



TUGAS AKHIR - RE 184804

**DISTRIBUSI MESO- DAN MIKROPLASTIK DI KALI  
SURABAYA PADA SEGMENT DRIYOREJO HINGGA  
KARANG PILANG**

BAGAS ARI WIJAYA  
03211540000109

DOSEN PEMBIMBING:  
Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc

Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya 2019





TUGAS AKHIR - RE 184804

**DISTRIBUSI MESO- DAN MIKROPLASTIK DI KALI  
SURABAYA PADA SEGMENT DRIYOREJO HINGGA  
KARANG PILANG**

BAGAS ARI WIJAYA  
03211540000109

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

**DISTRIBUTION OF MESO- AND MICROPLASTIC IN  
SURABAYA RIVER ALONG DRIYOREJO TO KARANG  
PILANG SEGMENT**

BAGAS ARI WIJAYA  
NRP. 03211540000109

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

Department of Enviromental Engineering  
Faculty of Civil Environmental and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya, 2019



## LEMBAR PENGESAHAN

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

### TUGAS AKHIR

Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat Memperoleh  
Gelara Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya

Oleh:

**BAGAS ARI WIJAYA**  
NRP. 03211540000109

Disetujui oleh Pembimbing Tugas Akhir



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







## DISTRIBUSI MESO-DAN MIKROPLASTIK DI KALI SURABAYA PADA SEGMENT DRIYOREJO HINGGA KARANG PILANG

Nama Mahasiswa : Bagas Ari Wijaya  
NRP : 0321154000109  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum,  
M.App.Sc

### ABSTRAK

Kali Surabaya memegang peranan penting sebagai sumber air baku air minum. Namun Kali Surabaya mengalami penurunan kualitas, akibat pembuangan sampah ke sungai. Jenis sampah yang paling sering ditemukan adalah plastik. Partikel plastik dari jenis meso dan mikroplastik memiliki dampak negatif bagi ekosistem sungai. Penelitian ini bertujuan untuk (1) menentukan kelimpahan meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya pada segmen Driyorejo hingga Karang Pilang, (2) mengidentifikasi komposisi dan karakteristik kedua jenis polutan plastik, (3) menentukan dan mengkaji distribusinya.

Sampling dilakukan secara grab pada tiga kedalaman sungai (atas, tengah, dasar) dari tiga titik menurut lebar sungai (sisi kanan, tengah, dan kiri). Sampling dilakukan dengan dua kali pengulangan. Pengambilan sampel pada permukaan menggunakan *manta trawl* dan pada setengah kedalaman serta dasar kedalaman menggunakan *modified trawl*. Pengambilan sampel air untuk pengukuran parameter suhu, pH, berat jenis air menggunakan *Van Dorn sampler*, dan pengukuran kecepatan arus menggunakan *current meter*. Ekstraksi meso- dan mikroplastik dilakukan menggunakan hidrogen peroksida dan larutan NaCl. Kemudian meso- dan mikroplastik diamati dan disortasi menggunakan *stereomicroscope*. Selanjutnya polimer penyusun meso dan mikroplastik ditentukan dengan FTIR.

Kelimpahan tertinggi mesoplastik berada di permukaan sungai pada titik Driyorejo (1,22 partikel/m<sup>3</sup>). Adapun, kelimpahan tertinggi mikroplastik berada di permukaan sungai pada titik Driyorejo (13,33 partikel/m<sup>3</sup>). Partikel plastik paling dominan ditemukan dalam ukuran LMP (*Large Microplastic*). Bentuk yang paling dominan ditemukan adalah *film*. Warna paling dominan

ditemukan adalah transparan. Jenis polimer yang teridentifikasi pada FTIR adalah *low density polyethylene* (LDPE), *polyethylene terephthalate* (PET), *polystyrene* (PS), dan *polypropylene* (PP).

Distribusi longitudinal mesoplastik dan mikroplastik pada tiga titik sampling menunjukkan perubahan yang cukup signifikan. Dari titik Driyorejo ke titik Bambe kelimpahan mikroplastik menurun, sedangkan dari titik Bambe ke titik Karang Pilang terjadi peningkatan. Kelimpahan mesoplastik pada tiga titik cenderung menurun dari permukaan hingga dasar. Sedangkan distribusi vertikal mikroplastik berfluktuasi: menurun dari permukaan hingga ke setengah kedalaman, kemudian meningkat di bagian dasar sungai.

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

# **DISTRIBUTION OF MESO- AND MICROPLASTIC IN SURABAYA RIVER ALONG DRIYOREJO TO KARANG PILANG SEGMENT**

Name : Bagas Ari Wijaya  
NRP : 0321154000109  
Supervisor : Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum,  
M.App.Sc

## **ABSTRACT**

Kali Surabaya plays an important as raw water source for water supply in Surabaya City. However, the water quality of Kali Surabaya has gradually decreased in quality. Part of the reason is the disposal of solid waste into the river. The main solid waste type found in the river is plastic particles of meso and microplastic category. This study aims to: (1) determine mesoplastic and microplastic abundance in Kali Surabaya in along the Driyorejo to Karang Pilang river segment, (2) identify the composition and characteristics of meso- and microplastics, and (3) to determine and review the distribution of meso- and microplastic in this river segment.

Meso- and microplastic samples were collected at three different depths (surface, middle, bottom) of three different widths of the river (right, center, and left) in three sampling sites. The sample collection was done in two repetitions. Samples from the surface of the river were collected using manta trawls. A modified trawl was used to collect samples from the middle and the bottom parts of the river. Water samples for measuring the parameters of temperature, pH, and density were collected using van Dorn sampler. Current velocity was measured using a current meter. Organic matter was removed from the samples by oxidation using hydrogen peroxide and sodium chloride solutions. The meso and microplastics were observed and sorted using a stereomicroscope. Polymer constituents of the meso and microplastic particles were identified using FTIR.

The highest abundance of mesoplastic particles was found in the river surface of Driyorejo site (1.22 particles/m<sup>3</sup>). The highest abundance of microplastic particles was on the river surface of the Driyorejo site (13.33 particles/m<sup>3</sup>). Large Microplastic particles

were most dominant at all sampling points and in all river depth positions. The most represented shape found was film. The main color of the particles was transparent. Based on the FTIR analysis, the types of polymers were low density polyethylene (LDPE), polyethylene terephthalate (PET), polystyrene (PS), and polypropylene (PP).

The longitudinal meso- and microplastic distributions at three sampling points showed significant changes. The microplastic abundance lowered from the Driyorejo to the Bambe sites, but increased from Bambe Karang Pilang. The distribution of mesoplastic particles at the three locations decreased from the surface to the bottom. The vertical distribution of microplastic particles fluctuated in abundance. These particles decreased in abundance from the surface to the middle depth, and increased in the bottom.

Keywords : Distribution, Kali Surabaya, Manta Trawl, Mesoplastic, Microplastic

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur bagi Allah SWT atas segenap rahmat dan karunia-Nya yang senantiasa diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir dengan judul “Distribusi Mesoplastik dan Mikroplastik di kali Surabaya pada Segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang”. Berbagai pihak telah banyak membantu penulis selama proses penelitian, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian tugas akhir ini. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Yulinah Trihadiningrum, M.App.Sc, sebagai dosen pembimbing tugas akhir atas kesediaan arahannya dalam membimbing penulis selama penyusunan tugas akhir.
2. Bapak Welly Herumurti, ST., M.Sc, Bapak Arseto Yekti Bagastyo, ST., MT., M.Phil, Ph.D., dan Ibu Dr.Ir. Ellina S Pandebesie, MT. selaku dosen penguji tugas akhir atas saran dan arahan yang telah diberikan.
3. Keluarga penulis yang telah memberikan doa dan dukungan untuk kelancaran tugas akhir penulis.
4. Pegawai Jasa Tirta I dan II, nelayan, dan semua pihak yang telah membantu dalam pengambilan data.
5. Teman-teman tim penelitian mikroplastik yang telah memberikan bimbingan dukungan dan semangat untuk mengerjakan tugas akhir penulis.
6. Teman-teman mahasiswa Departemen Teknik Lingkungan angkatan 2015 atas dukungan dan bantuannya kepada penulis.

Akhir kata, penulis mohon maaf atas segala kesalahan yang pernah dilakukan. Semoga tugas akhir yang telah disusun dapat memberikan manfaat untuk mendorong penelitian – penelitian selanjutnya.

Surabaya, Juni 2019

Penulis

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR .....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
BAB 1 PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1 Definisi dan Klasifikasi Sampah .....	5
2.2 Definisi dan Klasifikasi Sampah Plastik .....	5
2.3 Karakteristik Mikroplastik dan Mesoplastik .....	8
2.3.1 Karakteristik Mikroplastik .....	8
2.3.2 Karakteristik Mesoplastik .....	9
2.3.3 Karakteristik Warna Mikroplastik dan Mesoplastik .....	9
2.4 Proses Degradasi dan Mekanisme Sampah Plastik di Perairan .....	10
2.5 Penelitian Terdahulu .....	12
BAB 3 GAMBARAN WILAYAH STUDI .....	15
3.1 Gambaran Umum Kecamatan Driyorejo .....	15
3.2 Gambaran Umum Kecamatan Karang Pilang .....	15

3.3	Gambaran Umum Kali Surabaya.....	16
3.4	Pencemaran Kali Surabaya.....	18
3.5	Detail Titik Lokasi Sampling .....	19
BAB 4 METODE PENELITIAN .....		21
4.1	Umum .....	21
4.2	Tahap – Tahap Penelitian .....	21
4.2.1	Sampling .....	23
4.2.2	Ekstraksi Mesoplastik dan Mikroplastik .....	29
4.2.3	Pengamatan Mikroskopik .....	31
4.2.4	Analisis <i>Spectrofotometri Fourier-Transform Infrared</i> (FTIR) .....	32
4.2.5	Analisis Data .....	32
4.2.6	Pembahasan.....	33
4.2.7	Kesimpulan dan Saran .....	33
BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN .....		35
5.1	Waktu dan Kondisi Rona Lingkungan Titik Sampling.....	35
5.2	Distribusi Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik.....	36
5.3	Kelimpahan, Komposisi, dan Karakteristik Meso dan Mikroplastik .....	39
5.3.1	Ukuran .....	39
5.3.2	Bentuk.....	43
5.3.3	Warna .....	45
5.3.4	Jenis Polimer Penyusun .....	48
5.4	Hasil Sampling pada <i>Reference Site</i> .....	51
5.5	Perbandingan Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik Daerah Studi dengan <i>Reference Site</i> serta dengan Daerah Studi Lain .....	57
BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN .....		59
6.1	Kesimpulan .....	59



6.2 Saran .....	60
DAFTAR PUSTAKA .....	61
LAMPIRAN .....	67
BIOGRAFI PENULIS .....	103

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis plastik dan nilai densitasnya .....	7
Tabel 2. 2 Aplikasi dari masing – masing jenis plastik .....	7
Tabel 3. 1 Data Pengelolaan Sampah pada Daerah yang Berpotensi Menjadi Salah Satu Sumber Pencemar Kali Surabaya .....	19
Tabel 3. 2 Titik Lokasi Sampling .....	20
Tabel 5.1 Data kondisi lingkungan pada titik permukaan sungai	35
Tabel 5.2 Data kondisi lingkungan pada titik setengah kedalaman sungai .....	35
Tabel 5.3 Data kondisi lingkungan pada titik dasar kedalaman sungai .....	36
Gambar 5.1 Kelimpahan Psrtikel Mesoplastik.....	37
Gambar 5.2 Kelimpahan Partikel Mikroplastik .....	37
Tabel 5.7 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Warna (Posisi Permukaan).....	46
Tabel 5.8 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Warna (Posisi Tengah).....	46
Tabel 5.9 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Warna (Posisi Dasar) .....	46
Tabel 5.10 Detail Koordinat Titik Kontrol Sumber Brantas.....	51
Tabel 5.11 Data Kondisi Lingkungan Titik Sumber Brantas.....	53

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Klasifikasi ukuran sampah plastik (Lippiatt <i>et al.</i> , 2013).....	6
Gambar 2. 2 (A) <i>Sheet</i> , (B) <i>Film</i> , (C) <i>Line/fiber</i> , (D) <i>Fragment</i> , (E) <i>Pellet/granule</i> , (F) <i>Foam</i> .....	8
Gambar 2. 3 Contoh debris mesoplastik (Blettler <i>et al.</i> , 2017) ....	9
Gambar 2. 4 Proses degradasi polimer plastik (Klein <i>et al.</i> , 2018) .....	10
Gambar 2. 5 Proses perpindahan partikel mikroplastik di kolom air. (1) Perpindahan akibat turbulensi, (2) Pengendapan, (3) Agregasi, (4) <i>Biofouling</i> , (5) Resuspensi, (6) <i>Settle</i> .....	12
Gambar 3. 3 Lokasi Sampling Titik Bambe .....	17
Gambar 3.4 Lokasi Sampling Titik Karang Pilang .....	18
Gambar 3.5 Peta Satelit Titik Lokasi Sampling .....	20
Gambar 4. 1 Tahap – tahap penelitian .....	22
Gambar 4. 2 <i>Manta trawl</i> untuk sampling mikroplastik dan mesoplastik pada permukaan air (Silva <i>et al.</i> , 2018). .....	24
Gambar 4. 3 <i>Ekman dredge</i> untuk sampling meso dan mikroplastik pada sedimen (Beck and Sneddon, 2000). .....	26
Gambar 4. 4 <i>Van Dorn Sampler</i> untuk pengambilan sampel air (SERAS, 2013) .....	27
Gambar 4. 5 Density Separator (Masura <i>et al.</i> , 2015) .....	29
Gambar 4. 6 Hasil separasi disaring dengan saringan khusus berdiameter 0,3 dan 2,5 mm (Masura <i>et al.</i> , 2015) .....	30
Gambar 4. 7 Proses pengamatan mikroskopik (Masura <i>et al.</i> , 2015).....	32
Gambar 5.3 Morfologi Aliran Sungai Titik Driyorejo hingga Karang Pilang.....	39
Gambar 5.4 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Ukuran (Posisi permukaan) .....	40

Gambar 5.5 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Ukuran (Posisi tengah) .....	40
Gambar 5.7 Ukuran Partikel Meso dan Mikroplastik (a) Partikel LMP, (b) Partikel SMP, (c) Partikel Mesoplastik .....	42
Gambar 5.8 Bentuk Partikel Meso dan Mikroplastik (a) <i>Pellet</i> , (b) <i>Fragment</i> , (c) <i>Foam</i> , (d) <i>Film</i> , (e) <i>Fiber</i> .....	45
Gambar 5.9 Warna Partikel Meso dan Mikroplastik (a) Hitam, (b) Biru, (c) Transparan, (d) Merah, (e) Putih, (f) Kuning .....	48
Gambar 5.10 Persebaran Jenis Polimer Titik Driyorejo .....	49
Gambar 5.11 Persebaran Jenis Polimer Titik Bambe .....	49
Gambar 5.12 Persebaran Jenis Polimer Titik Karang Pilang .....	50
Gambar 5.13 Gambaran Lokasi Sampling Sumber Brantas (a) Arboretum, (b) Sebelum Coban, (c) Setelah Coban .....	52
Gambar 5.14 Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik .....	54
Gambar 5.15 Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk pada <i>Reference Site</i> .....	55
Gambar 5.16 Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Warna pada <i>Reference Site</i> .....	56

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kali Surabaya merupakan anak Kali Brantas yang terbentang sepanjang 41 km mulai dari Dam Mlirip sampai Dam Jagir. Kali Surabaya berperan penting bagi kehidupan masyarakat Surabaya. Ini disebabkan air Kali Surabaya menjadi pemasok utama sumber air baku PDAM yang melayani lebih dari tiga juta penduduk Kota Surabaya. Selain itu, Kali Surabaya juga memegang peranan penting bagi masyarakat yang tinggal di bantaran sungai. Yaitu sebagai air baku untuk keperluan domestik (mandi, cuci, kakus), termasuk masyarakat industri yang memanfaatkan air sungai sebagai salah satu komponen dalam proses produksinya (Suwari, 2010).

Peran Kali Surabaya bagi masyarakat Surabaya sangat vital, namun lambat laun makin mengalami penurunan kualitas, diketahui akibat pembuangan sampah ke sungai. Suwari (2010) menyatakan bahwa sebanyak 32,5% warga Surabaya yang bermukim di radius 500 m di sekitar Kali Surabaya membuang sampahnya ke sungai. Sedangkan di Kota Surabaya sebanyak 8,25% dari sampah total yang dihasilkan masyarakat merupakan sampah plastik (Suprpto, 2016). Meidiana dan Gamse (2010) menyatakan bahwa pelayanan pengelolaan sampah perkotaan di Indonesia baru mencapai 33%. Hal tersebut mengakibatkan masih banyak sampah yang tidak terkelola dengan baik, salah satunya sebanyak 2,9% sampah dibuang ke sungai (Dhokikah dan Trihadiningrum, 2012).

Kecamatan Karang Pilang merupakan salah satu Kecamatan di Kota Surabaya. Kota Surabaya menghasilkan sampah sebanyak 1,241 ton per harinya dengan komposisi 72% sampah organik *biodegradable*, 12% sampah kertas, 8% sampah plastik, 1% logam, 1% kaca, dan 6% lainnya (Simpson dan Zimmermann, 2012). Namun hal tersebut tidak dibarengi dengan perilaku yang baik dari masyarakat, dimana masih banyak yang membuang sampahnya langsung ke Kali Surabaya. Hal tersebut tidak dapat ditoleransi, sebab dikhawatirkan 8% sampah plastik

bisa menimbulkan resiko bagi lingkungan akuatik, karena waktu tinggal yang lama (Arthur *et al.*, 2008).

Kecamatan Driyorejo merupakan salah satu Kecamatan di Kabupaten Gresik. Tingkat pelayanan sampah di kabupaten gresik masih sangat kecil, yaitu 20,91%. Paling besar masyarakat mengelola sampah rumah tangga dengan cara dibakar 49,43%, dibuang ke lahan kosong 18,21%, dan 8,7% dibuang ke sungai (RPJMD Kabupaten Gresik, 2016)

Sampah plastik memiliki ketahanan dan sifat presisten, produksi yang terus meningkat serta tingkat pemulihan yang rendah. Hal itu menyebabkan akumulasi serpihan plastik di sepanjang garis pantai, di permukaan perairan, di berbagai kedalaman perairan, serta di sedimen (Barnes *et al.*, 2009). Di perairan, terutama sungai, polimer plastik kurang dapat terurai secara biologis, melainkan terpecah-pecah menjadi bagian yang lebih kecil akibat radiasi UV dan arus air. Partikel plastik dapat dibagi menurut ukurannya, makroplastik yaitu yang berukuran lebih dari 2,5 cm, mesoplastik berukuran 2,5 cm sampai 5 mm dan mikroplastik yaitu yang berukuran kurang dari 5 mm (Lippiatt *et al.*, 2013). Partikel plastik ini terutama meso dan mikroplastik memiliki dampak negatif bagi ekosistem sungai. Contoh dampaknya adalah bisa masuk saluran pencernaan ikan, serta bisa meningkatkan angka kematian organisme yang berhabitat di sungai (Vermaire *et al.*, 2017). Karena karakteristik warna serta ukurannya yang secara umum dapat dengan mudah dicerna oleh organisme (GESAMP, 2015). Kondisi tersebut telah terjadi pula pada sungai-sungai di Indonesia. Berdasarkan data dari Beekmans (2016), Indonesia menempati posisi ke dua di dunia sebagai penyumbang sampah plastik terbanyak di lautan. Di sisi lain ketergantungan sungai sebagai salah satu sumber air baku untuk air bersih di Indonesia masih tinggi, sehingga ditakutkan aspek dampaknya bisa semakin meluas. Termasuk di Kota Surabaya, dimana 96% kebutuhan air baku PDAM berasal dari Kali Surabaya (Nurdin *et al.*, 2015).

Atas dasar sangat pentingnya keberadaan Kali Surabaya dalam memenuhi kebutuhan masyarakat Kota Surabaya, maka penelitian ini sangat diperlukan. Terutama pada wilayah rencana penelitian, dimana pada wilayah tersebut masih banyak masyarakat yang membuang sampahnya langsung ke Kali Surabaya.



## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang permasalahan yang telah dipaparkan, maka dapat disusun rumusan penelitian sebagai berikut :

1. Bagaimana kelimpahan mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang?
2. Bagaimana komposisi dan karakteristik (ukuran, bentuk, warna, dan jenis polimer) mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang?
3. Bagaimana distribusi persebaran mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan, maka penelitian ini memiliki beberapa tujuan yaitu :

1. Menentukan kelimpahan mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang
2. Mengidentifikasi komposisi dan karakteristik (ukuran, bentuk, warna, dan jenis polimer) mesoplastik dan mikroplastik yang tersebar di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang
3. Menentukan dan mengkaji distribusi persebaran mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini adalah :

1. Menyediakan data dan informasi tentang kelimpahan mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang
2. Menyediakan data dan informasi ilmiah tentang komposisi dan karakteristik (ukuran, bentuk, warna, dan jenis polimer) mesoplastik dan mikroplastik yang tersebar di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang

3. Menyediakan data dan informasi tentang distribusi vertikal dan horizontal mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang

### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian ini adalah :

1. Kegiatan sampling dilakukan selama bulan Februari – Maret 2019
2. Sampling akan dilakukan pada permukaan, tengah, dan dasar kedalaman pada kanan, tengah, dan kiri penampang sungai
3. Ukuran mesoplastik yang akan diteliti adalah 5 mm – 2,5 cm dan mikroplastik adalah 0,3 – 5 mm
4. Penelitian dilakukan di Laboratorium Limbah Padat dan B3 Departemen Teknik Lingkungan ITS, Kampus Sukolilo

## **BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Definisi dan Klasifikasi Sampah**

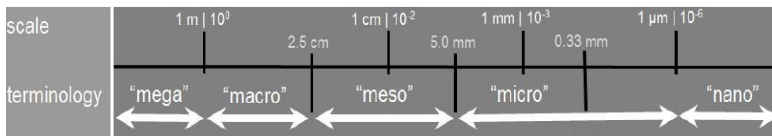
Sampah dapat didefinisikan sebagai semua buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan hewan yang berupa padatan, yang dibuang karena sudah tidak berguna atau diperlukan lagi (Tchobanoglous *et al.*, 1993). Undang-undang pengelolaan sampah nomor 18 tahun 2008 menyatakan bahwa sampah adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan atau proses dari alam yang berbentuk padat. Sampah dapat diklasifikasikan dari macam sumbernya, sampah yang berasal dari pemukiman, tempat-tempat umum, perkantoran, jalan raya, industri, pertanian dan perkebunan, pertambangan, serta peternakan dan perikanan (Notoatmojo, 2003). Berdasarkan kemampuan diuraikan oleh alam (*biodegradability*), sampah dapat dibagi menjadi dua. Sampah *biodegradable* yaitu sampah yang dapat diuraikan secara sempurna oleh proses biologi baik aerob ataupun anaerob. Contohnya adalah sampah sisa makanan, sampah perkebunan, sampah peternakan, dan lain- lain. Sampah *non-biodegradable* yaitu sampah yang tidak bisa diuraikan oleh proses biologi, serta dapat dibagi lagi menjadi dua. *Recyclable* yaitu sampah yang dapat diolah dan digunakan kembali karena memiliki nilai ekonomi seperti, plastik, kertas, dan lain-lain. *Non-recyclable* yaitu sampah yang tidak memiliki nilai ekonomi dan tidak dapat diolah atau diubah kembali seperti *carbon paper*, *thermo coal*, dan lain-lain (Nugroho, 2013)

### **2.2 Definisi dan Klasifikasi Sampah Plastik**

Plastik adalah polimer organik yang memang dirancang untuk memiliki sifat ringan, kuat, dan tahan lama (Thompson *et al.*, 2009). Menurut Verma *et al.*, (2016), plastik terbuat dari material organik semi sintetis atau sintetis sehingga memiliki sifat lentur, mudah dibentuk, dan berasal dari bahan petrokimia atau sebagian alami. Terdapat 6 jenis plastik yang keberadaannya dominan di perairan, yaitu *low density polyethylene* (LDPE), *polypropylene* (PP), *high density polyethylene* (HDPE), *polyethylene*

*terephthalate* (PET), *polystyrene* (PS), dan *polyvinil chloride* (PVC) (Li *et al.*, 2016).

Berdasarkan ukurannya, sampah plastik dapat diklasifikasikan menjadi 5 kategori, yaitu mega-, makro-, meso-, mikro-, dan nanoplastik (Gambar 2.1). Megaplastik adalah partikel plastik yang berukuran lebih dari 1 m. Makroplastik adalah partikel plastik yang berukuran 2,5 cm hingga 1 m. Mesoplastik adalah partikel plastik yang berukuran 5 mm hingga 2,5 cm. Mikroplastik adalah partikel plastik yang berukuran 0,33 mm hingga 5 mm. Dan nanoplastik adalah partikel plastik paling kecil yaitu berukuran kurang dari 1  $\mu\text{m}$  (Lippiatt *et al.*, 2013).



Gambar 2. 1 Klasifikasi ukuran sampah plastik (Lippiatt *et al.*, 2013)

Aspek perpindahan dan distribusi partikel plastik di perairan, akan berbeda sesuai densitas masing-masing partikel plastik. Polimer yang memiliki struktur molekul pendek berulang, simetri tinggi, dan ikatan antar rantai hidrogen yang kuat akan memiliki kecenderungan mengapung, karena potensi penyerapan yang rendah (Lambert dan Wagner, 2018). Contohnya adalah *low-density polyethylene* (LDPE) dan *high-density polyethylene* (HDPE). LDPE memiliki konsentrasi cabang rantai yang besar dan ikatan yang kuat, yang mencegah rantai polimer mudah ditumpuk berdampingan, serta memiliki densitas 0,90-0,94  $\text{g}/\text{cm}^3$ . HDPE terdiri dari molekul tak bercabang linier dengan simetri tinggi, dan secara kimia paling dekat strukturnya dengan *polyethylene* murni, memiliki densitas 0,94-0,97  $\text{g}/\text{cm}^3$  (Bajracharya *et al.*, 2014).

Dapat diketahui, bahwa densitas air adalah 1  $\text{g}/\text{cm}^3$ . Sehingga ketika dikaitkan, polimer dengan densitas kurang dari 1  $\text{g}/\text{cm}^3$  akan cenderung mengapung dan banyak ditemukan di permukaan air. Sedangkan polimer dengan densitas lebih dari 1  $\text{g}/\text{cm}^3$  akan cenderung banyak di temukan di bawah atau bahkan di sedimen. Nilai densitas tiap jenis plastik dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Jenis plastik dan nilai densitasnya

No	Jenis Polimer	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )
1	<i>Natural Rubber</i>	0,92
2	<i>Polyethylene-low density</i> (LDPE)	0,91 - 0,93
3	<i>Polyethylene-high density</i> (HDPE)	0,94 - 0,97
4	<i>Polypropylene</i> (PP)	0,85 - 0,94
5	<i>Polystyrene</i> (PS)	0,96 - 1,05
6	<i>Polyamide</i> (PA6 & PA66)	1,12 - 1,14
7	<i>Polycarbonate</i>	1,20
8	<i>Cellulose Acetate</i>	1,28
9	<i>Polyvinyl Chloride</i> (PVC)	1,38
10	<i>Polylactic Acid</i>	1,21 - 1,43
11	<i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)	1,34 - 1,39
12	<i>Polyoxymethylene</i>	1,41

Sumber : Ehrenstein, 2012

Karena banyaknya macam dan karakteristik, serta sifat plastik yang tahan lama, menyebabkan plastik digunakan secara luas di berbagai bidang produksi. Sehingga sampah plastik yang ditemukan dalam kehidupan sehari – hari berasal dari berbagai sumber aplikasi (Tabel 2.2) (Breulman *et al.*, 2012).

Tabel 2. 2 Aplikasi dari masing – masing jenis plastik

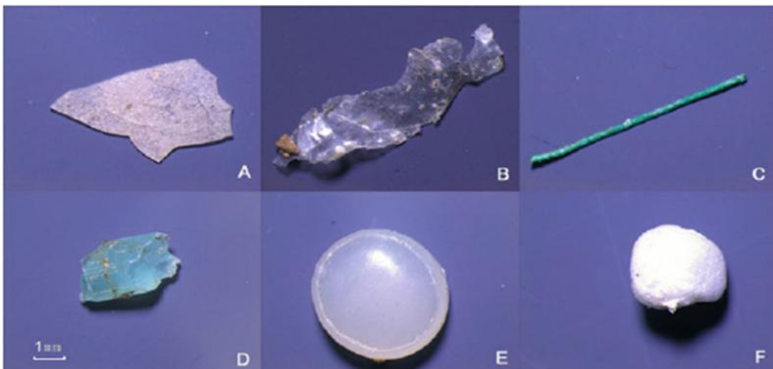
Jenis plastik	Aplikasi
PET	Botol minum, bungkus dan wadah makanan
HDPE	Pengemas susu, botol detergen, tas plastik
PVC	Pipa, rangka pintu atau jendela, wadah umum
LDPE	Pengemasan barang, tas plastik
PP	Pengemasan dan wadah secara umum, tutup botol, tali, karpet sintesis, pembungkus makanan, perlengkapan memancing
PS	Pembungkus dan wadah makanan, gelas sekali pakai
Nylon	Tali, jala ikan

Sumber : Breulman *et al.*, 2012

## 2.3 Karakteristik Mikroplastik dan Mesoplastik

### 2.3.1 Karakteristik Mikroplastik

Berdasarkan ukuran, mikroplastik digolongkan kembali menjadi 2 yaitu, *large microplastic particle* (LMP) dan *small microplastic particle* (SMP). LMP berukuran dari 1 hingga 5 mm, sedangkan SMP berukuran kurang dari 1 mm namun lebih besar dari 1  $\mu\text{m}$  (Peng *et al.*, 2017). Mikroplastik dapat digolongkan menjadi mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer adalah partikel mikroplastik yang secara khusus memang direkayasa dalam bentuk asli tersebut, terutama banyak ditemukan dari produk kosmetik, atau dari palet pra produksi. Sementara mikroplastik sekunder adalah partikel mikroplastik yang berasal dari hasil degradasi partikel-partikel plastik yang lebih besar akibat dari foto degradasi atau tindakan mekanis (Cooper and Corcoran, 2010). Berdasarkan bentuknya, mikroplastik dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, yaitu *sheet*, *film*, *line/fiber*, *fragment*, *pellet/granule*, dan *foam* (Gambar 2.2). Informasi morfologis dari sampel mikroplastik ini dapat digunakan untuk menunjukkan asal usul potensial mereka. Misalnya *line/fiber* biasanya berasal dari tali pancing, pakaian, atau tekstil lainnya. Sedangkan *film* umumnya berasal dari tas atau bahan pembungkus (Sussarellu *et al.*, 2016).



Gambar 2. 2 (A) *Sheet*, (B) *Film*, (C) *Line/fiber*, (D) *Fragment*, (E) *Pellet/granule*, (F) *Foam*  
(Zhang *et al.*, 2015)

### 2.3.2 Karakteristik Mesoplastik

Berdasarkan ukurannya, mesoplastik memiliki ukuran mulai 5 mm sampai 2,5 cm. Untuk klasifikasinya sedikit berbeda dengan mikroplastik. Mesoplastik umum ditemukan pada bentuk *fragment*, *foam*, dan *film* (Gundogdu dan Cevik, 2017).



Gambar 2. 3 Contoh debris mesoplastik  
(Blettler *et al.*, 2017)

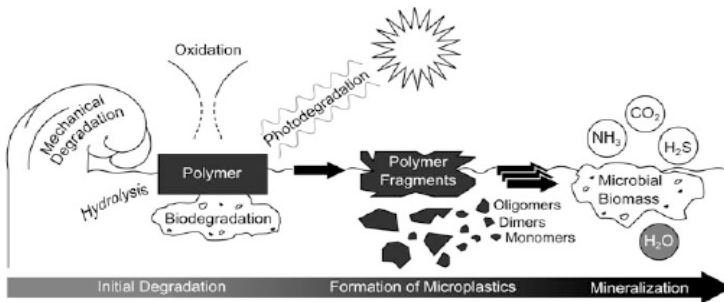
### 2.3.3 Karakteristik Warna Mikroplastik dan Mesoplastik

Mikroplastik dan mesoplastik dapat mewarisi warna mereka dari produk plastik induknya, tetapi warnanya dapat berubah karena pelapukan. Penelitian sebelumnya menyimpulkan bahwa predator akan dengan mudah menelan mikroplastik dan mesoplastik dengan warna yang menyerupai mangsanya (Boerger *et al.*, 2010). Oleh karena itu informasi terkait warna mikroplastik dan mesoplastik dapat digunakan untuk menunjukkan potensi mereka dicerna oleh organisme di air. Untuk kategori warna, Peng *et al.*, (2017) menyatakan bahwa partikel mikroplastik dan mesoplastik dapat dikategorikan menjadi 6 warna utama yaitu, biru, hitam, kuning, transparan, putih, dan merah. Kategori biru termasuk juga di dalamnya warna biru gelap, biru terang, hijau gelap, dan hijau terang. Kategori hitam termasuk di dalamnya juga warna hitam transparan, abu – abu, dan yang bergaris putih. Kategori kuning termasuk di dalamnya warna kuning terang, dan coklat. Kategori transparan termasuk di dalamnya partikel yang tidak memiliki warna atau bening. Kategori putih termasuk pula di dalamnya warna putih dan perak. Sedangkan kategori merah, termasuk di dalamnya pula warna pink, merah, dan ungu.

## 2.4 Proses Degradasi dan Mekanisme Sampah Plastik di Perairan

Degradasi polimer sintetik di perairan tergantung pada beberapa faktor yaitu fisik, kimia, dan biologis. Selama proses degradasi, polimer dikonversi menjadi unit molekul yang lebih kecil, contohnya oligomer, monomer, atau mungkin sepenuhnya termineralisasi (Eubeler *et al.*, 2009). Proses degradasi pada polimer plastik dapat dibagi menjadi beberapa faktor, yaitu (Gambar 2.4) :

- Degradasi fisik (gaya abrasif, pemanasan/pendinginan, pembekuan/pencairan, pembasahan/pengeringan)
- Fotodegradasi (oleh sinar UV)
- Degradasi kimia (oksidasi atau hidrolisis)
- Biodegradasi oleh organisme (bakteri, jamur, alga)



Gambar 2. 4 Proses degradasi polimer plastik  
(Klein *et al.*, 2018)

Degradasi fisik mekanis di perairan dapat terjadi akibat arus, gaya gesekan atau aliran air sesuai habitat lingkungan. Sementara degradasi polimer berbasis molekul biasanya diawali dengan fotooksidasi (oleh radiasi UV) atau dengan hidrolisis dan akhirnya diikuti oksidasi kimia (Andrady, 2011). Fotodegradasi terjadi ketika radiasi UV menyebabkan terjadinya pemutusan rantai ikatan molekular sehingga terjadi penyusunan kembali posisi ikatan melalui pemotongan rantai ikatan dan penyilangan. Fotooksidasi terjadi ketika paparan radiasi UV dari sinar matahari berlangsung dengan ketersediaan oksigen. Hal ini menyebabkan terjadinya signifikansi degradasi plastik, sehingga semakin sering

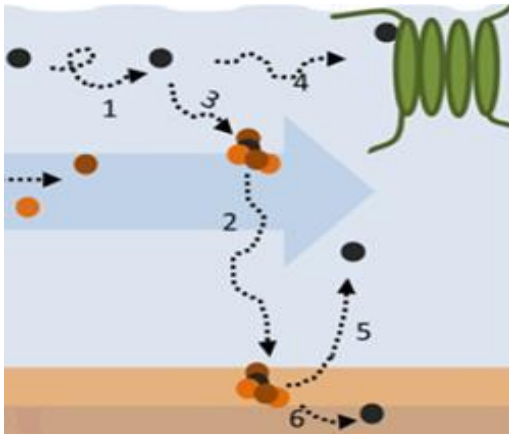


plastik terpapar sinar matahari, maka semakin signifikan fotooksidasi berlangsung (Leslie *et al.*, 2011). Sedangkan untuk biodegradasi ada beberapa faktor penting yang harus terpenuhi, yaitu :

- Mikroorganisme dapat mendepolimerisasi target polimer dan memineralisasi senyawa monomer dengan enzim dari jalur metabolisme yang tepat
- Parameter lingkungan seperti suhu, pH, kelembaban, dan salinitas harus memberikan kondisi yang diperlukan untuk biodegradasi
- Struktur substrat polimer tidak boleh menghalangi mikroba.

Semakin kecil bentuk fragmen plastik dan teroksidasi, maka akan lebih rentan oleh degradasi mikroba. Contohnya degradasi PE hasil pra-oksidasi oleh degradasi *Pseudomonas sp* (Reddy *et al.*, 2009).

Sementara untuk mekanisme proses distribusi mikroplastik di perairan akan mengalami distribusi vertikal di kolom air. Hal ini dapat terjadi dikarenakan densitas plastik sehingga keberadaan partikel akan berada di kolom air tertentu (permukaan, tengah, dan sedimen) (Anderson *et al.*, 2016). Partikel yang memiliki densitas lebih dari 1 g/mL umumnya telah tersuspensi dalam kolom air. Proses perpindahan yang terjadi yaitu *transport* akibat turbulensi, pengendapan, agregasi, *biofouling*, resuspensi, dan akhirnya diam (*settle*) (Gambar 2.5) (Kooi *et al.*, 2018). Turbulensi disebabkan oleh gaya aliran, sehingga terkumpul dan mengendap menjadi agregat. *Biofouling* menyebabkan partikel akan cenderung lebih tenggelam karena *biofilm* yang dibentuk oleh mikroorganisme pada lapisan partikel plastik akan mempengaruhi rasio luas permukaan terhadap volume densitas (Fazey *et al.*, 2016).



Gambar 2. 5 Proses perpindahan partikel mikroplastik di kolom air. (1) Perpindahan akibat turbulensi, (2) Pengendapan, (3) Agregasi, (4) *Biofouling*, (5) Resuspensi, (6) *Settle* (Kooi *et al.*, 2018)

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian yang telah dilakukan beberapa tahun terakhir menunjukkan mikroplastik telah menyebar luas hampir di seluruh habitat perairan, dan sebanyak lebih dari 5% plastik dari hasil produksi setiap tahun akan berakhir di laut (Jambeck *et al.*, 2015). Pada permukaan air ditemukan kelimpahan mikroplastik mencapai ribuan hingga 100000 partikel /m<sup>3</sup>, subpermukaan perairan di samudera pasifik mencapai 9180 partikel/m<sup>3</sup> (Noren, 2007) dan di sedimen perairan, seperti yang terjadi pada 10 titik lokasi sedimen di pesisir wilayah Mediterania yang dipengaruhi oleh kegiatan antropogenik (budidaya, industri, dan pusat kota) dengan jenis polimer yang paling banyak ditemukan yaitu *polyethylene* dan *polypropylene* (Manalu, 2017).

Di perairan Indonesia beberapa penelitian juga sudah dilakukan. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Manalu (2017). Menghasilkan kesimpulan berupa kelimpahan mikroplastik di air dan sedimen. Pada sampel air ditemukan sebanyak 2881-7473 partikel/m<sup>3</sup> dengan tipe yang lebih banyak ditemukan adalah fragmen berwarna hitam dan putih, sedangkan warna fiber lebih bervariasi yaitu biru, hitam, dan merah. Ukuran fragmen dominan

ditemukan pada ukuran (20-40  $\mu\text{m}$ ) sedangkan fiber lebih melimpah pada ukuran (100-500  $\mu\text{m}$ ). Sedangkan kelimpahan mikroplastik pada sedimen ditemukan sebanyak 18405-38790 partikel/kg sedimen kering, dengan tipe dominan berupa fragmen. Warna hitam dan putih merupakan warna dominan yang ditemukan pada fragmen maupun pellet. Sedangkan fiber didominasi warna hijau dan merah. Ukuran fragmen yang ditemukan di sedimen dominan berukuran (100-500  $\mu\text{m}$ ), fiber lebih banyak ditemukan pada ukuran (100-1000  $\mu\text{m}$ ). Sedangkan pellet melimpah pada ukuran (20-60  $\mu\text{m}$ ). Jenis mikroplastik yang ditemukan pada sedimen terdiri atas 6 polimer dengan mayoritas yang ditemukan berupa *polypropylene* (PP) densitas rendah.

Kelimpahan mikroplastik di sungai juga sudah ada penelitian sebelumnya. Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Lin *et al.*, (2018) dengan judul *Occurrence and distribution of microplastics in an urban river : a case study in the Pearl River along Guangzhou, China*. Menghasilkan kesimpulan berupa mikroplastik ditemukan di permukaan dan sedimen pada semua titik sampling. Kelimpahan mikroplastik tertinggi di air permukaan berada di posisi pertemuan anak sungai. Sedangkan kelimpahan mikroplastik tertinggi di sedimen berada pada daerah hulu sungai. Warna mikroplastik yang dominan pada air permukaan adalah putih, dan pada sedimen adalah kuning. *Fiber* adalah karakteristik dominan yang ditemukan pada semua sampel.

Berdasarkan hasil penelitian terdahulu yang tersebut diatas, telah dikemukakan bahwa kajian terkait kelimpahan mikroplastik di perairan memang penting untuk dilakukan. Serta sudah terlihat hasilnya bahwa memang partikel mikroplastik sudah melimpah jumlahnya di perairan termasuk sungai yang tentunya bisa berdampak negatif bagi kelangsungan ekosistem. Serta didukung oleh saran dari jurnal ilmiah Manalu (2017) menyebutkan bahwa pentingnya dilakukan penelitian mikroplastik di beberapa tempat lainnya di Indonesia untuk menjadi *database* dalam pengelolaan plastik di Indonesia. Termasuk di Kali Surabaya yang sampai saat ini belum ada penelitian terkait kelimpahan, maupun distribusi mikroplastik dan mesoplastik, sehingga latar belakang diatas menjadi dasar penting penelitian ini dilakukan.

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **BAB 3**

### **GAMBARAN WILAYAH STUDI**

#### **3.1 Gambaran Umum Kecamatan Driyorejo**

Kecamatan Driyorejo berjarak 41 km dari pusat Kota Gresik dan terletak di ketinggian 11 m diatas permukaan laut. Dengan luas wilayah total 5.129,72 Ha, yang terdiri dari tanah sawah 1.639,59 Ha, pekarangan/halaman 2.174,99 Ha, tegal/kebun 1.052,06 Ha, lainnya 263,08 Ha. Dengan batas wilayah sebagai berikut :

- Utara : Kota Surabaya
- Timur : Kota Surabaya
- Selatan : Kabupaten Sidoarjo
- Barat : Kecamatan Driyorejo

Terbagi menjadi 16 desa, 108 Rukun Warga (RW), 456 Rukun Tetangga (RT), dengan jumlah penduduk 99.436 jiwa (23.846 KK) dan kepadatan 1.938 jiwa/km<sup>2</sup>.

Tingkat pelayanan sampah di kabupaten gresik masih sangat kecil, yaitu 20,91%. Paling besar masyarakat mengelola sampah rumah tangga dengan cara dibakar 49,43%, dibuang ke lahan kosong 18,21%, dan 8,7% dibuang ke sungai (RPJMD Kabupaten Gresik, 2016). Peta tata ruang wilayah Kabupaten Gresik , serta tata guna lahan pada lokasi penelitian disajikan pada Lampiran 2.

#### **3.2 Gambaran Umum Kecamatan Karang Pilang**

Kecamatan Karang Pilang termasuk wilayah geografis Kota Surabaya yang merupakan bagian dari wilayah Surabaya Selatan. Memiliki ketinggian 4-12 m diatas permukaan laut. Dengan luas wilayah total 9,24 km<sup>2</sup>, dan terbagi menjadi 4 kelurahan yaitu, kelurahan Waru Gunung 3,86 km<sup>2</sup>, kelurahan Karang Pilang 1,44 km<sup>2</sup>, kelurahan Kebraon 2,08 km<sup>2</sup>, dan kelurahan Kedurus 1,86 km<sup>2</sup>. Dengan batas wilayah sebagai berikut :

- Utara : Kecamatan Wiyung
- Timur : Kecamatan Dukuh Pakis
- Selatan : Kecamatan Jambangan
- Barat : Kecamatan Lakarsantri

Terbagi menjadi 4 desa, 29 Rukun Warga (RW), 187 Rukun Tetangga (RT), dengan jumlah penduduk 75.481 jiwa dan kepadatan 8.169 jiwa/km<sup>2</sup>.

Pada tahun 2015 volume sampah Kota Surabaya mencapai 9.475,21 m<sup>3</sup>/hari, namun yang terangkut ke TPA hanya 4.925,5 m<sup>3</sup>/hari atau 51,98 % (Badan Statistik LH Indonesia, 2016). Sebanyak 32,5% warga Surabaya yang bermukim di radius 500 m di sekitar Kali Surabaya membuang sampahnya ke sungai (Suwari, 2010). Peta tata ruang wilayah Kota Surabaya , serta tata guna lahan pada lokasi penelitian disajikan pada Lampiran 2.

### 3.3 Gambaran Umum Kali Surabaya

Kali Surabaya merupakan anak Kali Brantas yang terbentang sepanjang 41 km mulai dari Dam Mlirip sampai Dam Jagir. Kali Surabaya berperan penting bagi kehidupan masyarakat Surabaya. Ini disebabkan air Kali Surabaya menjadi pemasok utama sumber air baku PDAM yang melayani lebih dari tiga juta penduduk Kota Surabaya. Selain itu, Kali Surabaya juga memegang peranan penting bagi masyarakat yang tinggal di bantaran sungai. Yaitu sebagai air baku untuk keperluan domestik (mandi, cuci, kakus), termasuk masyarakat industri yang memanfaatkan air sungai sebagai salah satu komponen dalam proses produksinya (Suwari, 2010). Menurut BLH Kota Surabaya (2009), Kali Surabaya memiliki fungsi sebagai berikut :

- Sebagai sumber air baku bagi PDAM Surabaya, kegiatan industri, kawasan perumahan, dan pertanian;
- Pengendali banjir Kota Surabaya dan sekitarnya, dengan pengaturan debit di pintu air Mlirip dan Gunungsari;
- Pemasok air sebagai aliran dasar (*base flow*) sebesar  $\pm 7,5$  m<sup>3</sup>/detik yang berfungsi untuk pengenceran limbah industri dan limbah domestik, serta mempertahankan ekosistem sungai, baik di Kali Surabaya sendiri maupun saluran drainase kota;
- Sebagai sarana wisata dan olahraga air;

- Sebagai sarana transportasi air.

Karakteristik Kali Surabaya secara umum kondisi struktur sungai relatif beralur lurus dengan penampang alur yang cukup dalam, berbantaran dan di beberapa tempat terdapat pulau. Pada bagian hulu dari Dam Mlirip sampai Driyorejo lebar sungai antara 30-35 meter, kedalaman tengahnya antara 2-3 meter dan kedalaman pinggir antara 0,5-1 meter. Sedangkan bagian hilir dari Driyorejo sampai Wonokromo lebar sungai antara 50-60 meter, kedalaman tengahnya antara 3,5-7 meter, dan kedalaman pinggir antara 0,9-1,5 meter. (Purwandi, 2004 dalam Novitasari, 2015).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Baduwi (2011), sepanjang tahun 2006-2011 Kali Surabaya menunjukkan perubahan debit yang seragam. Pada bulan Januari hingga Mei, debitnya berkisar antara 40-90 m<sup>3</sup>/detik, sedangkan bulan Juni hingga Desember kisaran debitnya hanya mencapai 10-30 m<sup>3</sup>/detik. Gambaran umum lokasi sampling dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan 3.4



Gambar 3. 3 Lokasi Sampling Titik Bambe



Gambar 3.4 Lokasi Sampling Titik Karang Pilang

### 3.4 Pencemaran Kali Surabaya

Kali Surabaya merupakan sumber utama air baku air minum Kota Surabaya, namun lambat laun makin mengalami penurunan kualitas, diketahui akibat pembuangan sampah ke sungai. Suwari (2010) menyatakan bahwa sebanyak 32,5% warga Surabaya yang bermukim di radius 500 m di sekitar Kali Surabaya membuang sampahnya ke sungai. Tingkat pelayanan sampah yang rendah juga menjadi faktor tercemarnya Kali Surabaya. Salah satunya di wilayah Kabupaten Gresik yang merupakan daerah aliran Kali Surabaya yaitu 20,91%. Paling besar masyarakat mengelola sampah rumah tangga dengan cara dibakar 49,43%, dibuang ke lahan kosong 18,21%, dan 8,7% dibuang ke sungai (RPJMD Kabupaten Gresik, 2016).

Sumber pencemaran sampah di Kali Surabaya bukan hanya berasal dari daerah aliran Kali Surabaya saja, melainkan juga ada potensi pencemaran dari daerah – daerah sebelum aliran Kali Surabaya. Data pengelolaan sampah di kabupaten dan kota yang berpotensi menjadi salah satu sumber pencemaran sampah di Kali Surabaya disajikan pada Tabel 3.1.



Tabel 3. 1 Data Pengelolaan Sampah pada Daerah yang Berpotensi Menjadi Salah Satu Sumber Pencemar Kali Surabaya

Kota/Kabupaten	Timbulan Sampah (Ton/hari)	Sampah ditimbun di TPA (Ton/hari)	Presentase daerah tidak terlayani
Kab. Mojokerto	716,64	70	61%
Kab. Sidoarjo	1280	575	52%
Kab. Jombang	130	90	83%
Kab. Gresik	561	187	16,6%
Kab. Blitar	412,04	264,5	44,6%
Kediri	145,07	124	5%
Kab. Tulungagung	246,61	120,89	26,3%
Kab. Nganjuk	1046,28	70,9	9,8%
Kab. Malang	464,15	253,23	40%
Batu	155,79	90	40%
Surabaya	2790,89	1477	14%

Sumber : SIPSN

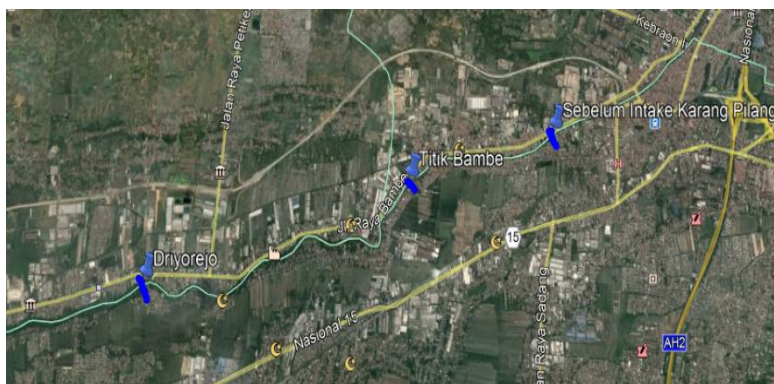
Dari data diatas, kota Surabaya menjadi daerah yang palig tinggi timbulan sampah per hari nya, diikuti pula dengan jumlah sampah yang ditimbun di TPA per hari nya. Namun persentase pelayanan sampah terbaik terletak di daerah Kota Kediri, dengan hanya menyisakan 5% daerah yang tidak terlayani. Daerah yang masih perlu perhatian pemerintah terkait sistem pengelolaan sampahnya adalah daerah Kabupaten Jombang, dimana masih ada 83% daerah yang tidak terlayani.

### 3.5 Detail Titik Lokasi Sampling

Pada penelitian kali ini wilayah studi (titik sampling) dibagi menjadi 3 titik. Pembagian titik tersebut didasarkan pada latar belakang karakteristik lokasi sungai yang hampir serupa dan keterjangkauan lokasi. 3 titik sampling tersebut berada di wilayah Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang. Untuk titik koordinat detailnya dapat dilihat pada Tabel 3.2 dan peta satelit detailnya dapat dilihat pada Gambar 3.4

Tabel 3. 2 Titik Lokasi Sampling

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



Gambar 3.5 Peta Satelit Titik Lokasi Sampling

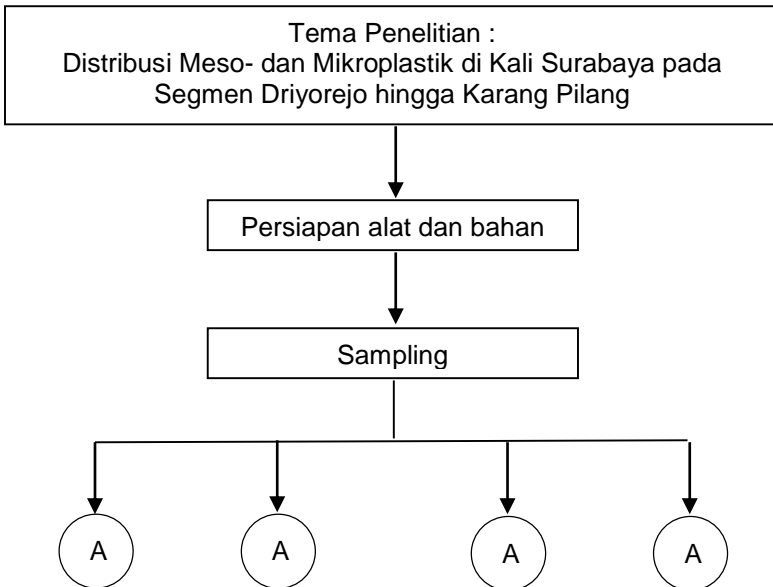
## BAB 4 METODE PENELITIAN

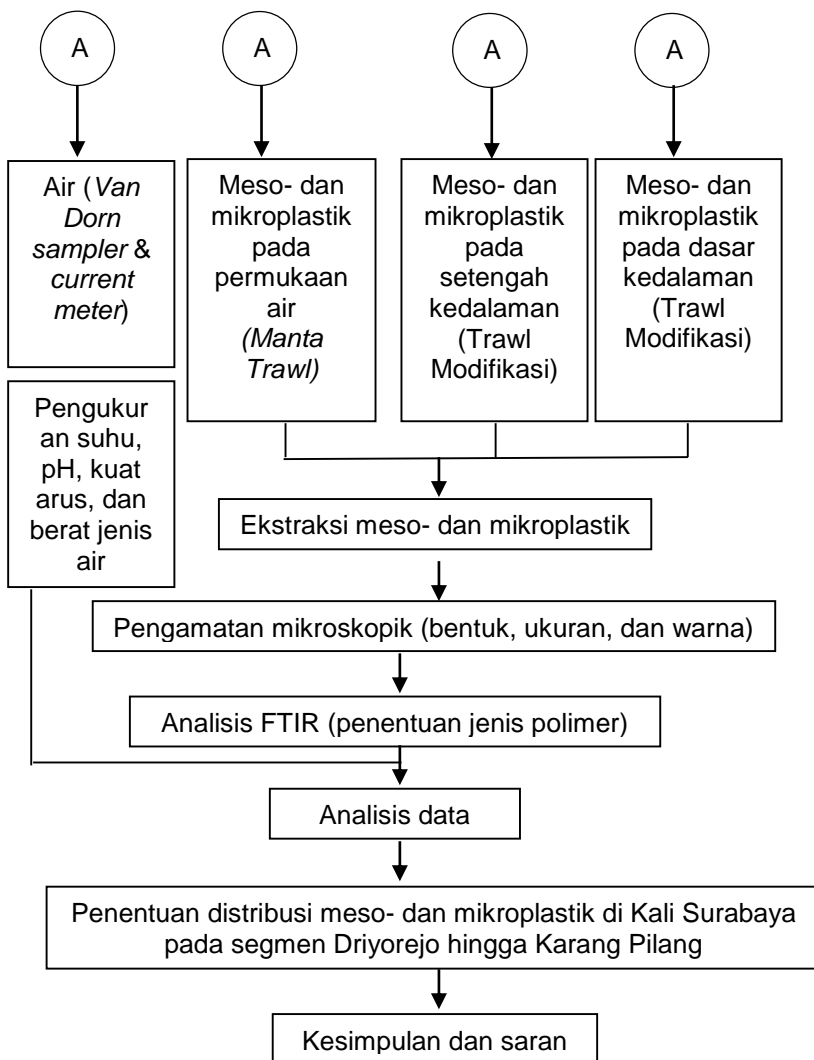
### 4.1 Umum

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. Variabel yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah kedalaman titik sampling dan ukuran partikel plastik.

### 4.2 Tahap – Tahap Penelitian

Pada penelitian kali ini, telah disusun tahap – tahap yang akan dilaksanakan selama proses penelitian. Dari mulai penentuan tema penelitian hingga penyusunan kesimpulan dan saran. Untuk detail proses tahap – tahap penelitian dapat dilihat pada Gambar. 4.1





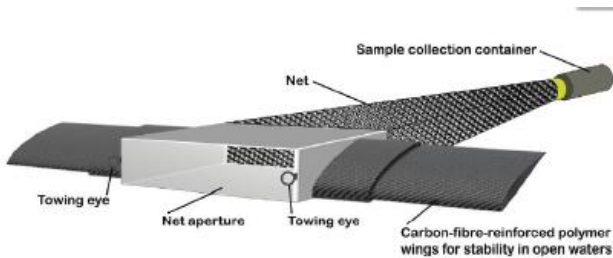
Gambar 4. 1 Tahap – tahap penelitian

#### **4.2.1 Sampling**

Sampling dilakukan secara *grab*, dilakukan pada masing-masing kedalaman yang tersusun dari posisi sampling berdasarkan lebar lokasi sungai (posisi tengah, posisi kanan, dan posisi kiri). Penentuan posisi titik sampling berdasarkan perhitungan proporsional sesuai lebar sungai. Posisi tengah didapatkan dari titik tengah pembagi penampang lebar sungai, sedangkan posisi kanan dan kiri didapatkan dari titik tengah pembagi kanan dan kiri sungai yang telah dipotong oleh titik tengah. Penentuan kedalaman dibagi menjadi 3 yaitu permukaan, setengah, dan dasar kedalaman. Posisi permukaan diambil pada permukaan masing – masing posisi. Titik posisi setengah kedalaman ditentukan dengan pengukuran menggunakan logam tambahan yang telah tertera ukuran dalam satuan meter. Titik dasar kedalaman didapatkan ketika *trawl* menempel dengan dasar kedalaman sungai. Waktu sampling dilakukan antara bulan Februari – Maret 2019. Pengulangan dilakukan sebanyak dua kali. Total sampel pada 3 titik lokasi 54 sampel, dengan rincian setiap titik dilakukan sampling pada kanan, tengah, dan kiri penampang sungai. Serta pada setiap penampang di lakukan sampling 3 kedalaman berbeda (permukaan, tengah, dan dasar kedalaman). Sehingga setiap titik terdapat 9 sampel, dilakukan dua kali pengulangan sehingga jumlah sampel menjadi 18.

##### **4.2.1.1 Sampling Mesoplastik dan Mikroplastik pada Permukaan Air**

Sampling mesoplastik dan mikroplastik pada permukaan air dilakukan dengan cara mengumpulkannya menggunakan *manta trawl net*. Metode ini melibatkan penyaringan padatan yang diperoleh dalam jaring sampel permukaan dengan diameter 0,3 mm untuk mengisolasi material padat dengan ukuran yang sesuai (Masura *et al.*, 2015). Jaring permukaan yang digunakan yaitu *manta trawl*. Sampling dilakukan menggunakan *manta trawl* dengan ukuran bukaan 0.61 m lebar x 0,16 tinggi, ukuran pori – pori 300  $\mu\text{m}$  mesh, panjang 3 m, dan ukuran cod-end 30 x 10  $\text{cm}^2$  (Gambar 4.2).



Gambar 4. 2 *Manta trawl* untuk sampling mikroplastik dan mesoplastik pada permukaan air (Silva *et al.*, 2018).

Pengoperasian *manta trawl* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. *Manta trawl* dipasang pada samping badan perahu dan tali *manta trawl* dikaitkan pada batang logam yang diposisikan horizontal melekat pada badan perahu, dengan posisi mulut *manta trawl* berlawanan arah dengan arus air.
2. *Manta trawl* didiamkan selama 20 menit dengan kecepatan rata rata arus 0,62 m/s.
3. Pada durasi 20 menit kecepatan arus akan bervariasi, menyebabkan volume air yang disaring untuk setiap penarikan tidak standar. Sehingga *current meter* diletakkan di mulut *manta trawl* untuk memungkinkan perhitungan jumlah air yang disaring.
4. *Manta trawl* diangkat ke perahu, 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 pengulangan sebanyak 2 kali.

#### 4.2.1.2 Sampling Mesoplastik dan Mikroplastik pada Setengah dan Dasar Kedalaman

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

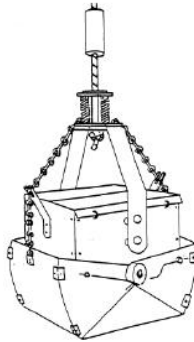
Pengoperasian *modified trawl* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. Kedalaman lokasi sampling diukur dengan menggunakan meteran yang dilengkapi pemberat.
2. *Modified trawl* ditenggelamkan di samping badan perahu dengan struktur logam tambahan yang dipasang pada badan perahu dengan posisi horizontal, dengan posisi mulut *modified trawl* berlawanan arah dengan arus air.
3. *Modified trawl* didiamkan selama 20 menit dengan kecepatan rata rata 0,62 m/s.
4. Pada durasi 20 menit kecepatan arus akan bervariasi, menyebabkan volume air yang disaring untuk setiap penarikan tidak standar. Sehingga *current meter* diletakkan di mulut *modified trawl* untuk memungkinkan perhitungan jumlah air yang disaring.
5. *Modified trawl* diangkat ke kapal, 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 pengulangan sebanyak 2 kali.

#### 4.2.1.3 Sampling Mesoplastik dan Mikroplastik pada Sedimen (Opsional)

Kesalahan teknis sangat mungkin terjadi pada metode pengambilan sampel di dasar kedalaman, contohnya adalah patahnya elemen struktur logam yang berada pada dasar kedalaman disebabkan terlalu kuatnya arus dasar sungai ataupun hal teknis yang tidak dapat diprediksi lainnya. Maka dari itu ketika pengambilan sampel di dasar kedalaman tidak memungkinkan, metode sampling di sedimen yang akan digunakan sebagai pengganti.

Pengambilan sampel mesoplastik dan mikroplastik pada sedimen dilakukan dengan menggunakan *ekman dredge* dengan ukuran 15,24 x 15,24 x 15,24 cm<sup>3</sup> (Gambar 4.3). Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali pengulangan.



Gambar 4. 3 *Ekman dredge* untuk sampling meso dan mikroplastik pada sedimen (Beck and Sneddon, 2000).

Pengoperasian *ekman dredge* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

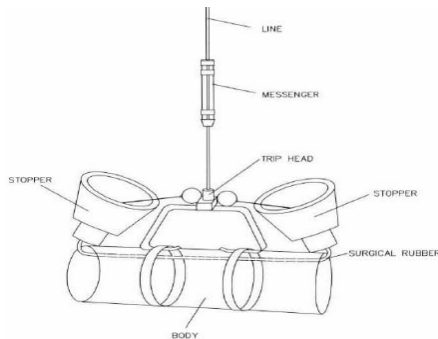
1. Tali nilon dipasang melalui lubang di bagian atas braket *Ekman dredge*.
2. Pegas dipasang ke kedua sisi rahang. Rahang diatur dalam posisi terbuka dengan menempatkan kabel pada kancing pembebas. Pastikan bahwa pintu berengsel di atas *dredge* bebas untuk membuka.
3. *Ekman dredge* diturunkan ke titik 4 hingga 6 inci di atas permukaan sedimen dan dijatuhkan ke sedimen.



4. Mekanisme penutupan rahang dipicu dengan menggunakan pemantik ke bawah melalui tali.
5. *Ekman dredge* diangkat dan tuangkan air yang tersisa melalui bagian atas, dengan tetap menjaga agar sedimen halus tidak ikut terbuang dalam prosedur ini.
6. Rahang *Ekman dredge* dibuka dan sampel sedimen dipindahkan ke nampan *stainless steel*.
7. Sampel sedimen dipindahkan ke botol kaca.
8. Semua sampel diberi label dan disimpan dalam *ice box* 4°C untuk kemudian dianalisis di laboratorium.
9. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali pengulangan.

#### 4.2.1.4 Sampling Air untuk Pengukuran Parameter pH, Suhu, Kuat Arus, dan Berat Jenis Air

Sampling air disini digunakan untuk pengukuran pH, suhu, kuat arus, dan berat jenis air pada masing-masing titik sampling untuk menghindari adanya *extraneous variable*. Pengambilan sampel air menggunakan alat yaitu *van dorn sampler* (Gambar 4.5), yang biasa digunakan untuk pengambilan sampel air pada berbagai kedalaman (Permukaan, setengah kedalaman, dan kedalaman air) (SERAS, 2013). Untuk pengukuran kuat arus menggunakan *current meter*.



Gambar 4. 4 *Van Dorn Sampler* untuk pengambilan sampel air (SERAS, 2013)

Pengoperasian *van dorn sampler* dilakukan dengan cara sebagai berikut :

1. *Van dorn sampler* yang tidak terkontaminasi ditempatkan pada posisi menjauh dari tubuh yang memungkinkan air masuk ke tabung.
2. Perangkat diturunkan ke kedalaman yang telah ditentukan dengan menghindari pengaruh sedimen.
3. Ketika *van dorn sampler* berada di kedalaman yang ditentukan, pemantik dijatuhkan melalui benang untuk menutup *stopper* perangkat sampling.
4. *Van dorn sampler* diangkat dan 10-20 mL pertama dibuang dari saluran untuk membersihkan potensi kontaminasi dari katup. Air diambil 100 mL untuk pengukuran pH, suhu, dan berat jenis.
5. Pengukuran parameter dilakukan sebanyak 2 kali.

#### **4.2.1.5 Sampling Pada Reference Site**

Sebagai bentuk data pendukung untuk penelitian kali ini, dilakukan sampling pada *Reference Site* yaitu sumber Kali Brantas. *Reference Site* adalah suatu daerah yang dianggap mewakili lingkungan yang masih asli. Daerah yang masih minim aktivitas manusia dan minim pencemaran lingkungan. Sehingga *Reference Site* biasa digunakan untuk menilai dampak gangguan dan peristiwa pencemaran.

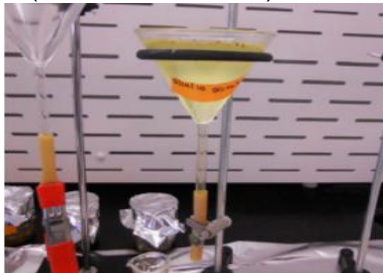
Selanjutnya data sampling ini akan digunakan sebagai perbandingan serta titik kontrol sumber pencemaran meso- dan mikroplastik. Pada penelitian kali ini telah ditetapkan 3 titik lokasi. Yang pertama adalah di Arboretum titik nol Kali Brantas, dimana daerah tersebut adalah kawasan hutan lindung dan dimana air Kali Brantas berasal. Yang kedua yaitu sebelum area wisata Coban Talun, berjarak kurang lebih 13 km setelah titik sampling pertama. Yang ketiga adalah setelah air terjun Coban Talun, berjarak kurang lebih 3 km dari lokasi kedua. Titik tersebut telah melewati daerah wisata serta beberapa pemukiman penduduk.

## 4.2.2 Ekstraksi Mesoplastik dan Mikroplastik

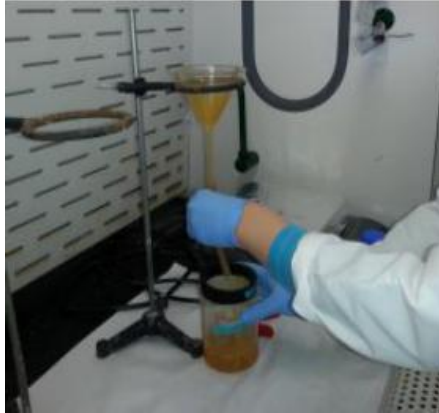
### 4.2.2.1 Ekstraksi Mesoplastik dan Mikroplastik pada Sampel Air

Metode ekstraksi dan pemisahan mesoplastik dan mikroplastik pada sampel air dilakukan dengan urutan prosedur *wet sieving*, transfer padatan tersaring, *wet peroxide oxidation* (WPO), dan *density separation*.

1. Prosedur *wet sieving* dilakukan dengan menyaring sampel dengan menggunakan saringan bertingkat berukuran 2,5 cm, 5 mm, dan 0,3 mm untuk mengisolasi padatan dengan ukuran yang diinginkan
2. Padatan hasil saringan akan melewati proses transfer padatan tersaring, dengan tujuan untuk mengeringkan sampel padatan dan mengurangi kadar air menggunakan oven dengan suhu 90° C selama 24 jam.
3. Selanjutnya adalah WPO menggunakan 20 mL Hidrogen Peroksida ( $H_2O_2$ ) dan katalis  $FeSO_4 \cdot 7H_2O$  dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan organik yang terdapat pada sampel padatan tersaring. Sampel dipanaskan hingga mencapai suhu 75° C sampai muncul gelembung.
4. Prosedur selanjutnya adalah *density separation*, menggunakan bantuan 6 g NaCl ditambahkan per 20 mL untuk mengisolasi meso dan mikroplastik melalui mekanisme *floating* yang terjadi di *density separator*, diamkan semalaman. (Gambar 4.5 dan Gambar 4.6). Kemudian hasil separasi disaring dengan saringan bertingkat (Masura *et al.*, 2015).



Gambar 4. 5 Density Separator  
(Masura *et al.*, 2015)



Gambar 4. 6 Hasil separasi disaring dengan saringan khusus berdiameter 0,3 dan 2,5 mm (Masura *et al.*, 2015)

#### 4.2.2.1 Ekstraksi Mesoplastik dan Mikroplastik pada Sampel Sedimen (Opsional)

Metode ekstraksi dan pemisahan mesoplastik dan mikroplastik pada sampel sedimen dilakukan dengan urutan prosedur preparasi sampel sedimen, *wet sieving*, transfer padatan tersaring, *density separation 1*, *wet peroxide oxidation (WPO)*, dan *density separation 2*.

1. Preparasi sampel sedimen bertujuan untuk menentukan berat kering dan proses disagregasi sedimen, dengan bantuan penambahan 400 mL Potassium Metaphosphate (5,5 g per liter air), kemudian diaduk selama 1 jam menggunakan *stirrer*.
2. Prosedur *wet sieving* dilakukan dengan menyaring sampel dengan menggunakan saringan bertingkat berukuran 2,5 cm, 5 mm, dan 0,3 mm untuk mengisolasi padatan dengan ukuran yang diinginkan
3. Padatan hasil saringan akan melewati proses transfer padatan tersaring, dengan tujuan untuk mengeringkan sampel padatan dan mengurangi kadar air menggunakan oven dengan suhu 90° C selama 24 jam.

4. Prosedur selanjutnya adalah *density separation 1* dengan tujuan untuk pemisahan awal sampel meso dan mikroplastik dengan padatan sedimen, menggunakan bantuan larutan *lithium metatungstate* ( $d = 1,6 \text{ g / mL}$ ) 300 mL untuk mengisolasi meso dan mikroplastik melalui mekanisme *floating*. Lalu sampel yang tersaring dikeringkan dengan oven suhu  $90^{\circ}\text{C}$  selama 24 jam.
5. Selanjutnya adalah WPO menggunakan 20 mL Hidrogen Peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) dan katalis  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dengan tujuan untuk menghilangkan kandungan organik yang terdapat pada sampel padatan tersaring. Sampel dipanaskan hingga mencapai suhu  $75^{\circ}\text{C}$  sampai muncul gelembung.
6. Prosedur terakhir adalah *density separation 2*, menggunakan bantuan 6 g NaCl ditambahkan per 20 mL untuk mengisolasi meso dan mikroplastik melalui mekanisme *floating* yang terjadi di *density separator*, diamankan semalaman. (Gambar 4.5 dan Gambar 4.6). Kemudian hasil separasi disaring dengan saringan bertingkat (Masura *et al.*, 2015).

#### 4.2.3 Pengamatan Mikroskopik

Pengamatan mikroskopik disini bertujuan untuk memisahkan partikel mesoplastik dan mikroplastik berdasarkan warna, bentuk, dan ukurannya. Prosedurnya adalah sebagai berikut (Masura *et al.*, 2015) :

1. Siapkan sampel mesoplastik dan mikroplastik yang sudah diekstraksi pada saringan
2. Siapkan kaca preparat yang telah tertera ukuran dari 2,5 cm hingga 0,1 mm
3. Gunakan *dissecting microscope* pada perbesaran 40x
4. Gunakan forsep / pinset untuk memindahkan partikel mikroplastik dari saringan menuju kaca preparat dan letakkan serta sesuaikan pada ukurannya
5. Pindahkan ke wadah yang lain setelah selesai diamati.



Gambar 4. 7 Proses pengamatan mikroskopik  
(Masura *et al.*, 2015)

#### **4.2.4 Analisis Spectrofotometri Fourier-Transform Infrared (FTIR)**

Komposisi dari hasil sampel meso dan mikroplastik dianalisis menggunakan *Thermo Scientific™ Nicolet™ iS™ 10 FT-IR Spectrometer*. FTIR ini memiliki ketelitian mencapai ukuran 10  $\mu\text{m}$ . Tujuan analisis FTIR disini adalah untuk mendapatkan hasil komposisi jenis polimer plastik.

#### **4.2.5 Analisis Data**

Data dari semua hasil pengamatan akan dikumpulkan dan dianalisis. Metode yang digunakan untuk analisis data adalah statistika deskriptif. Dari hasil analisis nantinya akan dilakukan tahap selanjutnya yaitu analisis distribusi, dengan cara melihat analisis deskriptif dari hasil analisis data dan dijabarkan. Analisis tersebut yaitu :

1. Data kelimpahan mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang. Kelimpahan didapatkan dengan satuan jumlah partikel /  $\text{m}^3$  air. Jumlah partikel didapatkan dari perhitungan dan sortasi manual, sedangkan untuk volume air didapatkan dari luas penampang bukaan mulut *trawl* x kecepatan rata – rata arus x waktu. Sedangkan untuk kelimpahan sampel sedimen didapatkan dengan satuan jumlah partikel / kg berat kering sedimen. Jumlah partikel

- didapatkan dari perhitungan dan sortasi manual, sedangkan untuk berat kering sedimen didapatkan dari hasil perhitungan berat kering.
2. Data karakteristik mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang. Karakteristik dibedakan menjadi warna dan bentuk, sehingga data karakteristik didapatkan dari sortasi manual dan dikelompokkan berdasarkan sesuai dengan warna dan bentuk yang sama.
  3. Analisis distribusi vertikal dan horizontal mesoplastik dan mikroplastik di Kali Surabaya segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang. Data distribusi vertikal didapatkan dari kelimpahan meso dan mikroplastik di tiap titik pada setiap kedalaman, sedangkan data distribusi horizontal didapatkan dari kelimpahan meso dan mikroplastik di setiap kedalaman pada penggabungan 3 titik.

#### **4.2.6 Pembahasan**

Hasil analisis data dan distribusi persebaran mikroplastik dan mesoplastik di kali Surabaya pada segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang akan dibahas lebih lanjut untuk menjawab rumusan masalah penelitian. Hasil analisis data dan distribusi akan disajikan dalam bentuk diagram maupun grafik, menggunakan metode statistika deskriptif. Data tersebut nantinya bisa dijadikan sebagai informasi ilmiah terkait kelimpahan, karakteristik, dan distribusi meso dan mikroplastik di Kali Surabaya, sehingga bisa dijadikan sebagai dasar untuk penelitian lebih lanjut ataupun sebagai acuan bagi pemerintah untuk penanganan sampah plastik dan pencemaran Kali Surabaya.

#### **4.2.7 Kesimpulan dan Saran**

Kesimpulan dibuat berdasarkan hasil analisis dan merupakan jawaban dari tujuan penelitian, sedangkan saran dibuat dengan maksud dan tujuan sebagai ulasan atau evaluasi bagi penelitian selanjutnya

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**



## BAB 5 HASIL DAN PEMBAHASAN

### 5.1 Waktu dan Kondisi Rona Lingkungan Titik Sampling

Sampling dilakukan dalam waktu dan kondisi rona lingkungan tertentu. Data kondisi lingkungan yang diukur antara lain adalah parameter suhu, pH, salinitas, densitas air sungai, dan kecepatan arus. Data hasil pengukuran parameter yang diukur disajikan pada Tabel 5.1 – Tabel 5.3.

Tabel 5.1 Data kondisi lingkungan pada titik permukaan sungai

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	salinitas	densitas (g/cm <sup>3</sup> )	V air (m/s)
	Peng. 1	Peng. 2						
Driyorejo	23/03/2019 11.45 WIB	23/03/2019 12.30 WIB	Kanan	30,35	8,3	0	0,991	0,20
			Tengah	30,70	8,5	0	0,992	0,58
			Kiri	29,55	8,6	0,15	0,990	0,15
Bambe	07/03/2019 11.12 WIB	07/03/2019 14.07 WIB	Kanan	26,80	8,3	2	0,990	0,06
			Tengah	26,85	8,1	1,5	0,993	1,00
			Kiri	26,65	8,4	2	0,990	0,62
Karang Pilang	02/03/2019 11.45 WIB	02/03/2019 15.00 WIB	Kanan	29,10	8,2	1	0,994	0,20
			Tengah	29,00	8,5	3	0,993	0,49
			Kiri	28,75	8,8	3	0,991	0,03

Tabel 5.2 Data kondisi lingkungan pada titik setengah kedalaman sungai

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	salinitas	densitas (g/cm <sup>3</sup> )	V air (m/s)
	Peng. 1	Peng. 2						
Driyorejo	23/03/2019 11.45 WIB	23/03/2019 12.30 WIB	Kanan	29,75	8,6	0	0,991	0,12
			Tengah	30,05	8,5	0	0,994	0,58
			Kiri	29,40	8,6	0,15	0,991	0,12
Bambe	07/03/2019 11.12 WIB	07/03/2019 14.07 WIB	Kanan	28,95	8,5	2	0,988	0,06
			Tengah	26,65	8,4	2	0,990	1,00
			Kiri	26,55	8,3	2	0,992	0,62
Karang Pilang	02/03/2019 11.45 WIB	02/03/2019 15.00 WIB	Kanan	28,95	8,5	2	0,988	0,20
			Tengah	28,50	8,3	3,5	0,996	0,58
			Kiri	29,80	8,8	3	0,994	0,05

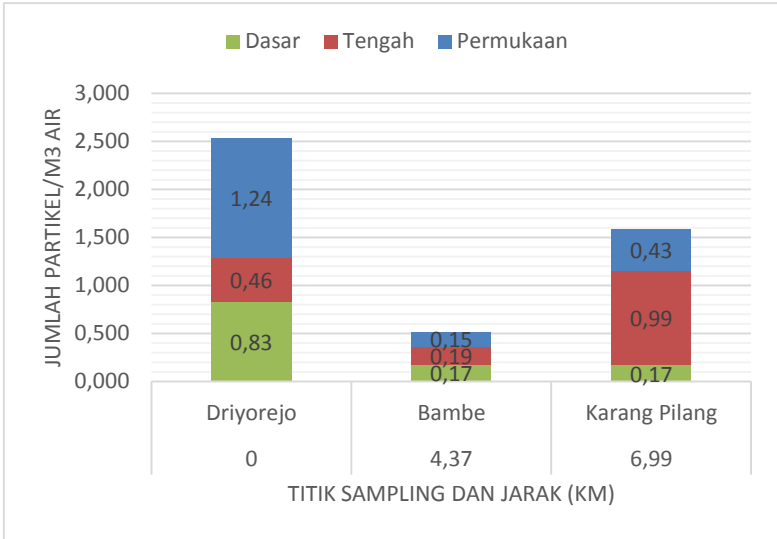
Tabel 5.3 Data kondisi lingkungan pada titik dasar kedalaman sungai

Titik	Tanggal		Posisi Horizontal	suhu (°C)	pH	salinitas	densitas (g/cm <sup>3</sup> )	V air (m/s)
	Peng. 1	Peng. 2						
Driyorejo	23/03/2019 11.45 WIB	23/03/2019 12.30 WIB	Kanan	29,85	8,3	0	0,992	0,09
			Tengah	30,00	8,5	0	0,990	0,69
			Kiri	29,65	8,6	0,15	0,987	0,08
Bambe	07/03/2019 11.12 WIB	07/03/2019 14.07 WIB	Kanan	26,65	8,2	2,5	0,989	0,06
			Tengah	26,60	8,2	2,5	0,990	1,00
			Kiri	26,55	8,3	2,5	0,991	0,62
Karang Pilang	02/03/2019 11.45 WIB	02/03/2019 15.00 WIB	Kanan	29,05	8,4	3	0,995	0,20
			Tengah	28,45	8,4	3,55	0,996	0,64
			Kiri	29,90	8,8	3,5	0,990	0,05

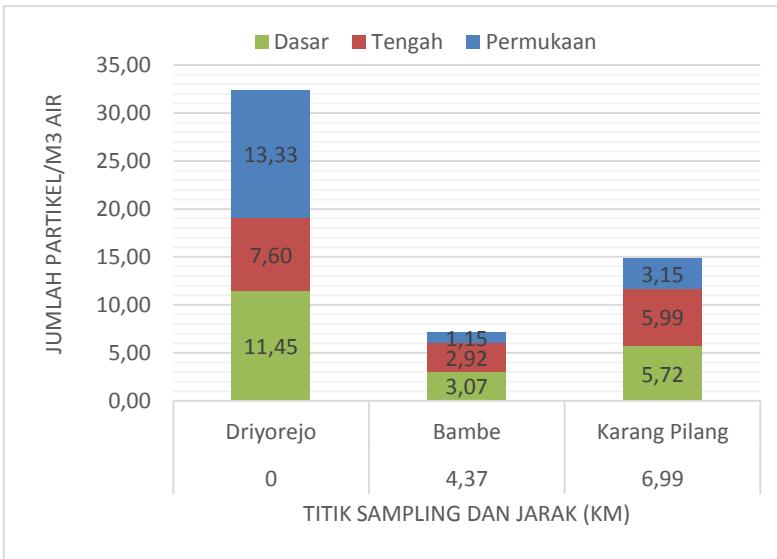
Data hasil pengukuran suhu pada posisi permukaan sungai menunjukkan rata – rata suhu tertinggi yaitu 28,73°C. Nilai pH cenderung tidak menunjukkan perubahan dari permukaan hingga dasar di semua titik sampling rata – rata pH adalah 8,4. *Range* pH tersebut masih sejalan dengan nilai pH rata – rata air sungai di mana banyak ekosistem biota akuatik, yaitu sekitar 7 – 8,5 (Effendi, 2013). Nilai salinitas cenderung meningkat menuju daerah hilir, dimana dari titik Driyorejo hingga Karang Pilang menunjukkan angka kenaikan sebesar 3,5. Nilai densitas pada permukaan, tengah, dan dasar sungai cenderung mengalami kenaikan pula mendekati daerah hilir, sejalan dengan nilai salinitas yang semakin meningkat ke daerah hilir. Untuk kecepatan air tidak terlalu terjadi fluktuasi yang signifikan, dan menunjukkan nilai rata – rata sebesar 0,37 m/s.

## 5.2 Distribusi Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik

Meso- dan mikroplastik ditemukan pada semua titik dan semua penampang kedalaman. Distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik pada tiga titik sampling akan disajikan pada Gambar 5.1 dan Gambar 5.2



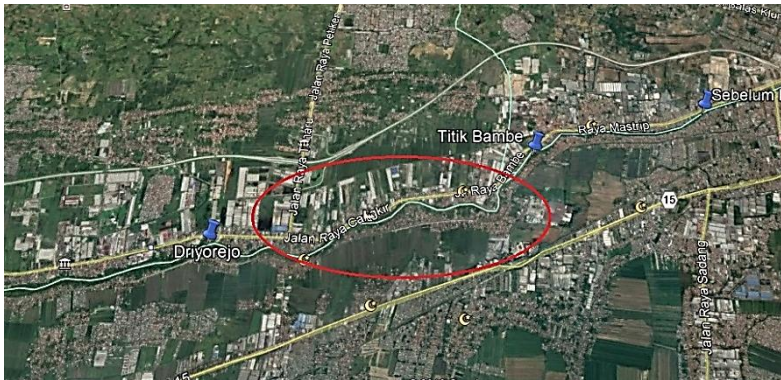
Gambar 5.1 Kelimpahan Partikel Mesoplastik



Gambar 5.2 Kelimpahan Partikel Mikroplastik

Distribusi horizontal mesoplastik dan mikroplastik pada tiga titik sampling menunjukkan fluktuasi yang cukup signifikan. Mulai dari titik Driyorejo ke titik Bambe mengalami penurunan kelimpahan, hal ini disebabkan morfologi aliran sungai dari titik Driyorejo ke titik Bambe terdapat banyak sekali belokan atau *meander* (Gambar 5.3). Belokan pada morfologi aliran sungai berpotensi mengalami penurunan kecepatan aliran, sehingga bisa menyebabkan pengendapan sedimen serta berpotensi menyebabkan *settle* pada partikel mikroplastik. (Tibbets *et al.*, 2018). Sehingga kelimpahan partikel meso- dan mikroplastik menjadi turun, karena kemungkinan mengendap di dasar sebelum sampai di titik Bambe. Selain itu faktor waktu sampling juga menjadi salah satu kemungkinan terjadinya penurunan yang cukup signifikan. Dimana diketahui aliran kali Surabaya merupakan hilir kali Brantas yang melewati banyak Kota dan Kabupaten. Tentunya tidak dapat diprediksi kapan kebiasaan masyarakat membuang sampahnya lebih banyak. Sedangkan jumlah kelimpahan dari titik Bambe ke titik Karang Pilang mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Hal ini disebabkan karena morfologi aliran sungai dari titik Bambe ke titik Karang Pilang cenderung lurus. Sehingga faktor *settle* nya partikel mikroplastik di lintasan Bambe menuju Karang Pilang sangat kecil. Faktor waktu sampling juga menjadi salah satu kemungkinan terjadinya peningkatan jumlah kelimpahan tersebut.

Distribusi vertikal meso- dan mikroplastik juga menunjukkan angka yang fluktuatif. Dimana terjadi peningkatan kemudian penurunan nilai kelimpahan, begitupun sebaliknya dari permukaan hingga ke dasar. Berbeda dengan nilai distribusi kelimpahan mikroplastik di titik Bambe. Kelimpahan pada titik Bambe menunjukkan peningkatan semakin dalam kolom air. Hal ini diduga karena partikel plastik lambat terdegradasi pada kolom air. Semakin lama partikel berada pada kolom air maka semakin rentan mengalami *biofouling*. *Biofouling* menyebabkan partikel akan cenderung lebih tenggelam karena *biofilm* yang dibentuk oleh mikroorganisme pada lapisan partikel plastik akan mempengaruhi rasio luas permukaan terhadap volume densitas (Fazey *et al.*, 2016).

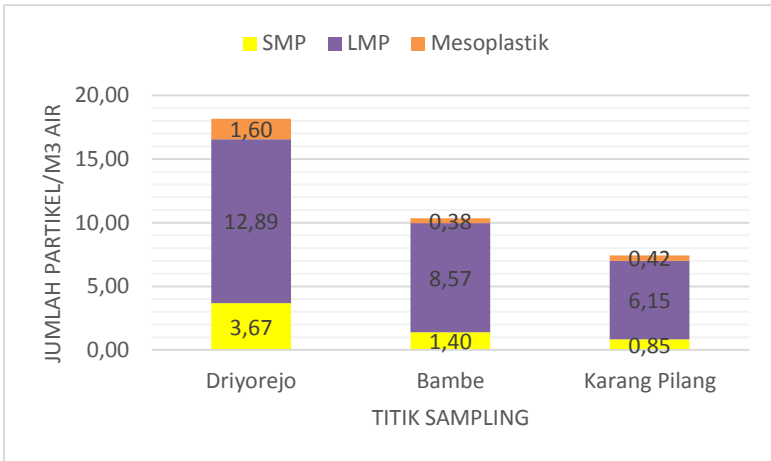


Gambar 5.3 Morfologi Aliran Sungai Titik Driyorejo hingga Karang Pilang

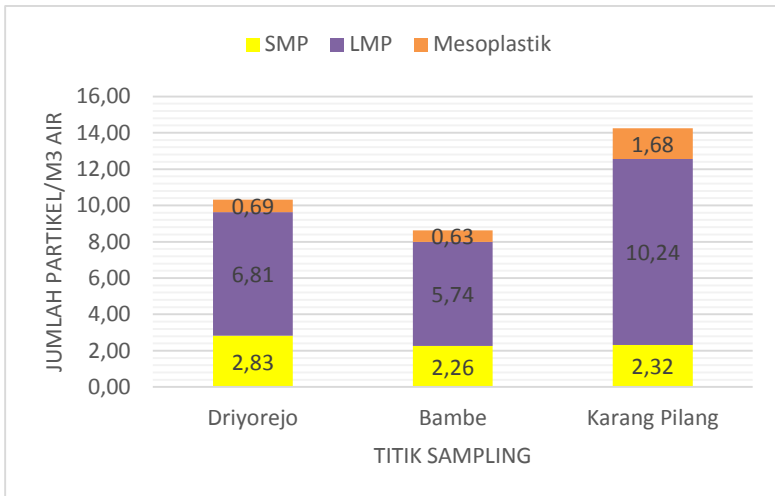
## 5.3 Kelimpahan, Komposisi, dan Karakteristik Meso dan Mikroplastik

### 5.3.1 Ukuran

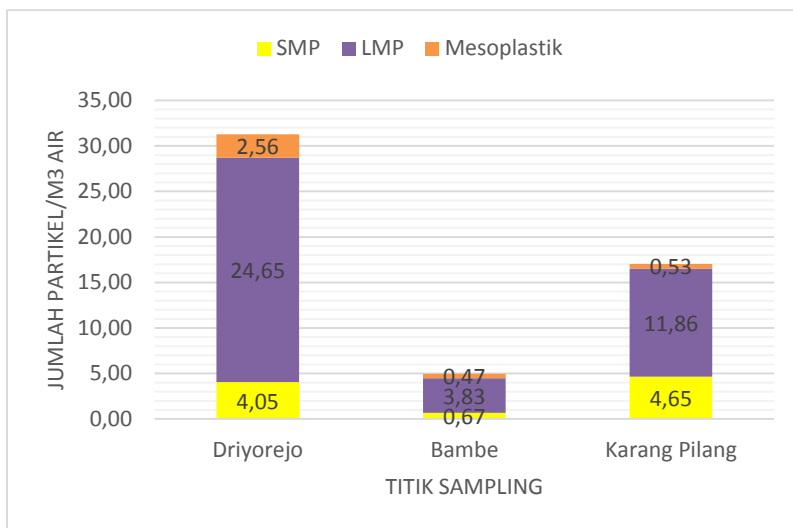
Berdasarkan ukuran, mikroplastik digolongkan kembali menjadi 2 yaitu, *large microplastic particle* (LMP) dan *small microplastic particle* (SMP). LMP berukuran dari 1 hingga 5 mm, sedangkan SMP berukuran kurang dari 1 mm namun lebih besar dari 1  $\mu\text{m}$  (Peng *et al.*, 2017). Sedangkan untuk partikel mesoplastik memiliki ukuran mulai 5 mm sampai 2,5 cm. Semua kategori ukuran meso- dan mikroplastik ditemukan pada semua titik dan semua penampang kedalaman. Distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik berdasarkan ukuran pada tiga titik sampling akan disajikan pada Gambar 5.4, Gambar 5.5, dan Gambar 5.6



Gambar 5.4 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Ukuran (Posisi permukaan)



Gambar 5.5 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Ukuran (Posisi tengah)

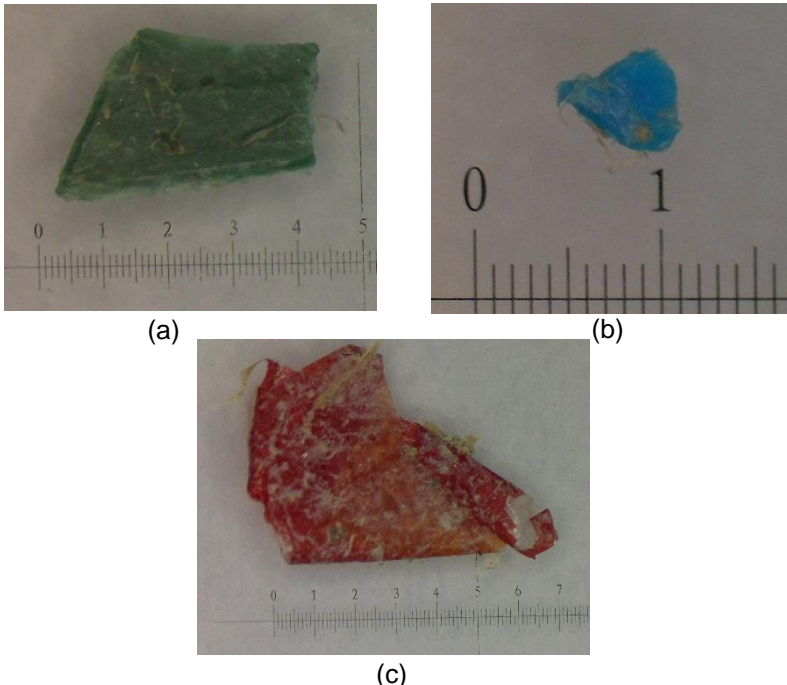


Gambar 5.6 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Ukuran (Posisi Dasar)

Berdasarkan gambar 5.4, 5.5, dan 5.6 nilai distribusi kelimpahan setiap ukuran partikel menunjukkan angka yang fluktuatif. Baik secara distribusi vertikal maupun distribusi horizontal. Nilai kelimpahan tertinggi berada di titik Driyorejo pada posisi dasar kedalaman, yaitu ukuran partikel LMP dengan nilai kelimpahan 24,65 partikel/m<sup>3</sup>. Secara keseluruhan ukuran LMP paling dominan ditemukan pada semua titik sampling. Sedangkan ukuran mesoplastik menunjukkan nilai yang paling kecil ditemukan di semua titik sampling.

Jumlah kelimpahan mikroplastik ukuran LMP menunjukkan dominasi pada semua titik sampling. Sedikit berbeda jika dibandingkan dengan penelitian sebelumnya oleh Mani *et al.*, (2015) yang menyatakan bahwa keberadaan SMP lebih banyak dibandingkan LMP. Penelitian tersebut dilakukan di sungai Rhine yang merupakan salah satu sungai terpanjang di Eropa. Panjang sungai tersebut mencapai 1.320 km. Jauh berbeda jika dibandingkan dengan kali Surabaya. Kali Surabaya merupakan anak sungai Brantas yang panjangnya hanya mencapai 320 km. Maka dari data tersebut diperkirakan faktor panjang lintasan sungai merupakan salah satu faktor mengapa LMP lebih banyak

ditemukan di semua titik sampling. Karena panjang lintasan tersebut masih belum cukup untuk mikroplastik berukuran LMP terdegradasi menjadi SMP. Untuk partikel ukuran mesoplastik menunjukkan angka kelimpahan paling kecil pada semua titik sampling. Mesoplastik memiliki ukuran yang lebih besar daripada SMP dan LMP yakni 5 mm sampai 2,5 cm. Hal ini didukung oleh fakta bahwa plastik dengan ukuran lebih besar dapat mengalami pemecahan menjadi partikel yang lebih kecil (Zhang *et al.*, 2015). Contoh ukuran tiap partikel dapat dilihat pada Gambar 5.7. Lebih detail persebaran partikel meso- dan mikroplastik akan disajikan pada lampiran 3.



Gambar 5.7 Ukuran Partikel Meso dan Mikroplastik (a) Partikel LMP, (b) Partikel SMP, (c) Partikel Mesoplastik



### 5.3.2 Bentuk

Berdasarkan bentuknya, mikroplastik dapat dikategorikan menjadi beberapa jenis, yaitu *film*, *line/fiber*, *fragment*, *pellet/granule*, dan *foam*. Hampir semua bentuk ditemukan pada semua titik sampling, kecuali *pellet* yang hanya ditemukan pada beberapa titik saja. Distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik berdasarkan bentuk pada tiga titik sampling akan disajikan pada Tabel 5.4, Tabel 5.5, dan Tabel 5.6

Tabel 5.4 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk (Posisi Permukaan)

Jumlah partikel/m <sup>3</sup> air	Line/fiber	Pellet	Fragment	Foam	Film
Driyorejo	1,72	0,73	0,68	2,63	12,03
Bambe	0,10	0,07	1,24	1,07	7,86
Karang Pilang	0,14	0,04	0,80	0,49	5,96

Tabel 5.5 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk (Posisi Tengah)

Jumlah partikel/m <sup>3</sup> air	Line/fiber	Pellet	Fragment	Foam	Film
Driyorejo	1,43	0,55	0,30	2,13	5,72
Bambe	0,08	0,00	0,58	0,02	7,94
Karang Pilang	0,53	0,00	1,08	0,11	12,51

Tabel 5.6 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk (Posisi Dasar)

Jumlah partikel/m <sup>3</sup> air	Line/fiber	Pellet	Fragment	Foam	Film
Driyorejo	1,11	0,00	0,85	0,16	29,14
Bambe	0,17	0,02	0,88	0,25	3,65
Karang Pilang	0,42	0,00	0,75	0,11	15,75

Berdasarkan tabel 5.4, 5.5, dan 5.6 jumlah kelimpahan bentuk *film* menunjukkan angka paling dominan di semua titik

sampling. Sedangkan bentuk *pellet* menunjukkan angka kelimpahan paling kecil di hampir semua titik sampling. Kecuali pada titik Driyorejo posisi setengah kedalaman, dimana bentuk *fragment* menunjukkan angka kelimpahan paling kecil. Nilai kelimpahan tertinggi berada di titik Driyorejo pada posisi dasar kedalaman, yaitu bentuk *film* dengan nilai kelimpahan 29,14 partikel/m<sup>3</sup>. Untuk nilai distribusi horizontal serta vertikal, menunjukkan angka yang fluktuatif. Dimana terjadi peningkatan dan penurunan nilai kelimpahan pada semua penampang.

Bentuk *film* menunjukkan angka kelimpahan paling dominan pada semua titik sampling. Dapat diketahui bahwa mikroplastik bentuk *film* umumnya berasal dari tas atau bahan pembungkus plastik (Sussarellu *et al.*, 2016). Bentuk kantong dan kemasan plastik yang cenderung lembut dan lebih tipis bisa jadi menjadi sumber utama mikroplastik berbentuk *film* (Teuten *et al.*, 2007). Hal ini diperkuat dengan fakta bahwa ketergantungan penggunaan kantong plastik atau pembungkus plastik di Indonesia masih sangat tinggi. Data dari KLHK tahun 2015, menyebutkan plastik hasil dari sampel 100 toko anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu satu tahun saja sudah mencapai 10,95 juta lembar kantong plastik. Bertolak belakang dengan nilai kelimpahan bentuk *pellet* yang menunjukkan angka kelimpahan paling kecil. Hal tersebut diduga karena minimnya penggunaan sumber bentuk partikel jenis *pellet* di kehidupan sehari – hari. Penelitian dari Fendall dan Sewell (2009), mengemukakan bahwa *pellet* dapat berasal dari bahan mentah plastik atau produk perawatan kecantikan pribadi. Contoh bentuk tiap partikel dapat dilihat pada Gambar 5.8.



(a)



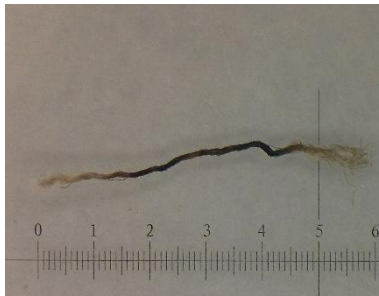
(b)



(c)



(d)



(e)

Gambar 5.8 Bentuk Partikel Meso dan Mikroplastik (a) *Pellet*, (b) *Fragment*, (c) *Foam*, (d) *Film*, (e) *Fiber*

### 5.3.3 Warna

Untuk kategori warna, Peng *et al.*, (2017) menyatakan bahwa partikel mikroplastik dan mesoplastik dapat dikategorikan menjadi 6 warna utama yaitu, biru, hitam, kuning, transparan, putih, dan merah. Semua kategori warna ditemukan pada semua titik sampling. Distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik berdasarkan warna pada tiga titik sampling akan disajikan pada Tabel 5.7, Tabel 5.8, dan Tabel 5.9

Tabel 5.7 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Warna (Posisi Permukaan)

Jumlah partikel/m <sup>3</sup>	Biru	Hitam	Kuning	Transparan	Putih	Merah
Driyorejo	3,10	1,21	1,88	7,12	3,97	0,88
Bambe	1,15	0,75	0,26	5,80	1,95	0,45
Karang Pilang	0,67	0,41	0,50	4,45	1,16	0,22

Tabel 5.8 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Warna (Posisi Tengah)

Jumlah partikel/m <sup>3</sup>	Biru	Hitam	Kuning	Transparan	Putih	Merah
Driyorejo	1,57	1,22	0,28	4,41	2,34	0,50
Bambe	1,22	0,81	0,71	3,66	1,88	0,35
Karang Pilang	1,27	1,37	1,44	6,59	2,80	0,74

Tabel 5.9 Kelimpahan Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Warna (Posisi Dasar)

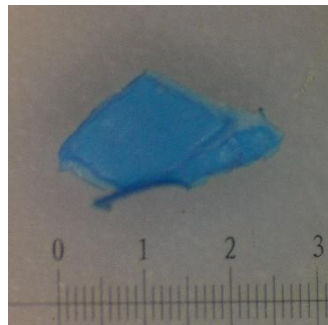
Jumlah partikel/m <sup>3</sup>	Biru	Hitam	Kuning	Transparan	Putih	Merah
Driyorejo	3,91	3,77	0,41	19,43	2,72	1,03
Bambe	0,69	0,45	0,15	2,32	1,26	0,10
Karang Pilang	2,07	0,97	0,21	12,62	0,45	0,71

Tabel 5.7, 5.8, dan 5.9 menunjukkan bahwa nilai kelimpahan warna transparan menjadi paling dominan pada semua titik sampling. Sedangkan untuk nilai kelimpahan paling kecil berbeda – beda tiap penampang kedalaman. Pada posisi permukaan warna merah memiliki kelimpahan paling kecil di titik Karang Pilang yaitu 0,22 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan pada posisi tengah warna kuning menjadi yang paling kecil. Yakni pada titik Driyorejo dengan nilai kelimpahan 0,28 partikel/m<sup>3</sup>. Pada posisi dasar warna merah kembali memiliki nilai kelimpahan paling kecil. Yaitu pada titik Bambe dengan nilai kelimpahan 0,1 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan untuk distribusi vertikal serta horizontal kelimpahan warna meso- dan mikroplastik menunjukkan nilai yang fluktuatif. Dimana terjadi peningkatan dan penurunan nilai kelimpahan pada semua penampang.

Warna transparan menunjukkan angka kelimpahan yang paling dominan di semua titik sampling. Hal tersebut didukung fakta bahwa warna kemasan plastik di Indonesia masih menunjukkan angka dominan transparan. Hal tersebut menjadi salah satu faktor mengapa warna transparan paling banyak ditemukan di semua titik sampling. Kemasan botol PET dan PP banyak dipakai di Indonesia karena sifatnya yang tembus pandang/transparan (Koswara, 2006). Degradasi fisik dan fotodegradasi yang bisa mengakibatkan degradasi dan pelapukan warna, membuat partikel mikroplastik menjadi kehilangan warna atau menjadi bening (Klein *et al.*, 2018), juga menjadi salah satu faktor mengapa warna transparan paling dominan ditemukan. Contoh warna tiap partikel dapat dilihat pada Gambar 5.9.



(a)



(b)



(c)



(d)



(e)

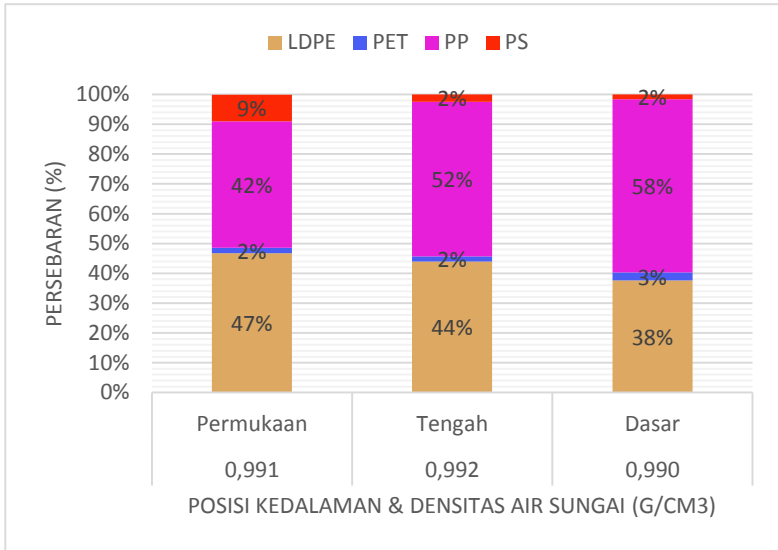


(f)

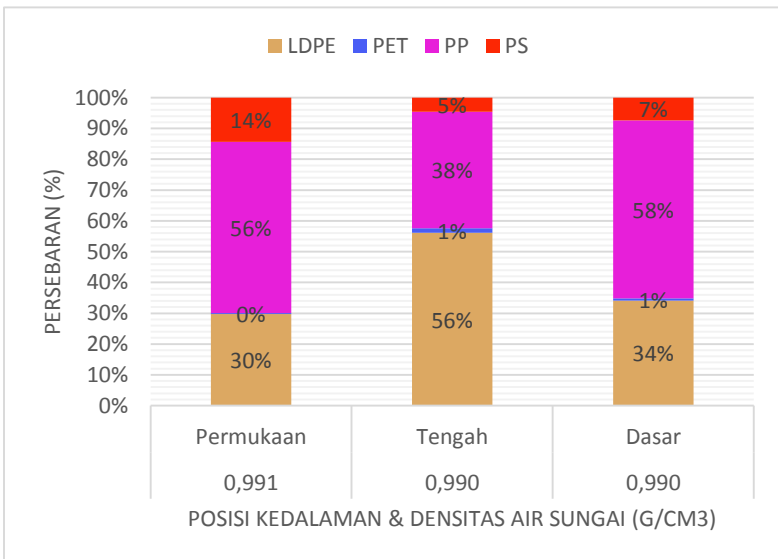
Gambar 5.9 Warna Partikel Meso dan Mikroplastik (a) Hitam, (b) Biru, (c) Transparan, (d) Merah, (e) Putih, (f) Kuning

#### 5.3.4 Jenis Polimer Penyusun

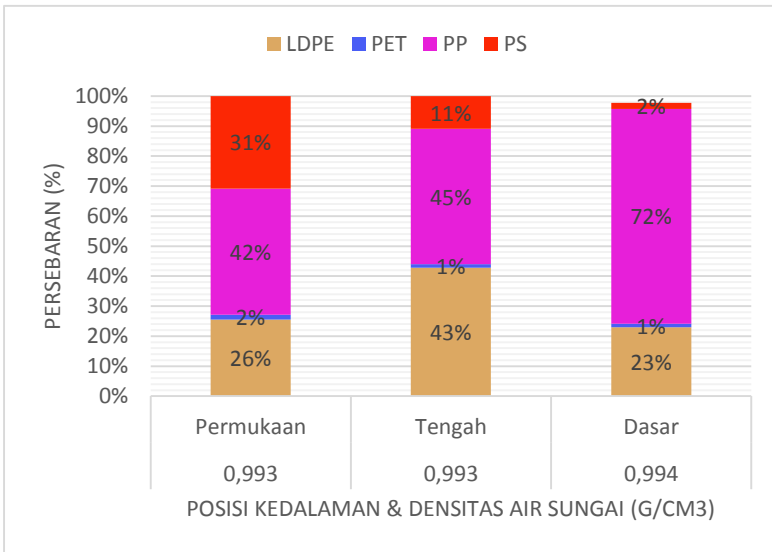
Hasil uji FTIR (*Spectrofotometri Fourier-Transform Infrared*) dari beberapa sampel yang representatif, mengidentifikasi empat jenis polimer berbeda. Polimer tersebut adalah *low density polyethylene* (LDPE), *polyethylene terephthalate* (PET), *polystyrene* (PS), dan *polypropylene* (PP). Distribusi persebaran jenis polimer pada tiap titik disajikan pada Gambar 5.10 – 5.12.



Gambar 5.10 Persebaran Jenis Polimer Titik Driyorejo



Gambar 5.11 Persebaran Jenis Polimer Titik Bambe



Gambar 5.12 Persebaran Jenis Polimer Titik Karang Pilang

Pada posisi permukaan polimer jenis PP mendominasi pada titik Bambe dan Karang Pilang yaitu sebesar 42% dan 56%. Berbeda dengan titik Driyorejo, dimana polimer jenis LDPE lebih mendominasi pada posisi permukaan sebesar 47%, diikuti PP sebesar 42%. Dominasi jenis polimer PP pada posisi permukaan disebabkan karena densitasnya yaitu 0,85–0,94 g/cm<sup>3</sup>. Lebih kecil dibandingkan dengan densitas air permukaan yaitu 0,991–0,993 g/cm<sup>3</sup>. Sama halnya dengan dominasi LDPE pada permukaan di titik Driyorejo, karena nilai densitas LDPE berkisar antara 0,91–0,93 g/cm<sup>3</sup>. Lebih kecil dibandingkan dengan densitas air permukaan di titik Driyorejo yaitu 0,991 g/cm<sup>3</sup>. Pada posisi setengah kedalaman, polimer jenis PP dan LDPE kembali mendominasi yaitu sebesar 38–56%. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya proses *biofouling* dan turbulensi pada daerah studi. Karena pada kolom air dapat terjadi beberapa proses perpindahan yaitu *transport* akibat turbulensi, pengendapan, agregasi, *biofouling*, dan resuspensi (Kooi *et al.*, 2018). Pada posisi dasar kedalaman ditemukan persentase polimer PET paling tinggi yaitu sebanyak 3% pada titik Driyorejo. Hal ini kemungkinan



disebabkan karena densitas PET yaitu 1,34-1,39 g/cm<sup>3</sup> lebih besar dibandingkan densitas air di dasar yaitu 0,990 g/cm<sup>3</sup>. Namun di sisi lain polimer PP juga mendominasi pada semua titik di posisi dasar. Hal tersebut kemungkinan juga disebabkan akibat proses turbulensi dan *biofouling* di daerah studi. Karena menurut penelitian dari Barnes *et al.*, (2009) bahwa proses pelekatan organisme pada partikel mikroplastik (*biofouling*) dapat menyebabkan plastik yang sebelumnya terapung atau melayang menjadi tenggelam.

#### 5.4 Hasil Sampling pada Reference Site

Gambaran lokasi serta detail koordinat titik pada *reference site*, akan disajikan pada gambar 5.13 dan Tabel 5.10.

Tabel 5.10 Detail Koordinat Titik Kontrol Sumber Brantas

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



(a)



(b)



(c)

Gambar 5.13 Gambaran Lokasi Sampling Sumber Brantas (a) Arboretum, (b) Sebelum Coban, (c) Setelah Coban

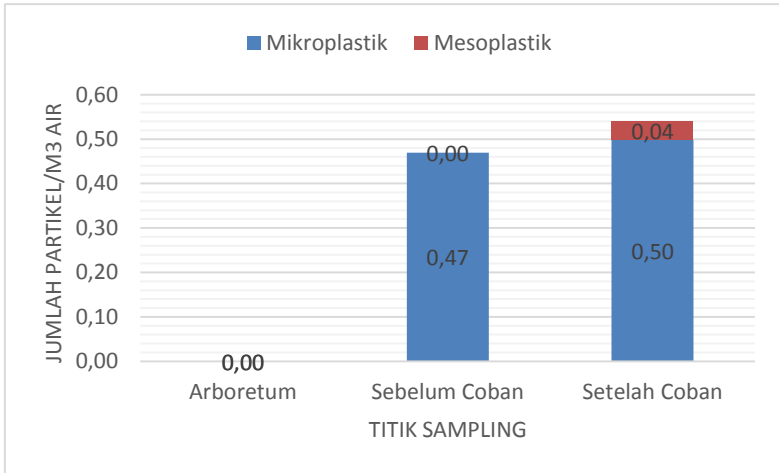
Sampling kali ini dilaksanakan pada hari Kamis tanggal 20 Juni 2019. Dilakukan dua kali pengulangan pada setiap titik. Data kondisi lingkungan yang diukur antara lain adalah parameter suhu, pH, salinitas, densitas air sungai, dan kecepatan arus. Data hasil pengukuran parameter yang diukur disajikan pada Tabel 5.11.

Tabel 5.11 Data Kondisi Lingkungan Titik Sumber Brantas

Titik	Suhu Air (°C)	pH	Salinitas (%)	Densitas (gr/cm <sup>3</sup> )	Suhu Udara (°C)	V Udara (m/s)	V Air (m/s)
Arboretum	11	7	0	0,998	25	0	0,1
Sebelum Coban Talun	19,1	7,7	1,5	0,995	19,1	0	0,2
Setelah Coban Talun	16,7	8	0	0,995	20,2	1,4	0,3

Data hasil pengukuran suhu menunjukkan angka rata – rata 15,6°C, dan titik Arboretum memiliki suhu paling kecil karena terletak di dataran paling tinggi. Nilai pH menunjukkan nilai rata – rata sebesar 7,5, *range* pH tersebut masih sejalan dengan nilai pH rata – rata air sungai di mana banyak ekosistem biota akuatik, yaitu sekitar 7 – 8,5. Nilai densitas air cenderung tidak mengalami banyak perubahan. Suhu air menunjukkan nilai rata – rata sebesar 21,43°C, dan pada titik sebelum Coban Talun menunjukkan suhu paling kecil, karena waktu pengambilan sampel pada titik tersebut sore hari menjelang malam. V udara menunjukkan angka nol, kecuali pada titik setelah Coban Talun, karena titik tersebut berada tepat dibawah air terjun. V air pada tiga titik menunjukkan angka kecepatan rata – rata 0,2 m/s.

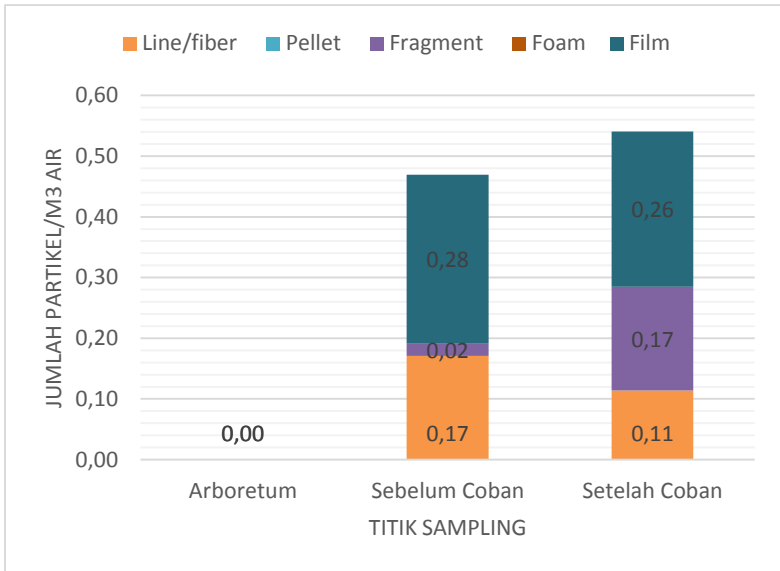
Hasil pengolahan data sampling, menunjukkan bahwa pada titik Arboretum tidak ditemukan partikel mikroplastik maupun mesoplastik, karena memang pada daerah tersebut belum ada aktivitas manusia maupun permukiman. Sedangkan pada titik sebelum Coban Talun dan setelah Coban Talun ditemukan partikel mesoplastik maupun mikroplastik. Perhitungan data kelimpahan disajikan pada Gambar 5.14.



Gambar 5.14 Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik

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

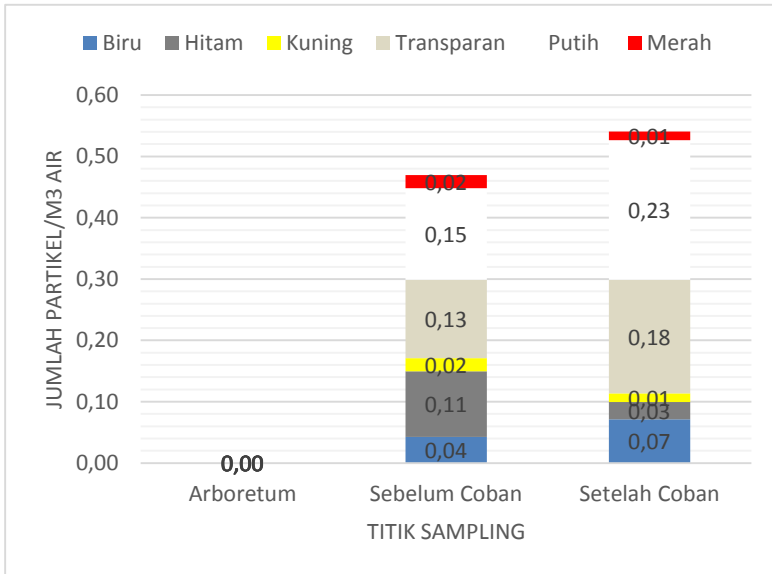
Distribusi kelimpahan meso- dan mikroplastik berdasarkan bentuk pada *reference site* akan disajikan pada Gambar 5.15



Gambar 5.15 Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk pada *Reference Site*

Bentuk *foam* dan *pellet* tidak ditemukan pada semua titik sampling. Bentuk *film* menunjukkan angka kelimpahan paling dominan pada semua titik sampling kecuali Arboretum. Pada titik sebelum Coban Talun menunjukkan angka kelimpahan 0,28 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan pada titik setelah Coban Talun menunjukkan angka 0,26 partikel/m<sup>3</sup>.

Selanjutnya adalah distribusi kelimpahan partikel meso- dan mikroplastik berdasarkan warna. Akan disajikan pada Gambar 5.16



Gambar 5.16 Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik Berdasarkan Warna pada *Reference Site*

Semua jenis warna ditemukan pada semua titik sampling, kecuali titik Arboretum. Nilai kelimpahan warna putih menjadi paling dominan pada semua titik sampling. Pada titik sebelum Coban Talun menunjukkan nilai kelimpahan 0,15 partikel/ $m^3$ . Sedangkan pada titik setelah Coban Talun menunjukkan angka kelimpahan 0,23 partikel/ $m^3$ . Warna merah dan kuning menunjukkan angka kelimpahan paling kecil di semua titik sampling. Yaitu sebesar 0,1 dan 0,2 partikel/ $m^3$ . Dari pengambilan sampel pada *Reference Site* ini dapat diprediksi bahwa sumber pencemaran partikel mesoplastik dan mikroplastik paling dominan adalah aktivitas manusia itu sendiri.

## 5.5 Perbandingan Kelimpahan Partikel Meso- dan Mikroplastik Daerah Studi dengan *Reference Site* serta dengan Daerah Studi Lain

Kelimpahan partikel mesoplastik di tiga titik sampling menunjukkan nilai tertinggi sebesar 6,67 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan partikel mikroplastik menunjukkan kelimpahan tertinggi di tiga titik sampling sebesar 13,33 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan pada *Reference Site* kelimpahan tertinggi partikel mesoplastik sebesar 0,04 partikel/m<sup>3</sup>. Untuk partikel mikroplastik kelimpahan tertinggi hanya mencapai 0,5 partikel/m<sup>3</sup>. Jumlah kelimpahan mesoplastik pada daerah studi 100 kali lebih banyak dibandingkan dengan daerah *reference site*. Sedangkan jumlah kelimpahan mikroplastik pada daerah studi 25 kali lebih banyak dibandingkan *reference site*. Salah satu faktor penyebab perbedaan jumlah tersebut kemungkinan adalah kepadatan penduduk di masing-masing daerah. Kepadatan penduduk daerah studi mencapai 1.900 – 8.100 jiwa/m<sup>2</sup>. Sedangkan pada daerah *reference site* yang terletak di Kecamatan Bumiaji Kota Batu, memiliki kepadatan penduduk hanya mencapai 454 jiwa/km<sup>2</sup>. Kepadatan pada daerah studi mencapai 15 kali lipat dari kepadatan *reference site*. Hal tersebut diperkirakan menjadi salah satu faktor perbedaan jumlah kelimpahan partikel meso- dan mikroplastik. Karena semakin padat penduduk pada kawasan tertentu maka semakin banyak pula aktivitas manusia yang bisa berujung pada timbulan sampah yang tinggi. Karena tingkat pelayanan pengelolaan sampah perkotaan di Indonesia baru mencapai 33% (Meidiana dan Gamse, 2010). Sehingga mengakibatkan masih banyak sampah yang tidak terkelola dengan baik, salah satunya sebanyak 2,9% sampah dibuang ke sungai (Dhokikah dan Trihadiningrum, 2012).

Jika dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hoellein *et al.*, (2017) tentang konsentrasi mikroplastik di sungai perkotaan, tepatnya di Kanal terusan sungai Chicago Amerika Serikat menunjukkan jumlah kelimpahan tertinggi mikroplastik sebesar 6,43 partikel per m<sup>3</sup> air. Dimana jumlah tersebut dua kali lebih kecil dibandingkan dengan kelimpahan pada daerah studi. Kanal tersebut memiliki panjang 12,4 km. Sedangkan sungai Chicago memiliki panjang 251 km. Kanal tersebut melayani drainase seluas 6474 ha, dengan komposisi 63% perumahan, 16,7% komersil, 10% lahan terbuka, 5,4% kelembagaan, dan 3,5%

transportasi. Karakteristik tersebut tidak terlalu berbeda jauh dengan Kali Surabaya. Dimana daerah studi memiliki panjang 7 km dan merupakan anak sungai dari Brantas yang memiliki panjang 320 km.

Dari hasil perbandingan dengan *reference site* dan daerah studi lain, menunjukkan bahwa kelimpahan partikel meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya cukup tinggi. Sehingga perlu dilakukan penanganan lebih lanjut oleh pemerintah terkait pencemaran sampah plastik di Kali Surabaya.



## BAB 6 KESIMPULAN DAN SARAN

### 6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian hingga saat ini, kesimpulan yang didapatkan sebagai berikut :

1. Kelimpahan meso- dan mikroplastik pada tiga titik sampling mengalami fluktuasi. Partikel mesoplastik, kelimpahan tertinggi berada di permukaan sungai pada titik Driyorejo yaitu 1,244 partikel/m<sup>3</sup>. Berbeda dengan titik Karang Pilang dan Bambe kelimpahan tertinggi berada pada setengah kedalaman sungai yaitu 0,9 dan 0,19 partikel/m<sup>3</sup>. Partikel mikroplastik, kelimpahan tertinggi berada di permukaan sungai pada titik Driyorejo yaitu 13,33 partikel/m<sup>3</sup>. Berbeda dengan titik Bambe kelimpahan tertinggi berada pada dasar kedalaman sungai yaitu 3,072 partikel/m<sup>3</sup>. Sedangkan titik Karang Pilang kelimpahan tertinggi berada pada setengah kedalaman yaitu 5,992 partikel/m<sup>3</sup>.
2. Partikel plastik paling dominan ditemukan dalam ukuran LMP (*Large Microplastic*) di semua titik sampling dan semua kedalaman sungai. Bentuk yang paling dominan ditemukan adalah *film* di semua titik sampling dan semua kedalaman sungai. Warna paling dominan ditemukan adalah transparan di semua titik sampling dan kedalaman sungai. Jenis polimer yang diidentifikasi pada FTIR adalah *low density polyethylene* (LDPE), *polyethylene terephthalate* (PET), *polystyrene* (PS), dan *polypropylene* (PP).
3. Distribusi horizontal mesoplastik dan mikroplastik pada tiga titik sampling menunjukkan fluktuasi. Dari titik Driyorejo ke titik Bambe mengalami penurunan kelimpahan, hal ini disebabkan morfologi aliran sungai dari titik Driyorejo ke titik Bambe terdapat banyak sekali belokan atau *meander*. Sedangkan jumlah kelimpahan dari titik Bambe ke titik Karang Pilang mengalami peningkatan. Hal ini disebabkan karena morfologi aliran sungai dari titik Bambe ke titik Karang Pilang cenderung

lurus sehingga faktor *settle* nya partikel mikroplastik di lintasan Bambe menuju Karang Pilang sangat kecil. Distribusi vertikal partikel mesoplastik pada tiga titik mengalami penurunan jumlah kelimpahan. Rata – rata jumlah kelimpahan pada posisi permukaan sebesar 0,609 partikel per m<sup>3</sup>, kemudian turun menjadi 0,545 partikel per m<sup>3</sup> saat berada di posisi setengah kedalaman, kemudian turun kembali menjadi 0,391 partikel per m<sup>3</sup> ketika berada di dasar kedalaman. Distribusi vertikal partikel mikroplastik cenderung mengalami fluktuasi jumlah kelimpahan. Rata – rata jumlah kelimpahan pada posisi permukaan sebesar 5,87 partikel per m<sup>3</sup>, kemudian turun menjadi 5,50 partikel per m<sup>3</sup> pada posisi setengah kedalaman, lalu naik kembali menjadi 6,75 partikel per m<sup>3</sup>.

## **6.2 Saran**

Untuk penelitian lebih lanjut perlu dilakukan kajian mengenai distribusi meso- dan mikroplastik pada sedimen, karena polimer plastik yang memiliki densitas lebih tinggi daripada air cenderung mengendap di dasar perairan. Sehingga informasi ilmiah mengenai distribusi meso- dan mikroplastik di Kali Surabaya menjadi lebih holistik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. C ., Park, B. J., Palace, V. P. 2016. *Microplastic in Aquatic Environments : Implications For Canadian Ecosystems*. Environmental Pollution Vol. 218 Hal. 269 – 280.
- Andrady, A. L. 2011. *Microplastics in the Marine Environment*. Mar Pollut Bull 62 (8):1596-1605.
- Arthur, J., David, F. Martin, D., Petty, W. (2008). *Tendency of Plastic Digested by Organism*. European Journal of Scientific Research 8 (1):113-115
- Badan Lingkungan Hidup Kota Surabaya. 2009. *Profil Lingkungan Hidup Kota Surabaya 2009*. Surabaya: Badan Lingkungan Hidup Pemerintah Kota Surabaya
- Badan Pusat Statistik Kota Batu. 2018. *Kecamatan Bumiaji Dalam Angka 2018*. Batu. BPS Kota Batu.
- Badan Pusat Statistik Kota Gresik. 2017. *Kecamatan Driyorejo Dalam Angka 2016*. Gresik. BPS Kota Gresik.
- Badan Pusat Statistik Kota Surabaya. 2018. *Kecamatan Karang Pilang Dalam Angka 2017*. Gresik. BPS Kota Surabaya.
- Baduwi, M. S. 2011. *Aplikasi Model Simulasi Komputer Qual2kw pada Studi Permodelan Kualitas Air Kali Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Bajracharya, R. M., Manalo, A. C., Karunasena, W. 2014. *An Overview of Mechanical Properties and Durability of Glass Fiber Reinforced Recycled Mixed Plastic Waste Composites*. Mater Des 62:98-112.
- Baldwin, A.K., Corsi, S.R., Mason, S.A., 2016. *Plastic debris in 29 Great Lakes tributaries: relations to watershed attributes and hydrology*. Environ. Sci. Technol. 50, 10377–10385
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., Barlaz, M. 2009. *Acumulation and Fragmentation of Plastic Debris in Global Environments*. Philos. Trans. R. Soc. London, B. 364: 1958-1998
- 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.

- Beekmans, A. 2016. *Factsheet: Improving The Plastic Recycling Sector in Indonesia. A Supply Chain Management Program To Improve The Social and Environmental Performance*. Aidenvironment (The Netherlands).
- Blettler, M. C. M., Ulla, M. A., Rabuffetti, A. P., Garello, N. 2017. *Plastic Pollution In Freshwater Ecosystem : Macro-, Meso-, and Microplastic Debris in a Floodplain Lake*. Environmental Monitoring Assesment Vol. 189 Hal. 581-594.
- Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L., Moore, C. J. 2010. *Plastic Ingestion by Planktivorous Fishes in the North Pasific Central Gyre*. Mar Pollut Bull 60 (12):2275-2278.
- Breulman, G., Nironiya, I., dan Ogino, K. 2012. *Distribution Characteristics of Mineral Elements in Three Leaves of a Mixed Dipterocarp Forest in Sarawak Malaysia*. Topics Vol. 6 (112)
- Cooper, D. A., Corcoran, P. L. 2010. *Effects of Mechanical and chemical process on the Degradation of Plastic Beach Debris on the Island of Kauai, Hawaii*. Mar. Pollut. Bull. 58: 80-84
- Dhokhikah, Y. dan Trihadiningrum, Y. 2012. *Solid Waste Management In Asian Developing Countries : Challenges And Opportunities*. Journal of Applied Environmental and Biological Science Vol.2 No. 7 Hal. 329-335.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta : Kanisius.
- Ehrenstein, G. W. 2012. *Polymeric Materials : Structure, Properties, Applications*. Hanser Gardner Publications, Inc. Munchen.
- Eubeler, J. P., Zok, S., Bernhard, M., Knepper, T. P. 2009. *Environmental Biodegradation of Synthetic Polymers I. Test Methodologies and Procedures*. TrAC Trends Anal Chem 28 (9):1057-1072.
- Fazey, F.M.C. dan Ryan, P.G. 2016. *Biofouling on Buoyant Marine Plastics: An Experimental Study Into The Effect of Size on Surface Longevity*. Environmental Pollution Vol. 210 Hal. 354–360.
- 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), hal.1225-1228.

- GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). 2015. *Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: A Global Assesment* (Kershaw, P. J., ed.).(IMO/FAO/UNESCOIOOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, 96p.
- Gundogdu, S., dan Cevik, C. 2017. *Micro- and Mesoplastics in Northeast Levantine Coast of Turkey: the Preliminary Result from Surface Samples*. Marine Pollution Bulletin.
- Hoellein, T.J., McCormick, A.R., Hittie, J., London, M.G., Scott, J.W., Kelly, J.J., 2017. *Longitudinal patterns of microplastic concentration and bacterial assemblages in surface and benthic habitats of an urban river*. Freshw. Sci. 36, 491–507.
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., Law, K. L. 2015. *Plastic Waste Inputs from Land Into the Ocean*. Science 347 (6233):768-771.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2018. Komposisi Sampah Periode 2017 - 2018, <URL:<http://sipsn.menlhk.go.id/>, diakses 01 Mei 2019>.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. 2015. Komposisi Sampah Kantong Plastik, <URL:<http://menlhk.go.id/>, diakses 20 Februari 2019>
- Klein, S., Dimzon I. K., Eubeler J., Knepper T.P. 2018. *Analysis, Occurrence, and Degradation of Microplastics in the Aqueous Environment Freshwater Microplastics*. The Handbook of Environmental Chemistry, Vol 58 Hal.51-67. Wagner M., Lambert S. (Ed). Springer, Cham.
- Kooi, M., Besseling, E., Kroeze, C., Wezel, A. P., Koelmans, A. A. 2017. *Modeling The Fate and Transport of Plastic Debris in Freshwaters: Review and Guidance*. In: Wagner M, Lambert S(eds) Freshwater Microplastics: Emerging Environmental Contaminants. Springer, Heidelberg.
- Koswara, S. 2006. *Bahaya dibalik Kemasan Plastik*. <URL:<http://ebookpangan.com/>, diakses 27 Mei 2019>.

- Lambert, S., dan Wagner, M. 2018. *Microplastics are Contaminants of Emerging Concern in Freshwater Environments: An Overview*. Department of Biology (NTNU) Trondheim. Norway.
- Leslie, H. A., Meulen, V. D., Kleissen, F.M., dan Vethaal, A. D. 2011. *Microplastic Litter in The Dutch Marine Environment: Providing Facts and Analysis For Dutch Policymakers Concerned With Marine Microplastic Litter*. Delft, Amsterdam. *Deltares/IVM-VU*.
- Li, W.C., Tse, H.F., Fok, L. 2016. *Plastic Waste in The Marine Environment : A Review of Source, Occurrences, and Effects*. Science of The Total Environment Vol. 556 Hal. 333-349.
- Lin, L., Zuo, L., Peng, J., Cai, L., Fok, L., Yan, Y., Li, H., Xu, X. 2018. *Occurrence and distribution of microplastics in an urban river : a case study in the Pearl River along Guangzhou, China*. Science of the Total Environment 664 (2018) 375-381.
- Lippiat, S., Opfer, S., Arthur, C. 2013. *Marine Debris Monitoring and Assessment : Recommendations for Monitoring Debris Trends in the Marine Environment*. NOAA Technical Memorandum NOS-OR & R-46.
- Manalu, A. A. 2017. *Kelimpahan Mikroplastik di Teluk Jakarta*. Tesis Magister Sains. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mani, T., Hauk, A., Walter, U., dan Bukhardt-Holm, P., 2015. *Microplastic Profile Along the Rhine River*. Scientific Reports, 5, p., 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.
- Meidiana, C. dan Thomas, G. 2010. *Development of Waste Management Practices in Indonesia*. European Journal of Scientific Research Vol.40 No.2 Hal.199-210.
- Notoatmodjo, S. 2003. *Pendidikan dan Perilaku Kesehatan*. Rineka Cipta. Jakarta.

- Novitasari, A. K. 2015. *Analisis Identifikasi dan Inventarisasi Sumber Pencemar di Kali Surabaya*. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Nugroho, P. 2013. *Panduan Membuat Kompos Cair*. Jakarta: Pustaka Baru Press.
- Peng, G., Xu, P., Zhu, B., Bai, M., Li, D. 2017. *Microplastic in Freshwater River Sediments in Shanghai, Study of Risk Assesment in Mega Cities*. Environmental Pollution Vol. 234 Hal. 448-456.
- Reddy, M. M., Deighton, M., Gupta, R. K., Bhattacharya, S. N., Parthasarathy, R. 2009. *Biodegradation of Oxobiodegradable Polyethylene*. J Appl Polym Sci 111 (3):1426-1432.
- RPJMD Kabupaten Gresik. 2016. *Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah Kabupaten Gresik tahun 2016-2021*. Gresik. Perda Kabupaten Gresik.
- Seras. 2013. Standard Operating Procedure. Surface Water Sampling (1-14).
- 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.
- Simpson, R. dan Monika, Z. 2012. *The Economy Of Green Cities: A World Compendium on The Green Urban Economy Local Sustainability*. Springer Science & Bussines Media.
- Suarna, I. W. 2008. *Model Penanggulangan Masalah Sampah Perkotaan dan Pedesaan*. Bali : Universitas Udayana
- Suprpto. 2016. *Peran Daur Ulang untuk Meningkatkan Pengelolaan Sampah Terpadu di Kota Surabaya*. Jurnal Rekayasa Lingkungan 9 (2):127-142
- Sussarellu, R., Suquet, M., Thomas, Y., Lambert, C., Fabioux, C., Pernet, M.E.J., Le Goic, N.L., Quilien, V., Mingant, C., Epelboin, Y., Corporeau, C., Guyomarch, J., Robbens, J., Paul-Pont, I., Soudant, P., Huvet, A. 2016. *Oyster Reproduction is Affected By Exposure To Polystyrene Microplastic*. Proceedings of The National Academy of Sciences Maret 2016 Vol. 113 No. 9 Hal. 2430-2435 ; DOI: 10.1073/pnas.1519019113.

- Suwari. 2010. *Model Pengendalian Pencemaran Air Pada Wilayah Kali Surabaya*. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Tchobanoglus, G., Theisen, H., Vigil, S. 1993. *Integrated Solid Waste Management*. Singapore: Mc Graw-Hill Book Co.
- Teuten, E.L., Rowland, S.J., Galloway, T.S., Thompson, R.C., 2007. Potential for plastics to transport hydrophobic contaminants. *Environ. Sci. Technol.* 41, 7759–7764.
- 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.
- Tibbetts, J., Krause, S., Lynch, I., dan Smith, G. H. S. 2018. *Abundance, Distribution, and Drivers of Microplastic Contamination in Urban River Environments*. Birmingham: University of Birmingham.
- Verma, R., Vinoda, K. S., Papireddy, M., Gowda, A. N. S. 2016. *Toxic Pollutants From Plastic*
- Vermaire, J.C., Pomeroy, Carrington., Herczegh, S. M., Haggart, O., Murphy, Meaghan. 2017. *Microplastic Abundance and Distribution in The Open Water and Sedimentt Of The Ottawa River, Canada, and Its Tribution*. FACETS Vol.2 No.1 Hal. 302-3014. *Waste – A Review*. Procedia Environmental Sciences Vol. 35 Hal. 701-708.
- Zhang, K., Gong, W. L. J., Xiong, X., Wu, C. 2015. *Accumulation of Floating Microplastics Behind the Three Gorges Dam*. *Environ Pollut* 204:117-123



## LAMPIRAN

### Lampiran 1

#### Contoh Perhitungan Kelimpahan

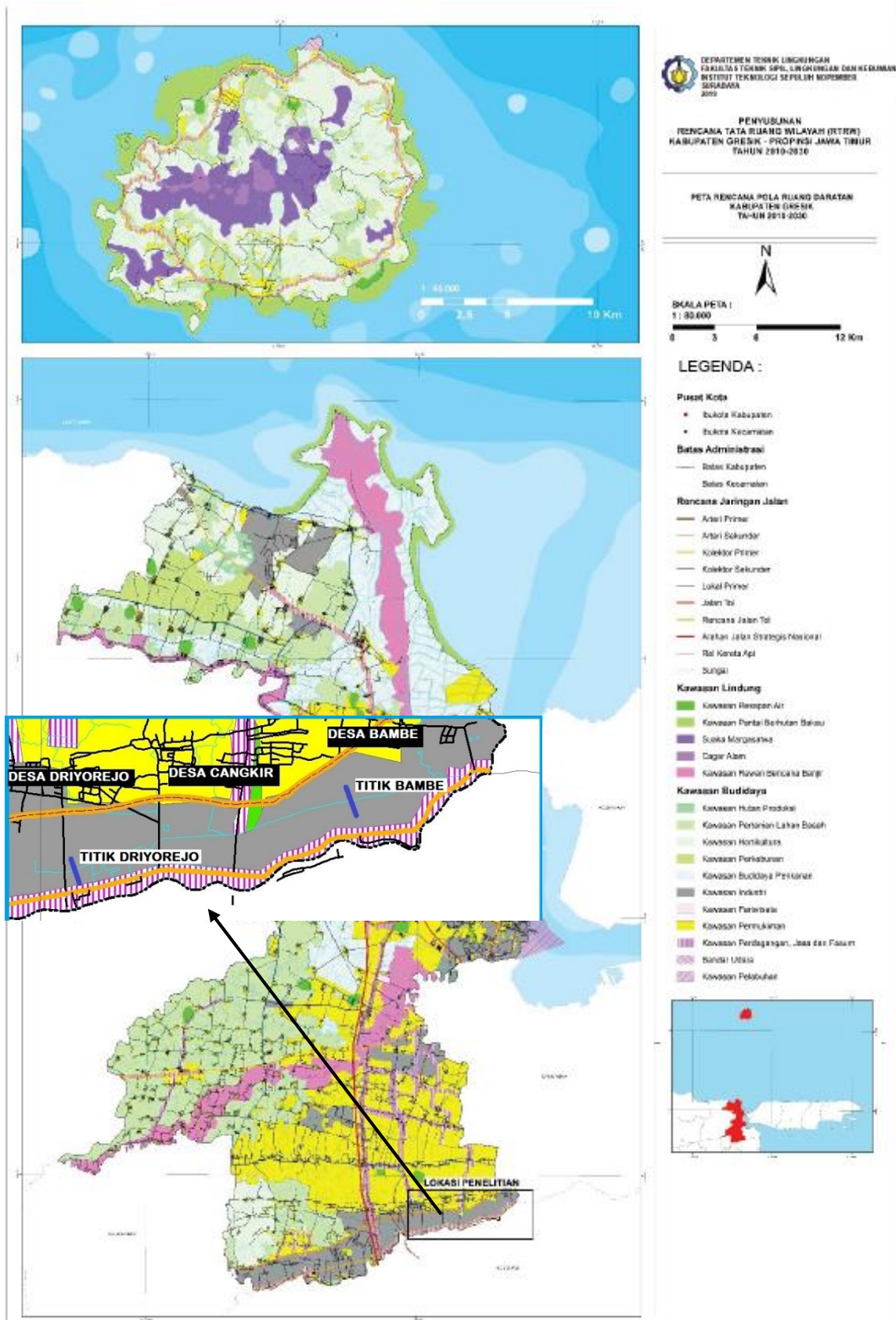
Kelimpahan mikroplastik dapat dihitung dengan membagi jumlah partikel dengan volume air tersaring. Sebagai contoh pada kelimpahan mikroplastik pada titik Driyorejo posisi permukaan sungai. Pertama adalah menghitung volume air yang tersaring. Volume air tersaring rata-rata pada titik Driyorejo posisi permukaan adalah 36,29 m<sup>3</sup>. Rata –rata jumlah partikel mikroplastik pada titik Driyorejo posisi permukaan adalah 483,6 partikel. Maka didapatkan kelimpahan mikroplastik per volume air tersaring yaitu:

$$\begin{aligned}\text{Kelimpahan Mikroplastik} &= \text{Jumlah partikel} : \text{Volume air tersaring} \\ &= 483,6 : 36,29 \\ &= 13,33 \text{ partikel/m}^3\end{aligned}$$

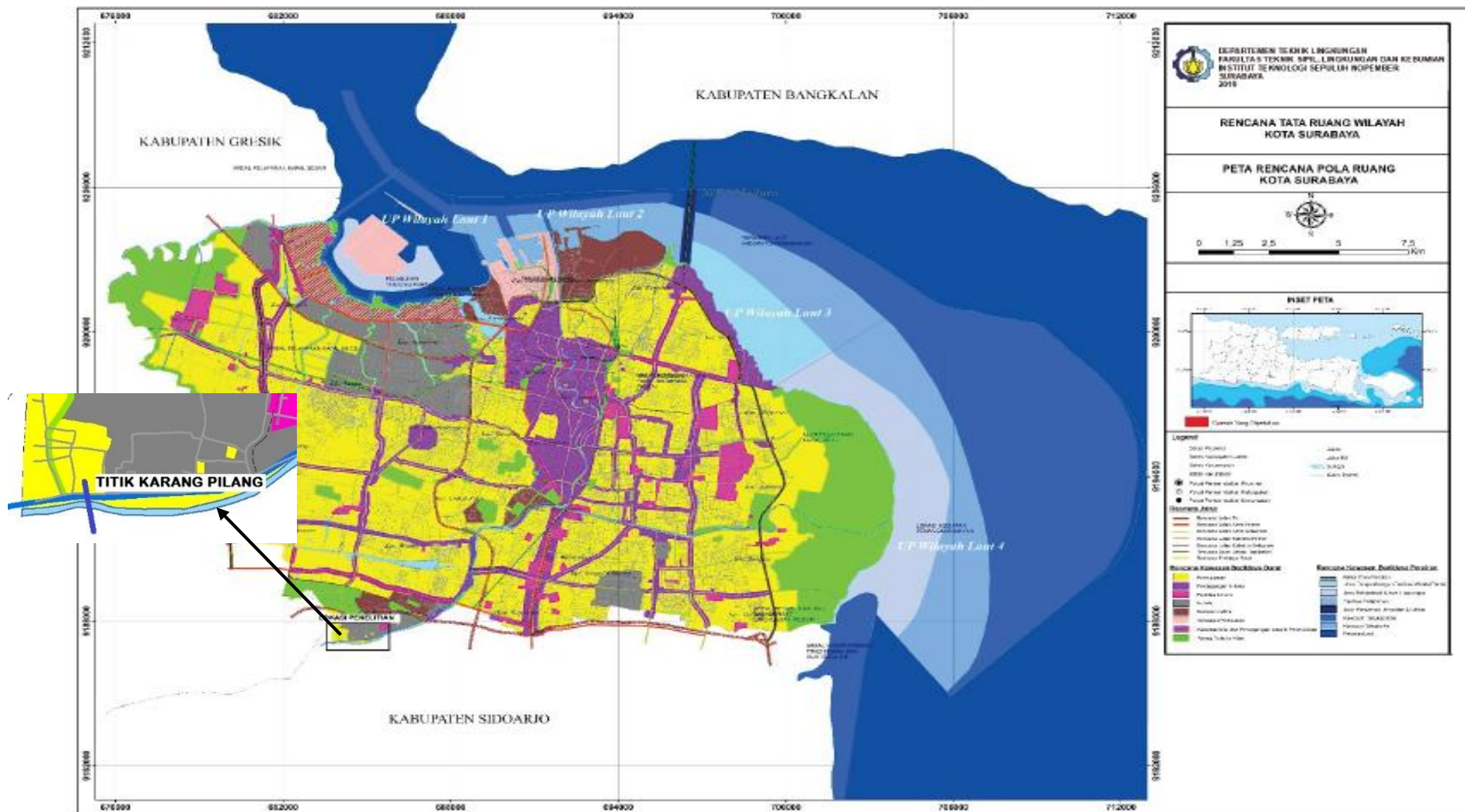
**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## **Lampiran 2**

### **Peta RTRW Daerah Studi**



A. Peta tata ruang wilayah Kabupaten Gresik & tata guna lahan lokasi penelitian

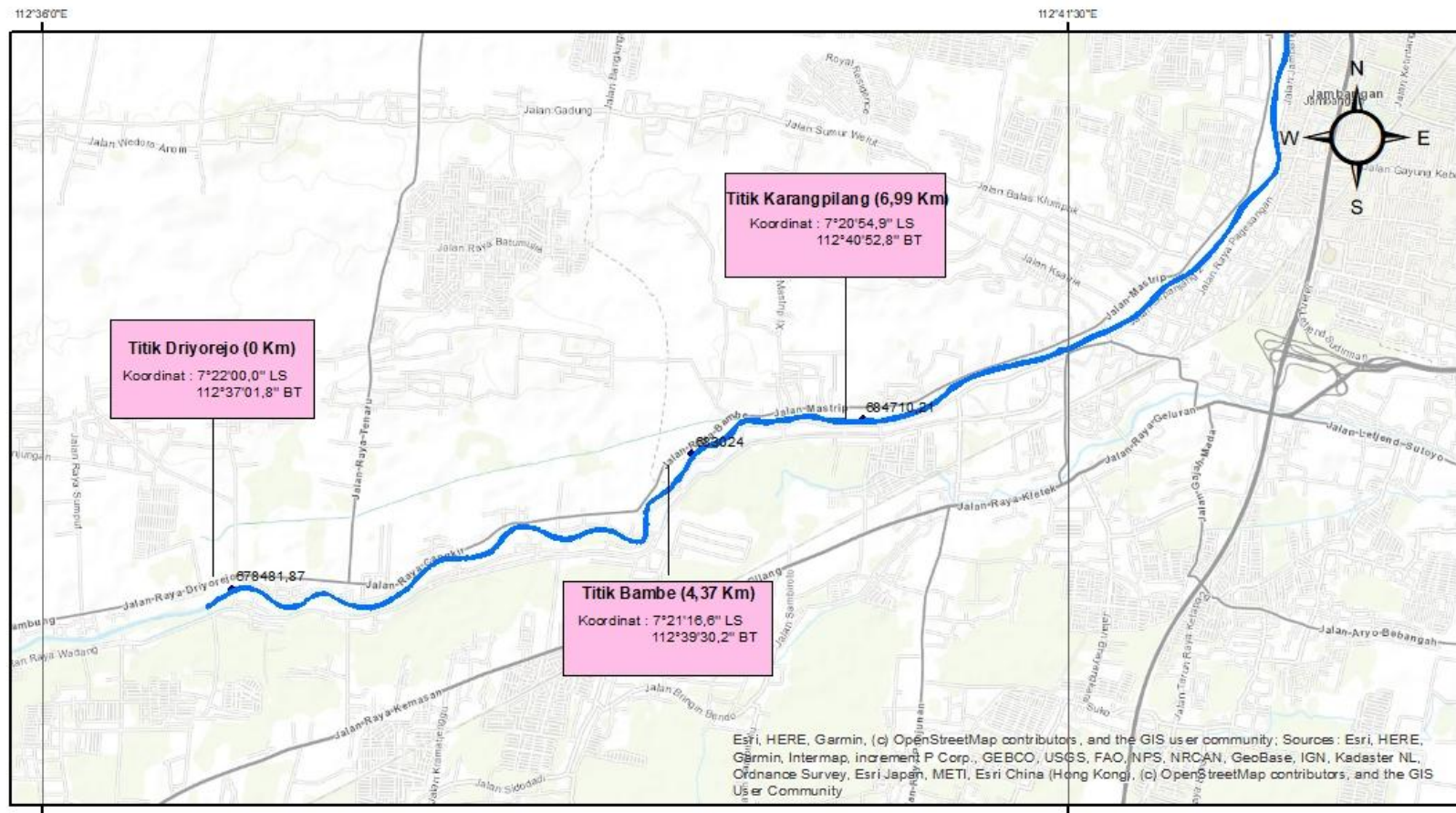


B. Peta tata ruang wilayah Kota Surabaya & tata guna lahan lokasi penelitian

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

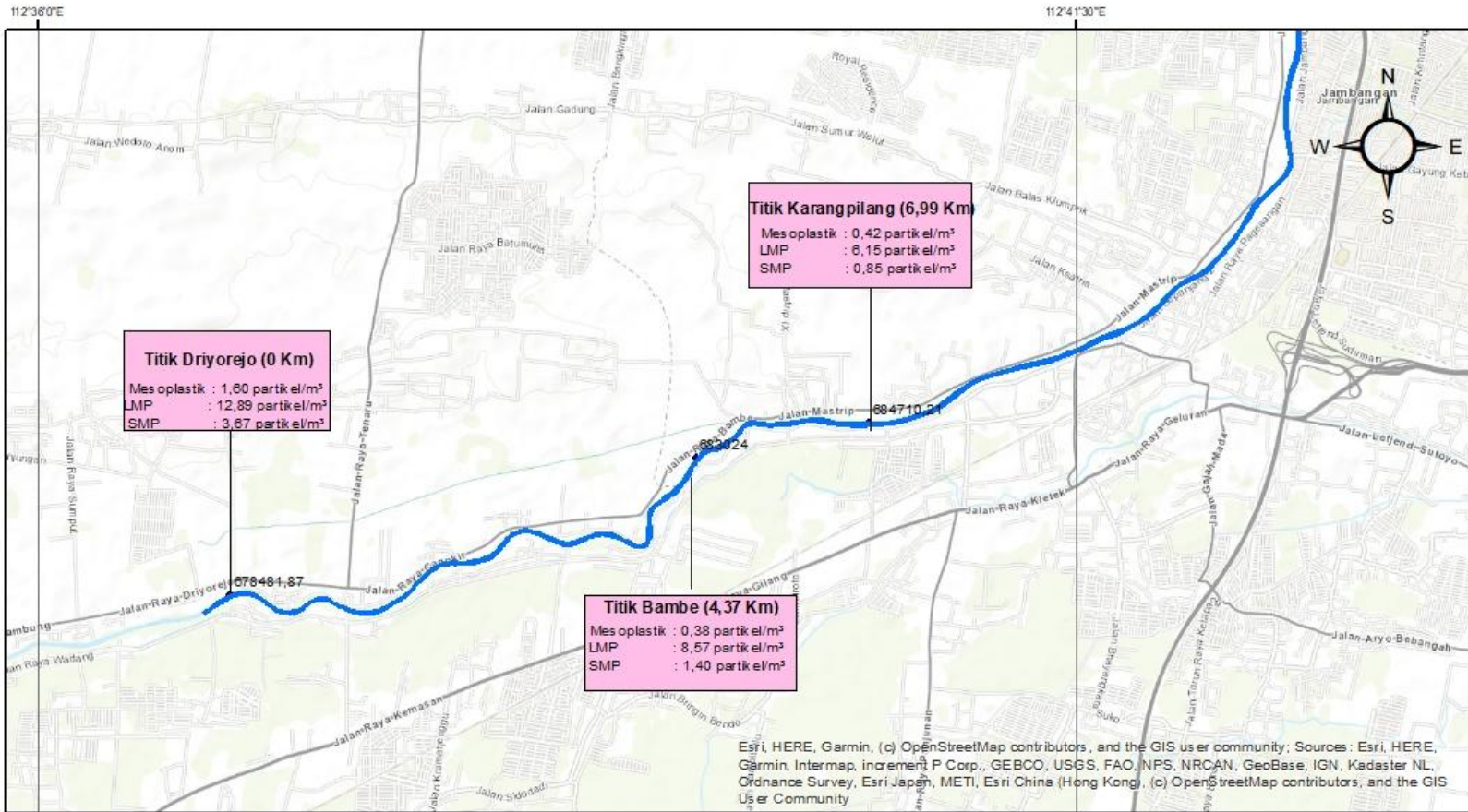
### **Lampiran 3**

#### **Peta Persebaran Partikel Meso- dan Mikroplastik pada Daerah Studi**

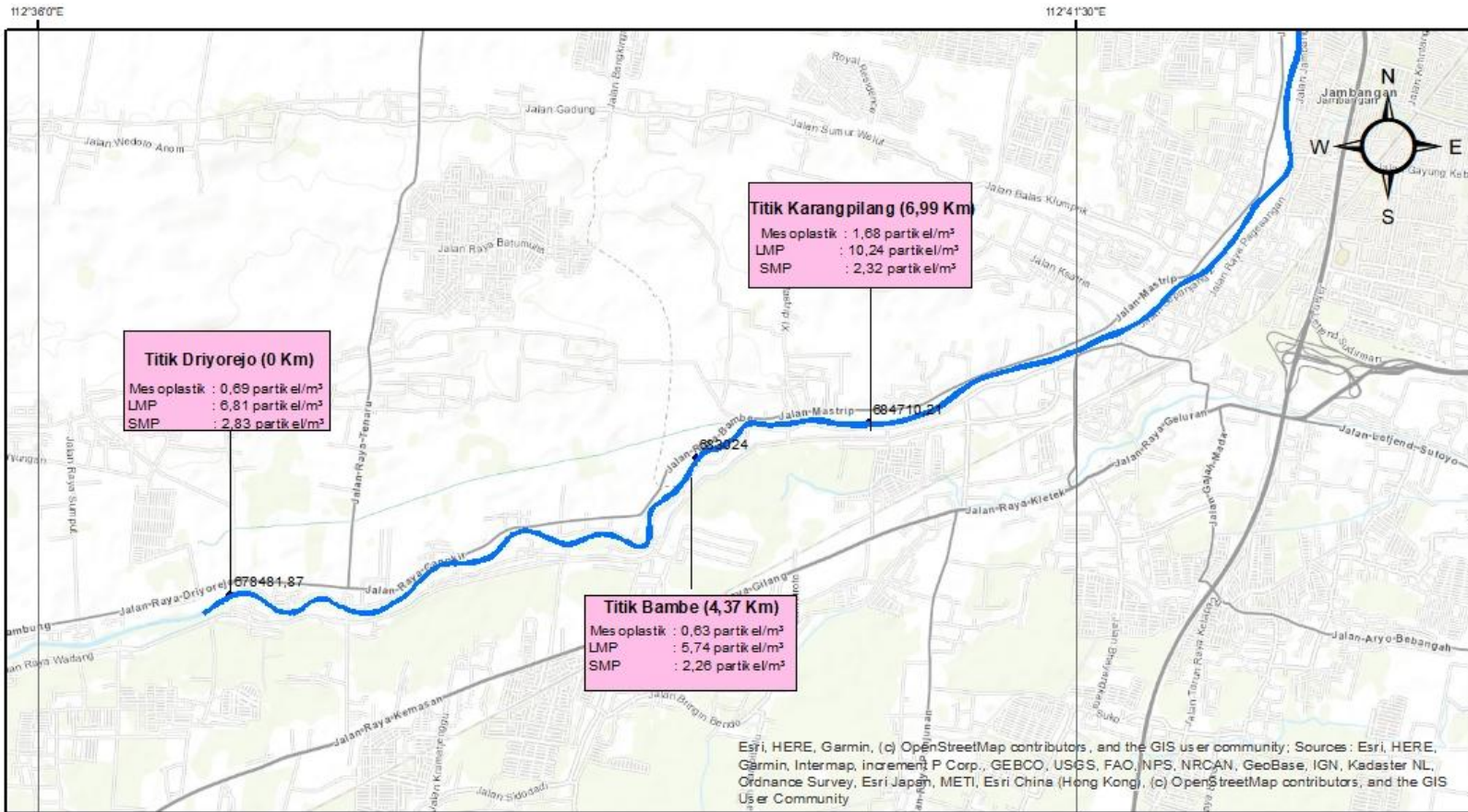


<p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER SURABAYA 2019</p>	<p>LEGENDA</p>	<p>SKALA</p>
	<p>JUDUL PETA</p> <p>COORDINAT TITIK SAMPLING SEGMENT DRIYOREJO HINGGA KARANG PILANG</p>	<p> Aliran Kali Surabaya</p>

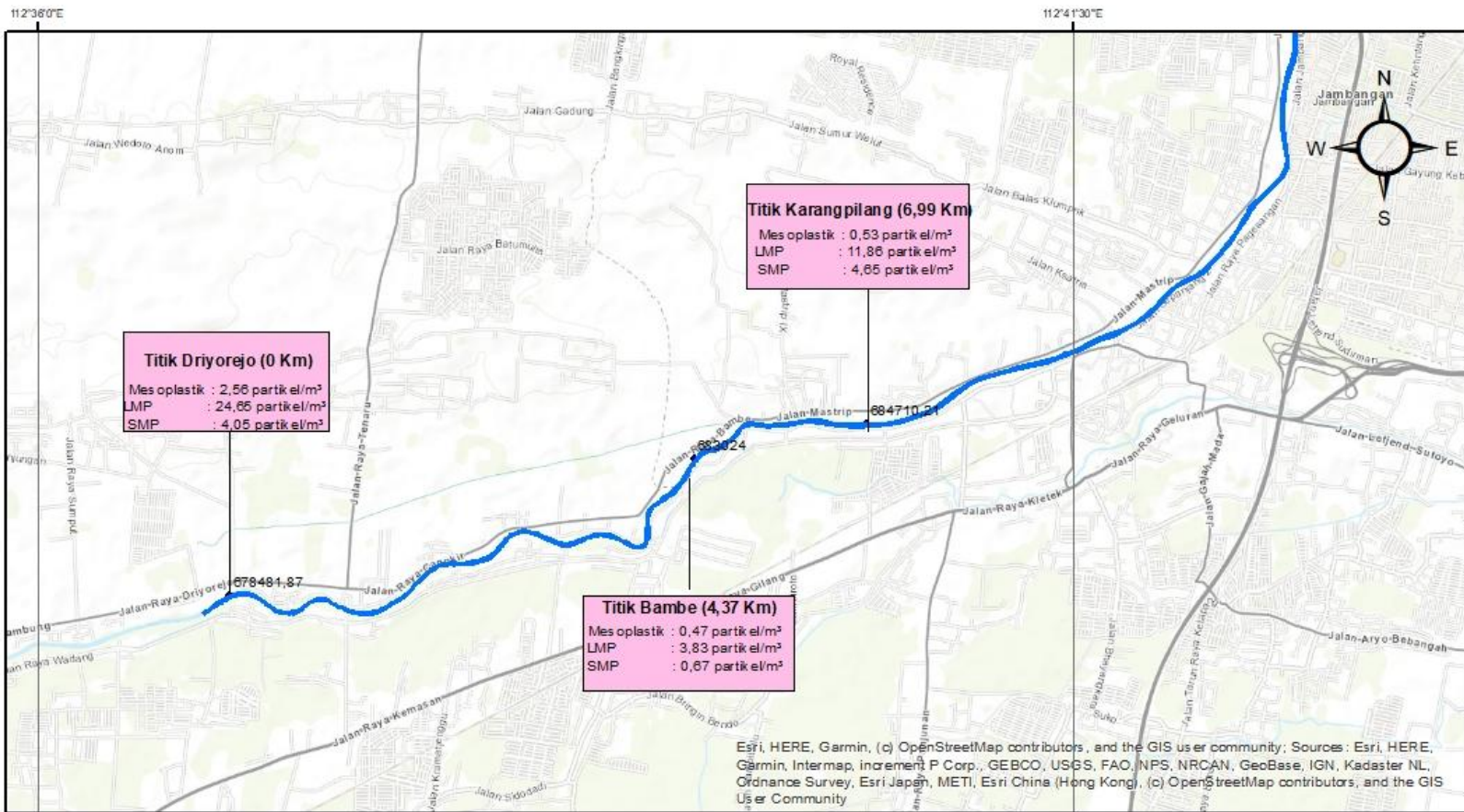




 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN          FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN          INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER          SURABAYA          2019</p>	<p>LEGENDA</p>	<p>SKALA</p>
	<p>JUDUL PETA</p> <p>KELIMPAHAN PARTIKEL ME SO - DAN MIKROPLASTIK          POSISI PERMUKAAN</p>	<p> Aliran Kali Surabaya</p>



 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN          FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN          INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER          SURABAYA          2019</p>	<p>LEGENDA</p>	<p>SKALA</p>
	<p>JUDUL PETA</p> <p>KELIMPAHAN PARTIKEL MESO- DAN MIKROPLASTIK          POSISI SETENGAH KEDALAMAN</p>	<p> Aliran Kali Surabaya</p>



 <p>DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN          FAKULTAS TEKNIK SIPIL, LINGKUNGAN DAN KEBUMIHAN          INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER          SURABAYA          2019</p>	<p>LEGENDA</p>	<p>SKALA</p>
<p>JUDUL PETA</p>	<p> Aliran Kali Surabaya</p>	<p>1:52.000</p> <p> Kilometers          0,326,65 1,3 1,95 2,6</p>
<p>KELIMPAHAN PARTIKEL ME SO - DAN MIKROPLASTIK          POSISI DASAR KEDALAMAN</p>		

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## Lampiran 4

### Dokumentasi Proses Ekstraksi Sampel



Sampel yang didapatkan pada *cod end*



Hasil proses *wet sieving*



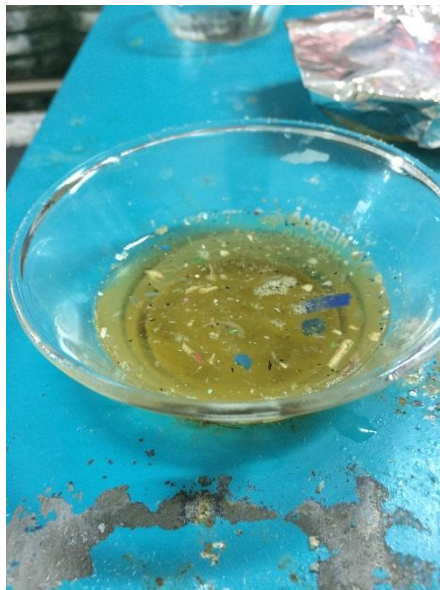
Sampel dimasukkan ke dalam oven 90° selama 24 jam



Proses *Wet Peroxide Oxidation*



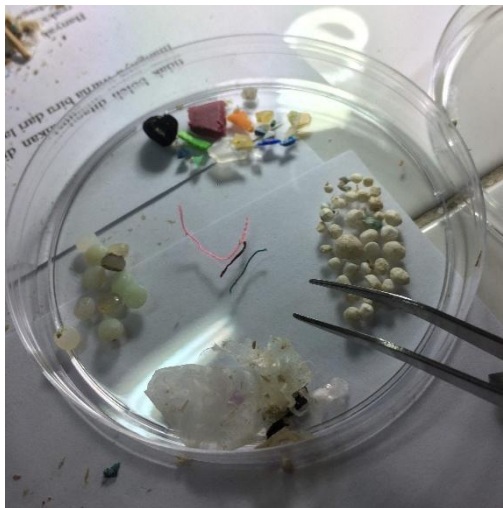
Proses *Density Separation*



Hasil proses *density separation* selama 24 jam



Penyaringan sampel setelah *density separation*



Hasil sortasi partikel meso- dan mikroplastik



## Lampiran 5

### Dokumentasi Sampling



Proses pemasangan Manta Trawl



Proses penarikan Manta Trawl



Pengukuran densitas, pH, dan suhu air sungai



Pengukuran kecepatan arus air



Dokumentasi Sampling 1

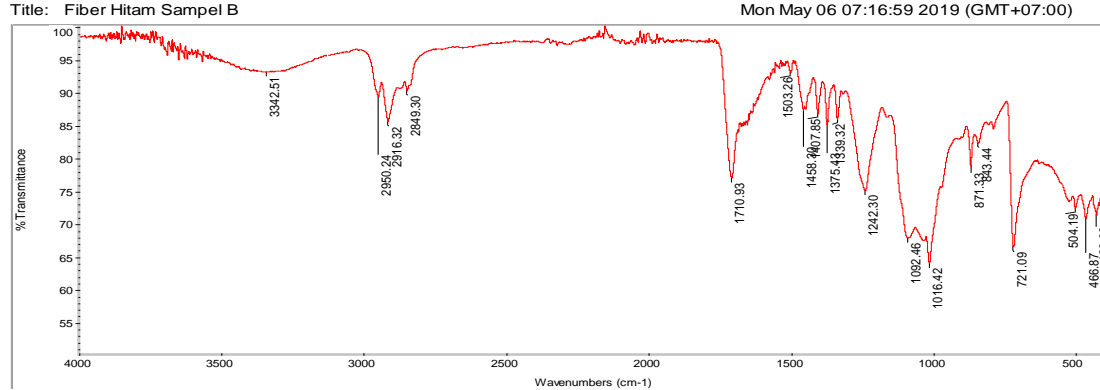


Dokumentasi Sampling 2

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

# Lampiran 6

## Hasil Uji FTIR



Collection time: Mon May 06 07:14:23 2019 (GMT+07:00)

Mon May 06 07:14:47 2019 (GMT+07:00)  
 FIND PEAKS  
 Spectrum: Fiber Hitam Sampel B  
 Region: 4000.00  
 Absolute Wavenumber: 400.00  
 Sensitivity: 50  
 Peak List:

Position	Intensity	Match
401.99	74.188	51.20
420.92	71.267	32
466.87	70.788	49.66
504.19	72.288	47.75
721.09	66.405	1781.2
844.44	62.277	45.81
871.33	78.835	2998
1016.42	63.880	25
1092.46	67.791	23
1242.30	75.014	44.28
1339.32	85.601	19
1375.43	85.040	43.51
1407.68	86.781	574
1458.40	87.212	24
1503.26	92.987	20
1710.93	76.668	41.21
2849.30	80.252	40.69
2916.32	86.565	
2950.24	88.468	
3342.51	93.084	

Spectrum: Fiber Hitam Sampel B  
 Region: 3495.26-455.13  
 Search type: Correlation

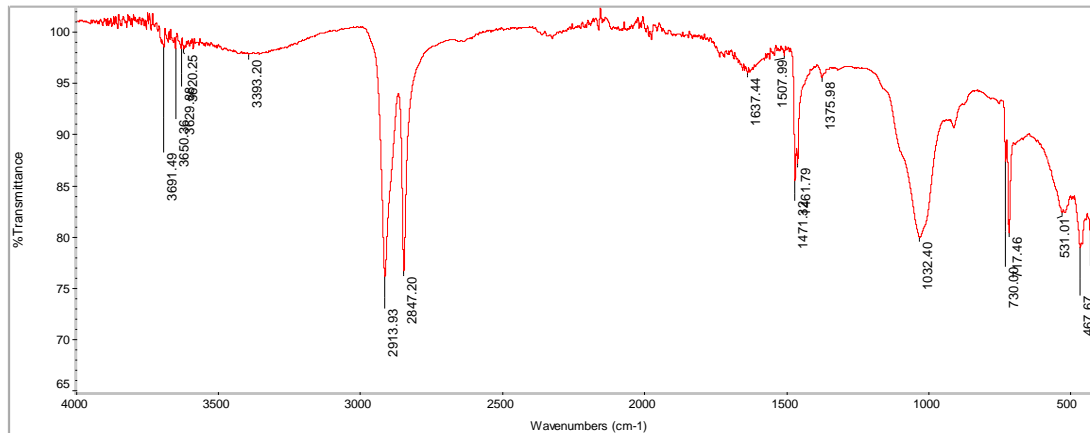
Hit List:

Index	Match	Compound name
543	51.20	Poly(ethylene terephthalate)
32	49.66	Poly(1,4-butylene terephthalate)
1781.2	47.75	Poly(1,4-butylene terephthalate)
2998	45.81	Oxalic acid dihydrate, 97%
25	45.61	Polyester, tere- & isophthalic acids
23	44.28	Polyester, tere- & isophthalic acids
19	43.51	Polyester, terephthalic acid
574	42.60	Poly(ethylene terephthalate)
24	41.21	Polyester, tere- & isophthalic acids
20	40.69	Polyester, tere- & isophthalic acids

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

Title: Film Biru Sampel F

Mon May 06 07:38:21 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon May 06 07:34:53 2019 (GMT+07

Spectrum: Film Biru Sampel F

Mon May 06 07:38:11 2019 (GMT+07:00)

Region: 3495.26-455.13

File: F:\MSDC

Search type: Correlation

Spectrum: Film Biru Sampel F

Region: 4000.00

Absolute Intensity: 400.00

Sensitivity: 50

Position:

Position	Intensity	Library
402.46	83.389	
421.17	80.391	
433.53	83.373	
467.67	78.829	
531.01	82.258	
717.46	83.334	
730.03	87.264	
1032.40	79.875	
1375.98	85.472	
1461.79	87.128	
1471.32	85.315	
1507.99	87.616	
1637.44	85.947	
2847.20	76.575	
2913.93	76.051	
3393.20	87.739	
3620.25	88.234	
3629.98	88.221	
3650.36	88.286	
3691.49	88.409	

Hit List:

Index

17906

604

95

17868

625

1

645

31

769

768

Match

82.49

eight

82.47

79.34

77.40

77.37

75.01

74.98

73.84

72.97

m trees

768

72.33

Compound name

Polyethylene, oxidized, high molecular w

oxidized polyethylene

POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY

Polyethylene, low density

polyethylene

TRIACONTANE, 99%

1-Triacontanol, 96%

Triacontane, 99%

Natural vegetable wax from Brazilian pal

NATURAL VEGETABLE WAX FROM MEXICAN SHRUE

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 Nicolet Sampler Library

Aldrich Condensed Phase Sample Library

HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

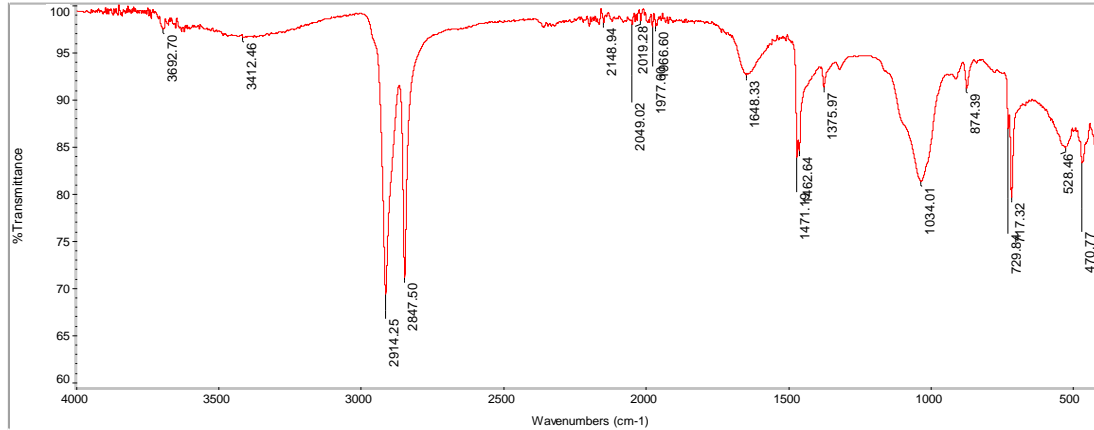
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

HR Nicolet Sampler Library

HR Nicolet Sampler Library

Title: Film Hitam Sampel E

Mon May 06 07:33:06 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon May 06 07:32:23 2019 (GMT+07)

Spectrum: Film Hitam Sampel E

Region: 3495.26-455.13

Search type:

Correlation

Hit List:

Mon May 06 07:32:55 2019 (GMT+07:00)  
 FIND PEAKS:  
 Spectrum: Film Hitam Sampel E  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 98.774  
 Sensitivity: 50  
 Peak list:

Position	Intensity	87.307
Position: 406.11	Intensity:	87.307
Position: 415.37	Intensity:	87.579
Position: 425.97	Intensity:	88.577
Position: 470.77	Intensity:	83.209
Position: 528.46	Intensity:	84.778
Position: 717.32	Intensity:	73.534
Position: 729.94	Intensity:	86.806
Position: 694.59	Intensity:	91.136
Position: 1034.01	Intensity:	81.206
Position: 1375.97	Intensity:	91.262
Position: 1462.64	Intensity:	84.433
Position: 1471.19	Intensity:	83.743
Position: 1646.33	Intensity:	82.644
Position: 1906.60	Intensity:	97.736
Position: 1977.40	Intensity:	97.643
Position: 2019.28	Intensity:	98.269
Position: 2049.02	Intensity:	97.386
Position: 2148.94	Intensity:	98.118
Position: 2847.50	Intensity:	70.989
Position: 2914.25	Intensity:	69.554
Position: 3412.46	Intensity:	95.544
Position: 3692.70	Intensity:	97.455

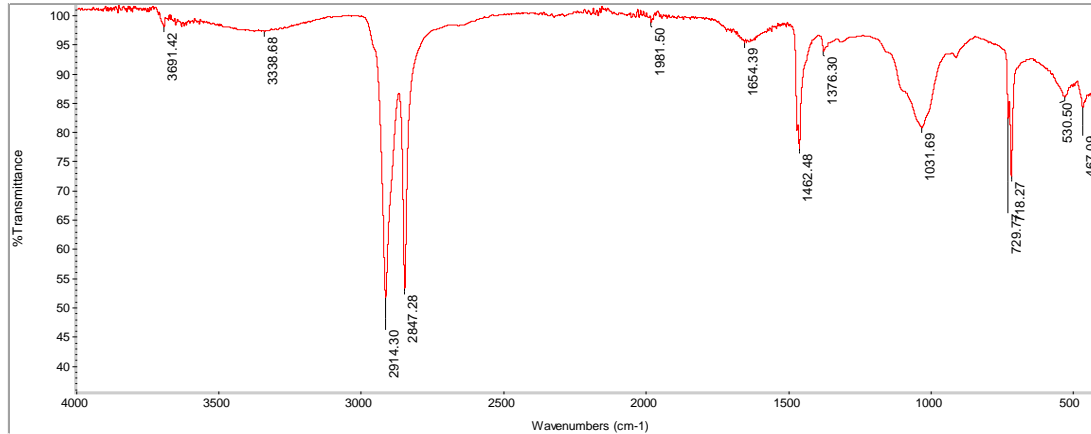
Index	Match	Compound name
95	84.42	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY
17868	83.87	Polyethylene, low density
625	83.86	polyethylene
17906	79.74	Polyethylene, oxidized, high molecular w
		eight
604	79.71	oxidized polyethylene
1	79.23	TRIACONTANE, 99%
31	77.84	Triacontane, 99%
645	77.77	1-Triacontanol, 96%
1355	77.26	Octadecanoic acid; Stearic acid
35	77.08	Hexatriacontane, 98%

Library

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

Title: Film Hitam putih Sampel C

Mon May 06 07:19:44 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon May 06 07:18:41 2019 (GMT+07

Mon May 06 07:19:34 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: Film Hitam putih Sampel C  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 98.933  
 Sensitivity: 50

Peak list:

Position:	Intensity:
403.93	85.657
467.09	84.069
530.50	85.912
718.27	72.302
729.77	82.245
1031.69	80.619
1376.30	93.732
1462.48	77.055
1654.39	95.194
1981.50	98.719
2847.28	52.969
2914.30	51.541
3338.68	97.171
3691.42	97.942

Spectrum:

Region:

Search type:

Hit List:

Index
17868
625
95
1
645
31
1355
768
35
17906

Film Hitam putih Sampel C

3495.26-455.13

Correlation

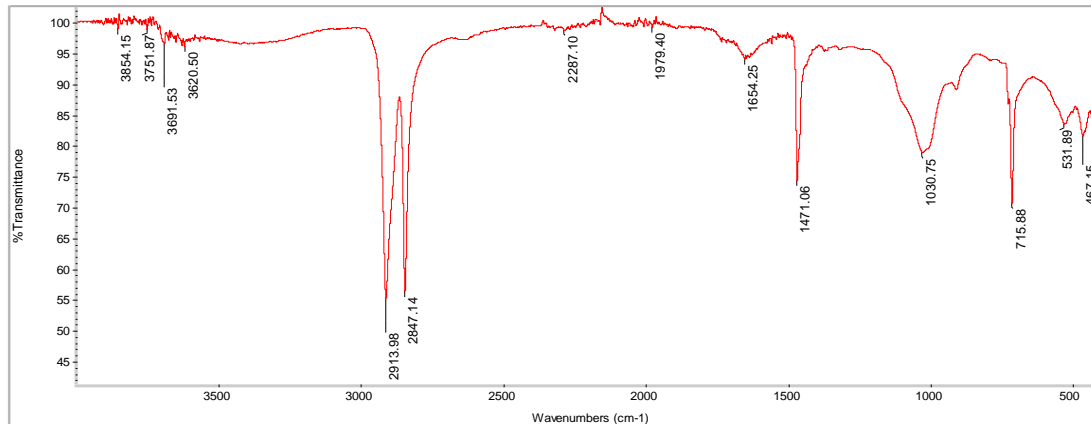
Match	Compound name
87.91	Polyethylene, low density
87.90	polyethylene
87.77	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY
82.94	TRIACONTANE, 99%
82.04	1-Triacontanol, 96%
81.52	Triacontane, 99%
81.22	Octadecanoic acid; Stearic acid
81.18	NATURAL VEGETABLE WAX FROM MEXICAN SHRUE
81.13	Hexatriacontane, 98%
81.03	Polyethylene, oxidized, high molecular weight

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



Title: (SB) Fiber Biru

Mon Jun 24 14:57:04 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 24 10:15:02 2019 (GMT+07:

Spectrum: (SB) Fiber Biru  
 Region: 3495.26-455.13  
 Search type: Correlation

Mon Jun 24 14:56:40 2019 (GMT+07:00)

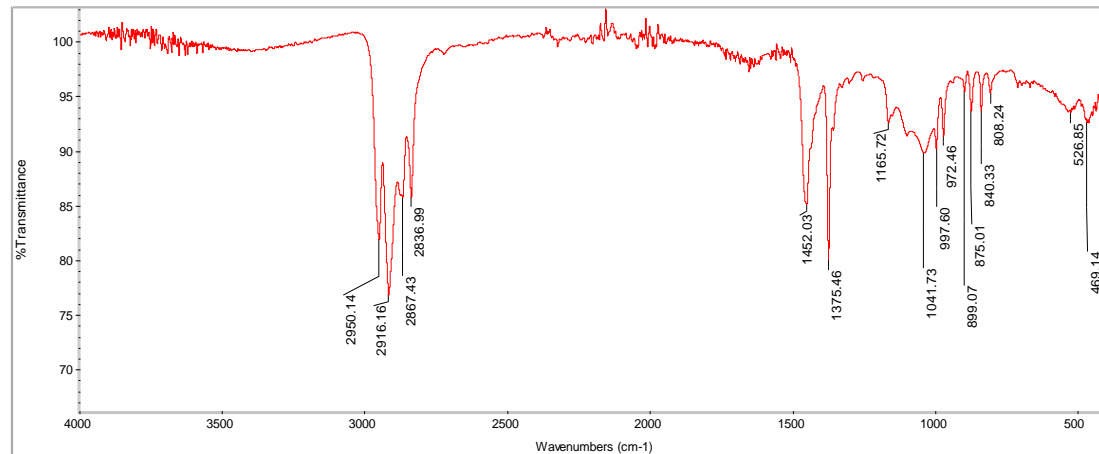
**FIND PEAKS:**

Position	Intensity
430.05	82.851
467.15	81.460
531.89	83.410
715.88	70.545
1030.75	78.799
1471.06	74.206
1654.25	93.895
1979.40	99.149
2287.10	98.640
2847.14	56.243
2913.98	55.127
3620.50	96.070
3691.53	96.489
3751.87	98.810
3864.15	98.897

**Hit List:**

Index	Match
95	82.44
17868	78.74
625	78.72
17906	77.44
604	77.43
1	77.35
1355	73.34
3161	71.56
31	71.27
768	70.13

Compound name	Library
POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY	Aldrich Condensed Phase Sample Library
Polyethylene, low density	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
polyethylene	HR Nicolet Sampler Library
Polyethylene, oxidized, high molecular w eight	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
oxidized polyethylene	HR Nicolet Sampler Library
TRIACONTANE, 99%	Aldrich Condensed Phase Sample Library
Octadecanoic acid; Stearic acid	HR Hummel Polymer and Additives
16-Hydroxyhexadecanoic acid, 98%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
Tricontane, 99%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
NATURAL VEGETABLE WAX FROM MEXICAN SHRUE	HR Nicolet Sampler Library



Collection time: Mon Jun 24 10:16:18 2019 (GMT+07:00)

Tue Jun 25 07:45:57 2019 (GMT+07:00)  
FIND PEAKS:

Spectrum: (SB) Fiber Transparent  
Region: 4000.00 - 400.00  
Absolute threshold: 95.483  
Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity
411.56	94.048
419.59	92.121
469.14	92.498
526.85	93.458
808.24	95.236
840.33	93.583
875.01	93.634
899.07	95.371
972.46	91.260
997.60	90.134
1041.73	89.734
1165.72	92.463
1375.46	79.939
1452.03	84.897
2836.99	85.688
2867.43	85.654
2916.16	79.683
2950.14	81.784

Spectrum: (SB) Fiber Transparent

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

Hit List:

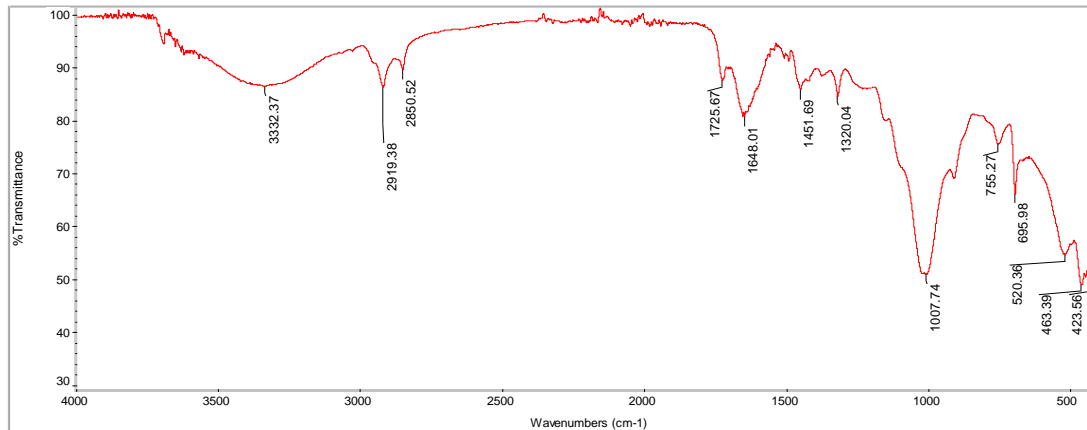
Index	Match	Compound name
41	87.85	POLY(PROPYLENE), ATACTIC
942	87.42	Polypropylene, isotactic
324	85.71	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)
17997	85.21	Polypropylene, isotactic, average MW ca. 250,000
566	83.83	Polypropylene, atactic
737	83.26	Polypropylene
38	82.93	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC
943	82.56	Polypropylene, atactic
975	80.95	Polypropylene + Vistalon 404, 1:1
624	80.01	Polypropylene+poly(ethylene:propylene)

Library

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

Title: (SB) film Kuning

Tue Jun 25 07:44:15 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 24 10:13:47 2019 (GMT+07:00)

Tue Jun 25 07:44:03 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: (SB) film Kuning  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 89.665  
 Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity
404.29	51.989
423.56	48.747
463.39	48.765
520.36	54.414
695.98	65.977
755.27	75.280
1007.74	50.823
1320.04	84.445
1451.69	85.650
1648.01	80.518
1725.67	87.415
2850.52	89.442
2919.38	86.058
3332.37	86.335

Spectrum: (SB) film Kuning

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

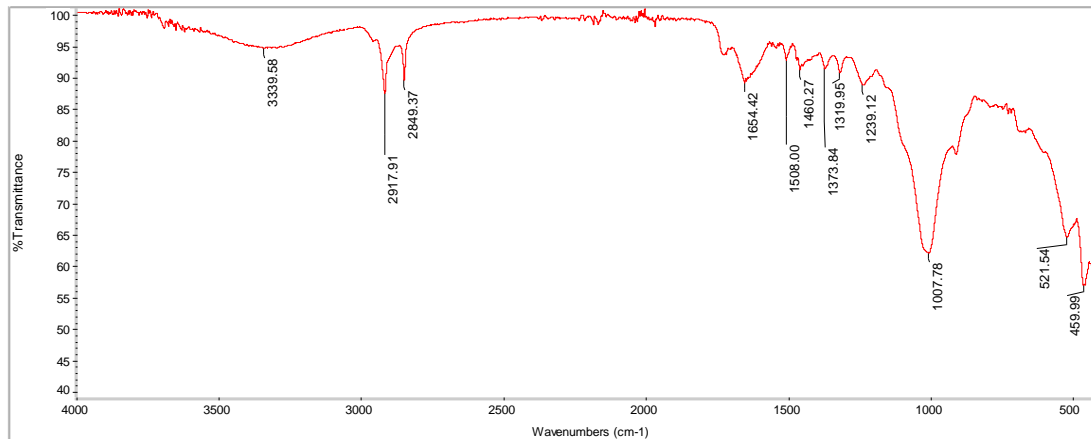
Hit List:

Index	Match	Compound name
18024	43.80	Poly(styrene-co-allyl alcohol)
18027	43.66	Polystyrene, dicarboxy terminated, average MW ca. 100,000
362	42.07	Poly(styrene:4-methoxystyrene:divinylbenzene)
361	41.79	Poly(styrene:4-hydroxystyrene:divinylbenzene)
18452	41.71	Kaolin
18012	41.67	Polystyrene standard, typical MW 4,000
18010	41.66	Polystyrene standard, typical MW 800
647	41.44	Poly(styrene), atactic
18011	41.43	Polystyrene standard, typical MW 2,500
18013	41.27	Poly(styrene) standard, typical MW 9,000

Library
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Hummel Polymer and Additives
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 Hummel Polymer and Additives
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II

Title: (SB) Film Merah

Tue Jun 25 07:42:43 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 24 10:03:47 2019 (GMT+07:00)

Tue Jun 25 07:42:31 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: (SB) Film Merah  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 95.290  
 Sensitivity: 50

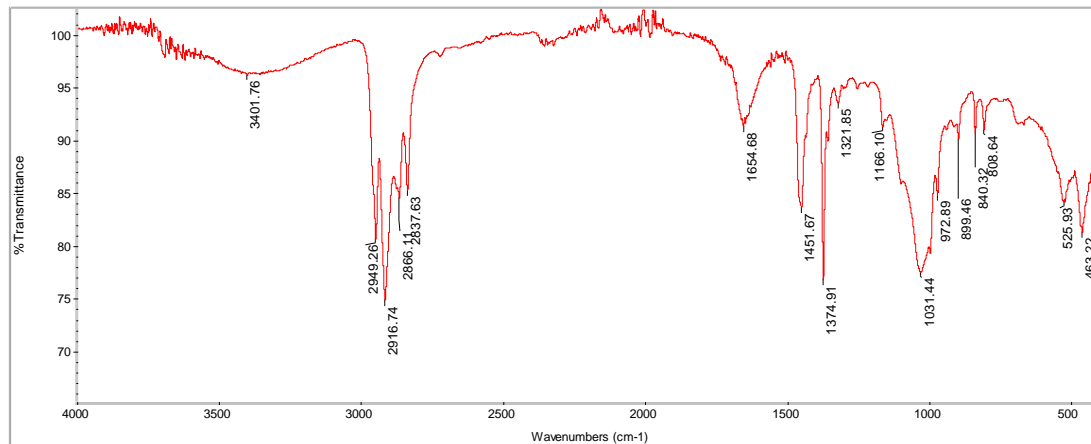
Peak list:

Position	Intensity
421.23	58.815
459.99	56.756
521.54	64.421
1007.78	61.962
1239.12	88.774
1319.95	90.658
1373.84	91.337
1460.27	91.164
1508.00	92.599
1654.42	89.089
2849.37	89.476
2917.91	87.415
3339.56	94.614

Spectrum: (SB) Film Merah  
 Region: 3495.26-455.13  
 Search type: Correlation

Hit List:

Index	Match	Compound name	Library
17872	48.12	Polyethylene, chlorinated, 25% chlorine	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18452	47.75	Kaolin	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
37	45.97	Hexacotane, 98%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
793	44.74	Polyester with kaolin filler	HR Nicolet Sampler Library
1830	44.46	Ditetradecylamine	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
17905	44.27	Polyethylene, oxidized, low molecular weight	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
490	44.27	Polyethylene, linear	HR Hummel Polymer and Additives
26	44.24	Pentacosane, 99%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
2978	44.14	Polyethylene monocarboxylic acid	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1750	43.99	Octadecylamine, 97%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II



Collection time: Mon Jun 24 09:25:24 2019 (GMT+07:00)

Spectrum: (SB) Film Transparan

Region: 3495.26-455.13

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

Search type: Correlation

Hit List:

Hit List:

Region: 4000.00 400.00

Absolute Intensity: 95.002

Sensitivity: 50

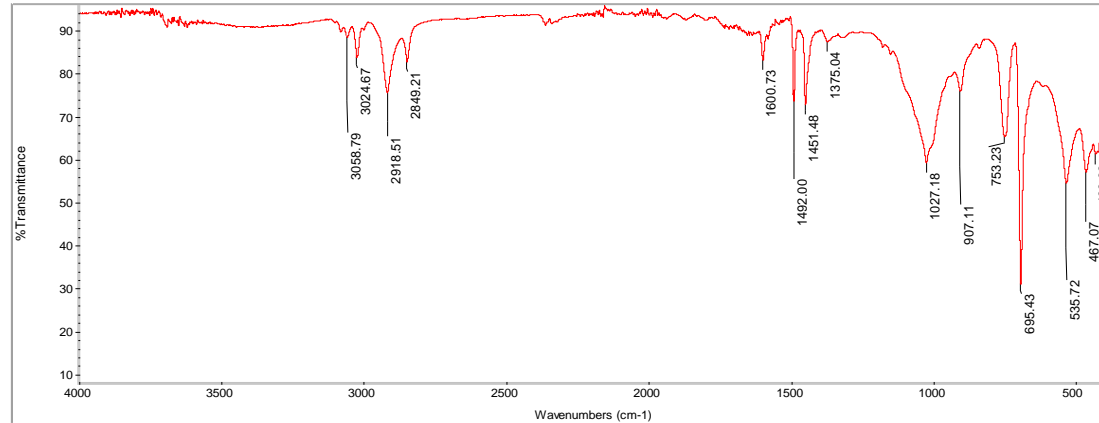
Peak List:

Position	Intensity
410.16	87.313
426.69	84.569
463.22	91.193
525.93	84.035
588.64	90.526
640.32	90.582
699.46	90.059
872.89	84.218
1031.44	77.401
1166.10	91.174
1321.85	93.482
1374.91	76.664
1451.67	83.666
1654.68	91.169
2837.63	85.179
2866.11	84.441
2916.74	74.742
2949.26	80.505
3401.76	95.115

Index	Match	Compound name	Library
1799.7	83.05	Polypropylene, isotactic, average MW ca. 250,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
942	83.02	Polypropylene, isotactic	HR Hummel Polymer and Additives
324	82.59	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives
566	79.64	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives
41	79.05	POLY(PROPYLENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library
303	77.25	Polypropylene + 20% talcum	HR Hummel Polymer and Additives
737	76.51	Polypropylene	HR Nicolet Sampler Library
975	76.27	Polypropylene + Vistalon 404, 1:1	HR Hummel Polymer and Additives
943	75.56	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives
624	74.50	Polypropylene+poly(ethylene:propylene)	HR Nicolet Sampler Library

Title: (SB) Form Putih

Tue Jun 25 07:40:43 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 24 10:12:15 2019 (GMT+07:00)

Tue Jun 25 07:40:32 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: (SB) Form Putih  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 90.703  
 Sensitivity: 50

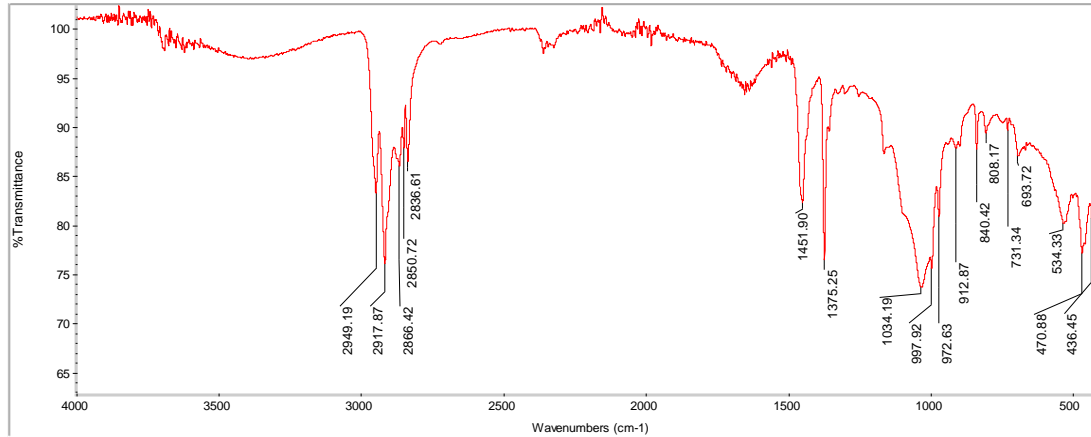
Peak list:

Position	Intensity
433.62	61.109
467.07	56.911
535.72	54.277
695.43	30.865
753.23	65.238
907.11	75.710
1027.18	59.067
1375.04	87.228
1451.48	72.600
1492.00	73.369
1600.73	82.958
2849.21	82.531
2918.51	75.365
3024.67	83.544
3058.79	88.213

Spectrum: (SB) Form Putih  
 Region: 3495.26-455.13  
 Search type: Correlation

Hit List:

Index	Match	Compound name	Library
18027	78.92	Polystyrene, dicarboxy terminated, average MW ca. 100,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18016	77.52	Polystyrene standard, typical MW 50,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18012	75.37	Polystyrene standard, typical MW 4,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
46	75.17	POLY(STYRENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library
18013	75.02	Poly(styrene) standard, typical MW 9,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18040	74.85	Polystyrene, monocarboxy terminated, average MW ca. 200,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18011	74.44	Polystyrene standard, typical MW 2,500	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18020	73.92	Polystyrene standard, typical MW 900,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
17758	72.89	Poly(2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid-co-styrene)	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
18014	72.41	Polystyrene standard, typical MW 20,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II



Collection time: Mon Jun 24 10:07:06 2019 (GMT+07:00)

Spectrum: (SB) Fragment Hitam

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

Hit List:

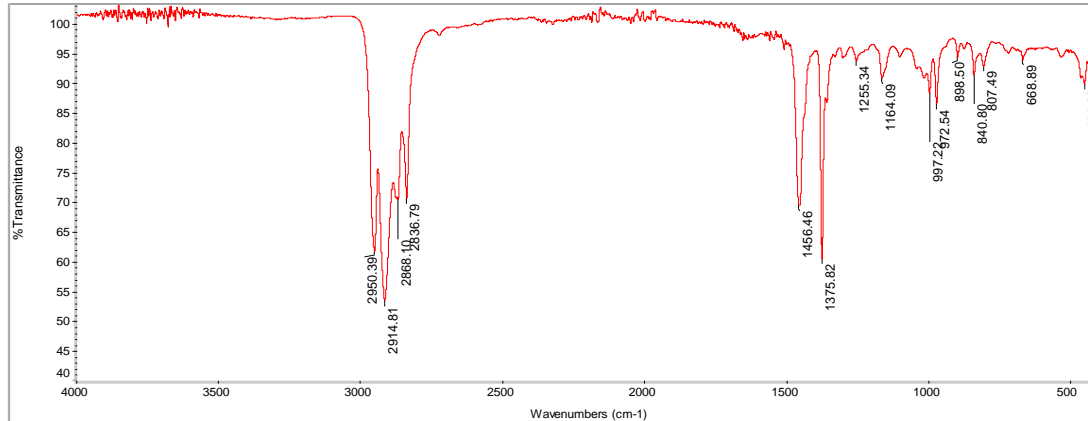
Find PEAKS:  
 Spectrum: (SB) Fragment Hitam  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 92.530  
 Sensitivity: 50  
 Peak list:  

Position:	415.40	Intensity:	84.054
Position:	400.56	Intensity:	83.052
Position:	428.60	Intensity:	81.462
Position:	438.46	Intensity:	80.577
Position:	470.88	Intensity:	77.016
Position:	534.33	Intensity:	80.080
Position:	693.72	Intensity:	85.957
Position:	731.34	Intensity:	89.598
Position:	808.17	Intensity:	89.336
Position:	840.42	Intensity:	87.624
Position:	912.87	Intensity:	87.749
Position:	972.63	Intensity:	80.778
Position:	997.92	Intensity:	75.468
Position:	1034.19	Intensity:	73.549
Position:	1375.25	Intensity:	76.311
Position:	1451.90	Intensity:	92.224
Position:	2836.61	Intensity:	86.426
Position:	2850.72	Intensity:	87.738
Position:	2886.42	Intensity:	85.862
Position:	2917.87	Intensity:	75.933
Position:	2948.19	Intensity:	83.190

Index	Match	Compound name	Library
17997	77.96	Polypropylene, isotactic, average MW ca. 250,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
324	77.91	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives
942	76.75	Polypropylene, isotactic	HR Hummel Polymer and Additives
41	75.16	POLY(PROPYLENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library
975	73.79	Polypropylene + Vistalon 404, 1:1	HR Hummel Polymer and Additives
566	73.32	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives
737	72.91	Polypropylene	HR Nicolet Sampler Library
624	71.90	Polypropylene+poly(ethylene:propylene)	HR Nicolet Sampler Library
303	71.51	Polypropylene + 20% talcum	HR Hummel Polymer and Additives
943	68.90	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives

Title: (SB) Fragment Merah

Mon Jun 24 09:23:28 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 24 09:20:38 2019 (GMT+07:00)

Mon Jun 24 09:23:17 2019 (GMT+07:00)

**FIND PEAKS:**

Spectrum: (SB) Fragment Merah  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 95.285  
 Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity
451.92	89.754
668.89	93.875
807.49	92.790
840.80	91.255
898.50	94.324
972.54	86.436
997.22	88.164
1164.09	90.727
1255.34	93.681
1375.82	60.287
1456.46	68.303
2836.79	70.612
2888.10	70.212
2914.81	53.277
2950.39	61.601

Spectrum: (SB) Fragment Merah

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

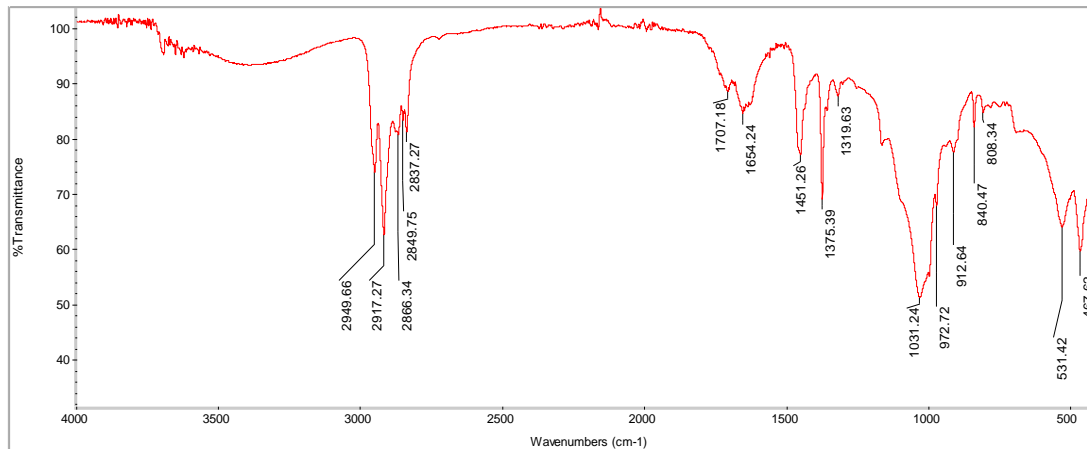
Hit List:

Index	Match	Compound name	Library
41	89.66	POLY(PROPYLENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library
942	88.65	Polypropylene, isotactic	HR Hummel Polymer and Additives
324	88.27	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives
737	86.84	Polypropylene	HR Nicolet Sampler Library
943	86.83	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives
38	86.79	POLY(PROPYLENE), SYNDIOTACTIC	Hummel Polymer Sample Library
17997	85.77	Polypropylene, isotactic, average MW ca. 250,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
566	85.18	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives
624	83.47	Polypropylene+poly(ethylene:propylene)	HR Nicolet Sampler Library
499	82.54	Poly(propylene:ethylene), 83 mol% C3	HR Hummel Polymer and Additives



Title: (SB) Fragment Putih

Tue Jun 25 07:31:14 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 24 10:10:09 2019 (GMT+07:00)

Tue Jun 25 07:31:02 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Position	Intensity	430.00
Position:	419.69	67.788
Position:	467.62	69.389
Position:	531.42	63.884
Position:	808.34	84.578
Position:	840.47	82.656
Position:	912.64	77.430
Position:	972.72	67.636
Position:	1031.24	60.994
Position:	1319.63	67.640
Position:	1375.39	68.675
Position:	1451.26	76.596
Position:	1654.24	94.362
Position:	1707.18	88.418
Position:	2837.27	81.051
Position:	2849.75	83.234
Position:	2866.34	80.571
Position:	2917.27	82.368
Position:	2949.66	73.760

Spectrum: (SB) Fragment Putih

Region: 3495.26-455.13

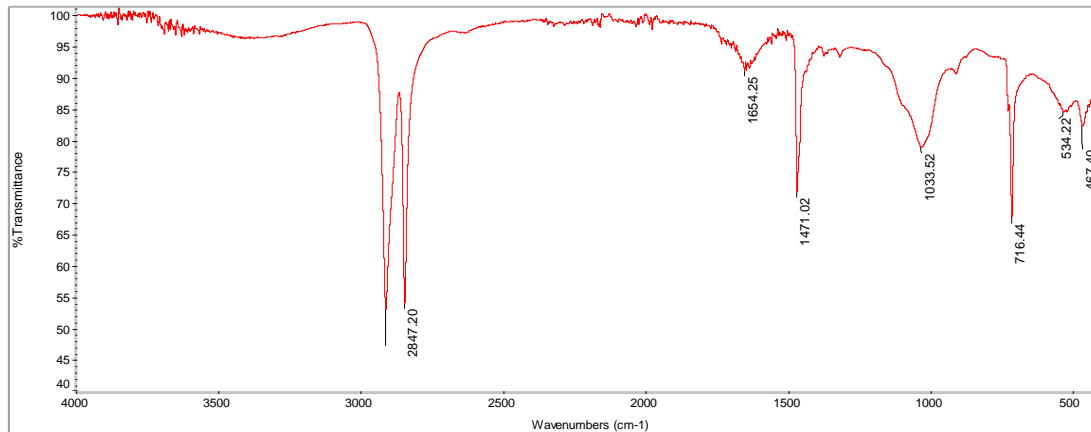
Search type: Correlation

Hit List:

Index	Match	Compound name	Library
324	77.69	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives
17997	76.59	Polypropylene, isotactic, average MW ca. 250,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
942	76.25	Polypropylene, isotactic	HR Hummel Polymer and Additives
975	74.28	Polypropylene + Vistalon 404, 1:1	HR Hummel Polymer and Additives
303	74.08	Polypropylene + 20% talcum	HR Hummel Polymer and Additives
566	73.50	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives
737	72.71	Polypropylene	HR Nicolet Sampler Library
624	72.03	Polypropylene+poly(ethylene:propylene)	HR Nicolet Sampler Library
41	70.88	POLY(PROPYLENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library
322	70.46	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives

Title: (SB)Fragmen Biru

Mon Jun 24 09:18:15 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 24 09:13:12 2019 (GMT+07:00)  
 Mon Jun 24 09:18:05 2019 (GMT+07:00)

**FIND PEAKS:**

Spectrum: (SB)Fragmen Biru  
 Region: 4000.00 400.00  
 Absolute threshold: 93.177  
 Sensitivity: 50  
 Peak list:

Position:	Intensity:
418.22	84.601
467.40	82.238
534.22	84.410
716.44	67.593
1033.52	78.793
1471.02	71.632
1654.25	90.941
2847.20	53.866
2913.69	52.906

Spectrum: (SB)Fragmen Biru  
 Region: 3495.26-455.13  
 Search type: Correlation

**Hit List:**

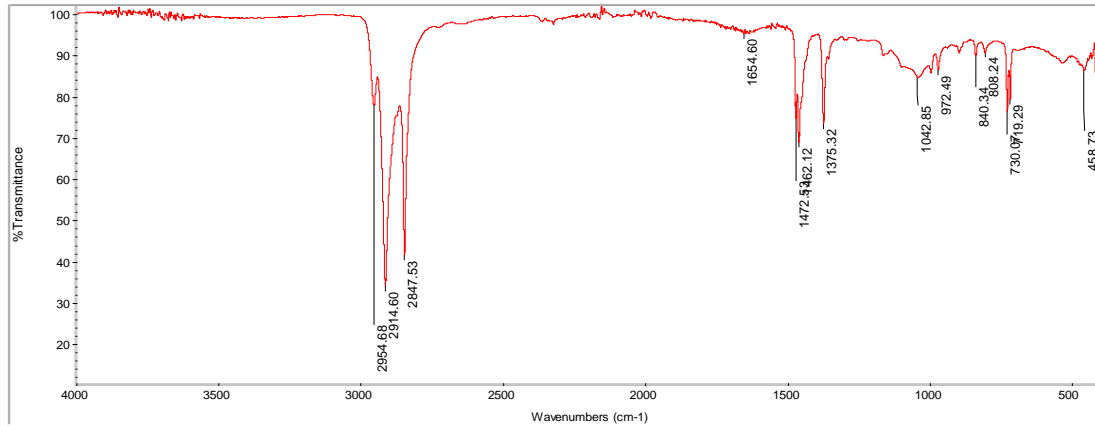
Index	Match	Compound name
95	81.78	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY
17868	78.72	Polyethylene, low density
625	78.69	polyethylene
17906	77.58	Polyethylene, oxidized, high molecular w
		eight
604	77.58	oxidized polyethylene
1	77.15	TRIACONTANE, 99%
1355	73.74	Octadecanoic acid; Stearic acid
3161	72.51	16-Hydroxyhexadecanoic acid, 98%
31	71.72	Triacontane, 99%
645	70.82	1-Triacontanol, 96%

Library

- Aldrich Condensed Phase Sample 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 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

Title: S(SB) Fragment Transparent

Mon Jun 24 14:55:21 2019 (GMT+07:00)



Collection time: Mon Jun 24 10:02:00 2019 (GMT+07:00)

Mon Jun 24 14:55:08 2019 (GMT+07:00)

FIND PEAKS:

Spectrum: S(SB) Fragment Transparent

Region: 4000.00 400.00

Absolute threshold: 99.360

Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity	87.574
408.44	Intensity:	87.574
419.57	Intensity:	85.446
458.73	Intensity:	86.159
719.29	Intensity:	79.259
730.07	Intensity:	76.279
808.24	Intensity:	90.550
840.34	Intensity:	89.967
972.49	Intensity:	86.352
1042.85	Intensity:	84.535
1375.32	Intensity:	73.115
1462.12	Intensity:	68.706
1472.53	Intensity:	74.610
1654.60	Intensity:	95.031
2847.53	Intensity:	41.395
2914.60	Intensity:	33.929
2954.68	Intensity:	77.603

Spectrum: S(SB) Fragment Transparent

Region: 3495.26-455.13

Search type: Correlation

Hit List:

Index	Match	Compound name
625	87.01	polyethylene
17868	87.00	Polyethylene, low density
33	84.99	Triacontane, 98%
95	84.01	POLY(ETHYLENE), LOW DENSITY
1355	83.95	Octadecanoic acid; Stearic acid
35	83.84	Hexatriacontane, 98%
645	83.08	1-Triacontanol, 96%
30	82.61	Nonacosane, 99%
28	82.09	Heptacosane, 99%
2977	82.07	Triacontanoic acid, 98%

Library

HR Nicolet Sampler Library
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
Aldrich Condensed Phase Sample Library
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 Aldrich FT-IR Collection Edition II

**“Halaman ini sengaja dikosongkan”**

## BIOGRAFI PENULIS



Penulis penelitian ini memiliki nama lengkap Bagas Ari Wijaya. Penulis lahir pada tanggal 01 Juli 1997 di Kabupaten Bojonegoro, Provinsi Jawa Timur. Penulis telah menempuh pendidikan dasar di SDN Padangan 02 pada tahun 2003-2009. Kemudian dilanjutkan menempuh pendidikan tingkat menengah di SMPN 01 Bojonegoro pada tahun 2009-2012. Sedangkan pendidikan tingkat atas ditempuh di SMAN 01 Bojonegoro pada tahun 2012-2015. Penulis melanjutkan pendidikan sarjana di Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan, dan Kebumihan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2015 dan terdaftar dengan NRP 03211540000109.

Selama masa perkuliahan, penulis aktif dalam organisasi kemahasiswaan Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) sebagai koordinator Steering Committee Kaderisasi periode 2017/2018. Penulis juga aktif sebagai Pemandu Latihan Ketrampilan Manajemen Mahasiswa (LKMM) ITS dari Dikti. Selain itu penulis juga aktif di organisasi Ikatan Mahasiswa Teknik Lingkungan Indonesia (IMTLI) sebagai Kepala Departemen Dalam Negeri periode 2016/2017, serta ikut dalam berbagai kepanitiaan kegiatan. Berbagai pelatihan dan seminar pada bidang lingkungan dan kepemimpinan pernah diikuti oleh penulis sebagai bentuk pengembangan diri. Penulis pernah melaksanakan kerja praktik di PT. Pertamina EP Asset III Jatibarang Field di bidang *Health, Safety, Security, and Environment* pada bulan Juni-Juli 2018. Penulis dapat dihubungi melalui *e-mail* wijayabagasaki@gmail.com.



KTA-S1-TL-03 TUGAS AKHIR

Kode/SKS : RE141581 (0/6/0)

Periode: Genap 2018/2019

No. Revisi: 01

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

Nilai TOEFL : 423

Hari, tanggal

Pukul :

Lokasi :


Judul : Distribusi Mesoplastik dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Kecamatan Driyorejo hingga Kecamatan Karang Pilang

Nama : Bagas Ari Wijaya

Tanda Tangan

NRP. : 03211540000109

Topik : Penelitian

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Seminar Kemajuan Tugas Akhir
-	Tidak perlu ada studi pengendalian pencemaran plastik -
-	Perluasan diskusi ttg distribusi NIP & NCP.
	 28/5

Dosen Pembimbing akan menyerahkan formulir KTA-02 ke Sekretariat Program Sarjana

Formulir ini harus mahasiswa dibawa saat asistensi kepada Dosen Pembimbing

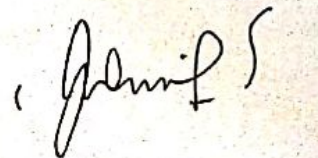
Formulir dikumpulkan bersama revisi buku setelah mendapat persetujuan Dosen Pembimbing

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

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





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

Kode/SKS : RE141581 (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 : 09.30 - 11.30 WIB  
Lokasi : TL - 102  
Judul : Distribusi Meso- dan Mikroplastik di Kali Surabaya pada Segmen Driyorejo hingga Karang Pilang

Nilai TOEFL 460

Nama : Bagas Ari Wijaya  
NRP. : 03211540000109  
Topik : Penelitian

Tanda Tangan

No./Hal.	Ringkasan dan Saran Dosen Pembimbing Ujian Tugas Akhir
-	<p>Grafik ini 1 spasi dgn daftar sumber, daftar tabel.</p> <p style="text-align: right;">JempS</p>

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

( JempS )

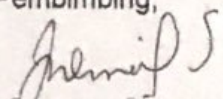


**FORMULIR PERBAIKAN LAPORAN TUGAS AKHIR**

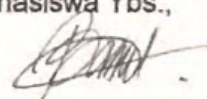
Nama : BAGAS ARI WIJAYA  
NRP : 03211540000109  
Judul Tugas Akhir : DISTRIBUSI MESO- DAN MIKROPLAMIK DI KALI SURABAYA  
PADA SEGMENT BRYOREJO HINGGA KARANG PUKANG

No	Saran Perbaikan (sesuai Form UTA-02)	Tanggapan / Perbaikan (bila perlu, sebutkan halaman)
1	Daftar isi, daftar gambar, daftar tabel spasi juga 1	Sudah diperbaiki sesuai dengan format laporan TUGAS AKHIR.

Dosen Pembimbing,

  
Prof. Dr. Yuliana Trihadiningrum, M.App.Sc  
NIP. 195 30706 198403 2 004

Mahasiswa Ybs.,

  
BAGAS ARI WIJAYA  
03211540000109



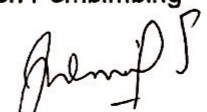


KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : BADAS API WIJAYA  
NRP : 0321154000109  
Judul : DISTRIBUSI MESOPLASTIK DAN MIKROPLASTIK DI KALI SURABAYA PADA  
SEGMENT KECAMATAN DRIYOREJO HINGGA KECAMATAN KARANG PILANG

No	Tanggal	Keterangan Kegiatan / Pembahasan	Paraf
1	11/04/19	Tinjauan hasil sortasi awal dan pembuatan kurva.	Jemif S
2	29/04/19	Asistensi model Grafik Distribusi	Jemif S
3.	30/04/19	Asistensi Draft laporan	Jemif S
4.	2/05/19	Asistensi Draft total, format penulisan, format grafik, format Tabel	Jemif S
5.	29/05/19	Revisi Progress laporan	Jemif S
6.	28/05/19	Revisi Progress Laporan	Jemif S
7.	25/06/19	Asistensi hasil sampling sumber brantas	Jemif S
8.	27/06/19	Asistensi final	Jemif S

Surabaya, 25 Juni 2019  
Dosen Pembimbing

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