of microplastics and mesoplastics carried by surface currents and wind waves: A numerical model approach in the Sea of Japan". **Marine Pollution Bulletin**, 121: 85-96.
- Kataoka, T., Nihei, Y., Kudou, K., dan Hinata, H. 2019. "Assessment of the sources and inflow processes of microplastics in the river environment of Japan". **Environmental Pollution**, 244: 958 – 965.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2018. **Komposisi Sampah Periode 2017 – 2018**, <URL:<http://sipsn.menlhk.go.id/>, diakses 20 Februari 2019>.
- Keputusan Gubernur Jawa Timur Nomor 187 Tahun 1988 tentang Peruntukan Air Sungai di Jawa Timur.
- Kingfisher, J. 2011. "Micro-plastic Debris Accumulation on Puget Sound Beaches". **Port Townsend Marine Science Center**.

- Lahens, L., Strady, E., Kieu-Le, T., Dris, R., Boukerma, K., Rinnert, E., Gasperi, J., dan Tassin, B. 2018. "Macroplastic and Microplastic Contamination Assessment of A Tropical River (Saigon River, Vietnam) Transversed by A Developing Megacity". **Environmental Pollution**, 236: 661-671.
- Lippiat, S., Opfer, S., dan Arthur, C. 2013. "Marine Debris Monitoring and Assessment: Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment". **NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-46**.
- Lobelle, D. dan Cunliffe, M. 2011. "Early Microbial Biofilm Formation on Marine Plastic Debris". **Marine Pollution Bulletin**, 62: 197-200.
- Lusher, A. L., Welden, N. A., Sobral, P., dan Cole, M. 2017. "Sampling, Isolating and Identifying Microplastics Ingested by Fish and Invertebrates". **Analytical Methods** 9, 9: 1346-1360.
- Mani, T., Hauk, A., Walter, U. dan Burkhardt-Holm, P. 2015. "Microplastics profile along the Rhine River". **Scientific Reports**, 5: 17988.
- Masura, J., Baker, J. E., Foster, G., Arthur, C., dan Herring, C. 2015. **Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for Quantifying Synthetic particles in Waters and Sediments**. US Department of Commerce, National Oceanic and Atmospheric Administration, National Ocean Service, NOAA Marine Debris Program.
- Moore, C. J., Lattin, G. L., dan Zellers, A. F. 2011. "Quantity and type of plastic debris flowing from two urban rivers to coastal waters and beaches of Southern California". **Journal of Integrated Coastal Zone Management** 11, 1: 65-73.
- Nerland, I. L., Halsband, C., dan Thomas, K. V. 2014. "Microplastics in Marine Environments: Occurrence, Distribution and Effects". **Norwegian Institute for Water Research**, 14338: 6-57.
- Peng, G., Xu, P., Zhu, B., Bai, M., dan Li, D. 2017. "Microplastic in Freshwater River Sediments in Shanghai, Study of Risk Assesment in Mega Cities". **Environmental Pollution**, 234: 448-456.

- Pettipas, S., Bernier, M., dan Walker, T. R. 2016. "A Canadian policy framework to mitigate plastic marine pollution". **Marine Policy** 68, 117-122.
- Priyono, T. S. C., Yuliani, E., Sayekti, R. W. 2013. "Studi Penentuan Status Mutu Air di Sungai Surabaya untuk Keperluan Bahan Baku Air Minum". **Jurnal Teknik Pengairan** 4, 1: 53-60.
- Razif, M. dan Masduqi, A. 1996. "Penentuan Daya Dukung Kali Surabaya dengan Simulasi Komputer". **IPTEK ITS**.
- Sari, K. 2018. "Keberadaan Mikroplastik pada Hewan Filter Feeder di Padang Lamun Kepulauan Spermonde Kota Makassar". [Tugas Akhir]. Makassar : Universitas Hasanuddin.
- Scientific Engineering Response and Analytical Services (SERAS). 2013. Standard Operating Procedures Surface Water Sampling. United States of America.
- Silva, A. B., Bastos, A. S., Justino, C. I. L., da Costa, J. P., Duarte, A. C., dan Rocha-Santos, T. A. P. 2017. "Microplastics in the environment: Challenges in analytical chemistry - A review". **Analytica Chimica Acta**, 1017: 1-19.
- Sumiyarsono, E. 2018. "MODEL PENGENDALIAN PENCEMARAN AIR KALI SURABAYA". [Disertasi]. Surabaya : Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Sundt, P., Schulze, P. E., Syversen, F. 2014. "Sources of Microplastics-Pollution to the Marine Environment". **MEPEX**, 1032: 1-86.
- Suprpto. 2016. "Peran Daur Ulang untuk Meningkatkan Pengelolaan Sampah Terpadu di Kota Surabaya". **Jurnal Rekayasa Lingkungan** 9, 2: 127-142.
- Suwari. 2010. "Model Pengendalian Pencemaran Air pada Wilayah Kali Surabaya". [Disertasi]. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Tanković, M.S., Perusco, V.S., J. Godrijan, D., Pfannkuchen, M. 2015. "Marine plastic debris in the northeastern Adriatic". **Proceedings of the MICRO 2015 Seminar of Microplastics Issues**. Institut Kimia Nasional Ljubljana.
- Thompson, R. C., Moore, C. J., Saal, F. S. V., dan Swan, S. H. 2009. "Plastics, the Environment and Human Health: Current Consensus and Future Trends". **The Royal Society**, 364: 2153-2166.

- Van Cauwenberghe, L., Devriese, L., Galgani, F., dan Robbins, J. 2015. "Microplastics in Sediments: A Review of Techniques, Occurrence and Effects". **Marine Environmental Research**, 111: 5-17.
- Virsek, M. K., Palatinus, A., Peterlin, M., Horvat, P., dan Krzan, A. 2016. "Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis". **Journal of Visualized Experiments**, 118: 1-9.
- Wagner, M. dan Lambert, S. 2018. "Freshwater Microplastics? Emerging Environmental Contaminants". Swiss : Springer Nature.
- Wagner, M., Scherer, C., Alvarez-Munoz, D., Brennholt, N., Bourrain, X., Buchinger, S., Fries, E., Grosbois, C., Klasmeier, J., Marti, T., Rodriguez-Mozaz, S., Urbatzka, R., Vethaak, A. D., Winther-Nielsen, M., dan Reifferscheid, G. 2014. "Microplastics in Freshwater Ecosystems: What We Know and What We Need to Know". **Environmental Sciences Europe** 26, 12: 1-9.
- Xanthos, D. dan Walker, T. R. 2017. "International policies to reduce plastic marine pollution from single-use plastics (plastic bags and microbeads)". **Marine Pollution Bulletin**.
- Young, A. M. dan Elliott, J. A. 2016. "Characterization of microplastic and mesoplastic debris in sediments from Kamilo Beach and Kahuku Beach, Hawaii". **Marine Pollution Bulletin**, 113: 477-482.
- Yousif, E. dan Haddad, R. 2013. "Photodegradation and photostabilization of polymers, especially polystyrene: review". **Springer Plus**, 2:398.
- Zhang, K., Gong, W., Lv, J., Xiong, X., dan Wu, C. 2015. "Accumulation of floating microplastics behind the Three Gorges Dam". **Environmental Pollution** 204, 117-123.
- Zhang, K., Su, J., Xiong, X., Wu, X., Wu, C., dan Liu, J. 2016. "Microplastic pollution of lakeshore sediments from remote lakes in Tibet plateau, China". **Environmental Pollution**, 1 – 6.
- Zhao, S., Zhu, L., Wang, T., dan Li, D. 2014. "Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary System, China: First observations on occurrence, distribution". **Marine Pollution Bulletin** 86, 562-568.

LAMPIRAN A
Peta Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya

LAMPIRAN B

Perhitungan Jumlah Kelimpahan

Perhitungan jumlah kelimpahan di titik Joyoboyo pada permukaan dan penampang tengah air adalah sebagai berikut:

Diketahui,

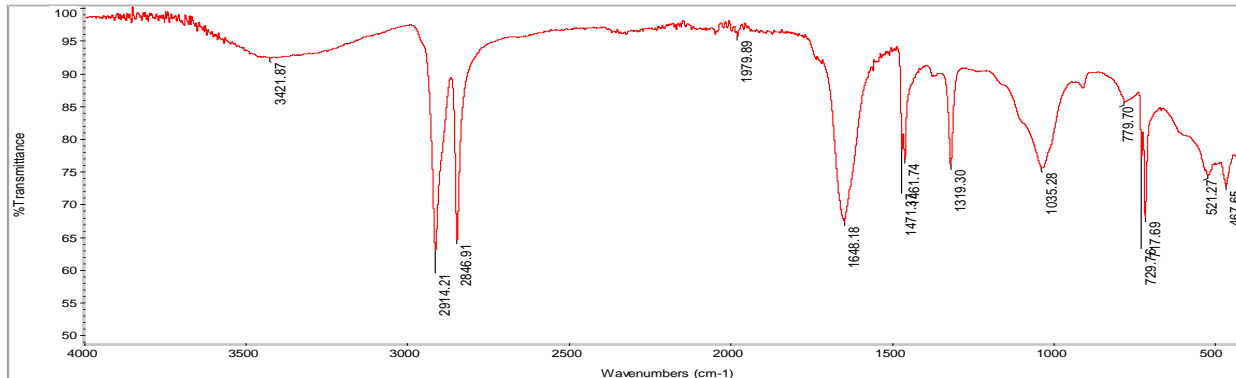
Jumlah partikel (n)	=	604,5	buah
Waktu pengambilan sampel	=	1200	detik
Kuat arus	=	0,6	m/det
Luas bukaan manta	=	0,016	m ²
Volume air tersaring	=	8,8	m ³
Jumlah kelimpahan	=	$\frac{n}{\text{volume}}$	
	=	$\frac{604,5}{8,8}$	
	=	68,7	partikel/m ³

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN C Hasil Uji FTIR

Title: Sampel 1 Pellet Transparan T.9(1) Teper

Tue Apr 30 08:52:40 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Tue Apr 23 09:45:09 2019 (GMT+07:00)

Tue Apr 30 08:52:10 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: Sampel 1 Pellet Transparan T.9(1) Teper

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 95.737

Sensitivity: 50

Peak list:

Position:	Intensity:
467.65	72.705
521.27	74.371
717.69	67.859
729.76	77.086
779.70	85.511
1035.28	75.457
1319.30	75.808
1461.74	76.821
1471.37	78.208
1648.18	67.209
1979.89	95.621
2846.91	64.486
2914.21	62.698
3421.87	92.273

Spectrum:

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

Hit List:

Index	Match	Compound name
17906	74.62	Polyethylene, oxidized, high molecular w
604	74.60	oxidized polyethylene
17868	73.08	polyethylene, low density
625	73.06	polyethylene
95	71.07	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY
645	71.06	1-Triacontanol, 96%
31	69.66	Triacontane, 99%
33	69.00	Trtriacontane, 98%
28	68.63	Heptacosane, 99%
35	67.90	Hexatriacontane, 98%

Library

HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

HR Nicolet Sampler Library

HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

HR Nicolet Sampler Library

Aldrich Condensed Phase Sample Library

HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

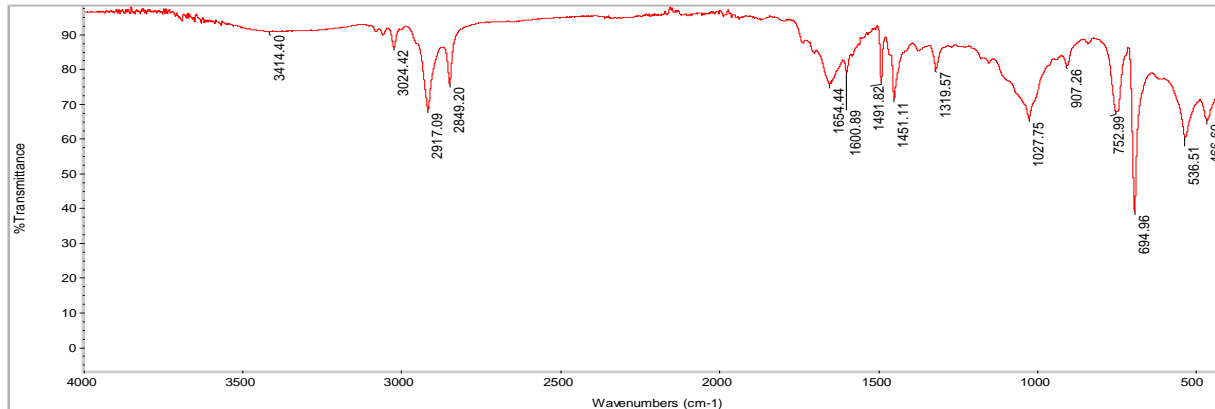
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

Lampiran C Gambar 1.1 Hasil Uji FTIR Pellet Transparan

Title: Sampel 2 Foam Putih T.9(1) Teper

Tue Apr 30 08:57:17 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Tue Apr 23 09:18:12 2019 (GMT+07:00)

Tue Apr 30 08:57:01 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: Sampel 2 Foam Putih T.9(1) Teper
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 91.945
 Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity
466.60	65.028
536.51	60.153
694.96	38.914
752.99	67.634
907.26	80.838
1027.75	65.690
1319.57	79.770
1451.11	71.395
1491.82	76.142
1600.89	78.922
1654.44	75.364
2849.20	75.508
2917.09	68.321
3024.42	86.189
3414.40	90.649

Spectrum: Sampel 2 Foam Putih T.9(1) Teper

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

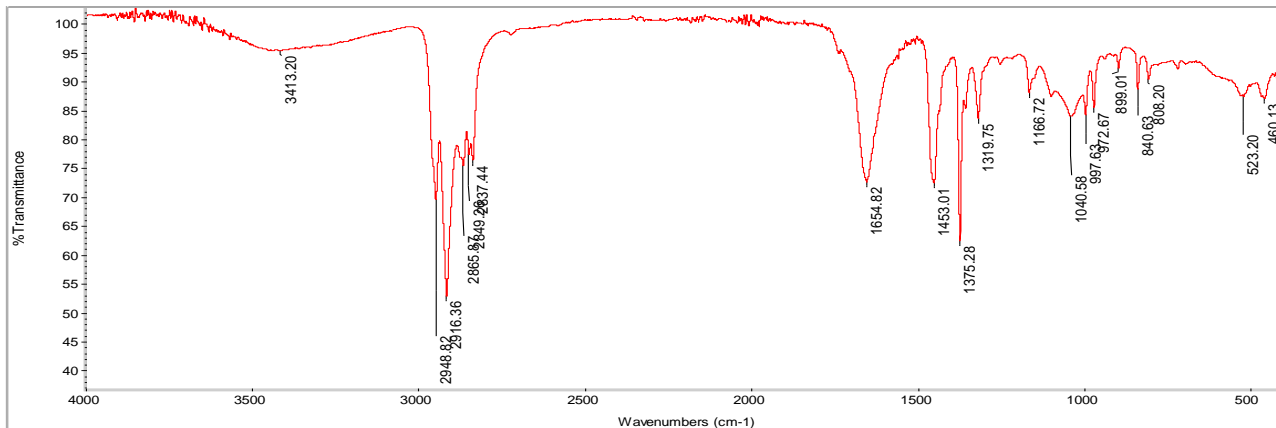
Hit List:

Index	Match	Compound name	Library
18016	74.90	Polystyrene standard, typical MW 50,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
46	74.63	POLY(STYRENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library
18040	72.91	Polystyrene, monocarboxy terminated, average MW ca. 200,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18027	72.80	Polystyrene, dicarboxy terminated, average MW ca. 100,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18020	71.86	Polystyrene standard, typical MW 900,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18013	71.29	Poly(styrene) standard, typical MW 9,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18012	71.15	Polystyrene standard, typical MW 4,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18017	71.04	Polystyrene standard, typical MW 90,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
361	70.89	Poly(styrene:4-hydroxystyrene:divinylbenzene)	HR Hummel Polymer and Additives
18014	70.76	Polystyrene standard, typical MW 20,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

Lampiran C Gambar 1.2 Hasil Uji FTIR Foam Putih

Title: Sampel 3 Fragmen Transparan

Tue Apr 30 08:59:07 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Tue Apr 23 09:23:26 2019 (GMT+07:00)

Spectrum: Sampel 3 Fragmen Transparan
 Region: 3495.26-455.13
 Search type: Correlation

Tue Apr 30 08:58:53 2019 (GMT+07:00)
 FIND PEAKS
 Spectrum: Sampel 3 Fragmen Transparan
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 95.254
 Sensitivity: 50
 Peak list:

Position:	Intensity:
403.33	92.599
460.13	87.008
523.20	87.292
809.20	90.314
940.63	86.481
899.01	92.277
972.67	86.436
957.63	84.059
1040.56	83.909
1166.72	87.959
1319.75	83.493
1375.28	82.163
1463.01	72.364
1654.82	72.908
2637.44	75.246
2849.26	77.218
2865.87	75.271
2916.36	52.751
2948.82	60.422
3413.20	95.228

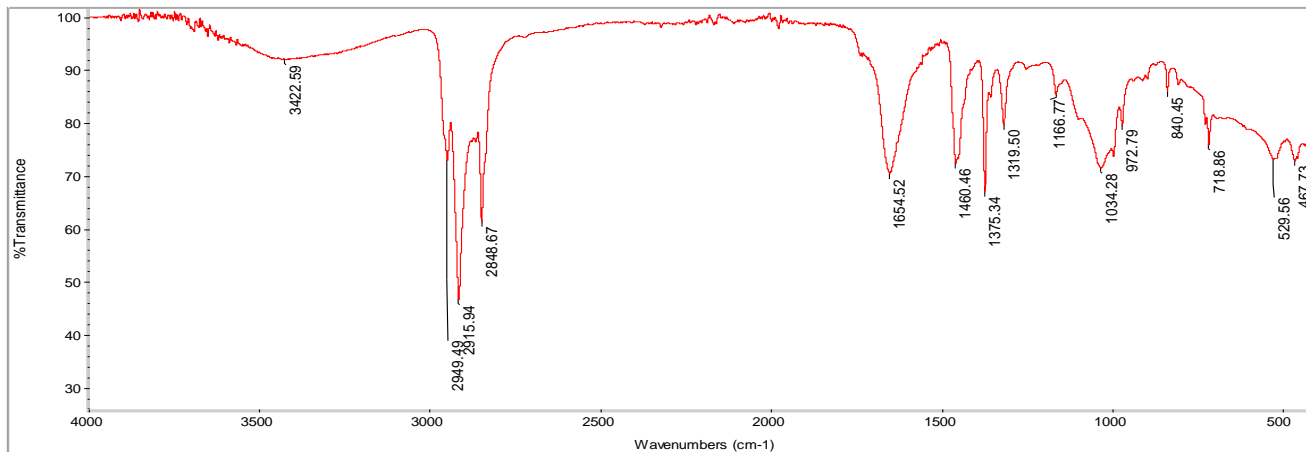
Hit List

Index	Match	Compound name	Library
324	85.78	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives
17997	82.80	Polypropylene, isotactic, average MW ca. 250,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
942	81.40	Polypropylene, isotactic	HR Hummel Polymer and Additives
41	80.03	POLY(PROPYLENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library
322	79.83	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives
975	79.54	Polypropylene + Vistalon 404, 1:1	HR Hummel Polymer and Additives
737	79.05	Polypropylene	HR Nicolet Sampler Library
624	78.39	Polypropylene+poly(ethylene:propylene)	HR Nicolet Sampler Library
566	78.15	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives
323	75.77	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives

Lampiran C Gambar 1.3 Hasil Uji FTIR Fragmen Transparan

Title: Sampel 4 Fragmen Putih

Tue Apr 30 09:00:44 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Tue Apr 23 09:06:42 2019 (GMT+07:00)

Tue Apr 30 09:00:33 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: Sampel 4 Fragmen Putih
 Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 94.862
 Sensitivity: 50

Peak list:

Position:	Intensity:
467.73	72.688
529.56	72.934
718.86	75.802
840.45	85.852
972.79	79.593
1034.28	71.374
1166.77	85.372
1319.50	79.657
1375.34	86.979
1460.46	72.237

Spectrum: Sampel 4 Fragmen Putih

Region: 3495.26-455.13

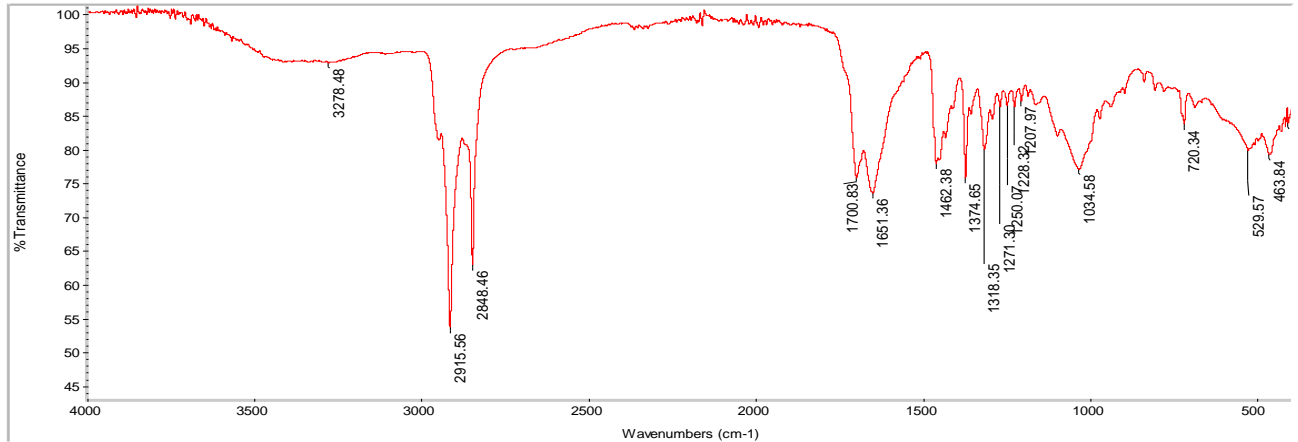
Search type: Correlation

Hit List:

Index	Match	Compound name
322	80.19	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)
324	75.91	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)
977	72.64	Polypropylene + Vistalon 719, 1:1
323	71.98	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)
975	71.92	Polypropylene + Vistalon 404, 1:1
624	70.67	Polypropylene+poly(ethylene:propylene)
39	70.56	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE)
32	69.84	POLY(ETHYLENE:PROPYLENE:DIENE)
95	69.63	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY
41	69.53	POLY(PROPYLENE), ATACTIC

Library
HR Hummel Polymer and Additives
HR Hummel Polymer and Additives
HR Hummel Polymer and Additives
HR Hummel Polymer and Additives
HR Hummel Polymer and Additives
HR Nicolet Sampler Library
Hummel Polymer Sample Library
Hummel Polymer Sample Library
Aldrich Condensed Phase Sample Library
Hummel Polymer Sample Library

Lampiran C Gambar 1.4 Hasil Uji FTIR Fragmen Putih



Collection time: Tue Apr 23 09:52:14 2019 (GMT+07:00)

Tue Apr 30 09:02:03 2019 (GMT+07:00)

Spectrum: Sampel 5 Film Transparan

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 94.959

Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity
409.29	83.798
463.84	79.191
529.57	79.809
720.34	83.708
1034.58	77.015
1207.97	87.166
1228.32	86.206
1250.07	86.433
1271.30	86.187
1318.35	79.941
1374.65	75.739
1462.38	77.850

Spectrum: Sampel 5 Film Transparan

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

Hit List:

Index	Match	Compound name
2966	79.78	Palmitic acid, 90%
2977	79.65	Triacontanoic acid, 98%
2964	79.29	Myristic acid, 99.5+%
1355	77.95	Octadecanoic acid; Stearic acid
3806	77.44	Ethyl triacontanoate, 98%
2973	77.27	Tricosanoic acid, 99%
17905	77.00	Polyethylene, oxidized, low molecular weight
		light
625	76.86	polyethylene
17868	76.85	Polyethylene, low density
95	76.58	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY

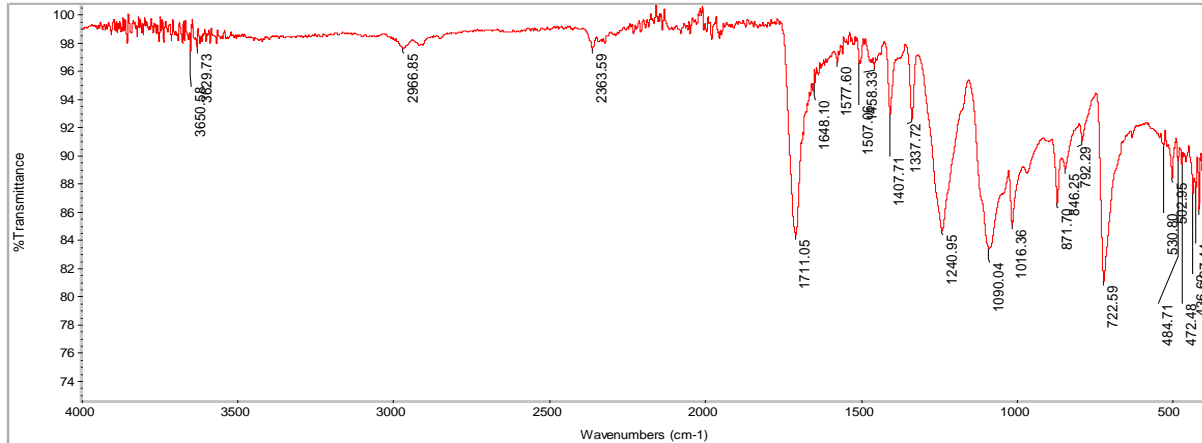
Library

HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Hummel Polymer and Additives
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Nicolet Sampler Library
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
Aldrich Condensed Phase Sample Library

Lampiran C Gambar 1.5 Hasil Uji FTIR FilmTransparan

Title: Fiber Merah Sampel A

Mon May 06 07:49:39 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Fri May 03 08:16:36 2019 (GMT+07:00)

File Name: 3495.26-455.13
Region: 4000.00 - 400.00
Resolution: 4.00
Sensitivity: 32
Scan: 50

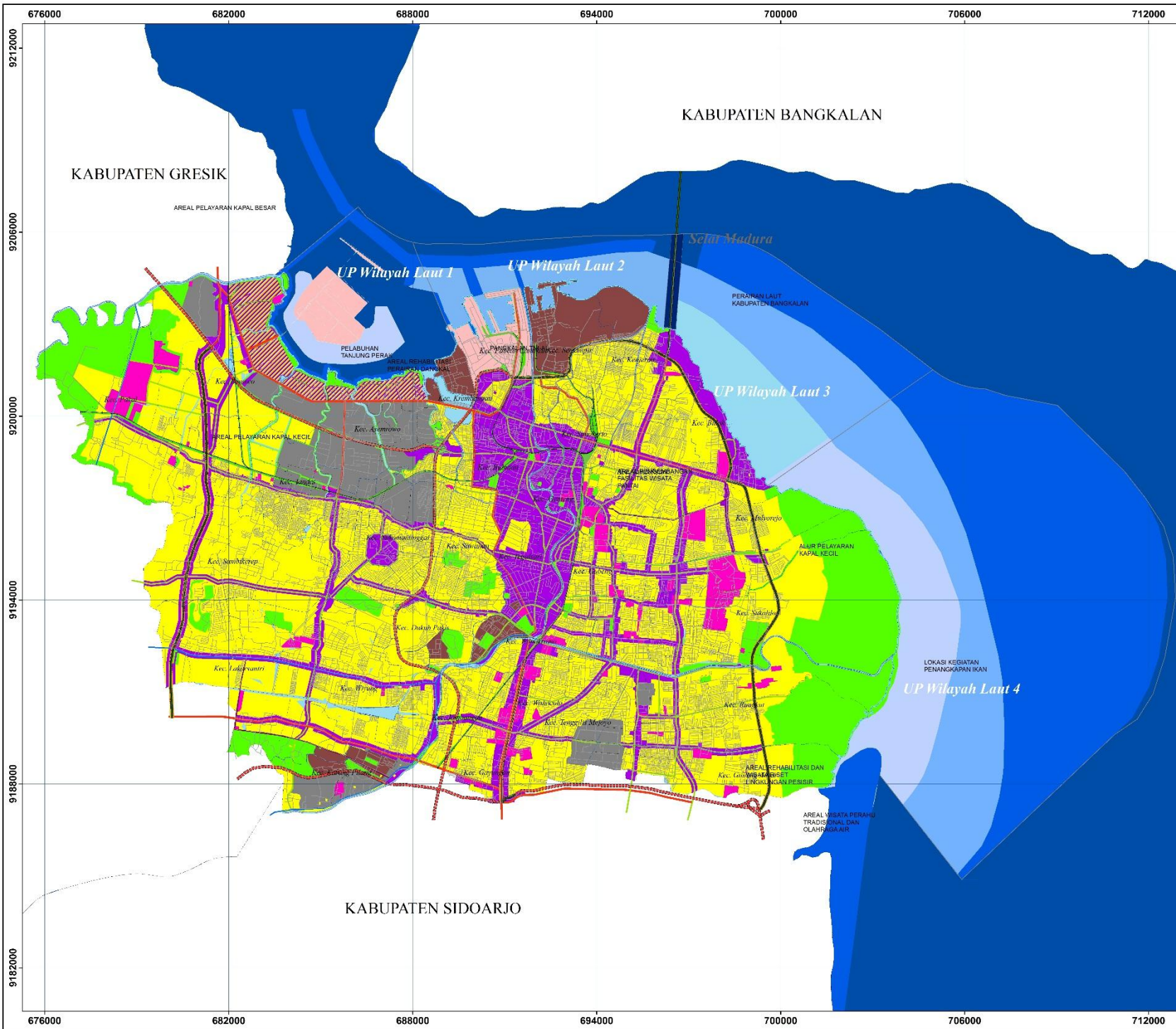
Peak	Position	Intensity
Peak	407.71	89.224
Peak	417.94	88.201
Peak	427.43	87.543
Peak	432.42	87.171
Peak	442.41	86.586
Peak	454.01	85.595
Peak	460.00	84.24
Peak	530.00	81.038
Peak	702.50	81.350
Peak	748.00	80.550
Peak	848.25	80.530
Peak	870.00	80.530
Peak	1090.04	81.258
Peak	1107.00	80.530
Peak	1407.71	82.871
Peak	1458.33	86.481
Peak	1507.06	86.481
Peak	1577.60	86.537
Peak	1711.05	82.148
Peak	2363.59	81.292
Peak	2966.85	87.288
Peak	3650.88	87.534
Peak	3650.88	87.534

Spectrum: Fiber Merah Sampel A
Region: 3495.26-455.13
Search type: Correlation

Hit List:	Match	Compound name	Library
Index	543	Poly(ethylene terephthalate)	HR Hummel Polymer and Additives
	32	Poly(1,4-butylene terephthalate)	HR Hummel Polymer and Additives
	23	Polyester, tere- & isophthalic acids	HR Hummel Polymer and Additives
	17812	Poly(1,4-butylene terephthalate)	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
	25	Polyester, tere- & isophthalic acids	HR Hummel Polymer and Additives
	574	Poly(ethylene terephthalate)	HR Nicolet Sampler Library
	19	Polyester, terephthalic acid	HR Hummel Polymer and Additives
	24	Polyester, tere- & isophthalic acids	HR Hummel Polymer and Additives
	20	Polyester, tere- & isophthalic acids	HR Hummel Polymer and Additives
	12	NONANOIC ACID, 98%	Aldrich Condensed Phase Sample Library

Lampiran C Gambar 1.6 Hasil Uji FTIR Fiber Merah

LAMPIRAN D
Peta Distribusi Meso- dan Mikroplastik



DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL
LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH
NOPEMBER
SURABAYA
2019

TUGAS AKHIR – RE 184804

Distribusi Mesoplastik dan
Mikroplastik di Kali Surabaya pada
Segmen Gunung Sari sampai Jagir

JUDUL GAMBAR

Peta Rencana Pola Ruang Kota
Surabaya

LEGENDA

- Batas Provinsi
 - Batas Kabupaten/Jatim
 - Batas Kecamatan
 - Batas Kelurahan
 - Pusat Pemerintahan Provinsi
 - Pusat Pemerintahan Kabupaten
 - Pusat Pemerintahan Kecamatan
- Rencana Jalan**
- Rencana Jalan Jalur
 - Rencana Jalan Arteri Primer
 - Rencana Jalan Arteri Sekunder
 - Rencana Jalan Kolektor Primer
 - Rencana Jalan Kolektor Sekunder
 - Rencana Jalan Bebas Hambatan
 - Rencana Frontage Road
- Rencana Kawasan Budidaya Darat**
- Dermukan
 - Perdagangan & Jasa
 - Fasilitas Umum
 - Industri
 - Kawasan Militer
 - Kawasan Pelabuhan
 - Kawasan Mix Use Perdagangan Jasa & Perumahan
 - Ruang Terbuka Hijau
- Rencana Kawasan Budidaya Peraliran**
- Batas Zona Perairan
 - Area Pengembangan Fasilitas Wisata Pantai
 - Area Rehabilitasi & Riset Lingkungan
 - Fasilitas Polibahan
 - Jalur Pengaman Jembatan & Utilitas
 - Kawasan Tangkap Ikan
 - Kawasan Wisata Air
 - Perairan Laut

MAHASISWA

Khaldi Ardelia Yunus
 0321154000011

DOSEN PEMBIMBING

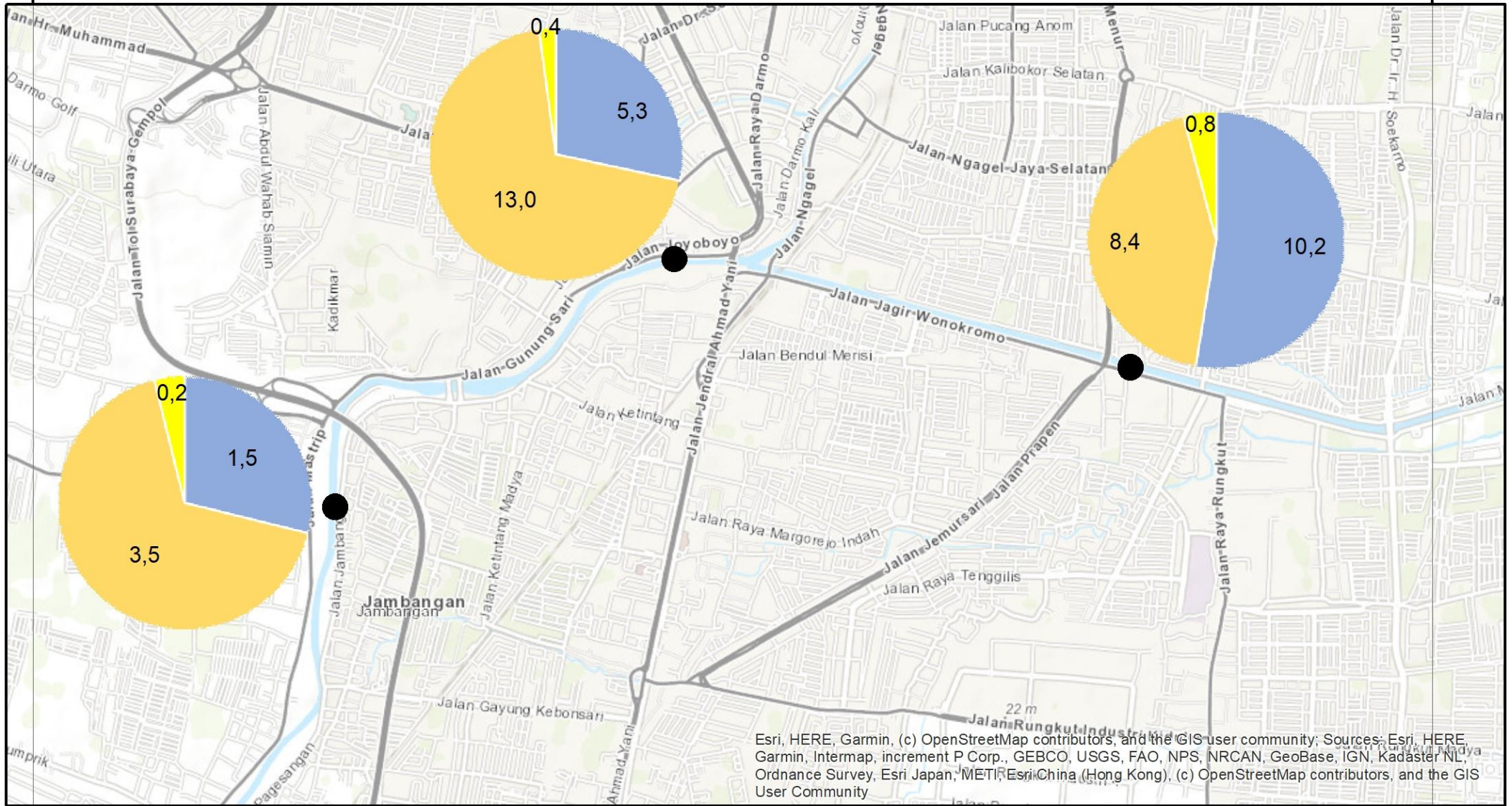
Prof. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc.

NO. GAMBAR

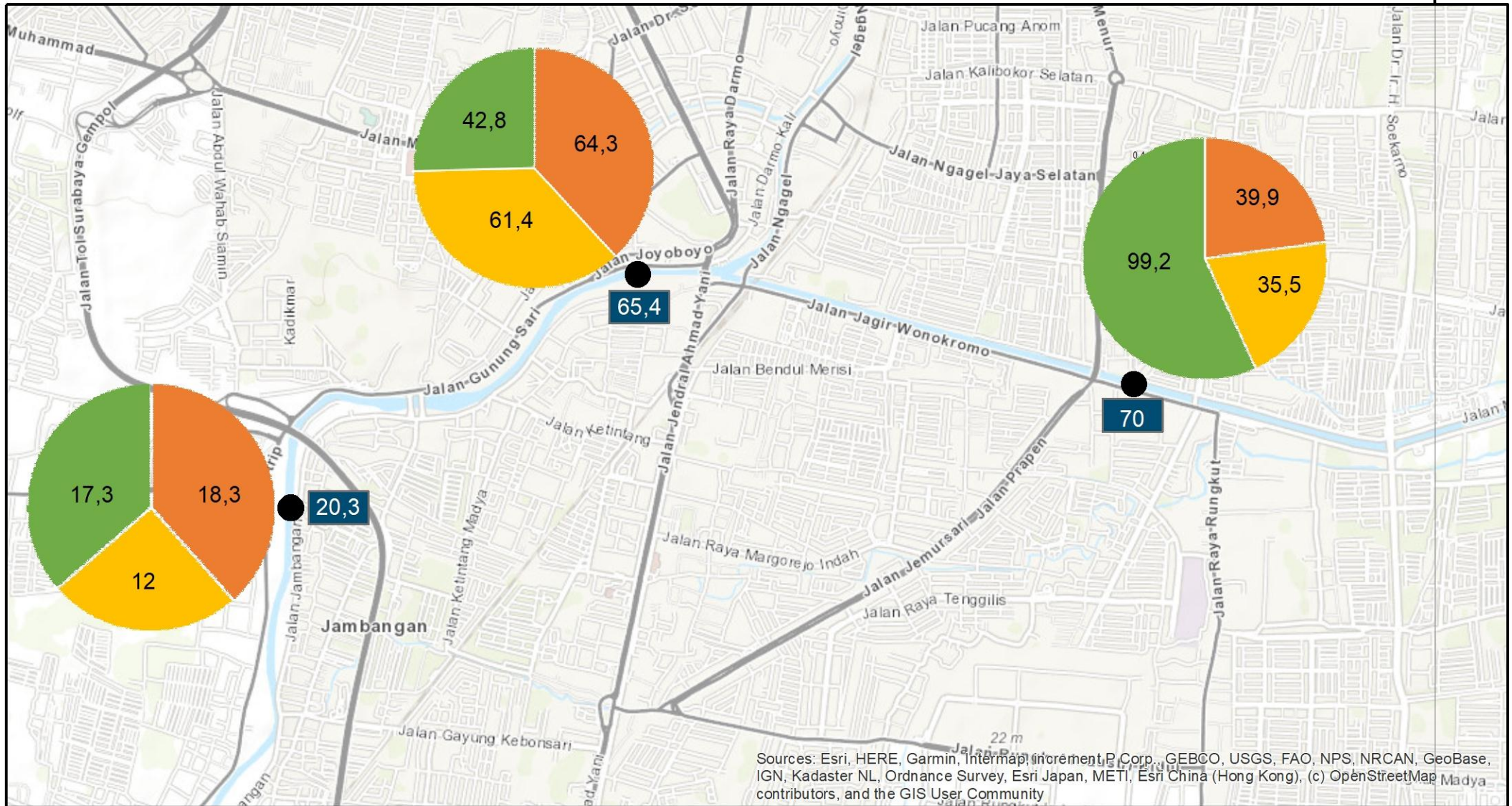
SKALA

1

1 : 125.000

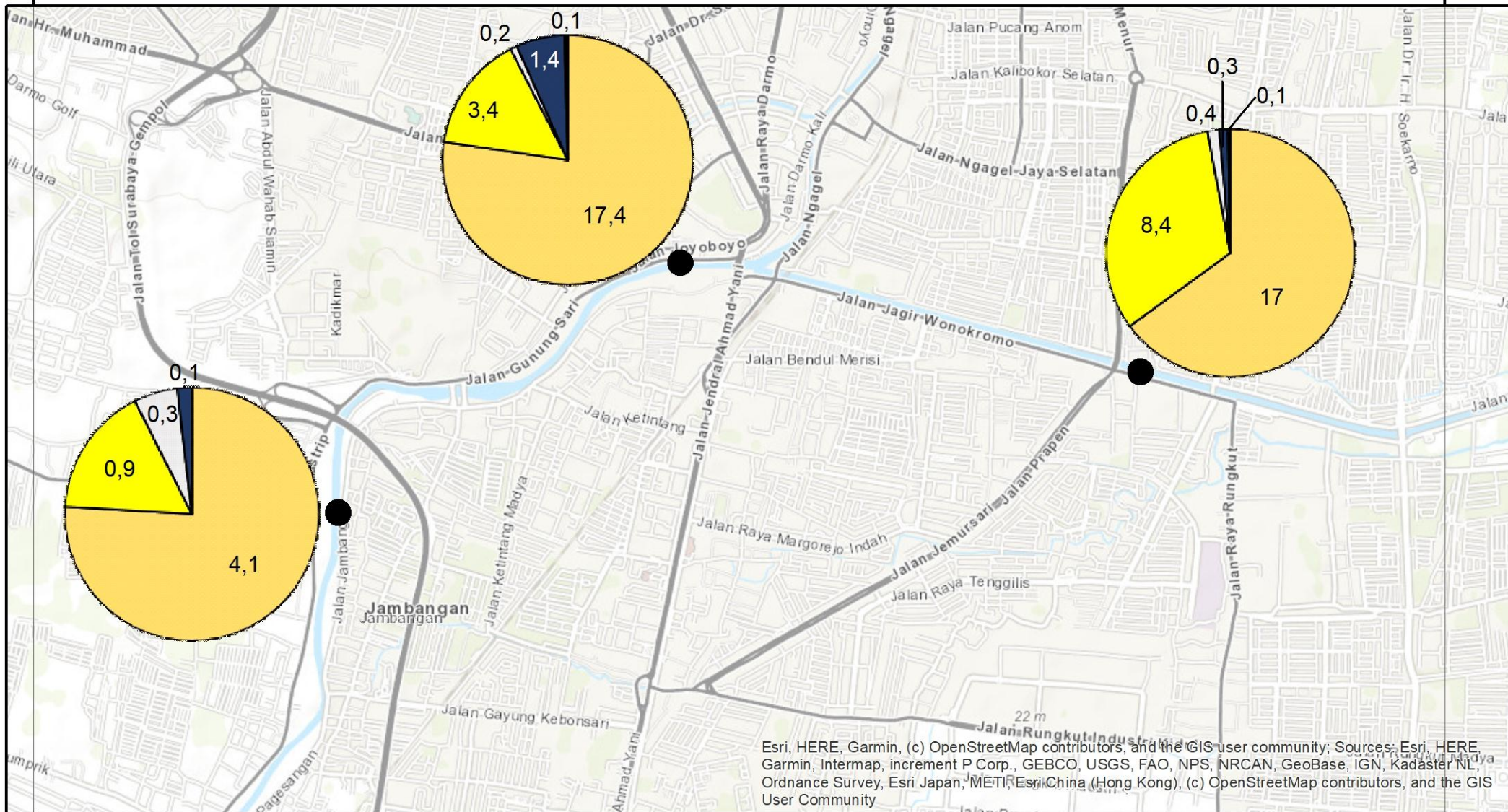


<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	MAHASISWA		LEGENDA		
	KHALDAARDELIA YUNUS 0321154000011		Garis Pantai Aliran Kali Surabaya		
JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING		SMP LMP Mesoplastik		
DISTRIBUSI MESOPLASTIK DAN MIKROPLASTIK DI KALI SURABAYA PADA SEGMENT GUNUNG SARI SAMPAI JAGIR	PROF. YULINAH TRIHADININGRUM, M.APP.SC				
JUDUL PETA	SKALA	NOMOR GAMBAR			
UKURAN MESO- DAN MIKROPLASTIK (PARTIKEL/M ³)	1 : 30.000	2			



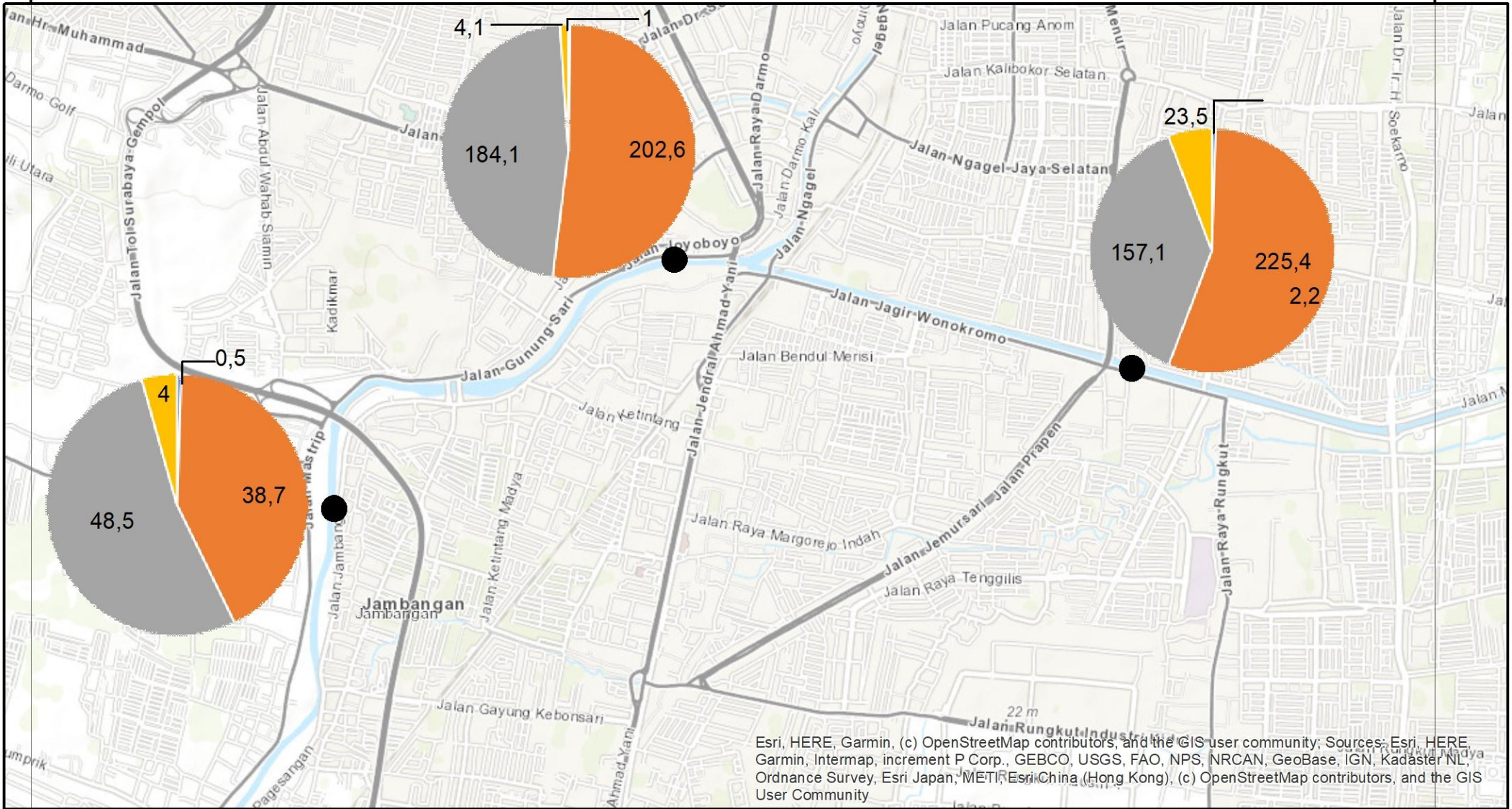
Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	MAHASISWA		LEGENDA		
	KHALDA ARDELIA YUNUS 0321154000011		<p>— Garis Pantai</p> <p>■ Aliran Kali Surabaya</p> <p>■ Permukaan ■ Tengah ■ Dasar</p>		
	DOSEN PEMBIMBING				
	PROF. YULINAH TRIHADININGRUM, M.APP.SC				
	JUDUL TUGAS AKHIR		<p>SKALA</p> <p>1 : 30.000</p>		
DISTRIBUSI MESOPLASTIK DAN MIKROPLASTIK DI KALI SURABAYA PADA SEGMENT GUNUNG SARI SAMPAI JAGIR		<p>NOMOR GAMBAR</p> <p>3</p>			
JUDUL PETA					
KELIMPAHAN MESO- DAN MIKROPLASTIK (PARTIKEL/M ³)					



Esri, HERE, Garmin, (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS-user community; Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	MAHASISWA		LEGENDA		
	KHALDA ARDELIA YUNUS 0321154000011		Garis Pantai Aliran Kali Surabaya		
JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING		Film Fragmen Foam Fiber Pellet		
DISTRIBUSI MESOPLASTIK DAN MIKROPLASTIK DI KALI SURABAYA PADA SEGMENT GUNUNG SARI SAMPAI JAGIR	PROF. YULINAH TRIHADININGRUM, M.APP.SC				
JUDUL PETA	SKALA	NOMOR GAMBAR			
BENTUK MESO- DAN MIKROPLASTIK (PARTIKEL/M ³)	1 : 30.000	4			



Esri, HERE, Garmin, (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS user community; Sources: Esri, HERE, Garmin, Intermap, increment P Corp., GEBCO, USGS, FAO, NPS, NRCAN, GeoBase, IGN, Kadaster NL, Ordnance Survey, Esri Japan, METI, Esri China (Hong Kong), (c) OpenStreetMap contributors, and the GIS User Community

<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	MAHASISWA		LEGENDA		
	KHALDAARDELIA YUNUS 03211540000011		<p>— Garis Pantai</p> <p>■ Aliran Kali Surabaya</p> <p>■ PET ■ LDPE ■ PP ■ PS</p>		
JUDUL TUGAS AKHIR	DOSEN PEMBIMBING				
DISTRIBUSI MESOPLASTIK DAN MIKROPLASTIK DI KALI SURABAYA PADA SEGMENT GUNUNG SARI SAMPAI JAGIR	PROF. YULINAH TRIHADININGRUM, M.APP.SC				
JUDUL PETA	SKALA	NOMOR GAMBAR			
JENIS MESO- DAN MIKROPLASTIK (PARTIKEL/μ)	1 : 30.000	6			

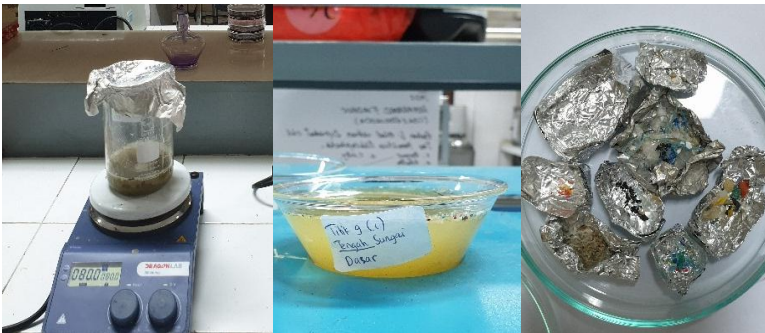
LAMPIRAN E Dokumentasi Penelitian



(a)

(b)

(c)



(d)

(e)

(f)



Lampiran E (a) Pengambilan sampel air sungai, (b) Wet Sieving, (c) Transfer Sieved Solid, (d) Wet Peroxide Oxidation, (d) Density Separation, (e) Pengamatan Mikroskopik, Pengambilan sampel air hulu (g) Arboretum, (h) Sebelum Coban Talun, (i) Coban Talun

BIOGRAFI PENULIS



Khalda Ardelia Yunus dilahirkan di Jakarta, pada 13 Januari 1998. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SDN Menteng 01 Jakarta, SMPN 19 Jakarta, dan SMAN 26 Jakarta. Pada tahun 2015, penulis melanjutkan di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan (FTSLK), Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Penulis pernah aktif di Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) pada tahun 2017 – 2018 sebagai sekretaris Divisi Dalam Negeri. Pada tahun 2017, penulis pernah menjadi asisten laboratorium Kimia Lingkungan I. Penulis pernah melakukan pengabdian masyarakat melalui program Engineers in Action (EiA) pada tahun 2017, kemudian pada tahun 2018 penulis diundang untuk mengikuti Winter Camp yang diselenggarakan oleh Taiwan Tech, NTUST. Pada tahun 2018 pula penulis menjadi perwakilan ITS dalam perlombaan *Model United Nations* yang diselenggarakan di Gottingen, Jerman. Penulis dapat dihubungi melalui surel di khalda.ardelia@gmail.com.



KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR
 Periode: Genap 2018/2019

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
 No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR KTA-02
 Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
 Seminar Kemajuan Tugas Akhir

Nilai TOEFL : 570

Hari, tanggal : Selasa, 7 Mei 2019
 Pukul : 08.00 - 09.00
 Lokasi : TL 101
 Judul : Distribusi Mesoplastik dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Gunung Sari sampai Jagir
 Nama : Khalda Ardelia Yunus
 NRP. : 0321154000011
 Topik : Penelitian Lapangan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
1	Faktor pendukung terhadap dist. mikroplastik yg. harus dijan- hitungkan adl. yg. di daerah hulu.
2.	Strategi sebaiknya diperlonggar saja, hm tidak ada dm tujuan pd. proposal.
3	kebukal jeta?
4	Rani di ketukan : - Faktor jarak thd ukuran NIP & NeP. - Faktor volume chy. —" — - " suhu air —" —

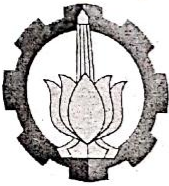
Jemp S
 27/5

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
 Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
 Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Pengarah dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:
 1. Dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir
 2. Tidak dapat melanjutkan ke Tahap Ujian Tugas Akhir

Dosen Pembimbing
 Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

(Jemp S)



KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : KHALDA ARDELIA YUNUS
NRP : 0321154000011
Judul : Distribusi Mesoplastik dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Gunung Sari sampai Dam Jagir

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1.	11/04/2019	Diskusi kurva dan hasil sortasi (4)	Jempis
2.	24/04/2019	kurva Revisi kurva	Jempis
3.	29/04/2019	- Diskusi ter tren tiap lokasi di di kanan kiri tengah sungai (permukaan, tengah, dasar) - Analisis mengapa di kanan sungai lebih banyak ditemukan partikel → kaitkan dgn land use & populasi	Jempis
4.	02/04/2019	Tata Bahasa diperbaiki, Saran dipersempit, kesimpulan ditambahkan	Jempis
5.	27/05/2019	- Penjelasan singkat sub-bab - Sampling hulu Sungai Brantas, untuk melihat apakah kepadatan penduduk mempengaruhi	Jempis
6.	18/06/2019	• Referensi site $\left\{ \begin{array}{l} \text{belum terpengaruh} \\ \text{sudah terpengaruh} \end{array} \right.$ 0, 13, 16 (km) • Masukkan peta referensi site • Bahas kelimpahan, warna, dan bentuk (jenis tidak) • kurva ^{PS} digabungkan dengan kurva sungai, atau dibahas di belakang	Jempis
7.	21/06/2019	• Revisi pembahasan referensi site	Jempis
8.	25/06/2019	• buku Asistensi ^{buku} final TA	Jempis

Surabaya, 25 June 2019
Dosen Pembimbing



UTA-S1-TL-02 TUGAS AKHIR
Periode: Genap 2018-2019

Kode/SKS : RE184804 (0/6/0)
No. Revisi: 01

FORMULIR TUGAS AKHIR UTA-02
Formulir Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing
Ujian Tugas Akhir

Hari, tanggal : Selasa, 9 Juli 2019
Pukul : 07.30 - 09.30 WIB
Lokasi : TL 102
Judul : Distribusi Mesoplastik dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Gunung Sari sampai Jagir

Nilai TOEFL 570

Nama : Khalda Ardelia Yunus
NRP. : 0321154000011
Topik : Penelitian Lapangan

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
-	Abstrak dan bagian disimpulkan.
-	hal 51 → keluarkan hasil FTIR.

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir UTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana
Formulir ini harus dibawa mahasiswa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

Berdasarkan hasil evaluasi Dosen Penguji dan Dosen Pembimbing, dinyatakan mahasiswa tersebut:

1. Lulus Ujian Tugas Akhir
2. harus mengulang Ujian Tugas Akhir semester berikutnya
3. Tugas Akhir dinyatakan gagal atau harus mengganti Tugas Akhir (lebih dari 2 semester)

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M. App. Sc.

(*Jenip*)



FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR

Nama : KHALDA ARDELIA YUNUS
NRP : 0321154000011
Judul Tugas Akhir : Distribusi Mesoplastik dan Mikroplastik di Kali Surabaya
pada Segmen Gunung Sari sampai Jagir

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1.	Abstrak Bahasa Inggris diperbaiki	Beberapa grammar ada yang belum benar
2.	Halaman 51 → tuliskan hasil FTIR	Pada halaman 51, belum menuliskan kegunaan FTIR. Untuk apa digunakan FTIR pada penelitian ini?
3.	Perbaiki Daftar Pustaka	Beberapa dapus belum ditulis dan ada yang belum sesuai.
4.	Lampiran (Peta Distribusi) tidak jelas	Warna ppt chart disamakan dengan warna grafik di pembahasan
5.	Hasil FTIR dicantumkan di kesimpulan	Secara klas dituliskan di kesimpulan, angka dan lokasi hasil FTIR.

Dosen Pembimbing,

Prof. Dr. Yuliana Trihadiningrum, M.App.Sc

Mahasiswa Ybs.,

Khalda Ardelia Yunus