

**ANALISIS KELIMPAHAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN
SEDIMEN DI SUNGAI WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Oleh:

**VIDA ALMAHDAHULHIZAH
NIM. 155080101111063**



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**ANALISIS KELIMPAHAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN
SEDIMEN DI SUNGAI WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

ANALISIS KELIMPAHAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN
SEDIMEN DI SUNGAI WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR

Oleh:
VIDA ALMAHDAHULHIZAH
NIM. 155080101111063

telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 26 juni 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan
Manajemen Sumberdaya Perairan

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. M. Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal : 12 JUL 2019

Dr. Ir. Supriatna, MS
NIP. 19640515 199003 1 003
Tanggal : 12 JUL 2019

IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : ANALISIS KELIMPAHAN DAN JENIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN DI SUNGAI WONOREJO, SURABAYA, JAWA TIMUR

Nama Mahasiswa : Vida Almahdahulhizah

NIM : 155080101111063

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Penguji Pembimbing

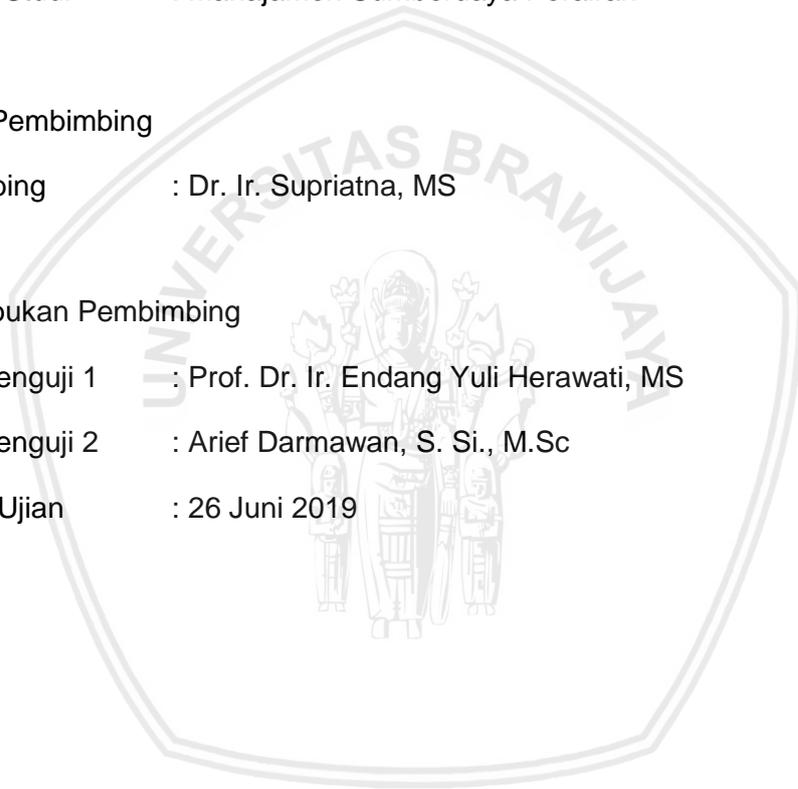
Pembimbing : Dr. Ir. Supriatna, MS

Penguji bukan Pembimbing

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Endang Yuli Herawati, MS

Dosen Penguji 2 : Arief Darmawan, S. Si., M.Sc

Tanggal Ujian : 26 Juni 2019



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi ini merupakan benar-benar hasil karya saya sendiri. Dalam skripsi ini tidak terdapat hasil karya atau pendapat orang lain atau tulisan yang telah diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan telah disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila di kemudian hari telah ditemukan naskah ini merupakan hasil dari penjiplakan atau plagiasi. Maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai dengan hukum yang berlaku.



Malang, 20 Juni 2019
Mahasiswa

Vida Almahdahulhizah
NIM.155080101111063

UCAPAN TERIMA KASIH

Tidak lupa saya sebagai penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Allah S.W.T yang telah memberikan berkat, karunia, kesehatan dan kelancaran sehingga atas izin-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan ini.
2. Orang Tua dan keluarga yang dengan tulus selalu memberikan suport dan doa untuk menyelesaikan penelitian hingga penyusunan laporan.
3. Bapak Dr. Ir. Supriatna, MS selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dengan baik dalam penyusunan laporan skripsi.
4. Bapak Suwito selaku Koordinator Ekowisata Mangrove Wonorejo dan Ibu Ari selaku Administrasi Ekowisata Mangrove Wonorejo yang sudah memberi izin dan pengarahan serta Bapak Agus dari Kelompok Tani yang selalu membantu dalam proses pengambilan sampel.
5. Teman-teman Rata's (Faisal, Rahmat, Makata, Fahmi, Aisyah, Kenny dan Diva) yang selalu menemani dan memberikan dukungan selama penyelesaian laporan skripsi.
6. Teman yang selalu membantu Shely Paulinadan dan Fernanda Bertha yang selalu memberikan semangat untuk menyelesaikan laporan skripsi.
7. Teman-teman mikroplastik Damang Yanuar yang selalu membantu, serta Kenny, Maulina, Wahyu dan Trianita yang selalu menghibur.
8. Seluruh mahasiswa Manajemen Sumberdaya Perairan FPIK UB angkatan 2015 yang selalu memberikan dukungan agar terselesainya laporan skripsi.

RINGKASAN

Vida Almahdahulhizah. Skripsi tentang Analisis Kelimpahan dan Jenis Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur (Di bawah Bimbingan **Dr. Ir. Supriatna, MS**)

Mikroplastik merupakan partikel plastik yang berukuran kecil ≤ 5 mm. Plastik sendiri mempunyai sifat sulit terdegradasi, plastik membutuhkan waktu yang lama agar dapat terdekomposisi (terurai) dengan sempurna, sekitar 100 hingga 500 tahun. Pemakaian plastik yang terus menerus dan dibuang langsung ke lingkungan dapat berdampak pada perairan dan terbawa oleh arus sehingga bercampur dan mengendap di sedimen. Sungai Wonorejo, merupakan salah satu wilayah daerah aliran sungai yang ada di Surabaya yang menjadi muara bagi beberapa sungai lain. Muara sungai Wonorejo terdapat Ekowisata Mangrove yang dibuka untuk umum. Waktu penelitian pada bulan Februari – April 2019. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kelimpahan dan jenis mikroplastik, serta mengetahui perbedaan kelimpahan antar stasiun dan hubungan kelimpahan pada air maupun sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode deskriptif dengan menggunakan teknik survei. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel dengan metode *purposive sampling*, metode ini dipilih karena dapat menentukan titik pengambilan sampel berdasarkan keperluan peneliti. Terdapat tiga titik lokasi pengambilan sampel, stasiun 1 (muara), stasiun 2 (mangrove), dan stasiun 3 (pemukiman). Prosedur penelitian dilakukan pengambilan sampel di lapangan yaitu sampel air dan sedimen, selanjutnya di lanjutkan ke laboratorium dan di analisis. Analisis data menggunakan SPSS ANOVA untuk mengetahui perbedaan kelimpahan dan SPSS Korelasi *Pearson* untuk mengetahui hubungan sampel air dengan sedimen dan seberapa kuat hubungan antar dua variabel. Kualitas air yang diukur terdiri dari suhu, arus, pH, dan oksigen terlarut (DO).

Hasil penelitian menunjukkan jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air dan sedimen yaitu sama, jenis film, fragmen dan fiber. Jenis mikroplastik yang di temukan pada sampel air maupun sedimen yang mendominasi yaitu jenis fragmen, sampel air dengan persentase sebesar 55,36% dan sedimen dengan persentase sebesar 54,46%. Kelimpahan mikroplastik yang didapat pada sampel air dari ketiga stasiun berkisar antara 125-14375 partikel/m³. Kelimpahan mikroplastik yang didapatkan pada sampel sedimen dari ketiga stasiun berkisar antara 389,61 partikel/kg-24880,95 partikel/kg. Pada analisis data uji ANOVA hasil yang didapat tidak adanya perbedaan kelimpahan mikroplastik pada sampel air dan sampel sedimen di stasiun yang berbeda. Nilai signifikansi antara kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen sebesar 0,040 yang artinya, hubungan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen berkorelasi. Nilai *pearson correlation* yang didapat dari uji analisis tersebut sebesar 0,688 yang masuk dalam kategori korelasi kuat. Hasil data kualitas air pada suhu berkisar antara 26-31°C, kecepatan arus berkisar antara 0,61-0,12 m/s, pH berkisar antara 7-8, dan DO berkisar antara 3,39-7,59 mg/l.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disarankan untuk peneliti selanjutnya agar dilakukan pengujian terhadap berat jenis mikroplastik sehingga dapat di ketahui pendistribusian mikroplastik di perairan. Serta peneliti selanjutnya disarankan agar melakukan analisis tentang pendegradasian mikroplastik oleh organisme.

KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul **“Analisis Kelimpahan dan Jenis Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur”**. Sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Dalam penyusunan laporan ini tentunya tidak sedikit hambatan yang penulis hadapi. Penulis sangat menyadari bahwa dalam tulisan ini terdapat kekurangan dan keterbatasan, walaupun telah diupayakan segala kemampuan yang dimiliki. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi yang membutuhkan.

Malang, 20 Juni 2019

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian.....	4
1.5 Waktu Dan Tempat.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pencemar Plastik.....	6
2.2 Mikroplastik	7
2.2.1 Sumber Mikroplastik.....	8
2.2.2 Mekanisme Pendegradasian Mikroplastik.....	9
2.2.3 Jenis dan Bentuk Mikroplastik	12
2.2.4 Warna Mikroplastik.....	14
2.2.5 Faktor Distribusi Mikroplastik.....	15
2.2.6 Mikroplastik dalam Air	16
2.2.7 Mikroplastik dalam Sedimen.....	16
2.2.8 Dampak Mikroplastik	17
2.3 Kualitas Air	17
2.3.1 Fisika.....	17
2.3.2 Parameter Kimia.....	18
3 METODE PENELITIAN	20
3.1 Materi Penelitian	20
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	20
3.3 Metode Penelitian	20
3.3.1 Data Primer	21
3.3.2 Data Sekunder	21
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.5 Pengambilan Data di Lapang.....	23
3.5.1 Sampel Air.....	23
3.5.2 Sampel Sedimen	23
3.6 Prosedur Penelitian di Laboratorium.....	23
3.6.1 Menganalisis Mikroplastik pada Sampel Air.....	23
3.6.2 Menganalisis Mikroplastik pada Sampel Sedimen	25
3.6.3 Identifikasi Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen.....	27
3.7 Analisis Data	28



3.7.1	Analisis Perbedaan Kelimpahan Mikroplastik	28
3.7.2	Analisi Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen ..	28
3.8	Pengambilan Data Kualitas Air	29
3.8.1	Parameter Fisika	29
3.8.2	Parameter Kimia.....	30
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1	Gambaran Lokasi Penelitian.....	32
4.1.1	Deskripsi Karakteristik Titik Lokasi Pengambilan Sampel.....	33
4.2	Jenis-jenis Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen	36
4.3	Kelimpahan Jenis Mikroplastik Pada Perairan	37
4.4	Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen Setiap Stasiun .	38
4.4.1	Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Air.....	38
4.4.2	Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen	40
4.5	Analisis Data	42
4.5.1	Perbedaan Kelimpahan Sampel Air.....	42
4.5.2	Perbedaan Kelimpahan Sampel Sedimen	44
4.5.3	Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen.....	45
4.6	Hasil Parameter Kualitas Air.....	46
4.6.1	Parameter Fisika	47
4.6.2	Parameter Kimia.....	49
5.	KESIMPULAN DAN SARAN.....	53
5.1	Kesimpulan.....	53
5.2	Saran.....	54
	DAFTAR PUSTAKA.....	55
	LAMPIRAN.....	64

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian	5
2. Faktor-faktor yang Berpotensi Mempengaruhi Degradasi Polimer <i>Plastic</i>	7
3. Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk	14
4. Warna Mikroplastik	14
5. Kelimpahan Rata-rata Jenis Mikroplastik di Perairan	37
6. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Data Sampel Air	42
7. Hasil Uji <i>One-Way</i> ANOVA	43
8. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Data Sampel Sedimen	44
9. Hasil Uji <i>One-Way</i> ANOVA	45
10. Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen	45
11. Kisaran Pengukuran Kualitas Air.....	47



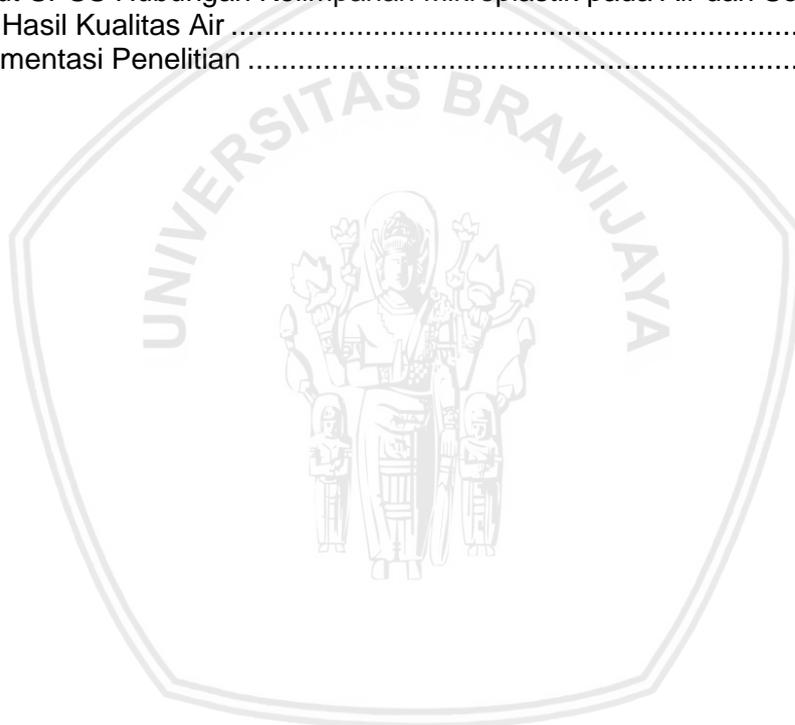
DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Jenis Mikroplastik dengan Pembesaran 10 Kali	13
2. Prosedur Penelitian secara umum	22
3. Tahap Menganalisis Mikroplastik pada Sampel Air	24
4. Tahap Penelitian Mikroplastik pada Sedimen	26
5. Peta Lokasi Penelitian di Sungai Wonorejo, Surabaya	33
6. Stasiun Muara (Dokumentasi Penelitian, 2019)	34
7. Stasiun Mangrove (Dokumentasi Penelitian, 2019)	35
8. Stasiun Pemukiman (Dokumentasi Penelitian, 2019)	36
9. Jenis Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen	36
10. Kelimpahan Mikoplastik pada Sampel Air	38
11. Kelimpahan Mikoplastik pada Sampel Sedimen	40
12. Diagram Batang Suhu	47
13. Diagram Batang Kecepatan Arus	48
14. Diagram Batang pH	49
15. Diagram Batang DO	51



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Fungsi Alat dan Bahan.....	64
2. Volume Air	67
3. Berat Basah dan Berat Kering Sedimen.....	68
4. Jumlah Partikel pada Sampel Air	69
5. Jumlah Partikel pada Sampel Sedimen.....	70
6. Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Air	71
7. Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Sedimen	72
8. Output SPSS Kelimpahan Mikroplastik pada Air	73
9. Output SPSS Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen	74
10. Output SPSS Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen ...	75
11. Data Hasil Kualitas Air	76
12. Dokumentasi Penelitian	77



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan suatu bahan sintetis dari berbagai penyusun polimer. Plastik banyak digunakan dalam kehidupan manusia, hampir semua produk menggunakan plastik baik sebagai kemasan atau bahan dasar (Susilawati *et al.*, 2011). Plastik sendiri dikonsumsi sekitar 100 juta ton/tahun diseluruh dunia. Setiap tahun penggunaan plastik mengalami peningkatan, peningkatan produksi plastik dunia disebabkan plastik mempunyai keunggulan seperti awet, kuat, ringan, transparan, dan harga relatif murah (Surdia dan Shinroku, 2000). Plastik mempunyai sifat sulit terdegradasi (*non-biodegradable*), sampah plastik dapat bertahan hingga bertahun-tahun sehingga menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Plastik diperkirakan membutuhkan 100 hingga 500 tahun agar dapat terdekomposisi (terurai) sempurna (Karuniastuti, 2016).

Sampah plastik yang dibuang ke lingkungan pada akhirnya akan masuk ke wilayah perairan (Victoria, 2017). Menurut Zhao *et al.* (2014), air hujan dapat membawa sampah plastik yang ada didarat masuk ke perairan. Hujan dapat membantu tingkat akumulasi plastik akan semakin tinggi. Moore *et al.* (2004) menambahkan, arus dapat membawa sampah sampai ke laut. Hampir semua jenis plastik akan melayang ataupun mengapung dalam badan air. Hal ini akan menyebabkan plastik terkoyak-koyak dan terdegradasi oleh sinar matahari (*photodegradasi*), oksidasi, dan abrasi mekanik membentuk partikel-partikel plastik (Thompson *et al.* 2009). Partikel plastik yang berukuran kecil ≤ 5 mm disebut mikroplastik (Thompson *et al.* 2004), ukuran mikroplastik yang sangat kecil sehingga keberadaan mikroplastik sulit untuk terdeteksi dan pada akhirnya jumlah mikroplastik akan semakin meningkat terutama keberadaannya di suatu perairan.

Keberadaan dan konsentrasi jumlah mikroplastik disuatu perairan cenderung lebih banyak ditemukan di perairan laut (Cole *et al.*, 2011) namun sumber mikroplastik sekitar 70-80% berasal dari daratan dan sungai yang nantinya akan mengalir menuju ke laut (Jambeck *et al.*, 2015). Hal ini dikarenakan aliran sungai melintasi banyak pemukiman warga dan kegiatan industry, sehingga aliran sungai ini akan membawa berbagai limbah termasuk limbah plastik. Mikroplastik yang ditemukan tidak hanya di air tetapi juga pada sedimen dan dapat mempengaruhi komoditas yang terkontaminasi (Coppock *et al.*, 2017). Mikroplastik dapat terakumulasi dalam jumlah yang tinggi pada air dan sedimen (Hidalgo-Ruz *et al.*, 2012).

Sungai Wonorejo, merupakan salah satu wilayah daerah aliran sungai (DAS) yang ada di Surabaya. Perairan Pesisir Wonorejo merupakan bagian dari Pantai Timur Surabaya (Pamurbaya) yang menerima aliran sungai dari Kali Jagir Wonokromo, Wonorejo, dan Gunung Anyar. Muara perairan Wonorejo berpotensi tercemar karena yang dibawa dari tiga aliran sungai tersebut dapat menyebabkan pencemaran hingga ke laut (Sari *et al.*, 2017). Di muara Wonorejo juga terdapat Ekowisata Wisata Mangrove yang dibuka untuk umum. Ekowisata Mangrove Wonorejo memiliki luas 648.453 Ha yang berperan penting dalam menjaga daratan dari abrasi pantai (Wahyuni, *et al.* 2015). Kondisi Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo saat ini cukup memprihatinkan dengan volume sampah yang banyak masuk di kawasan ini yang berasal dari pemukiman warga. Selain itu wisatawan juga banyak membuang sampah plastik sembarangan di tempat ini sehingga menyebabkan matinya mangrove dan berkurangnya burung yang bermigrasi dan singgah di kawasan ini (Sunjaya. *et al.*, 2015). Oleh karena itu mikroplastik menjadi sorotan utama peneliti dalam pencemaran. Perlu dilakukan analisis kandungan mikroplastik yang terdapat di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo dan beberapa sungai disekitarnya.

1.2 Rumusan Masalah

Sungai Wonorejo merupakan muara bagi beberapa aliran sungai, dimana aliran sungai melewati kawasan industri, pemukiman penduduk dan aktivitas manusia yang dapat menyebabkan pencemaran sampah plastik. Sampah plastik akan terakumulasi di dalam air dan sedimen, plastik dapat terdegradasi menjadi ukuran yang lebih kecil (mikroplastik). Berdasarkan uraian diatas, rumusan masalah yang dapat diambil sebagai berikut:

1. Mikroplastik jenis apa saja yang ditemukan pada air dan sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur?
2. Berapa kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada air dan sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur?
3. Bagaimana perbandingan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen yang ditemukan di stasiun yang berbeda?
4. Bagaimana hubungan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen?

1.3 Tujuan Penelitian

Kegiatan dari penelitian ini bertujuan untuk sebagai berikut :

1. Mengetahui jenis mikroplastik apa saja yang ditemukan pada sampel air dan sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur.
2. Mengetahui kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel perairan dan sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur.
3. Menganalisis perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen yang di temukan pada stasiun yang berbeda.
4. Menganalisis hubungan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen.

1.4 Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan yang didapatkan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mahasiswa dapat meningkatkan pengetahuan mengenai mikroplastik, serta dapat mengetahui prosedur penelitian untuk menganalisis kelimpahan dan jenis mikroplastik yang terdapat pada air dan sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur.
2. Masyarakat dapat memperoleh informasi secara teoritis dari mahasiswa serta menambah wawasan mengenai jenis mikroplastik apa saja yang terdapan pada air dan sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur.
3. Penelitian ini diharapkan mampu menambah daftar penelitian mengenai mikroplastik di Indonesia, serta diharapkan dapat menjadi sumber refrensi untuk penelitian selanjutnya.

1.5 Waktu Dan Tempat

Kegiatan penelitian ini dilaksanakan pada bulan 6 Februari - April 2019 di Sungai Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya, Jawa Timur. Laboratorium Hidrobiologi Divisi Lingkungan dan Bioteknologi Perairan dan Laboratorium Ilmu Teknologi Hasil Perikanan Divisi Perekayasaan Hasil Perikanan dan Divisi Keamanan Hasil Perikanan. Adapun rencana kegiatan untuk menyelesaikan penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1 :

Tabel 1. Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Januari					Februari				Maret				April					Mei		
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	
1	Persiapan Tema dan Judul Penelitian																					
2	Survei Lokasi																					
3	Penyusunan dan Konsultasi Proposal																					
4	Pelaksanaan Penelitian																					
5	Pengumpulan Data dan Penyusunan Laporan																					
6	Bimbingan dan Revisi Laporan																					

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemar Plastik

Plastik adalah bahan sintesis dari hasil polimerisasi (*polycondensation*) berbagai macam monomer (*stirena, vinil klorida butadiene* dan *akrilonitril*) (Mujiarto, 2005). Polimerisasi adalah proses penggabungan beberapa molekul sederhana (monomer) melalui proses kimia menjadi molekul besar (makromolekul atau polimer). Polimer plastik merupakan material yang sangat stabil sehingga akan tetap berada dalam kondisi utuh sebagai polimer dalam jangka waktu yang lama (Honhenblum *et al.*, 2015). Dengan kata lain, material plastik yang masuk ke lingkungan sebagai limbah plastik tidak akan terurai dalam waktu dekat. Jika limbah tersebut masuk ke sungai, maka ia akan terbawa arus sampai ke laut. Sampah plastik dapat mencemari dan mengganggu organisme yang ada di sungai maupun laut (Moore *et al.*, 2004). Dampak kontaminasi sampah plastik pada kehidupandi perairan dipengaruhi oleh ukuran sampah tersebut. Sampah plastik yang berukuran besar, seperti benang pancing dan jaring, seringkali menyebabkan hewan-hewan terbelit. Sampah plastik yang lebih kecil, seperti tutup botol, korekapi, dan pelet plastik, dapat tertelan oleh organisme perairan dan menyebabkan penyumbatan usus serta potensi keracunan bahan kimia (Tankovicet *al.*, 2015).

Plastik terbagi menjadi 3 kategori yaitu termoplastik, termosets dan elastomer. Termoplastik melunak saat dipanaskan dan mengeras saat didinginkan. Termoset tidak dapat melunak setelah dibentuk. Elastomer adalah polimer elastis yang dapat kembali ke bentuk awal setelah ditarik (Lusher dan Peter, 2017). Menurut Widianorko dan Inneke, (2018) ada beberapa faktor-faktor yang berpotensi mempengaruhi degradasi polimer *plastic*, dapat dilihat pada pada Tabel 2:

Tabel 2. Faktor-faktor yang Berpotensi Mempengaruhi Degradasi Polimer *Plastic*

Biologis	Kimiawi	Fisika/ Mekanis
Jamur, Bakteri	Hidrolisis	Pencucian
Predator	Oksidasi	Sinar matahari
Organisme yang lebih tinggi	Iklim	Tekanan yang lebih tinggi

(Widianorko dan Inneke, 2018)

2.2 Mikroplastik

Mikroplastik pertama kali diidentifikasi keberadaannya pada sekitar tahun 1970 (Carpenter *et al.*, 1972 dalam Dehaut *et al.*, 2016). Mikroplastik merupakan partikel plastik kecil yang memiliki diameter kurang dari 5 mm. Mikroplastik mempunyai sifat yang sulit terurai, sehingga membuat material ini akan tetap ada dalam jangka waktu yang lama (Thompson *et al.*, 2004). Ukuran mikroplastik yang sangat kecil dan jumlahnya yang banyak di perairan sungai maupun laut membuat sifatnya *ubiquitous* dan *bioavailability* bagi organisme. Akibatnya mikroplastik dapat termakan oleh biota laut tingkat rendah sampai tingkat tinggi (Li *et al.*, 2016).

Menurut Tankovic (2015), mikroplastik terbagi menjadi 2 kategori ukuran besar yaitu (1-5 mm) dan kecil (<1 mm), selain itu ada nanoplastik memiliki ukuran <1 μ m (Zhang *et al.*, 2017). Mikroplastik merupakan salah satu bagian dari sampah laut yang apabila menumpuk di wilayah perairan akan menyebabkan terganggunya rantai makanan pada ikan (Dewi *et al.*, 2015). Mikroplastik secara luas digolongkan menurut karakter morfologi yaitu ukuran, bentuk, warna. Ukuran menjadi faktor penting berkaitan dengan jangkauan efek yang terkena pada organisme. Luas permukaan yang besar dibandingkan rasio volume dari sebuah partikel kecil membuat mikroplastik berpotensi melepas dengan cepat bahan kimia (Velzeboer *et al.*, 2014 dalam Lusher dan Peter, 2017).

2.2.1 Sumber Mikroplastik

Sumber mikroplastik adalah sampah plastik yang tidak tertangani dengan baik dan dibuang begitu saja ke lingkungan (Widianorko dan Inneke, 2018). Mikroplastik berasal dari berbagai sumber, termasuk dari puing plastik yang lebih besar dan terdegradasi menjadi potongan yang lebih kecil. Partikel kecil ini mudah melewati sistem penyaringan air dan berakhir di laut ataupun sungai-sungai dan danau, menimbulkan ancaman potensial bagi kehidupan di perairan.

Menurut Victoria (2017), sumber mikroplastik terbagi menjadi dua yaitu primer dan sekunder, sebagai berikut :

1. Mikroplastik Sekunder

Mikroplastik yang dihasilkan akibat fragmentasi plastik yang lebih besar. Sumber sekunder meliputi serat atau potongan hasil pemutusan rantai dari plastik yang lebih besar yang mungkin terjadi sebelum mikroplastik memasuki lingkungan. Potongan ini dapat berasal dari jala ikan, bahan baku industri, alat rumah tangga, kantong plastik yang memang dirancang untuk terdegradasi di lingkungan, serat sintesis dari pencucian pakaian, atau akibat pelapukan produk *plastic*.

2. Mikroplastik Primer

Merupakan butiran plastik murni yang mencapai wilayah laut akibat kelalaian dalam penanganan. Sumber primer mencakup kandungan plastik dalam produk-produk pembersih dan kecantikan, pelet untuk pakan hewan, bubuk resin, dan umpan produksi plastik. Mikroplastik yang masuk ke wilayah perairan melalui saluran limbah rumah tangga, umumnya mencakup *polietilen*, *polipropilen*, dan *polistiren*.

2.2.2 Mekanisme Pendegradasian Mikroplastik

Degradasi adalah proses yang melibatkan perubahan fisik atau kimia dalam polimer akibat faktor lingkungan seperti cahaya, panas, kondisi kimia atau aktivitas biologis (Tarr, 2003). Degradasi mencerminkan perubahan dalam sifat-sifat material seperti sifat mekanik, karakteristik, perubahan warna, pemisahan fasa dan lain sebagainya (Singh dan Sharma, 2008). Mikroplastik berasal dari proses pendegradasian plastik menjadi polimer-polimernya, dimana plastik dapat mengalami perubahan sifat akibat adanya pengaruh bahan kimia, fisika maupun reaksi biologis sehingga dapat menghasilkan potongan ikatan yang disebut dengan degradasi polimer plastik (Pospisil *et al.*, 1998). Menurut Grassie dan Scott (1998), degradasi polime plastik telah diklasifikasikan tergantung pada sifat penyebabnya, seperti degradasi toto-oksidadif, degradasi thermal, degradasi induksi ozon, degradasi mekanik-kimia, degradasi katalitik, dan biodegradasi sebagai berikut:

a. Degradasi Foto-oksidadif

Degradasi foto-oksidadif merupakan sebuah proses pendegradasian polimer plastik dengan memanfaatkan bantuan sinar UV, dimana sebagian polimer plastik sintetis rentan terurai apabila terkena sinar UV (Sheldrick dan Vogl, 2004). Proses pendegradasian ini dapat merubah sifat fisik dari plastik, dimana efeknya adalah hilangnya sifat mekanik polimer, perubahan berat molekul serta warnanya akan menguning (Martin *et al.*, 2003).

b. Degradasi Thermal

Degradasi thermal adalah proses pendegradasian yang dapat diklasifikasikan menjadi degradasi oksidadif. Degradasi thermal nantinya akan terjadi pada sebagian besar sampel polimer (Tayler, 2004), dimana proses pendegradasiannya terjadi secara acak melalui

reaksi depolimerisasi yang memanfaatkan bantuan suhu panas dan sinar UV (Teare *et al.*, 2000). Degradasi thermal polimer nantinya akan menyebabkan penurunan berat molekul polimer, pemotongan rantai ujung dari ikatan karbon serta menghasilkan produk yang mudah menguap (Singh dan Sharma, 2008).

c. Degradasi Induksi Ozon

Ozon di atmosfer bumi dapat menyebabkan degradasi polimer plastik di dalam kondisi yang normal, dimana ketika proses oksidatif terjadi sangat lambat, disisi lainnya polimer plastik akan mempertahankan sifatnya untuk waktu yang lebih lama lagi (Cataldo *et al.*, 2000). Kehadiran ozon di udara meskipun dalam konsentrasi yang sangat kecil dapat membuat polimer menjadi jenuh dan sulit terdegradasi (Kefeli *et al.*, 1971), di dalam polimer yang jenuh ini terdapat pembentukan senyawa yang mengandung oksigen serta akan terjadi perubahan berat molekul dan penurunan sifat mekaniknya (Andrady *et al.*, 1998).

d. Degradasi Mekanik-Kimia

Degradasi mekanik-kimia adalah proses pendegradasian yang disebabkan oleh tekanan mekanik oleh adanya radiasi ultrasonik yang kuat (Li *et al.*, 2006). Degradasi mekanik-kimia merupakan proses degradasi yang nantinya menyebabkan kerusakan rantai molekul polimer dengan bantuan reaksi kimia. Pada dasarnya perusakan rantai molekul ini dibantu oleh adanya oksigen, dimana oksigen lebih mudah bereaksi dengan berbagai senyawa sehingga nantinya akan menyebabkan kerusakan rantai permanen pada polimer plastik (Ghosh, 1990). Di dalam degradasi mekanik-kimia, polimer akan mengalami tekanan mekanik

melalui pengadukan dengan kecepatan tinggi, dimana hal ini akan membuat molekul di dalam polimer akan terpecah serta dapat mengurangi berat molekul dari polimer tersebut (Baranwal, 2003).

e. Degradasi Katalitik

Degradasi katalitik adalah proses pendegradasian polyolefin (*polypropylene*, *polyethylene* dan *polystyrene*), dimana polimer-polimer plastik tersebut merupakan hasil limbah dari kegiatan industri dan domestik. Pada dasarnya degradasi katalitik merupakan pendegradasian polimer plastik dengan bantuan katalis, dimana katalis tersebut berfungsi untuk mempercepat reaksi pemecahan dan pembongkaran molekul polimer, menurunkan suhu proses perombakan dan lain sebagainya (Singh dan Sharma, 2008). Beberapa katalis yang biasa digunakan adalah perpaduan Pt-Co dan Pt- Mo (Gimouhopoulos *et al.*, 2000), katalis zeolite dan katalis non-zeolite (Lin dan Yen, 2006), katalis logam transisi (Cr, Ni, Mo, Co, Fe dengan bantuan Al_2O_3 , SiO_2) (Williams dan Bagri, 2003), zeolite (Jong-Ryeol *et al.*, 2004) dan zirkonium hidrida (Kaminsky dan Hartmann, 2000).

f. Biodegradasi

Biodegradasi adalah transformasi biokimiawi senyawa di dalam proses mineralisasi oleh mikroorganisme, dimana proses mineralisasi senyawa organik nantinya akan menghasilkan karbondioksida dan air pada kondisi aerob, serta gas metana dan karbondioksida pada kondisi anaerob (Palmisano dan Pettigrew, 1992). Biodegradasi polimer plastik menghasilkan polimer dengan kekuatan mekanik yang rendah (Lemm *et al.*, 1981), kerusakan rantai ikatan polimer,

penurunan berat molekul dan lain sebagainya (Hergenrother *et al.*, 1992). Selain itu, proses biodegradasi polimer plastik membuat polimer plastik terurai menjadi karbondioksida, metana, air, senyawa anorganik ataupun biomassa dimana berasal dari aksi enzimatik mikroorganisme (Singh dan Sharma, 2008). Mikroorganisme yang dapat membantu proses pendegradasian yaitu bakteri, seperti *Pseudomonas sp*, *Acinotebakter sp*, dan *Rhidococcus sp*, dan lain-lain.

2.2.3 Jenis dan Bentuk Mikroplastik

Umumnya jenis mikroplastik yang sering ditemukan diataranya seperti fiber, film, fragmen, dan pelet :

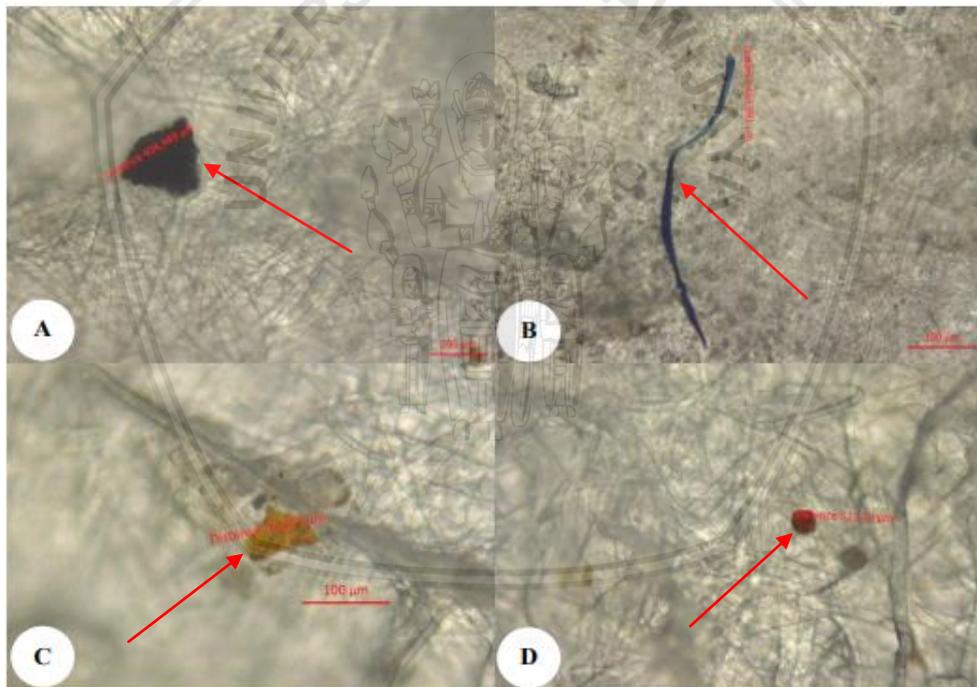
1. Jenis fiber, pada dasarnya berasal dari pemukiman penduduk yang berada didaerah pesisir dengan sebagian besar masyarakat yang bekerja sebagai nelayan. Aktivitas nelayan seperti penangkapan ikan dengan menggunakan berbagai alat tangkap, kebanyakan alat tangkap yang di pergunakan nelayan berasal dari tali (jenis fiber) atau karung plastik yang telah mengalami degradasi. Mikroplastik jenis fiber banyak digunakan dalam pembuatan pakaian, tali temali, berbagai bentuk penangkapan seperti pancing dan jaring tangkap (Nor dan Obbard, 2014).
2. Jenis film, merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas rendah. Film mempunyai densitas lebih rendah dibandingkan tipe mikroplastik lainnya sehingga lebih mudah di transportasikan hingga pasang tertinggi (Kingfisher, 2011).
3. Jenis fragmen, pada dasarnya berasal dari buangan limbah atau sampah dari pertokoan dan warung-warung makanan yang ada di lingkungan

sekitar merupakan salah satu dari sumber mikroplastik. Sumber limbah mikroplastik yang berasal dari pertokoan atau warung-warung makanan antara lain adalah: kantong-kantong plastik baik kantong plastik yang berukuran besar maupun kecil, bungkus nasi, kemasan-kemasan makanan siap saji dan botol-botol minuman plastik. Sampah plastik tersebut terurai menjadi serpihan kecil hingga membentuk fragmen (Dewi *et al.*, 2015).

4. Jenis pelet, merupakan mikroplastik primer yang langsung diproduksi oleh pabrik sebagai bahan baku pembuatan produk plastik (Kingfisher, 2011).

Jenis-jenis mikroplastik menurut Hiwari *et al.* (2017), dapat dilihat pada

Gambar 1:



Gambar 1. Jenis Mikroplastik dengan Pembesaran 10 Kali: Fragmen (A), Fiber (B), Film (C), dan Pellet (D) (Hiwari *et al.*, 2017).

Menurut Widianorko dan Inneke (2018), klasifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk dapat dilihat pada Tabel 3:

Tabel 3. Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Klasifikasi Bentuk	Keterangan
Fragmen	Partikel tidak beraturan, kristal, bulu, bubuk, granula, potongan, serpihan
Serat	Filamen, mikrofiber, helaian, benang
Manik-manik	Biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro
Busa	Polistiren
Butiran	Butiran resinat, nurdles, nib

(Widianorko dan Inneke, 2018)

2.2.4 Warna Mikroplastik

Mikroplastik memiliki warna yang berbeda-beda tergantung dari komposisi penyusun mikroplastik tersebut. Ada beberapa warna yang sering ditemukan dalam melakukan identifikasi visual mikroplastik, seperti warna biru, warna hitam, warna coklat dan warna lainnya. Menurut Crawford dan Quinn (2017c), jenis warna pada mikroplastik dapat di lihat pada Tabel 4:

Tabel 4. Warna Mikroplastik

Warna	Singkatan
Any colour	ALL
All opaque	AO
All transparent	AP
Amber	AM
Beige	BG
Black	BK
Blue	BL
Brown	BN
Bronze	BZ
Charcoal	CH
Clear	CL
Dark	DK
Gold	GD
Green	GN
Grey	GY
Ivory	IV

Light	LT
Metallic	MT
Olive	OL
Opaque	OP
Orange	OR
Pink	PK
Purple	PR
Red	RD
Silver	SV
Speckled	SP
Tan	TN
Transparent	TP
Turquoise	TQ
Violet	VT
White	WT
Yellow	YL

(Crawford dan Quinn, 2017c)

2.2.5 Faktor Distribusi Mikroplastik

Proses distribusi mikroplastik di wilayah perairan masih belum diketahui secara menyeluruh namun intinya adalah adanya dorongan eksternal yang menyebabkan pergerakan mikroplastik. Pendekatan kuantitatif dan pemodelan menunjukkan peran dorongan fisik yang mempengaruhi transportasi dan pemencaran partikel dalam rentang skala spasial. Dorongan fisika bahkan memainkan peran di posisi partikel dalam sedimen laut. Dorongan eksternal yang menyebabkan pemencaran berinteraksi dengan sifat-sifat partikel itu sendiri seperti densitas, bentuk, dan ukuran, serta properti lingkungan lainnya seperti densitas air, topografi, dan tekanan (Victoria, 2017). Selain itu, Vaughan *et al.* (2017) juga menyatakan faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi mikroplastik yaitu adanya status trofik, tingkat akumulasi dari sedimen dan transparansi dari suatu kolom perairan yang berhubungan dengan pertumbuhan alga serta penetrasi cahaya matahari.

2.2.6 Mikroplastik dalam Air

Mikroplastik dapat mengapung atau tenggelam karena berat massa jenis mikroplastik lebih ringan daripada air laut seperti *polypropylene* yang akan mengapung dan menyebar luas di perairan. Mikroplastik lainnya seperti akrilik lebih padat dibanding air laut dan kemungkinan besar terakumulasi di dasar laut, yang berarti bahwa sejumlah besar mikroplastik pada akhirnya dapat terakumulasi di laut dalam dan akhirnya akan mengganggu rantai makanan di perairan (Seltenrich, 2015). Ketika mikroplastik berada di air maka akan mengapung bergantung pada densitas polimernya. Kemampuan mikroplastik mengapung menentukan posisi mikroplastik di air dan interaksinya dengan biota (Wright *et al*, 2013 dalam Lusher dan Peter, 2017).

2.2.7 Mikroplastik dalam Sedimen

Selain di perairan mikroplastik juga terdapat di sedimen. Mikroplastik yang tersebar di perairan akan mengendap dan terbawa oleh arus sehingga bercampur dengan sedimen (Lusher *et al.*, 2013). Mikroplastik dapat mengapung di permukaan air apabila memiliki densitas yang lebih rendah dibanding air laut. Mikroplastik yang mempunyai densitas yang lebih tinggi daripada air laut akan tenggelam bersama sedimen. Ada kemungkinan juga mikroplastik yang memiliki densitas lebih rendah akan bercampur dengan sedimen, karena di pengaruhi oleh sedimen yang tersuspensi akan membawa mikroplastik berdensitas rendah. Terdapat dua cara mikroplastik dapat masuk ke dasar perairan karena bercampur dengan sedimen, misalnya karena di pengaruhi oleh densitas mikroplastik dan secara biologis. Faktor hidrologi seperti turbuensi, arus, upwelling, pasang surut dapat mempengaruhi mikroplastik sampai ke dasar dan bercampur dengan sedimen (Peng *et al.*, 2017).

2.2.8 Dampak Mikroplastik

Dampak kontaminasi sampah plastik pada kehidupan laut dipengaruhi oleh ukuran sampah tersebut. Sampah plastik yang berukuran besar, seperti benang pancing dan jaring. Sedangkan sampah plastik yang lebih kecil, seperti tutup botol, korek api, dan pelet *plastic* (Victoria, 2017). Efek yang ditimbulkan dari mikroplastik ini mengkontaminasi segala biota di laut contohnya pada hewan-hewan bentos maupun ikan pelagis (Smith dan Markic, 2013 dalam Wright *et al.*, 2013).

Dampak mikroplastik pada biota yaitu berpotensi menyebabkan kematian. Masuknya mikroplastik dalam tubuh biota dapat merusak saluran pencernaan, mengurangi tingkat pertumbuhan, menghambat produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, mempengaruhi reproduksi, dan dapat menyebabkan paparan aditif plastik lebih besar sifat toksik (Wright *et al.*, 2013). Menurut Dewi *et al.* (2015), mikroplastik berpotensi mengancam lebih serius dibanding dengan material plastik yang berukuran besar sebagai organisme yang mendiami tingkatan tropik yang lebih rendah, seperti plankton yang mempunyai partikel rentan terhadap proses pencernaan mikroplastik sebagai akibatnya dapat mempengaruhi organisme tropik tingkat tinggi melalui proses bioakumulasi.

2.3 Kualitas Air

2.3.1 Fisika

a. Suhu

Menurut Effendi (2003), Suhu merupakan salah satu parameter fisika di perairan. Suhu berperan penting mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mempengaruhi suhu yang ada di perairan tersebut dikarenakan terjadi proses penyerapan oleh air sehingga berubah menjadi energi panas. Suhu perairan juga dipengaruhi oleh

faktor geografis. Sedangkan menurut Hadikusumah (2008), bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi distribusi suhu di perairan adalah penyerapan panas (*heat flux*), curah hujan (*presipitation*), aliran sungai (*flux*) dan pola sirkulasi arus.

b. Kecepatan Arus

Menurut Sugianto dan Agus (2007), arus adalah gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal dan vertikal massa air. Secara umum, arus laut yang mempengaruhi karakteristik perairan di Indonesia adalah arus laut yang dibangkitkan oleh angin dan pasut. Sedangkan menurut Al Tanto (2017), arus merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang dapat disebabkan oleh pengaruh gaya internal dan gaya eksternal. Gaya internal yang mempengaruhi arus adalah perbedaan densitas air, gradien tekanan mendatar dan *up welling*. Sedangkan gaya eksternal yang mempengaruhi arus adalah angin, gaya gravitasi, gaya tarik matahari dan bulan terhadap bumi, gaya tektonik dan gaya coriolis.

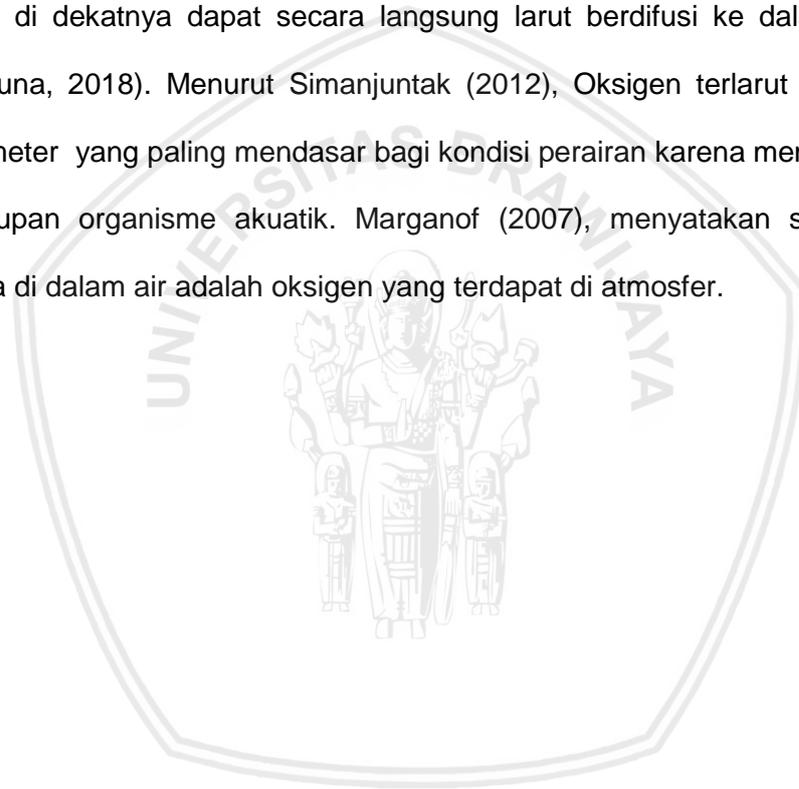
2.3.2 Parameter Kimia

a. pH (*Power of Hydrogen*)

Derajat keasaman (pH) suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan (Simanjuntak, 2009). Derajat Keasaman (pH) digunakan untuk menggambarkan kondisi asam dan basa pada suatu lingkungan. Apabila kondisi perairan bersifat sangat asam maupun basa akan membahayakan bagi kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme (Jilifola *et al.*, 2011). Perairan dengan nilai pH=7 adalah netral, pH<7 bersifat asam, pH>7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003).

b. DO (*Dissolved oxygen*)

Oksigen terlarut (DO) adalah total jumlah oksigen yang ada (terlarut) di air. DO dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Umumnya oksigen dijumpai pada lapisan permukaan karena oksigen dari udara di dekatnya dapat secara langsung larut berdifusi ke dalam air laut (Hamuna, 2018). Menurut Simanjuntak (2012), Oksigen terlarut merupakan parameter yang paling mendasar bagi kondisi perairan karena mempengaruhi kehidupan organisme akuatik. Marganof (2007), menyatakan sumber DO utama di dalam air adalah oksigen yang terdapat di atmosfer.



3 METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah Analisis Kelimpahan dan Jenis Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Sungai Wonorejo dengan parameter kualitas air yang diukur meliputi : suhu, arus, pH, dan oksigen terlarut (DO) yang diduga dapat mempengaruhi pendegradasian dan distribusi kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini baik untuk pengambilan sampel di lapang, pengukuran parameter kualitas air maupun untuk analisis sampel di Laboratorium, alat dan bahan yang digunakan dapat di lihat pada Lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode deskriptif dengan menggunakan teknik survei. Menurut Hamdi dan Bahruddin (2014), metode deskriptif yaitu suatu metode yang ditujukan untuk menggambarkan fenomena- fenomena suatu kondisi atau sikap yang menjelaskan fakta yang ada atau situasi sebenarnya pada saat ini. Penentuan titik lokasi pengambilan sampel dengan metode *purposive sampling*, metode ini dipilih karena dapat menentukan titik pengambilan sampel berdasarkan keperluan peneliti. Terdapat empat titik lokasi pengambilan sampel, stasiun 1 (muara), stasiun 2 (mangrove), dan stasiun 3 (pemukiman), antar stasiun berjarak kurang lebih 2 kilo. Pengambilan sampel pada penelitian ini sebanyak 3 kali dilakukan selama 3 minggu dengan selang waktu 1 minggu sekali.

3.3.1 Data Primer

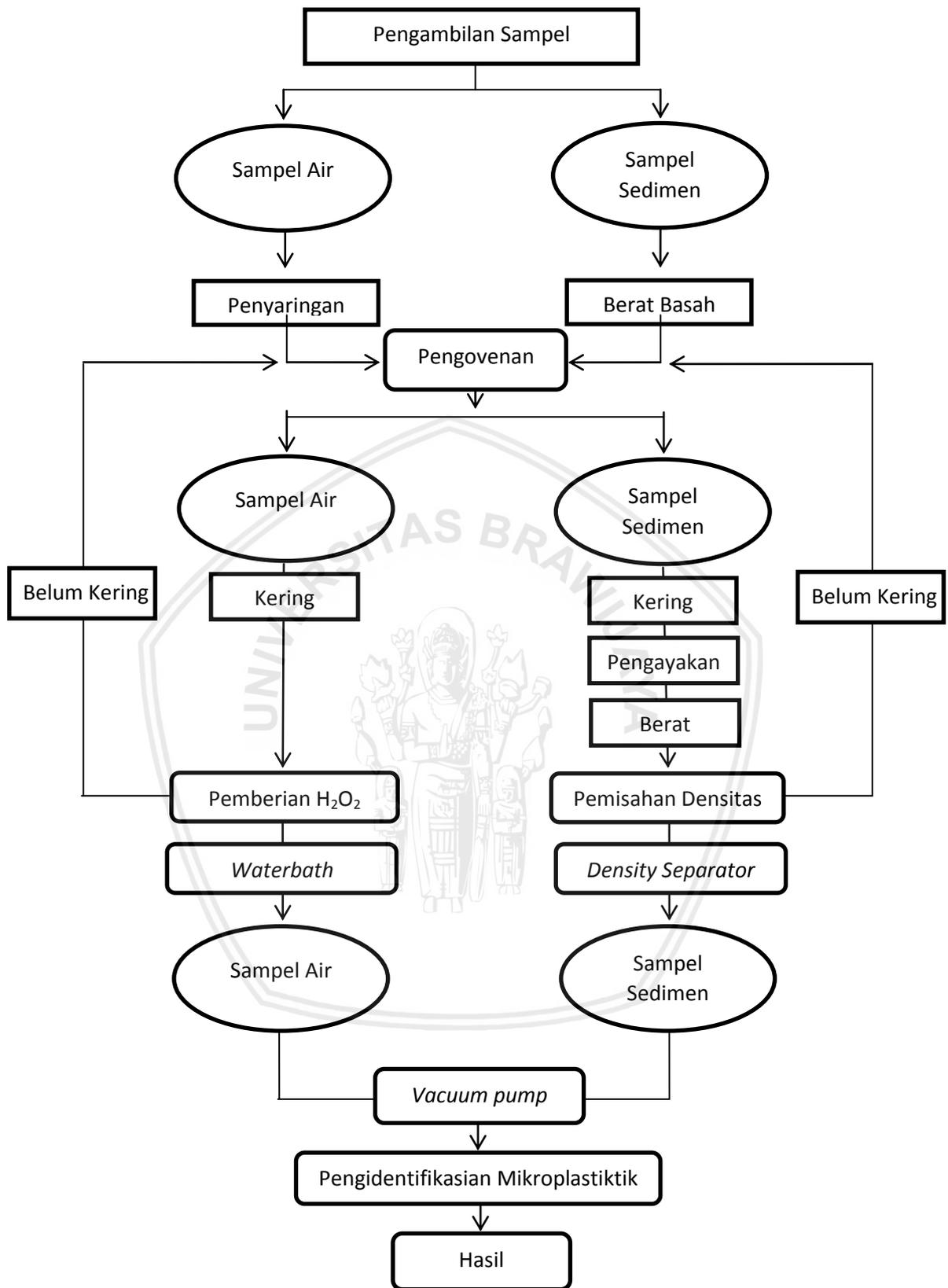
Data primer adalah sumber data penelitian yang diperoleh langsung dari sumber asli (tidak melalui perantara). Penelitian yang mengandalkan data primer relative membutuhkan waktu, sumberdaya dan biaya yang lebih besar. Kelebihan dari data primer adalah kredibilitasnya relative tinggi, sebab peneliti mampu mengontrol data yang akan digunakan dalam penelitiannya (Kurnianingtyas dan Nugroho, 2012). Sedangkan untuk teknik pengumpulan data dapat melalui observasi, wawancara, serta partisipasi aktif didalamnya.

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder merupakan data primer yang diperoleh pihak lain (telah diolah) dan disajikan baik oleh pengumpul maupun pihak lain. Data sekunder bersifat sebagai pendukung untuk melengkapi data primer. Contoh dari data sekunder seperti penelitian kepustakaan, pusat bank data, mediamasa dan lembaga penelitian (Mulyanto, 2008).

3.4 Prosedur Penelitian

Acuan dari prosedur penelitian melihat studi literatur dari peneliti sebelumnya untuk menentukan metode pengambilan sampel dan mengidentifikasi jenis mikroplastik. Prosedur penelitian dilakukan dengan prosedur pengambilan data di lapang dan prosedur penelitian di laboratorium. Selanjutnya data dapat di kumpulkan, data yang dikumpulkan merupakan data primer dengan melakukan pengambilan sampel di lapang (*in-situ*) dan analisis sampel di laboratorium (*ex-situ*). Untuk memudahkan jalannya penelitian, prosedur penelitian dapat dilihat pada Gambar 2 :



Gambar 2. Prosedur Penelitian secara umum

3.5 Pengambilan Data di Lapang

3.5.1 Sampel Air

Alat yang di gunakan untuk mengambil sampel perairan yaitu *pelankton net* (no 25) air yang di ambil sebanyak 16 liter pada permukaan perairan dengan menggunakan ember. Selanjutnya sampel air di saring, setelah semua sampel tersaring lalu disimpah di botol 600 ml, setelah itu *plankton net* dibersihkan dengan air, setelah selesai kemudian sampel air di simpan dalam *cool box* untuk di analisis di laboratorium. Peneliti sebelumnya menggunakan *plankton net* di garis pantai, penelitian yang dilakukan di bagian utara belahan bumi. Mikroplastik dipermukaan laut di samudera pesisir, samudera terbuka dan di laut tertutup atau semi tertutup seperti Laut Mediterania, Laut Utara, dan Laut Cina Selatan (GESAMP, 2015).

3.5.2 Sampel Sedimen

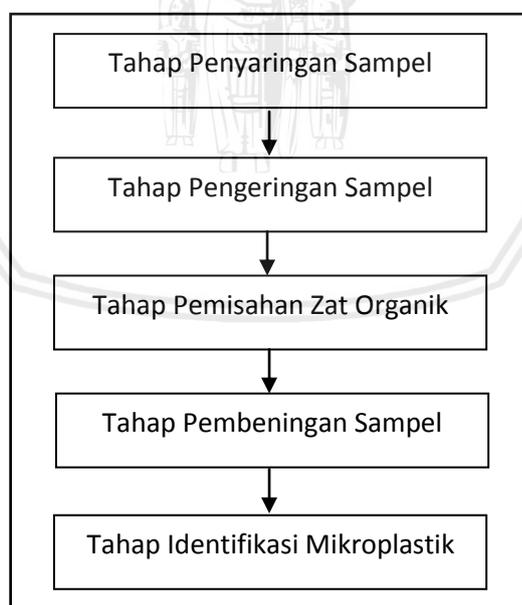
Alat yang digunakan untuk pengambilan sampel sedimen dengan menggunakan *ekman grab* (Tsang *et al.*, 2017). Setelah sampel sedimen diambil lalu sampel sedimen dimasukkan kedalam plastik zip sebanyak 500g. Selanjutnya sampel di beri label pada plastik zip, sampel yang sudah diberi label lalu disimpan kedalam *cool box*.

3.6 Prosedur Penelitian di Laboratorium

3.6.1 Menganalisis Mikroplastik pada Sampel Air

Menganalisis mikroplastik pada sampel air mengacu pada Mesura, *et al.* (2015), sampel air di bawa ke laboratorium menggunakan *coolboox*. Pertama-tama sampel air disaring. Sampel yang tertahan di penyaringan selanjutnya dipindahkan kedalam tabung reaksi, peroses pemindahan menggunakan corong dan botol membilas. Sampel yang sudah di pindahkan selanjutnya di keringkan menggunakan oven pada suhu 80-90°C selama 24 jam atau sampe sampel

mengering. Selanjutnya keproses destruksi material organik lain menggunakan H_2O_2 30%, sampel di tambahkan H_2O_2 30% sebanyak 2 ml. Penggunaan H_2O_2 30% sebelumnya juga di sarankan oleh Thevenonet *al.* (2011), yang menyatakan dalam hal pemisahan dengan material organik dapat menggunakan larutan H_2O_2 30% untuk mengeliminasi sejumlah besar bahan organik biogenik pada permukaan mikroplastik (biofilm dan organisme *macrofouling*). Sampel yang telah di tambahkan H_2O_2 30% kemudian didiamkan 24 jam dan selanjutnya diinkubasi menggunakan *waterbath* pada suhu $80^{\circ}C$ hingga sampel terlihat bening. Lalu sampel yang berwarna bening disaring dengan menggunakan kertas saring *whartmann* no. 41 (diameter 90 mm), selanjutnya di *vacuum pump* untuk mempercepat penyaringan. Kertas saring yang sudah berisi sampel lalu diletakkan di cawan petri dan dibiarkan mengering untuk dilanjutkan ketahap identifikasi. Tahap ilustrasi sederhana menganalisis mikroplastik pada sampel air dapat dilihat pada Gambar 3 :



Gambar 3. Tahap Menganalisis Mikroplastik pada Sampel Air

3.6.2 Menganalisis Mikroplastik pada Sampel Sedimen

Menganalisis mikroplastik pada sampel sedimen dapat dilakukan sesuai tahap sebagai berikut:

1. Pengeringan Sampel Sedimen

Sampel sedimen basah yang di butuhkan untuk penelitian adalah 150 gr, selanjutnya sampel sedimen basah ditimbang dengan neraca analik, lalu diletakkan di alumunium foil untuk dikeringkan didalam oven. Pengeringan pada sampel sedimen di lakukan dilakukan selama 24 jam dengan suhu sekitar 90°C agar kadar airnya hilang, sampel yang sudah kering lalu di timbang kembali untuk mengetahui berat keringnya (Masura *et al.*, 2015).

2. Pengayakan Sampel Sedimen

Sedimen yang telah kering, kemudian dihaluskan menggunakan mortar (Nor dan Obbard, 2014). Pengurangan volume sedimen dilakukan dengan pengayakan. Sampel disaring dengan menggunakan *sieve shaker* saringan ukuran 45 µm (Hildago-Ruz *et al.* 2012). Saringan ini berguna untuk memisahkan partikel yang berukuran makro. Selanjutnya sampel di timbang untuk mengetahui berat kering, sampel sedimen yang telah di timbang diletakkan ke dalam *beaker glass* untuk perlakuan selanjutnya (Masura *et al.*, 2015).

3. Pemisahan Densitas

Selanjutnya sampel sedimen yang telah ditimbang lalu di tambahkan dengan larutan Fe(II) 0,05 sebanyak 20 ml, dan ditambahkan larutan H₂O₂ 30% sebanyak 20 ml. Lalu sampel sedimen dihomogenkan dengan menggunakan *hotplate stirrer* dengan suhu 65°C selama 30 menit. Apabila zat-zat organik masih terdapat pada sampel maka tambahkan lagi 20 ml H₂O₂ 30% sampai zat-zat organik tersebut hancur. Setelah di panaskan selama 30 menit sampel sedimen di beri NaCL sebanyak 6 g per 20 ml sampel dan di homogenkan kembali dengan *hotplate stirrer*. Kemudian sampel di taruh kedalam *density separator*

untuk memisahkan mikroplastik berdasarkan densitasnya, density separator di tutup dengan alumunium foil dan diamankan selama-lamanya. Bahan organik yang tersisa akan tenggelam dan mikroplastik akan mengapung diatas permukaan karena perbedaan densitas (Masura *et al.*, 2015).

4. Penyaringan Mikroplastik

Zat organik dan mikroplastik sudah terpisah maka selanjutnya di lakukan penyaringan. Penyaringan menggunakan kertas saring *whartmann* no. 41 (diameter 90 mm), selanjutnya di *vacuum pump* untuk mempercepat penyaringan. Kertas saring yang sudah berisi sampel lalu diletakkan di cawan petri dan dibiarkan mengering untuk di lanjutkan ke tahap identifikasi mikroplastik (Masura *et al.*, 2015). Tahap ilustrasi sederhana untuk menganalisis mikroplastik pada sampel sedimen dapat dilakukan berdasarkan Gambar 4:



Gambar 4. Tahap Penelitian Mikroplastik pada Sedimen

3.6.3 Identifikasi Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen

Identifikasi mikroplastik menggunakan mikroskop Olympus BX-41 dan Olympus DP 20 dengan perbesaran 10 kali. Mengidentifikasi jenis mikroplastik yang ditemukan dibedakan berdasarkan jenisnya, yaitu fiber, film, fragmen, dan pellet (Lusher, 2013). Fiber berbentuk seperti benang dan merupakan tipe mikroplastik yang paling berlimpah di sedimen (Browne *et al.*, 2013). Film merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas rendah. Film dan fragmen memiliki bentuk tiga dimensi, namun fragmen berukuran lebih kecil dari film. Fragmen merupakan hasil potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat. Jenis dari tiap mikroplastik memiliki karakteristik yang berbeda karena beberapa faktor seperti perubahan bentuk, pemutihan dan gigitan biota pada tiap permukaan (Vaughan *et al.*, 2017).

Sampel air ataupun sedimen yang telah diidentifikasi jenis dan jumlah partikelnya kemudian dihitung kelimpahannya. Perhitungan kelimpahan mikroplastik diperlukan untuk mengetahui seberapa besar dampak dari pencemaran mikroplastik pada suatu sampel. Menurut Masura *et al.* (2015), untuk mengetahui kelimpahan mikroplastik pada perairan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{kelimpahan mikroplastik} = \frac{\text{jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{volume air tersaring (m}^3\text{)}}$$

Menurut Dewi *et al.* (2015), rumus perhitungan kelimpahan mikroplastik pada sampel sedimen dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{kelimpahan mikroplastik} = \frac{\text{jumlah partikel mikroplastik (partikel)}}{\text{berat sedimen kering (kg)}}$$

Kelimpahan mikroplastik yang diperoleh dari jumlah partikel plastik yang ditemukan pada sampel sedimen dibagi dengan berat sedimen kering (kg).

3.7 Analisis Data

3.7.1 Analisis Perbedaan Kelimpahan Mikroplastik

Perbandingan kelimpahan jenis mikroplastik pada sampel air dan sedimen di setiap stasiun yang berbeda dianalisis dengan menggunakan pendekatan statistika. Analisis statistika digunakan untuk membantu penelitian, menarik kesimpulan dari hasil penelitian. Analisis statistik dengan menggunakan SPSS 18, uji *One-Way* ANOVA untuk mengetahui perbedaan kelimpahan di setiap stasiun yang berbeda. Uji ANOVA (*Analisis of Variance*) adalah uji statistik yang digunakan dalam pengujian adanya perbedaan dalam kelompok yang terdiri dari satu variabel dependen parametrik dan satu atau lebih variabel independen (Sawyer, 2009).

Hipotesis:

H₀ : Tidak ada perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik pada air dan sedimen di setiap stasiun yang berbeda.

H₁ : Ada perbedaan kelimpahan rata-rata mikroplastik pada air dan sedimen di setiap stasiun yang berbeda.

3.7.2 Analisis Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen

Analisis hubungan antara kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen dengan menggunakan Korelasi *Pearson* dengan SPSS untuk mengetahui hubungan sampel air dengan sedimen dan seberapa kuat hubungan antar dua variabel. Bentuk persamaan linier sederhana yang menunjukkan hubungan antara dua variabel X sebagai variabel independen dan variabel Y sebagai variabel dependen.

Korelasi *Pearson* merupakan korelasi sederhana yang hanya melibatkan satu variabel terikat (dependen) dan satu variabel bebas (independen) (Safitri, 2014). Korelasi *Pearson* menghasilkan koefisien korelasi yang berfungsi untuk

mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Jika hubungan dua variabel tidak linier, maka koefisien korelasi Pearson tersebut tidak mencerminkan kekuatan hubungan dua variabel yang sedang diteliti, meski kedua variabel mempunyai hubungan kuat. Koefisien korelasi ini disebut koefisien korelasi Pearson karena diperkenalkan pertama kali oleh Karl Pearson tahun 1900 (Firdaus, 2009).

Hipotesis:

H₀ : Tidak terdapat korelasi atau hubungan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen yang dapat mempengaruhi kelimpahan.

H₁ : Terdapat korelasi atau hubungan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen yang dapat mempengaruhi kelimpahan.

3.8 Pengambilan Data Kualitas Air

Pengukuran parameter kualitas perairan merupakan salah satu faktor pendukung terhadap perubahan suatu kondisi perairan. Parameter kualitas air yang yang amati meliputi suhu, pH, DO (*Dissolved oxygen*), dan arus di perairan. Pengukuran suhu menggunakan termometer Hg, pengukuran pH menggunakan pH meter, pengukuran DO menggunakan DO meter, dan pengukuran arus menggunakan *curren meter*.

3.8.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Pengukuran suhu perairan dilakukan di lokasi penelitian berdasarkan SNI 06-6989.23-2005 menggunakan termometer dengan prosedur sebagaiberikut:

- Termometer dicelupkan ke dalam contoh uji
- Biarkan 2 - 5 menit sampai termometer menunjukkan nilai yang stabil
- Catat pembacaan skala tanpa mengangkat termometer terlebih dahulu

b. Kecepatan Arus

Pengukuran kecepatan arus perairan dilakukan di lokasi penelitian berdasarkan SNI 8066:2015 menggunakan pelampung dengan prosedur sebagai berikut :

- Siapkan pelampung
- Siapkan alat pencatat waktu
- Lepaskan pelampung dari sarana pelepas pelampung
- Catat lama waktu lintasan pelampung dari tempat pelepasan
- Hitung kecepatan aliran menggunakan rumus:

$$V = c \times \frac{L}{t}$$

Keterangan :

v = kecepatan aliran (m/s)

L = panjang lintasan pelampung (m)

t = waktu tempuh lintasan pelampung (s)

c = koefisien kecepatan

3.8.2 Parameter Kimia

a. pH (*Power of Hydrogen*)

Pengukuran pH dilakukan menggunakan pH meter berdasarkan SNI 06-6989.11-2004, prosedur pengukurannya sebagai berikut:

- Kalibrasi pH meter dengan larutan penyangga
- Keringkan dengan tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling
- Bilas elektroda dengan air sampel
- Celupkan elektoda ke dalam air sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap
- Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan pH mete.

b. DO (*Dissolved oxygen*)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) berdasarkan SNI 06-6989.14-2004 menggunakan DO meter. Penukuran DO di lakukan sebagai berikut:

- DO meter dikalibrasi terlebih dahulu sampai menunjukkan angka nol
- Memasukkan ujung hitam pada DO meter ke dalam air yang akan di uji
- Membiarkan selama kurang lebih 3 menit
- Mencatat hasil pengukuran DO sesuai dengan yang tertera pada DO meter

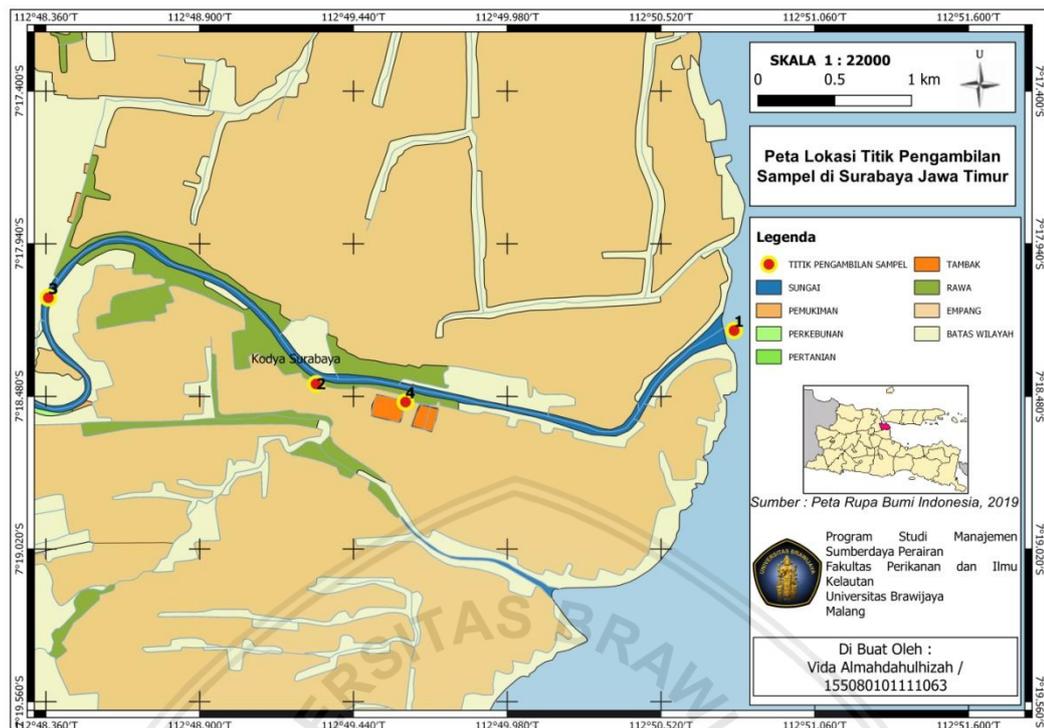


4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di beberapa lokasi sekitar Ekowisata Mangrove Wonorejo yang merupakan tempat kawasan hutan bakau (mangrove) yang berlokasi di pesisir pantai Timur Surabaya (pamurbaya) yang berbatasan langsung dengan selat Madura. Hutan mangrove tersebut terletak di Kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut Kota Surabaya (Syahroni, 2016).

Ekowisata mangrove memiliki luas wilayah sekitar 648.453 Ha, yang berjarak 2 km dari pusat Kota Surabaya. Ekowisata Mangrove Wonorejo berdiri diatas tanah milik Pemerintah Kota Surabaya dan pengelolaannya dibawah naungan Dinas Pertanian Kota Surabaya dan masyarakat Wonorejo (Wahyuni *et al.*, 2015). Kondisi umum kawasan pantai Surabaya (pamurbaya) berupa pantai berlumpur. Wilayah daratan Pamurbaya sebagian besar didominasi oleh aktivitas wisata, permukiman nelayan, perikanan dan ekosistem hutan/ mangrove. Sedangkan wilayah perairannya terbatas untuk kegiatan perikanan tangkap dan alur kegiatan wisata bahari (Syamsu *et al.*, 2018). Pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan di tiga stasiun yang berbeda, yaitu stasiun 1 (muara), stasiun 2 (mangrove), dan stasiun 3 (pemukiman), jarak antar stasiun kurang lebih 2 kilo. Pengambilan titik lokasi di dasarkan atas perbedaan masukan limbah dan nutrien lainnya yang masing-masing memiliki karakter sendiri. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 5:



Gambar 5. Peta Lokasi Penelitian di Sungai Wonorejo, Surabaya

4.1.1 Deskripsi Karakteristik Titik Lokasi Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada empat stasiun. Stasiun satu yaitu muara, stasiun dua mangrove, dan stasiun tiga pemukiman. Dari ketiga stasiun memiliki karakteristik lokasi yang berbeda-beda, berikut deskripsi dari masing-masing stasiun:

a. Stasiun Muara

Pengambilan sampel penelitian di stasiun 1 (muara) dilakukan siang hari. Titik koordinat pengambilan sampel garis lintang $7^{\circ}18'247''$ (LS) / garis bujur $112^{\circ}50'777'$ (BT). Banyak aktivitas manusia yang dilakukan sepanjang sungai Wonorejo dan bermuara di ekowisata mangrove Wonorejo yang mempengaruhi kualitas air, seperti warna air yang keruh kecoklatan. Muara ekowisata mangrove Wonorejo menerima aliran sungai (DAS) dari tiga sungai yaitu, Kali Jagir Wonokromo, Wonorejo, dan Gunung Anyar. Sehingga banyaknya bahan pencemar yang berakhir di muara, seperti sampah-sampah plastik, popok bayi,

limbah rumah tangga dan limbah industri. Kondisi arus pada stasiun ini cukup kencang, mendekati muara masi banyak terdapat mangrove dan tekstur sedimen liat berlumpur. Kondisi muara Wonorejo Surabaya dapat dilihat pada Gambar 6:



Gambar 6. Stasiun Muara (Dokumentasi Penelitian, 2019)

b. Stasiun Mangrove

Pengambilan sampel penelitian di stasiun 2 (mangrove) di lakukan siang hari. Titik koordinat pengambilan sampel garis lintang $7^{\circ}18'415''$ (LS) / garis bujur $112^{\circ}49'327''$ (BT). Stasiun mangrove ini masuk kedalam kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo yang dimana terdapat berbagai jenis mangrove. Jenis mangrove yang mendominasi yaitu *Avicennia marina*, *A. alba*, dan *Sonneratia ovata*. Warna air pada stasiun ini keruh kecoklatan dan pada batang-batang mangrove terdapat sampah plastik, popok bayi dan lain-lain yang tersangkut terbawa oleh arus dari daratan. Sampah plastik ini yang dapat mengakibatkan meningkatnya mikroplastik pada air maupun pada sedimen. Tekstur sedimen pada stasiun ini liat berlumpur. Kondisi stasiun mangrove pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 7:



Gambar 7. Stasiun Mangrove (Dokumentasi Penelitian, 2019)

c. Stasiun Pemukiman

Pengambilan sampel penelitian di stasiun 3 (pemukiman) dilakukan siang hari. Titik koordinat pengambilan sampel garis lintang $7^{\circ}18'131''$ (LS) / garis bujur $112^{\circ}48'369''$ (BT). Pemukiman penduduk langsung bersebelahan dengan sungai, sehingga aktivitas manusia seperti memancing dan melaut dapat mempengaruhi kondisi perairan. Selain itu sampah plastik yang langsung dibuang begitu saja ke badan air sehingga banyak sampah plastik yang mengendap di sedimen. Tekstur sedimen pada stasiun ini liat berlumpur dan kondisi air sangat coklat, sedimen berbau serta mengalami pendangkalan akibat sampah-sampah yang mengendap di dasar. Karna banyaknya sampah yang mengendap di dasar saat pengambilan sampel sedimen banyak sampah plastik yang ikut terambil. Kondisi pemukiman di sungai Wonorejo, Surabaya dapat dilihat pada Gambar 8:



Gambar 8. Stasiun Pemukiman (Dokumentasi Penelitian, 2019)

4.2 Jenis-jenis Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen

Hasil analisis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air dan sedimen di Sungai Wonorejo Surabaya, Jawa Timur dari ketiga stasiun ditemukan jenis mikroplastik yang sama, yaitu jenis film, fragmen dan fiber. Jenis mikroplastik dapat di lihat pada Gambar 9 :



Gambar 9. Jenis Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen dengan Perbesaran 10 kali , Jenis Film (a), Jenis Fragmen (b), dan Jenis Fiber (c).

Pada penelitian ini hasil analisis mikroplastik yang di temukan pada sampel air dan sedimen yaitu jenis film, fragmen, dan jenis fiber. Mikroplastik jenis film (gambar a) berasal dari kantong-kantong plastik dan kemasan makanan lainnya yang cenderung transparan (Dewi *et al.*, 2015). Jenis fragmen (gambar b) dimana sampah mikroplastik ini merupakan hasil fragmentasi dari sampah makro disebabkan karena adanya radiasi sinar UV, gelombang air laut, bahan yang bersifat oksidatif dari plastik, serta sifat hidrolitik dari air laut (Andrady, 2011).

Mikroplastik jenis fiber (gambar c) yang merupakan jenis mikroplastik yang berasal dari fragmentasi *monofilamen* jaring ikan, tali dan kain sintesis. Fiber dapat berasal dari tingginya aktivitas penangkapan sekitar kawasan sehingga menyumbang debris kedalam air laut (Katsanevakis dan Katsarou 2004). Sedangkan mikroplastik jenis pelet tidak ditemukan pada ketiga stasiun. Pelet merupakan bahan baku pembuatan plastik yang dibuat langsung oleh pabrik, jenis ini termasuk mikroplastik primer (Dewi *et al.* 2015).

4.3 Kelimpahan Jenis Mikroplastik Pada Perairan

Kelimpahan rata-rata jenis mikroplastik yang ditemukan di sungai Wonorejo Surabaya, Jawa Timur dapat dilihat pada Tabel 5 :

Tabel 5. Kelimpahan Rata-rata Jenis Mikroplastik di Perairan

Jenis	Sampel Air			Sampel Sedimen		
	Jumlah Partikel	Persentase (%)	Kelimpahan (partikel/m ³)	Jumlah Partikel	Persentase (%)	Kelimpahan (partikel/kg)
Film	368	42,89	23000	452	43,88	54386,53
Fragmen	475	55,36	29708,33	561	54,46	67636,05
Fiber	15	1,75	916,67	17	1,66	2056,83
Total	858	100	53.625	1.030	100	12.4079,42

Hasil kelimpahan rata-rata jenis mikroplastik yang ditemukan pada sampel air dan sedimen Sungai Wonorejo Surabaya, Jawa Timur dapat dilihat pada sampel air jenis yang mendominasi adalah jenis fragmen dengan persentase sebesar (55,36%), selanjutnya jenis film dengan persentase sebesar (42,89%), dan terendah jenis fiber sebesar (1,75%). Pada sampel sedimen yang mendominasi adalah jenis fragmen dengan persentase sebesar (54,46%), selanjutnya jenis film dengan persentase sebesar (43,88%), dan terendah jenis fiber sebesar (21%).

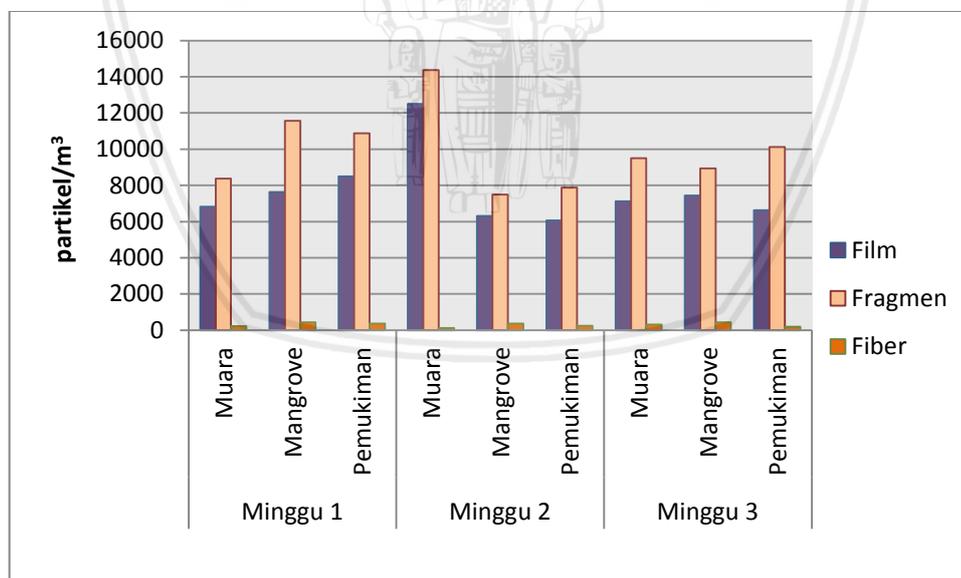
Berdasarkan hasil analisa pada sampel air dan sedimen, kelimpahan fragmen ditemukan paling tinggi antara kedua jenis yang lainnya. Hal ini

dibuktikan karena fragmen merupakan hasil potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat (Kingfisher, 2011). Selain itu tingginya jenis fragmen yang ditemukan karena disekitar sungai terdapat pemukiman yang dapat menyumbang sampah plastik ke badan air. Hal ini sesuai, tipe fragmen merupakan salah satu mikroplastik dari sumber sekunder dari mikroplastik berupa serat atau fragmen yang dihasilkan dari pemecahan barang-barang plastik yang lebih besar yang sering dikaitkan dengan daerah yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi (Desforges *et al.*, 2014).

4.4 Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen Setiap Stasiun

4.4.1 Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Air

Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel air di Sungai Wonorejo yang dilakukan 3 kali pengulangan selama 3 minggu dapat dilihat pada Gambar 10:



Gambar 10. Kelimpahan Mikoplastik pada Sampel Air

Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan minggu pertama dari ketiga stasiun berkisar antara 125 partikel/m³ - 11562,50 partikel/m³. Pada minggu kedua kelimpahan mikroplastik yang di temukan pada ketiga stasiun berkisar antara 125 partikel/m³ - 14375 partikel/m³. Pada minggu ketiga kelimpahan mikroplastik yang di temukan dari ketiga stasiun berkisar antara 250 partikel/m³ - 10125 partikel/m³.

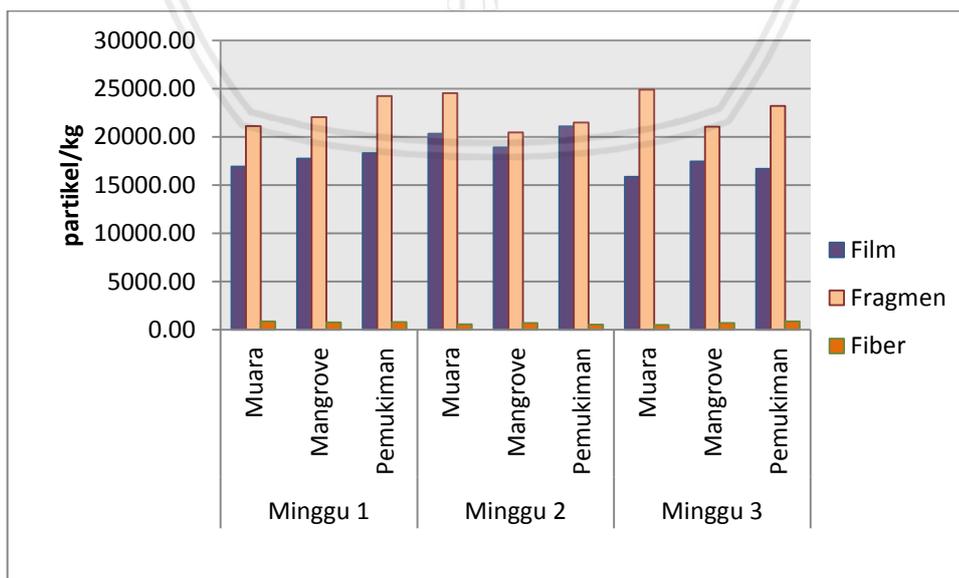
Nilai kelimpahan mikroplastik yang di dapat pada penelitian ini lebih besar jika dibandingkan dengan peneliti - peneliti sebelumnya yang dilakukan pada perairan pesisir Southern California di temukan kelimpahan mikroplastik sebesar 7.25 partikel/m³ (Moore *et al.* 2002). Teluk Santa Monica kelimpahan mikroplastik sebesar 3.92 partikel/m³ (Lattin *et al.* 2004). Perairan pesisir Portugis kelimpahan mikroplastik sebesar 0.002 - 0.036 partikel/m³ (Frias *et al.* 2014). Perairan estuari Yangtze dengan kelimpahan mikroplastik sebesar 4137 ± 2461.5 partikel/m³ (Zhao *et al.* 2014). Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Noren dan Naustvoll (2010), yaitu kelimpahan mikroplastik pada perairan laut dapat mencapai 0.01-102000 partikel/m³, hasil yang di dapat berbeda dengan penelitian yang lainnya, kelimpahan mikroplastik yang di temukan lebih besar dibandingkan hasil penelitian ini.

Perbedaan nilai kelimpahan yang didapatkan pada masing-masing penelitian dapat disebabkan oleh karakteristik lokasi perairan yang berbeda. Dapat juga disebabkan oleh perbedaan metode (Zhao *et al.* 2014). Adanya pengaruh dari sungai yang merupakan salah satu jalur masuknya mikroplastik ke dalam lingkungan perairan yang dapat mempengaruhi perbedaan kelimpahan (Stolte *et al.*, 2015). Tingginya kelimpahan di stasiun muara minggu kedua disebabkan baru terjadi hujan, karena air hujan akan membawa sampah plastik yang ada didarat hingga masuk kedalam perairan hingga kelaut. Hal ini sesuai dengan pernyataan Eerkes-Medrano *et al.* (2015), curah hujan dan kecepatan

angin memiliki peran penting dalam mempengaruhi distribusi dan pola kelimpahan dari mikroplastik dalam badan air. Curah hujan dapat meningkatkan kemungkinan masuknya plastik melalui *run-off*. Kelimpahan mikroplastik yang tinggi pada stasiun mangrove dan stasiun pemukiman berasal dari kegiatan masyarakat sekitar sungai, semakin dekat daerah pengambilan sampel dengan area aktivitas manusia maka cemaran mikroplastik akan semakin tinggi. Hal ini ditunjukkan oleh beberapa penelitian yang menemukan kandungan mikroplastik di DAS padat penduduk dan mangrove di sepanjang garis pantai, serta adanya kandungan mikroplastik pada muara sungai (Dantas *et al.*, 2012). Lokasi dengan padat penduduk yang tinggi dapat memengaruhi kelimpahan mikroplastik menjadi lebih besar. Hasil penelitian ini sesuai atau berada di bawah penelitian yang dilakukan oleh Noren dan Naustvoll (2010).

4.4.2 Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen

Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel sedimen di Sungai Wonorejo yang di lakukan 3 kali pengulangan selama 3 minggu dapat dilihat pada Gambar 11:



Gambar 11. Kelimpahan Mikoplastik pada Sampel Sedimen

Kelimpahan mikroplastik yang di temukan minggu pertama dari ketiga stasiun berkisar antara 752,69 partikel/kg - 24210,53 partikel/kg. Pada minggu kedua kelimpahan mikroplastik yang di temukan pada ketiga stasiun berkisar antara 533,33 partikel/kg - 24505,49 partikel/kg. Pada minggu ketiga kelimpahan mikroplastik yang di temukan dari ketiga stasiun berkisar antara 476,19 partikel/kg - 24880,95 partikel/kg.

Nilai kelimpahan mikroplastik yang didapat pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan peneliti-peneliti sebelumnya yang dilakukan oleh Dwi *et al.* (2015) di Muara Badak dengan kelimpahan mikroplastik yang di temukan sebesar 26,1 sampai 207,9 partikel/kg. Penelitian lain di lokasi yang berbeda dilakukan Claessens *et al.* (2011) di sekitar pantai Belgian diperoleh kelimpahan mikroplastik maksimum sebesar 390 partikel/kg. Ng dan Obbard (2006), menemukan kandungan mikroplastik yang ditemukan sebesar 1.282 partikel/kg sedimen di Singapura. Qiu *et al.* (2015), di Cina memiliki kelimpahan mikroplastik tertinggi sebesar 8720 partikel/kg. Mathalon dan Hill (2014), di ekosistem intertidal sekitarnya pelabuhan Halifax, Nova Scotia ditemukan sebanyak 2000 - 8000 partikel/kg. Hal yang berbeda ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh Liebezeit dan Dubaish (2012), di Pulau Kachelotplate dengan kisaran kelimpahan mikroplastik yang ditemukan sebesar 62100 partikel/kg, hasil yang di dapat lebih tinggi dibandingkan penelitian ini.

Perbedaan nilai kelimpahan yang didapatkan pada masing-masing penelitian dapat disebabkan oleh karakteristik lokasi penelitian yang berbeda. Adanya pengaruh perbedaan jenis dan ukuran substrat terhadap keberadaan mikroplastik diduga juga dapat memengaruhi besaran kecil kelimpahan mikroplastik di sedimen, yaitu sedimen lunak memiliki potensi lebih tinggi dalam menjerap sampah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Watters *et al.* (2010) bahwa sedimen lunak lebih dapat merangkap debris dibandingkan habitat berbatu dan

kerikil. Kelimpahan mikroplastik pada penelitian ini yang didapat cukup tinggi karena karakteristik sedimen berlumpur, lunak dan dapat menjerap sampah. Tingginya jenis fragmen di stasiun muara disebabkan lokasi pengambilan sedimen yang berdekatan dengan pantai, sehingga sangat dipengaruhi oleh adanya faktor arus dan aktivitas nelayan yang dapat berpengaruh. Sesuai dengan pernyataan Dewi *et al.* (2015) yang menyatakan adanya faktor oseanografi seperti arus pantai, pasang surut dan aktivitas penangkapan, dengan adanya faktor tersebut fragmen yang merupakan potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat terperangkap di sedimen.

Kelimpahan mikroplastik yang di dapat pada penelitian ini lebih banyak pada sedimen di dibandingkan pada air. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Hidalgo-Ruz (2012), dari hasil *review* tersebut menunjukkan bahwa nilai konsentrasi mikroplastik tertinggi ditemukan pada dasar sedimen dibandingkan pada bagian permukaan air (Chubarenko *et al.*,2016). Adanya keberadaan mikroplastik di dasar sedimen dipengaruhi oleh gaya gravitasi dan besaran densitas plastik yang lebih tinggi dibandingkan densitas air menyebabkan plastik tenggelam dan terakumulasi di sedimen (Woodall *et al.*,2015).

4.5 Analisis Data

4.5.1 Perbedaan Kelimpahan Sampel Air

Pada analisis hasil perbedaan kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada sampel air dapat di lihat pada Tabel 6:

Tabel 6. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Data Sampel Air

Stasiun Pengamatan	Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)		Uji Homogenitas		
	Df	Sig.	df1	df2	Sig.
Muara	3	0,228	2	6	0,147
Mangrove	3	0,962			
Pemukiman	3	0,988			

Berdasarkan hasil data kelimpahan mikroplastik pada sampel air di perairan Sungai Wonorejo, Surabaya di uji normalitas dan homogenitas (Tabel 6) nilai signifikansi normalitas dan homogenitas data $>0,05$ maka data tersebut memenuhi syarat untuk ke analisis selanjutnya. Uji normalitas dan homogenitas menggunakan SPSS 18, pada uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk*. Berdasarkan analisis data diperoleh signifikansi nilai uji normalitas data sampel air sebesar 0,228 pada stasiun muara, kemudian sebesar 0,962 pada stasiun mangrove, dan sebesar 0,988 pada stasiun pemukiman. Data sampel air yang di dapat pada ketiga stasiun berdistribusi normal karena nilai signifikansinya $>0,05$. Untuk uji homogenitas data sampel air diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,147 $>0,05$. Dapat disimpulkan bahwa data dari ketiga stasiun pengamatan tersebut adalah homogen karena nilai signifikansinya $>0,05$. Data kelimpahan mikroplastik pada sampel air yang telah di uji normalitas dan homogenitasnya selanjutnya di analisis lebih lanjut menggunakan uji *one-way* ANOVA. Hasil dari uji *one-way* ANOVA dapat dilihat pada Tabel 7:

Tabel 7. Hasil Uji *One-Way* ANOVA

	Df	F	Sig.
Between groups	2	0,454	0,655
Within groups	6		
Total	8		

Berdasarkan hasil dari uji *one-way* ANOVA, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,655. Jika nilai signifikansi $>0,05$ maka tidak adanya perbedaan rata-rata (sama) dan jika nilai signifikansi $<0,05$ maka adanya perbedaan rata-rata (berbeda). Dapat disimpulkan bahwa rata-rata kelimpahan mikroplastik dari ketiga stasiun adalah tidak adanya perbedaan (sama). Tidak adanya perbedaan kelimpahan mikroplastik di setiap stasiun dikarenakan masukan limbah sama, masih satu aliran air dan jarak antar stasiun satu dengan yang lain tidak terlalu jauh.

4.5.2 Perbedaan Kelimpahan Sampel Sedimen

Pada analisis hasil perbedaan kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada sampel sedimen dapat di lihat pada Tabel 8 :

Tabel 8. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas Data Sampel Sedimen

Stasiun Pengamatan	Uji Normalitas (Shapiro-Wilk)		Uji Homogenitas		
	Df	Sig.	df1	df2	Sig.
Muara	3	0,628	2	6	0,121
Mangrove	3	0,776			
Pemukiman	3	0,148			

Berdasarkan hasil data kelimpahan mikroplastik pada sampel sedimen di perairan Sungai Wonorejo, Surabaya diuji normalitas dan homogenitasnya (Tabel 8), nilai signifikansi normalitas dan homogenitas data $>0,05$ maka data tersebut memenuhi syarat untuk ke analisis selanjutnya. Uji normalitas dan homogenitas menggunakan SPSS 18, pada uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk*. Berdasarkan analisis data diperoleh signifikansi nilai uji normalitas data sampel air sebesar 0,628 pada stasiun muara, kemudian sebesar 0,776 pada stasiun mangrove, dan sebesar 0,148 pada stasiun pemukiman. Data sampel air yang didapat pada ketiga stasiun berdistribusi normal karena nilai signifikansinya $>0,05$. Untuk uji homogenitas data sampel air diperoleh nilai signifikansi sebesar $0,121 > 0,05$. Dapat disimpulkan bahwa data dari ketiga stasiun pengamatan tersebut adalah homogen karena nilai signifikansinya $>0,05$. Data kelimpahan mikroplastik pada sampel air yang telah diuji normalitas dan homogenitasnya selanjutnya di analisis lebih lanjut menggunakan uji *one-way* ANOVA. Hasil dari uji *one-way* ANOVA dapat dilihat pada Tabel 9.

Tabel 9. Hasil Uji *One-Way* ANOVA

	Df	F	Sig.
Between groups	2	1,111	0,389
Within groups	6		
Total	8		

Berdasarkan hasil dari uji *one-way* ANOVA, diperoleh nilai signifikansi sebesar 0,389. Jika nilai signifikansi $>0,05$ maka tidak adanya perbedaan rata-rata (sama) dan jika nilai signifikansi $<0,05$ maka adanya perbedaan rata-rata (berbeda). Dapat disimpulkan bahwa rata-rata kelimpahan mikroplastik dari ketiga stasiun adalah tidak adanya perbedaan (sama). Tidak adanya perbedaan (sama) kelimpahan mikroplastik di setiap stasiun dikarenakan masukan limbah sama, masih satu aliran air, jarak antar stasiun satu dengan yang lain tidak terlalu jauh dan tekstur sedimen di setiap stasiun sama sehingga tidak adanya perbedaan antar stasiun.

4.5.3 Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen

Hubungan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen dengan menggunakan korelasi pearson dapat di lihat pada Tabel 10:

Tabel 10. Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen

		Air	Sedimen
Air	Pearson Correlation	1	0,688
	Sig. (2 tailed)		0,040
	N	9	9
Sedimen	Pearson Correlation	0,688	1
	Sig. (2 tailed)	0,040	9
	N	9	

Berdasarkan hasil output dari uji analisis korelasi *pearson*, didapatkan nilai signifikansi antara kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen sebesar 0,040. Bila nilai signifikansi $<0,05$ maka artinya data berkorelasi, dan bila nilai signifikansi $>0,05$ maka artinya data tidak berkorelasi. Hal ini sesuai dengan

(Safitri, 2014), menyatakan signifikansi bisa ditentukan lewat baris Sig. (2-tailed). Jika nilai Sig. (2-tailed) $<0,05$, maka terdapat hubungan yang dianggap signifikan.

Hasil korelasi *pearson* yang didapat menunjukkan bahwa hubungan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen adalah berkorelasi. Nilai *pearson correlation* yang didapat dari uji analisis tersebut sebesar 0,688 yang masuk dalam kategori korelasi kuat. Nilai signifikansi antara kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen menunjukkan arah yang positif, yang artinya semakin tinggi kelimpahan mikroplastik pada air maka semakin tinggi juga kelimpahan mikroplastik pada sedimen. Lusher *et al.* (2013) menyatakan, mikroplastik yang tersebar di perairan akan mengendap dan terbawa oleh arus sehingga bercampur dengan sedimen, dan akan menyebabkan tingkat akumulasi mikroplastik akan semakin tinggi pada sedimen. Selain itu Peng *et al.* (2017) juga menambahkan, faktor yang dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik yaitu faktor hidrologi seperti arus, turbuensi, upwelling dan pasang surut.

4.6 Hasil Parameter Kualitas Air

Pengukuran kualitas air pada penelitian Mikroplastik ini dilakukan dengan mengukur parameter kualitas air fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi suhu dan arus. Parameter kimia meliputi pH, dan Oksigen terlarut (DO). Parameter ini di ukur karena dapat mempengaruhi distribusi kelimpahan dan proses pendegradasian mikroplastik. Pengukuran kualitas air dilakukan 3 kali pengulangan selama 3 minggu pengukuran pada siang hari. Adapun kisaran pengukuran kualitas air dapat dilihat pada Tabel 11 :

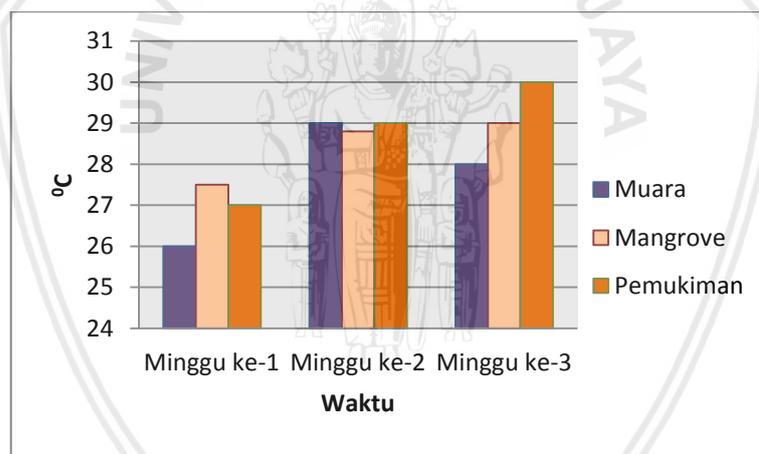
Tabel 11. Kisaran Pengukuran Kualitas Air

No	Parameter	Kisaran Pengukuran	Baku Mutu
1	Suhu	26 – 30°C	21,3– 31,4°C (Macan, 1978)
2	Kecepatan Arus	0,12- 0,61 m/s	sedang (0,25 – 0,5 m/s) (Maso, 1981)
3	pH	7 - 8	6,5–8 (Susana, 2009)
4	DO	3,39 – 7,59mg/l	<3 mg/l PP no.82 Tahun 2001

4.6.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Pengukuran suhu pada penelitian mikroplastik dilakukan pada siang hari. Suhu diukur menggunakan Termometer Hg. Data hasil suhu dapat dilihat pada Gambar 12:



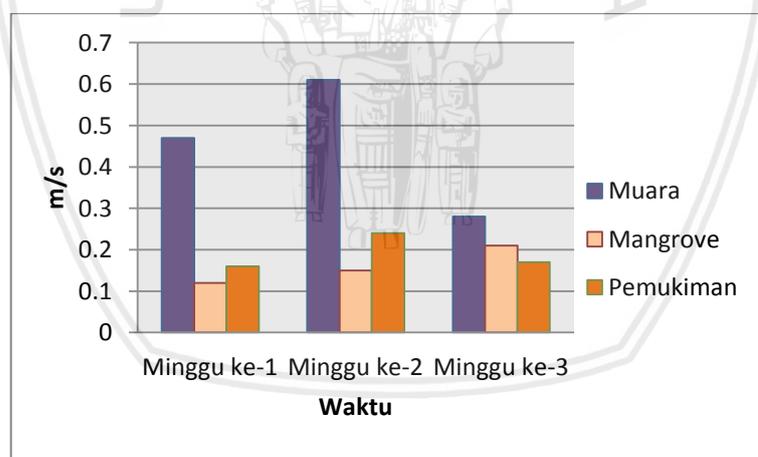
Gambar 12. Diagram Batang Suhu

Dari pengukuran suhu, didapatkan data berikut, minggu ke-1 pengukuran siang hari diperoleh suhu 28°C pada stasiun muara, 27,5°C pada stasiun mangrove, dan 27°C pada stasiun pemukiman. Minggu ke-2 diperoleh suhu 27°C pada stasiun muara, 28,8°C pada stasiun mangrove, dan 29°C stasiun pemukiman. Pengukuran minggu ke-3, diperoleh nilai suhu 28°C pada stasiun muara, 29°C stasiun mangrove, dan 30°C pada stasiun pemukiman.

Menurut Nontji (2002), suhu air permukaan di perairan Indonesia pada umumnya berkisar antara 28-31⁰C. Suhu merupakan salah satu faktor eksternal di perairan. Aktivitas metabolisme serta penyebaran organisme air banyak dipengaruhi oleh suhu air. Disisi lainnya, Macan (1978) menambahkan bahwa suhu perairan sungai yang terdapat di Indonesia yaitu berkisar antara 21,3⁰C sampai dengan 31,4⁰C. Selain itu, suhu dapat membantu proses pendegradasian plastik menjadi partikel berukuran kecil (mikroplastik) yang di bantu oleh sinar UV, serta suhu dapat berpengaruh terhadap bakteri. Bakteri ini dapat membantu proses pendegradasian plastik menjadi partikel plastik berukuran kecil.

b. Kecepatan Arus

Pengukuran arus pada penelitian mikroplastik dilakukan pada siang hari. Kecepatan arus diukur menggunakan *Current meter*. Data hasil kecepatan dapat dilihat pada Gambar 13 :



Gambar 13. Diagram Batang Kecepatan Arus

Dari pengukuran arus, didapatkan data sebagai berikut; minggu ke-1 nilai arus sebesar 0,47 m/s pada stasiun muara, diperoleh nilai sebesar 0,12 m/s pada stasiun mangrove, dan 0,16 m/s pada stasiun pemukiman. Minggu ke-2 diperoleh nilai kecepatan arus 0,61 m/s pada stasiun muara, kecepatan arus 0,15 m/s pada stasiun mangrove, dan 0,24 m/s pada stasiun pemukiman. Pengukuran minggu

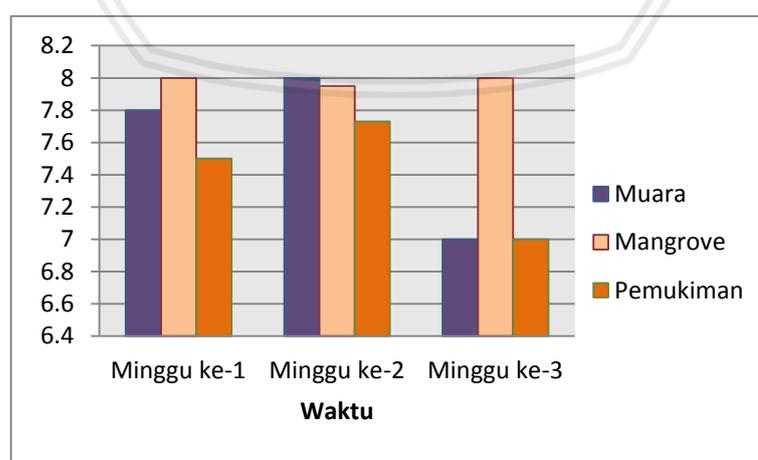
ke-3, diperoleh nilai 0,28 m/s pada stasiun muara, nilai arus yang di peroleh 0,21 m/s pada mangrove, dan 0,17 m/s stasiun pemukiman.

Arus adalah gerakan air yang mengakibatkan perpindahan horizontal massa air. Menurut Maso (1981), kecepatan arus perairan dapat dikelompokkan menjadi berarus sangat cepat (>1 m/s), cepat (0,5 -1 m/s), sedang (0,25 – 0,5 m/s), lambat (0,1 –0,25 m/s) dan sangat lambat ($> 0,01$ m/s). Pada penelitian ini kisaran arus yang didapat sebesar 0,12-0,61 m/s, masuk dalam katagori cepat. Pergerakan arus sangat mempengaruhi penyebara sampah di perairan. Gerakan massa air/ arus tersebut dapat membawa sampah di perairan dengan jarak yang cukup jauh (NOAA, 2016). Pergerakan arus dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen. Mikroplastik yang ada di perairan terbawa oleh arus sehingga akan bercampur dan mengendap di sedimen. Mikroplastik dapat terakumulasi dalam jumlah yang tinggi pada air maupun sedimen.

4.6.2 Parameter Kimia

a. pH (*Power of Hydrogen*)

Pengukuran pH pada penelitian mikrolastik dilakukan pada siang hari.pH diukur menggunakan pH meter. Data hasil pH dapat dilihat pada Gambar 14 :



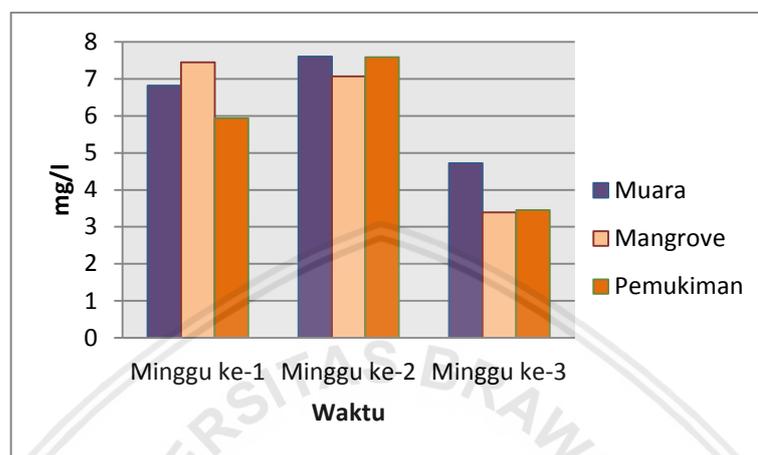
Gambar 14. Diagram Batang pH

Dari pengukuran pH, didapatkan hasil pada minggu ke-1 nilai pH sebesar 7,78 pada stasiun muara, diperoleh nilai sebesar 8 pada stasiun mangrove, dan nilai pH 7,5 pada stasiun pemukiman. Minggu ke-2 diperoleh nilai pH 8 pada stasiun muara, pH sebesar 7,95 pada stasiun mangrove, dan nilai pH 7,73 pada stasiun pemukiman. Pengukuran minggu ke-3, diperoleh nilai 7 pada stasiun muara, nilai pH yang di peroleh 8 pada stasiun mangrove, dan 7 pada stasiun pemukiman.

Derajat keasaman (pH) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman (pH) normal memiliki nilai 6,5 hingga 7,5. Nilai $pH < 6,5$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat asam sedangkan nilai $pH > 7,5$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa (Azmi, 2016). Nilai pH dalam perairan bervariasi mulai dari arah sungai sampai di laut, semakin ke laut nilainya semakin tinggi (bersifat basis). Nilai antara 6,5–8 sebagai batas aman pH perairan untuk kehidupan biota di dalamnya, sedangkan nilai yang ideal untuk kehidupan antara 7 – 8,5 (Susana, 2009). Selain itu, derajat keasaman (pH) dapat membantu proses pendegradasian, pH sangat berpengaruh terhadap kehidupan bakteri. Bakteri ini dapat membantu proses pendegradasian, plastik yang ukurannya besar dan terdegradasi menjadi partikel yang berukuran kecil (mikroplastik) yang proses pendegradasiannya di bantu oleh bakteri pendegradasi. Nilai pH yang di dapat berkisar antar 7-8 masuk dalam katagori normal sehingga baik untuk kehidupan bakteri pendegradasi.

b. DO (*Dissolved oxygen*)

Pengambilan sampel air DO pada penelitian mikrolastik dilakukan pada pagi hari. DO diukur menggunakan DO meter. Data hasil DO dapat dilihat pada Gambar 15 :



Gambar 15. Diagram Batang DO

Dari pengukuran DO, didapatkan data sebagai berikut; minggu ke-1 nilai arus sebesar 6,82 mg/l pada stasiun muara, diperoleh nilai sebesar 7,45 mg/l pada stasiun mangrove, dan nilai DO 5,94 pada stasiun pemukiman. Minggu ke-2 diperoleh nilai DO 7,61 pada stasiun muara, nilai DO 7,07 mg/l pada stasiun mangrove, dan nilai DO sebesar 7,59 mg/l pada stasiun pemukiman. Pengukuran minggu ke-3, diperoleh nilai DO 4,72 mg/l pada stasiun muara, nilai DO yang diperoleh 3,39 mg/l pada stasiun mangrove, dan 3,45 mg/l pada stasiun pemukiman.

Menurut Affan (2012), DO adalah parameter yang paling sensitive, sebab DO dipengaruhi oleh suhu, salinitas, dan tekanan udara. Peningkatan suhu, salinitas dan tekanan menyebabkan penurunan oksigen, begitu juga sebaliknya. DO merupakan faktor pembatas bagi biota perairan. Oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi udara dan hasil fotosintesis organisme berklorofil yang hidup dalam suatu perairan. Menurut Subarijanti (2005) dalam Kadim *et al.* (2017), kandungan oksigen dalam air yang ideal adalah antara 3–7 mg/l. Di perkuat oleh

Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 dimana menyatakan bahwa batas bawah minimum untuk konsentrasi oksigen terlarut yaitu > 3 mg/l.

Selain suhu, dan pH, DO di perairan juga dapat membantu proses pendegradasian, DO berperan penting dalam kehidupan bakteri. Bakteri ini dapat membantu proses pendegradasian pada plastik menjadi mikroplastik. Bakteri yang dapat membantu proses pendegradasian yaitu seperti *Pseudomonas sp*, *Acinetobacter sp*, dan *Rhodococcus sp*, dan lain-lain.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian tentang mikroplastik di Sungai Wonorejo, Surabaya adapun kesimpulan yang dapat diambil sebagai berikut :

1. Jenis mikroplastik yang ditemukan baik itu pada air maupun pada sedimen sama yaitu jenis film, jenis fragmen, dan jenis fiber. Ketiga jenis mikroplastik ini yang paling banyak di temukan jenis fragmen, selanjutnya jenis film, dan yang terakhir paling sedikit di temukan jenis fiber.
2. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sampel air dari ketiga stasiun berkisar antara 125 partikel/m³ – 14375 partikel/m³. Kelimpahan mikroplastik yang di dapatkan pada sampel sedimen dari ketiga stasiun berkisar antara 476,19 partikel/kg - 24880,95 partikel/kg.
3. Tidak adanya perbedaan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen di stasiun yang berbeda.
4. Nilai signifikansi antara kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen sebesar 0,022 yang artinya hubungan kelimpahan mikroplastik pada air dan sedimen berkorelasi.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian mikroplastik di Sungai Wonorejo, Surabaya maka dapat disarankan untuk peneliti selanjutnya agar dilakukan pengujian terhadap berat jenis mikroplastik sehingga dapat diketahui pendistribusian mikroplastik di perairan. Serta peneliti selanjutnya disarankan agar melakukan analisis tentang pendegradasian mikroplastik oleh organisme.



DAFTAR PUSTAKA

- Affan, J. M. 2012. Identifikasi lokasi untuk pengembangan budidaya keramba jaring apung (KJA) berdasarkan faktor lingkungan dan kualitas air di perairan pantai timur Bangka Tengah. *Depik*.1(1):78-85
- Al., Tanto. T, Ulung. J. W, Gunardi. K, Widodo S. P, Semeidi. H, Ilham, dan Aprizon.P. 2017. Karakteristik Arus Laut Perairan Teluk Benoa – Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika*. Volume 23(1): 37-48
- Andrady, A. L., S. H. Hamid, X. Hu and A. Torikai. 1998. Effect of Increased Solar Ultraviolet Radiation on Materials. *Journal Photochemical Photobiological*. 46: 96-103.
- Andrady AL. 2011. Microplastics in the marine environment. *Mar Pollut Bull*. 62 (3011): 1596-1605.
- Azmi., Z. Saniman dan Ishak. 2016. Sistem Perhitungan pH Air pada Tambak Ikan Berbasis Mikrokontroller. *Jurnal Ilmiah Sains dan Komputer*. Hlm: 1978-6603.
- Badan Standarisasi Nasional.SNI 06-6989.11-2004. Air dan air limbah – bagian 11 : Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. Badan Standarisasi Nasional
- Badan Standarisasi Nasional.SNI 06-6989.14-2004. Air dan limbah bagian 11: Cara uji oksigen terlarut secara yodometri (modifikasi azida). Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional.SNI 06-6989.23-2005. Air dan air limbah – bagian 23 : Cara uji suhu dengan thermometer. Badan Standarisasi Nasional.
- Badan Standarisasi Nasional. SNI 8066:2015. Tata cara pengukuran debit aliran sungai dan saluran terbuka menggunakan alat ukur arus dan pelampung. Badan Standarisasi Nasional.
- Baranwal, K. 2003. Mechanochemical Degradation of an EPDM Polymer. *J Appl Polym Sci*. 12(6): 69-1459.
- Browne MA, Niven SJ, Galloway TS, Rowland SJ, Thompson RC. 2013. *Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity*. *Current Biology*. CB 23:2388-2392.
- Edy,MulyadiandRudy, Laksmono W. danDewi, Aprianti.2009.*Fungsi Mangrove Sebagai Pengendali Pencemar Logam Berat*. Envirotek : *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 1. pp. 33-39. ISSN 2085-501-X
- Effendi, H. 2003.Telaah Kualitas Air. Cetakan Pertama. Kanisius : Yogyakarta.

- Cataldo, F., G. Ricci and V. Crescenzi. 2000. Ozonization of Atactic and Tactic Polymer Having Vinyl, Methylvinyl and Dimethylvinyl Pendant Groups. *Polym Degrad Stab.* 67: 6-421.
- Chubarenko I, Bagaev A, Zobkov M, Esiukova E. 2016. On some physical and dynamical properties of microplastic particles in marine environment, Kaliningrad. *Mar. Pollut. Bull.* 108: 105-11.
- Claessens M, Meester SD, Landuyt LV, Clerck KD, Janssen CR. 2011. Occurrence and distribution of microplastics in marine sediments along the Belgian coast. *Mar. Pollut. Bull.* 62: 2199– 2204.
- Cole, M., P. Lindeque, C. Halsband and T. S. Galloway. 2011. Microplastic as Contaminant in The Marine Environment: A Review. *Marine Pollution.* 62 (12): 2588-2597.
- Coppock, R. L., Cole, M., Lindeque, P. K., Queirros, A. M., Galloway, T. S. 2017. A small-scale, portable method for extracting microplastics from marine sediments. *Environ. Pollut.* 230: 829-837.
- Crawford, C. B., Quinn, B., 2017b. Microplastics, Standardisation and Spatial Distribution, In: *Microplastic Pollutants*. Elsevier, Pp. 101-130.
- Dantas DV, Barletta M, Costa MF. 2012. The seasonal and spatial patterns of ingestion of polyfilament nylon fragments by estuarine drums (Sciaenidae). *Environ. Sci. Pollut.* 19: 600–606.
- Dehaut, A., Cassone, A. L., Frère, L., Hermabessiere, L., Himber, C., Rinnert, E., Paul-Pont, I. (2016). Microplastics in seafood: Benchmark protocol for their extraction and characterization. *Environmental Pollution*, 215, 223–233.
- Desforges JPW, Galbraith M, Dangerfield N, Ross PS. 2014. Widespread distribution of microplastic in subsurface seawater in the NE Pacific Ocean. *Mar. Pollut. Bull.* 71(1): 94–99.
- Dewi., Intan. S, Anugrah. A. B dan Irwan, R, R. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, 4(3): 121-131.
- Eerkes-Medrano D, Thompson RC, Aldridge DC. 2015. Microplastic in freshwater systems: a review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water Res.* 75: 63-82.
- Ermawati., Rahyani. 2011. Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif *Converting of Plastic Waste as a Source of Energy Alternative.* *Jurnal Riset Industri.* Vol.5(3): 257-263.
- Frias JPGL, Otero V, Sobral P. 2014. Evidences of microplastics in samples of zooplankton from Portuguese coastal waters. *Mar. Environ. Res.* 95: 89-95.

- GESAMP. 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics In The Marine Environment: A Global Assesment. *International Maritime Organization*.
- Ghosh, P. 1990. Polymer Science and Technology of Plastics and Rubbers. Page: 81-175.
- Grassie N and G. Scott. 1998. Polymer Degradation and Stabilization. Cambridge University Press.
- Hadikusumah. 2008. Variabilitas suhu dan salinitas di perairan Cisadane. *Makara Sains*. 12(2) : 82-88.
- Hamdi, A. S. dan E. Bahruddin. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif Aplikasi dalam Pendidikan. CV Budi Utama. Yogyakarta. 5 p.
- Hamuna., B, Rosye H.R. Tanjung, Suwito, Hendra K. Maury dan Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 16(1): 35-43
- Hastuti AR, Yulianda F, Wardiatno Y. 2014. Distribusi Spasial Sampah Laut Di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands* 4 (2): 94-107.
- Haikal., Valdi.M, A. Taofiqurohman dan Indah R. 2012. Analisis Massa Air Di Perairan Maluku Utara. *Jurnal Perikanandan Kelautan*. Vol. 3(1):1-9
- Hergenrother, R. W., H. D. Wabers and S. L. Cooper. 1992. The Effect of Chain Extenders and Stabilizers on The In-Vivo Stability of Polyurethanes. 3: 17-22.
- Hidalgo-Ruz, V., L. Gutow, R.C. Thompson, M. Thiel. 2012. Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46:3060- 3075.
- Honhenblum P, Bettina L, Marcel L. 2015. Plastic and Microplastic in the Environment. Vienna (AT): Umweltbundesamt.
- Jambeck, J. R., R. Geyer, C. Wilcox, T. R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan and K. L. Law. 2015. Plastic Waste Inputs from Land Into The Ocean. *Science*. 347 (768-771).
- Jilfiola, T., H. Sitorus dan Z. A. Harahap. 2015. Kualitas perairan Sungai Ular Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara. Sumatera Uatra : 1-11
- Kadim, M.K., Pasingi, N., dan Paramata, A.R. 2017. Kajian kualitas perairan Teluk Gorontalo dengan menggunakan metode STORET. *Depik*, 6(3), 235-241.
- Kaminsky, W and F. Hartmann. 2000. New Pathway in Plastic Recycling. 39(2): 3-331.

- Karuniastuti, Nurhenu. 2016. Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Forum Teknologi*. 3(1). Hal. 6 – 14.
- Katsanevakis S, Katsarou A. 2004. Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water Air Soil Pollut* 159: 325337.
- Kefeli, A. A., S. D. Razumovski and G. Y. Zaikov. 1971. Interaction of Polyethylene With Ozone. *Polym Sci USSR*. 13(4): 11-904.
- Kingfisher, J. 2011. Micro-plastic debris accumulation on puget sound beaches. Port Townsend Marine Science Center.
- Kurnianingtyas, L. Y dan M. A. Nugroho. 2012. Implementasi Strategi Pembelajaran Kooperatif Teknik Jigsaw untuk Meningkatkan Keaktifan Belajar Akuntansi Pada Siswa Kelas X Akuntansi 3 SMKNegeri 7 Yogyakarta Tahun Ajaran 2011/2012. *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia*. 10(1) : 66–77.
- Lattin GL, Moore CJ, Zellers AF, Moore SL, Weisberg SB. 2004. A comparison of neustonic plastic and zooplankton at different depths near the southern California shore. *Mar. Pollut. Bull.* 49: 291–294.
- Lemm, W., T. Krukenberg, G. Regier, K. Gerlach and E. S. Bucherl. 1981. Biodegradation of Some Biomaterials After Subcutaneous Implanation. 8: 5-71.
- Li, J., S. Guo and X. Li. 2006. Degradation Kinetics of Polystyrene and EPDM Melts Under Ultrasonic Irradiation. *Polym Degrad Stab.* 89(1): 6-14.
- Li J., X. Qu., L. Su., W. Zhang, D. Yang, P. Kolandhasamy, D. Li, and H. Shi. 2016. Microplastics in mussels along the coastal waters of China. *Environmental Pollution*, 214: 177 – 184.
- Liebezeit G, Dubaish F. 2012. Microplastics in beaches of East Frisian islands Spiekeroog and Kachelotplate. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 89: 213-217.
- Lin, Y. H dan H. Y. Yen. 2006. Fluidised Bed Pyrolysis of Polypropylene Over Cracking Catalysts for Producing Hydrocarbons. *Polym Degrad Stab.* 89(1): 8-101.
- Lusher AL, McHugh M, Thompson RC. 2013. Occurrence of microplastics in the gastrointestinal tract of pelagic and demersal fish from the English Channel. *Mar. Pollut. Bull.* 67 (1): 94–99.
- Lusher, A. L., Peter H dan Jeremy M. (2017). *Microplastics in Fisheries and 81 Aquaculture*. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Macan. T. T. 1978. *Freshwater Ecology*. London: Longman.



- Marganof. 2007. Model Pengendalian Pencemaran di Danau Maninjau Sumatera Barat. IPB. Bogor.
- Martin, J. W., J. W. Chin and T. Nguyen. 2003. Reciprocity Law Experiment in Polymeric Photodegradation: A Critical Review. *Prog Organic Coatings*. 47: 292-311.
- Mason, 1981. Biology of freshwater Pollution. Longma. NewYork.
- Masura, J., Baker, J., Foster, G., Arthur, C. 2015. Laboratory Method for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-48
- Mathalon A, Hill P. 2014. Microplastic fibres in the intertidal ecosystem surrounding Halifax harbor, Nova Scotia. *Mar. Pollut. Bull.* 81: 69-79.
- Moore CJ, Lattin GL, Zeller AF. 2004. Density of Plastic Particles Found in Zooplankton trawls from Coastal Waters of California to the North Pasific Central Gyre. Marina Drive, Long Beach CA 90803 (US): Algalita Marine Research Foundation
- Murachman. 2010. Model Polikultur Udang Windu (*Penaeus monodon Fab*), Ikan Bandeng (*Chanos chanos Forskal*) dan Rumput Laut (*Gracillaria sp*) Secara Tradisional. Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari. Vol. 1 No. 1 Tahun 2010. No. ISSN. 2087-3522.
- Mujiarto, Imam. 2005. Sifat dan karakteristik material plastik dan bahan aditif. *Traksi*. 3 (2) : 1-9
- Mulyanto. 2008. Metode Sampling. Diktat Kuliah. Universitas Brawijaya. Malang. Peraturan Gubernur Bali Nomor 8 Tahun 2007 Tentang Baku Mutu Lingkungan Hidup dan Kriteria Baku Kerusakan Lingkungan Hidup.
- Moore CJ, Moore SL, Weisberg SB, Lattin GL, Zellers AF. 2002. A comparison of neustonic plastic and zooplankton abundance in southern California's coastal waters. *Mar. Pollut. Bull.* 44: 1035–1038
- Ng, K. L., & Obbard, J. P. (2006). Prevalence of microplastics in Singapore's coastal marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 52(7), 761–767.
- Singh, B and N. Sharma. 2008. Mechanistic Implications of Plastic Degradation. *Polymer Degradation and Stability*. 93 (3): 561-584.
- NOAA. 2016. Marine Debris Impacts on Coastal and Benthic Habitats. NOAA Marine Debris Habitat Report.
- Nontji, A., 2002. Laut Nusantara. Penerbit Djambatan. Jakarta: 59-67.



- Nor, M., J. P. Obbard. 2014. *Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. Marine Pollution Bulletin.*, 79(1/2):278–283.
- Noren F, Naustvoll L. 2010. Survey of microscopic particles in Skagerrak. Pilotstudy October–November.
- Nybakken, W.J., 1988. *Biologi Laut. Suatu Pendekatan Ekologis.* Gramedia, Jakarta: 459 hal.
- Palmisano, A. C and C. A. Pettigrew. 1992. Biodegradability of Plastics. *Bioscience.* 42(9): 5-680.
- Peng, G., Zhu, B., Yang, D., Su, L., H., Li, D. 2017. Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. *Environ. Pollut.* 225: 283-290.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. 2001. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air.
- Pospisil, J., Z. Horak, Z. Krulis, S. Nespurek. 1998. The Origin and Role of Structural Inhomogeneities and Impurities in Material Recycling of Plastics. 35:63-247.
- Possatto FE, Barletta M, Costa MF, do Sul JA, Dantas DV. 2011. Plastic debris ingestion by marine catfish: an unexpected fisheries impact. *Mar. Pollut. Bull.* 62: 1098–1102.
- Putra, R. A. D. N. 2013. Identifikasi Bakteri *Aeromonas hydrophila* dari Luka Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Melalui Uji Biokimia di Laboratorium Mikrobiologi, Loka Pemeriksaan Penyakit Ikan dan Lingkungan Serang, Banten. *Budidaya Perairan.* FPIK. *Praktik Kerja Lapang.* Universitas Brawijaya: Malang. 7-8 hlm.
- Qiu Q, Peng J, Yu X, Chen F, Wang J, Dong F. 2015. Occurrence of microplastics in the coastal marine environment: First observation on sediment of China. edited by Richardson BJ. *Mar. Pollut. Bull.* 98: 274-280.
- Safitri., W. Ratna. 2014. Analisis Korelasi Pearson Dalam Menentukan Hubungan Antara Kejadian Demam Berdarah Dengue Dengan Kepadatan Penduduk Di Kota Surabaya Pada Tahun 2012 – 2014. Hal:1-9.
- Sahwan., Firman. L, Djoko. H. M, Sri.W dan Lies. A. W. 2005. Sistem Pengelolaan Limbah Plastik Di Indonesia. *Jurnal Teknologi Lingkungan.* P3TL-BPPT.6(1): 311-318
- Sari, S. H. J., Kirana, J. F. A., dan Guntur, G. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat Hg dan Cu Terlarut di Perairan Pesisir Wonorejo, Pantai Timur Surabaya. *Jurnal Pendidikan Geografi.* No.1. Halaman 1-9

- Sawyer SF. 2009. Analysis of Variance: The Fundamental Concepts. Texas (US):Texas Tech University Health Sciences Center, Lubbock, TX. *The Journal of Manual & Manipulative Therapy*. 17(2): 27-38.
- Seltenrich, N. 2015. New Link in the Food Chain? Marine Plastic Pollution and Seafood Safety Environ Health Perspect 123, A34–A41.
- Simanjuntak, M. 2009. Hubungan faktor lingkungan kimia, fisika terhadap distribusi plankton di Perairan Belitung Timur, Bangka Belitung. *Jurnal Perikanan*. XI(1) : 31-45.
- Simanjuntak, M. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau Dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut dan Ph di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. 4(2): 290-303.
- Sheldrick, G. E and O. Vogl. 2004. Induced Photodegradation of Styrene Polymer: A Survey. *J Polym Eng Sci*. 16(2): 65-73.
- Stolte A, Forster S, Gerds G, Schubert H. 2015. Microplastic concentrations in beach sediments along the German Baltic coast. Germany. *Mar. Pollut. Bull.* 99: 216-119.
- Sugianto, D. N dan Agus ADS .(2007). Studi Pola Sirkulasi Arus Laut di Perairan Pantai Provinsi Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Kelautan*. UNDIP. Vol. 12(2): 79 – 92.
- Sunjaya, B. M., E. S. Salim, D. Wijaya, G. Tanuwidjaja. 2015. Desain dermaga apung dan penangkapsampah di kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo. Seminar Nasional Teknologi. Institut Teknologi Nasional Malang. 964-969.
- Surdia., T dan Shinroku. S. 2000. Pengetahuan *Bahan Teknik*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Susana., T. 2009. Tingkat Keasaman (Ph) Dan Oksigen Terlarut Sebagai Indikator Kualitas Perairan Sekitar Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 5(2): 33-39.
- Susilawati, I., Mustafa Dan D. Maulina. 2011. Biodegradable Plastics From A Mixture of Low Density Polyethylene (LDPE) and Cassava Starch With The Addition of Acrylic Acid. *Jurnal Natural*. Vol. 11, No.2.
- Syahroni., Ahmad. 2016. Dinamika Adaptif Masyarakat Wonorejo Terkait Ekowisata Mangrove Wonorejo Kelurahan Wonorejo, Kecamatan Rungkut, Kota Surabaya. *Antro Unairdot Net*. Vol. 5(3), hal 387.
- Syamsu., I. Fauzi, A. Z. Nugraha, C. T. Nugraheni Dan Salmana W. Kajian Perubahan Tutupan Lahan Di Ekosistem Mangrove Pantai Timur Surabaya. *Media Konservasi*. Vol. 23(2): 122-131

- Tankovic, M.S. Perusco, V.S., J. Godrijan, D., M.Pfannkuchen. *Marine plastic debris in the northeastern Adriatic.*(2015) *Micro 2015*.Book of abstracts. ational Oceanic and Atmospheric Administration. 2013. Programmatic environmental assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP). Maryland (US): NOAA. 168 p.
- Tarr, M.A. 2003. *Chemical Degradation Methods for Wastes and Pollutants: Environmental and Industrial Applications* (Environmental Science & Pollution) Publisher: CRC Press. ISBN: 0824743075 / 9780824743079
- Taylor, D. R. 2004. Mechanistic Aspect of The Effect of Stress on The Rate of Photochemical Degradation Reactions in Polymers. *Journal Macromolecular Science Part C Polymer Review*. 44(4): 88-351.
- Teare, D. O. H., N. Emmison, C. Thontat and R. H. Bradley. 2000. Cellular Attachment to UV Ozone Modified Polystyrene Surfaces. *Langmuir*. 16(6): 24-2818.
- Thevenon, F., Carrol, C., dan Sousa, J. 2011. Plastic Debris in the Ocean: the Characterization of Marine Plastics and their Environmental Impacts, Situation Analysis Report. UNEP Year book 2011: Emerging Issues in Our Global Environment.
- Thompson RC, Olsen Y, Mitchell RP, Davis A, Rowland SJ, John AWG, McGonigle D, Russel AE. 2004. Lost at sea: where is all the plastic? *Science*. 304 (5627): 838.
- Thompson RC, Swan SH. Moore CJ, Vom Saal FS. 2009. Our plastic age. *Philosophical Transactions of the Royal Society B. Biological Science*.364 (1526): 2153-2166.
- Vaughan, R., Turner, S. D., Rose, N. L. 2017. Microplastics in the sediments of a UK urban lake. *Environ. Pollut*. 229, 10-18.
- Victoria., A. V. 2017. Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. *Institut Teknologi Bandung*. Bandung.1-10.
- Wahjudi., D. 2007. Power Dari Uji Kenormalan Data. ResearchGate.
- Wahyuni., S, B. Sulardiono, dan B. Hendrarto. 2015. Strategi Pengembangan Ekowisata Mangrove Wonorejo, Kecamatan Rungkut Surabaya. *Diponegoro Journal Of Maquares*. Volume 4(4): 66-70.
- Watters a, D.L., Yoklavich, M. M., Love, M.S., Schroeder, D.M., 2010. Assessing marine debris in deep seafloor habitats off California. *Marine Pollution Bulletin*.60:131-138.
- Widianarko., Budi dan Inneke. H. 2018. Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa. Universitas Katolik Soegijapranata. Semarang .
- Williams, P. T and R. Bagri. 2003. Hydrocarbon Gases and Oils from The Recycling of Polystyrene Waste by Catalytic Pyrolysis. *Int J Energy Res*. 28(1): 31-44.

- Woodall LC, Gwinnett C, Packer M, Thompson RC, Robinson LF, Paterson GL. 2015. Using a forensic science approach to minimize environmental contamination and to identify microfibrils in marine sediments. *Mar. Pollut. Bull.* 95(1): 40-46.
- Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T. S. 2013. *The physical impacts of microplastic on marine organisms: a review.* *Environ. Pollut.* 178: 483–492.
- Zhang W, Zhang S, Wang J, Wang Y, Mu J, Wang P, Lin X, Ma D. 2017. Microplastic pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China. *Environ Pollut* 231: 541-548.
- Zhao S, Zhu L, Wang T, Li D. 2014. Suspended microplastics in the surface water of the Yangtze Estuary system, China: first observations on occurrence, distribution. *Mar. Pollut. Bull.* 86(1): 562-568.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Fungsi Alat dan Bahan

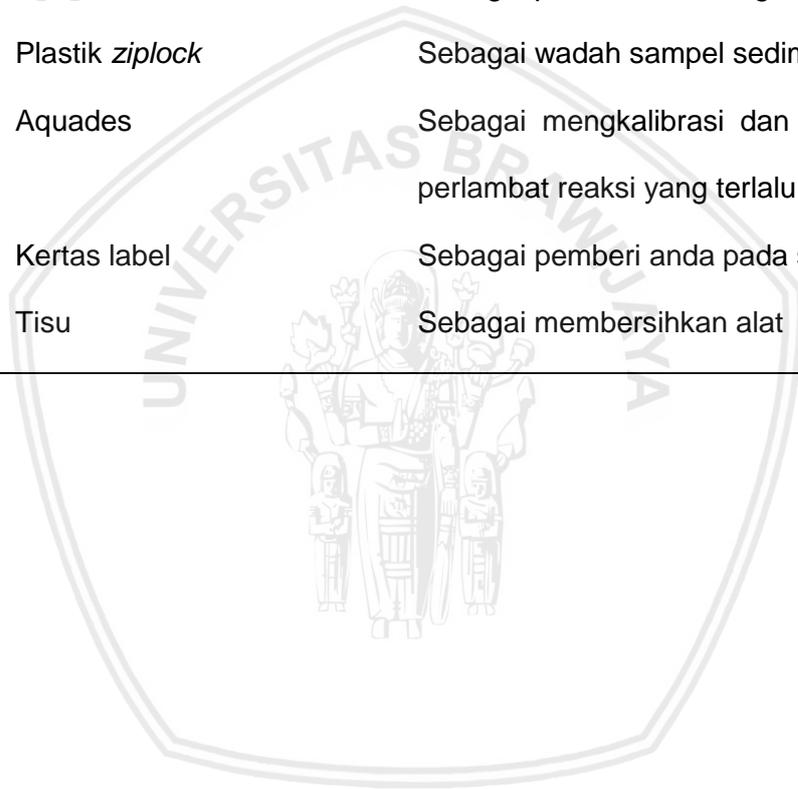
a. Fungsi Alat

No.	Alat	Fungsi
1.	Ekman Grab	Untuk mengambil sampel sedimen
2.	<i>Plankton net</i> (no.25)	Untuk mengambil sampel air
3.	Kamera digital	Untuk mendokumentasikan kegiatan penelitian
4.	<i>Cool box</i>	Untuk menyimpan sampel
5.	GPS (<i>Global Positioning System</i>)	Untuk menentukan titik kordinat lokasi pengamatan
6.	Plastik	Untuk wadah sedimen saat di lapang
7.	Spidol	Untuk pemberi tanda
8.	Botol polyetilen	Untuk menyimpan sampel air mikroplastik
9.	DO meter	Untuk mrngukur DO perairan
10.	pH meter	Untuk mengukur pH perairan
11.	Termometer Hg	Untuk mengukur suhu periran
12.	<i>Current meter</i>	Untuk mengukur arus
13.	Saringan stainless	Untuk menyimpan sampel
14.	Washing Bottle 1L	Untuk wadah aquades
15.	<i>Beaker glass</i>	Untuk wadah sampel
16.	Oven	Untuk mengeringkan sedimen
17.	Timbangan Digital	Untuk menimbang berat sampel
18.	Mikroskop Olympus	Untuk menganalisis sampel

- | | | |
|-----|-------------------------|---|
| | | mikroplastik |
| 19. | Pipet tetes | Untuk mengambil larutan |
| 20. | Gelas ukur | Untuk mengukur larutan |
| 21. | <i>Stir bar</i> | Untuk mengaduk sampel |
| 22. | <i>Hotplate Stirrer</i> | Untuk memanaskan dan
menghomogenkan sampel |
| 23. | Alumunium foil | Untuk penutup beaker glass agar
tidak terkontaminasi |
| 24. | Cawan Petri | Untuk wadah sampel saat identifikasi |
| 25. | Statif | Untuk penyangga density separator |
| 26. | Corong | Untuk membantu menuangkan
aquades |
| 27. | <i>Whartmann no. 41</i> | Untuk tempat sampel mikroplastik |
| 28. | <i>vacuum pump</i> | Untuk membantu mengeringkan
sampel |
-

b. Fungsi Bahan

No.	Bahan	Fungsi
1.	Sampel air	Sebagai bahan uji
2.	Sampel sedimen	Sebagai bahan uji
3.	NaCL	Sebagai memisahkan densitas sampel
4.	Fe	Sebagai memisahkan sampel dengan logam
5.	H ₂ O ₂	Sebagai pelarutkan zat organik
6.	Plastik <i>ziplock</i>	Sebagai wadah sampel sedimen
7.	Aquades	Sebagai mengkalibrasi dan untuk memperlambat reaksi yang terlalu cepat
8.	Kertas label	Sebagai pemberi anda pada sampel
9.	Tisu	Sebagai membersihkan alat



Lampiran 2. Volume Air

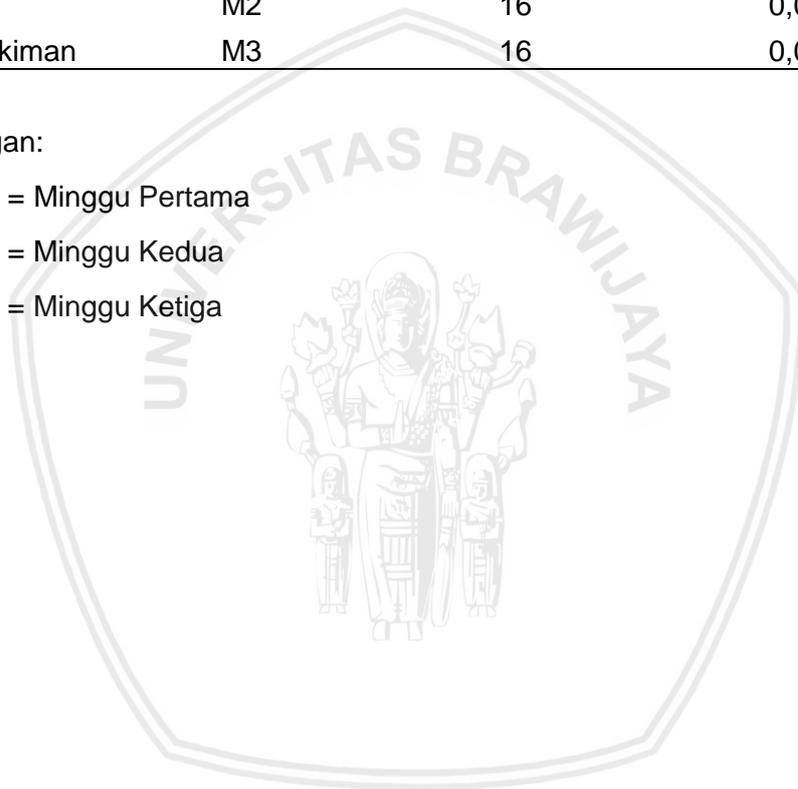
Stasiun	Waktu	Volume Air	
		(L)	m ³
Muara	M1	16	0,016
	M2	16	0,016
	M3	16	0,016
Mangrove	M1	16	0,016
	M2	16	0,016
	M3	16	0,016
Pemukiman	M1	16	0,016
	M2	16	0,016
	M3	16	0,016

Keterangan:

M1 = Minggu Pertama

M2 = Minggu Kedua

M3 = Minggu Ketiga



Lampiran 3. Berat Basah dan Berat Kering Sedimen

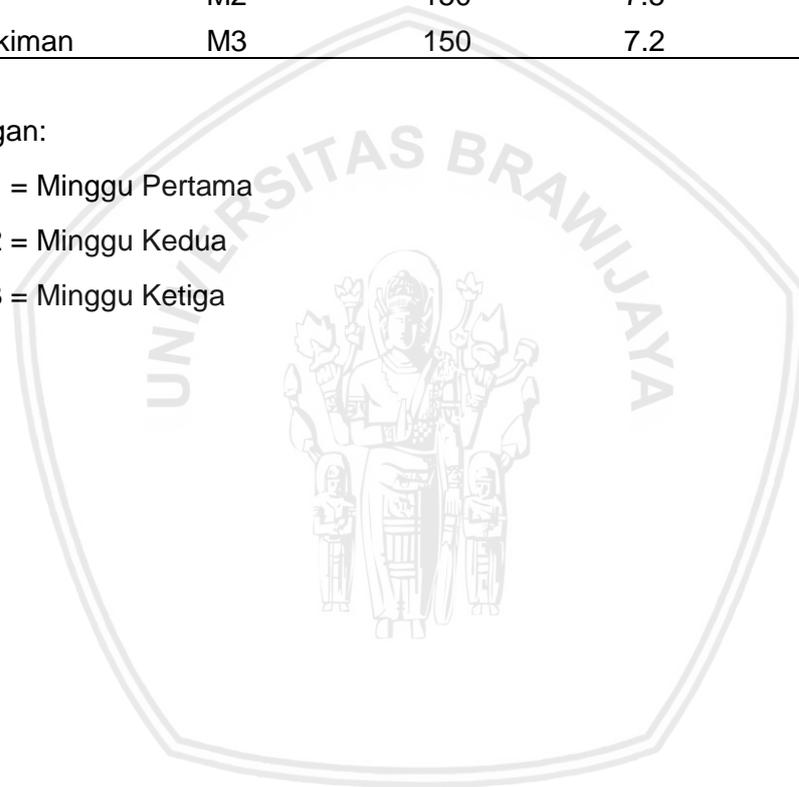
Stasiun	Waktu	Berat Basah (gr)	Berat Kering	
			(gr)	(kg)
Muara	M1	150	8.1	0.0081
	M2	150	9.1	0.0091
	M3	150	8.4	0.0084
Mangrove	M1	150	9.3	0.0093
	M2	150	8.9	0.0089
	M3	150	8.6	0.0086
Pemukiman	M1	150	7.6	0.0076
	M2	150	7.5	0.0075
	M3	150	7.2	0.0072

Keterangan:

M1 = Minggu Pertama

M2 = Minggu Kedua

M3 = Minggu Ketiga

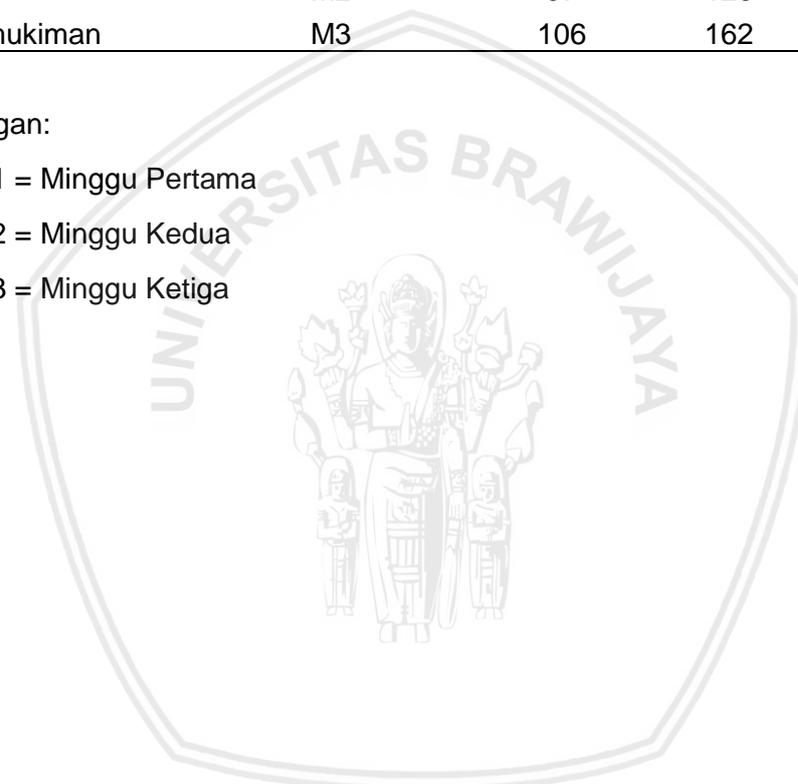


Lampiran 4. Jumlah Partikel pada Sampel Air

Stasiun	Waktu	Jenis Mikroplastik		
		Film	Fragmen	Fiber
Muara	M1	109	134	4
	M2	200	230	2
	M3	114	152	5
Mangrove	M1	122	185	7
	M2	101	120	6
	M3	119	143	7
Pemukiman	M1	136	174	6
	M2	97	126	4
	M3	106	162	3

Keterangan:

- M1 = Minggu Pertama
- M2 = Minggu Kedua
- M3 = Minggu Ketiga



Lampiran 5. Jumlah Partikel pada Sampel Sedimen

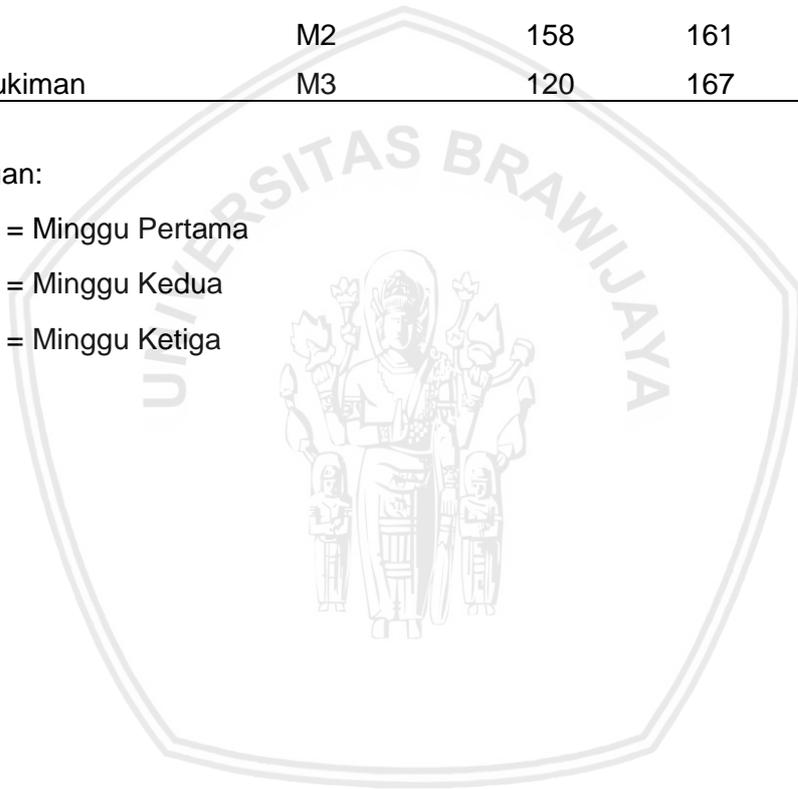
Stasiun	Waktu	Jenis Mikroplastik		
		Film	Fragmen	Fiber
Muara	M1	137	171	7
	M2	185	223	5
	M3	133	209	4
Mangrove	M1	165	205	7
	M2	168	182	6
	M3	150	181	6
Pemukiman	M1	139	184	6
	M2	158	161	4
	M3	120	167	6

Keterangan:

M1 = Minggu Pertama

M2 = Minggu Kedua

M3 = Minggu Ketiga



Lampiran 6. Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Air

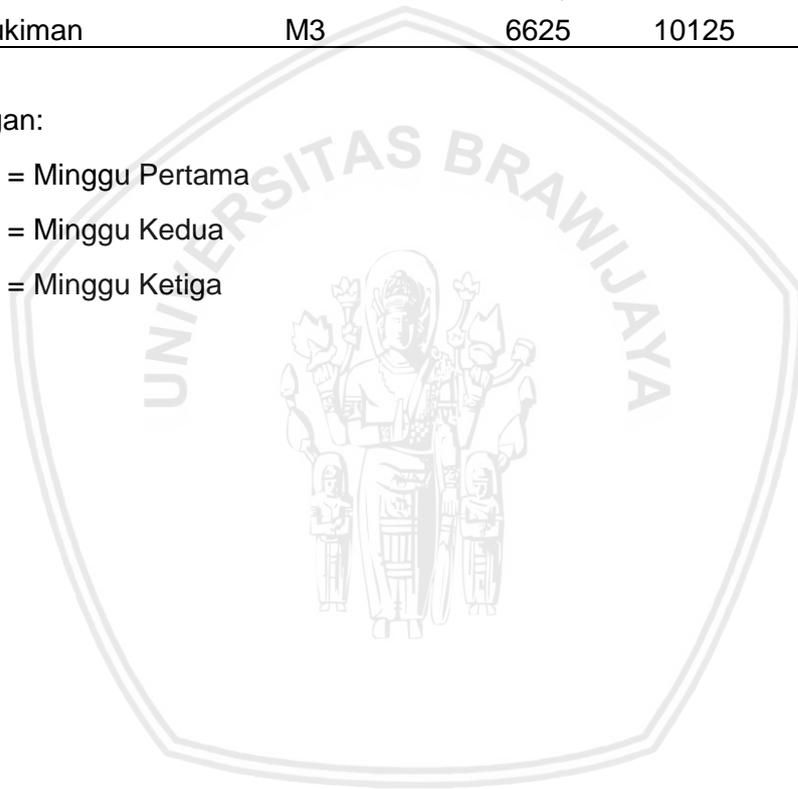
Stasiun	Waktu	Kelimpahan (Partikel/m ³)		
		Film	Fragmen	Fiber
Muara	M1	6825	8375	218,75
	M2	12500	14375	125
	M3	7125	9500	312,5
Mangrove	M1	7625,00	11562,50	437,5
	M2	6312,5	7500	375
	M3	7437,5	8937,50	437,5
Pemukiman	M1	8500,00	10875	375
	M2	6062,5	7875	250
	M3	6625	10125	187,5

Keterangan:

M1 = Minggu Pertama

M2 = Minggu Kedua

M3 = Minggu Ketiga



Lampiran 7. Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Sedimen

Stasiun	Waktu	Kelimpahan (Partikel/kg)		
		Film	Fragmen	Fiber
Muara	M1	16913,58	21111,11	864,20
	M2	20329,67	24505,49	549,45
	M3	15833,33	24880,95	476,19
Mangrove	M1	17741,94	22043,01	752,69
	M2	18876,40	20449,44	674,16
	M3	17441,86	21046,51	697,67
Pemukiman	M1	18289,47	24210,53	789,47
	M2	21066,67	21466,67	533,33
	M3	16666,67	23194,44	833,33

Keterangan:

M1 = Minggu Pertama

M2 = Minggu Kedua

M3 = Minggu Ketiga



Lampiran 8. Output SPSS Kelimpahan Mikroplastik pada Air

for mean Upper Bound 23867,49

5% Trimmed Mean	16937,50
Median	7735677,083
Variance	2781,309
Std. Deviation	14188
Minimum	19750
Maximum	5563
Range	
Interquartile Range	
Skewness	,034
Kurtosis	1,225

Tests of Normality

kelimpahan mikroplastik pada air	muara	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
		Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
	muara	,342	3	.	,845	3	,228
	mangrove	,177	3	.	1,000	3	,962
	pemukiman	,176	3	.	1,000	3	,988

a. Lilliefors Significance Correction

kelimpahan mikroplastik pada air

Stem-and-Leaf Plots

kelimpahan mikroplastik pada air Stem-and-Leaf Plot for x= muara

ONEWAY y BY x
/STATISTICS HOMOGENEITY
/MISSING ANALYSIS
/POSTHOC=TUKEY ALPHA(0.05).

Oneway

[DataSet0]

Test of Homogeneity of Variances

kelimpahan mikroplastik pada air

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
2,883	2	8	,147

ANOVA

kelimpahan mikroplastik pada air

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1,654E7	2	8270333,361	,454	,655
Within Groups	1,093E8	6	1,822E7		
Total	1,259E8	8			

Post Hoc Tests

Multiple Comparisons

kelimpahan mikroplastik pada air
Tukey HSD

(i) stasiun.pennamisan	(j) stasiun.pennamisan	95% Confidence Interval

Lampiran 9. Output SPSS Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen

SPSS Statistics Viewer - PASW Statistics Processor

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

95% Confidence Interval for Mean Lower Bound Upper Bound

Mean	38777,3942	
5% Trimmed Mean	45922,9925	
Median	43066,6700	
Variance	2068549,286	
Std. Deviation	1438,24521	
Minimum	40694,44	
Maximum	43289,47	
Range	2595,03	
Interquartile Range		
Skewness	-1,685	1,225
Kurtosis		

Tests of Normality

stasiun pengamatan	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
kelimpahan mikroplastik pada sedimen muara	,243	3	.	,972	3	,682
mangrove	,221	3	.	,986	3	,776
pemukiman	,357	3	.	,814	3	,148

a. Lilliefors Significance Correction

kelimpahan mikroplastik pada sedimen

Stem-and-Leaf Plots

kelimpahan mikroplastik pada sedimen Stem-and-Leaf Plot for x= muara

PASW Statistics Processor is ready 1:38 04/07/2019

SPSS Statistics Viewer - PASW Statistics Processor

File Edit View Data Transform Insert Format Analyze Direct Marketing Graphs Utilities Add-ons Window Help

Oneway

[DataSet0]

Test of Homogeneity of Variances

kelimpahan mikroplastik pada sedimen

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
3,983	2	6	,121

ANOVA

kelimpahan mikroplastik pada sedimen

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	9905765,593	2	4952882,796	1,111	,389
Within Groups	2,678E7	6	4459569,996		
Total	3,668E7	8			

Post Hoc Tests

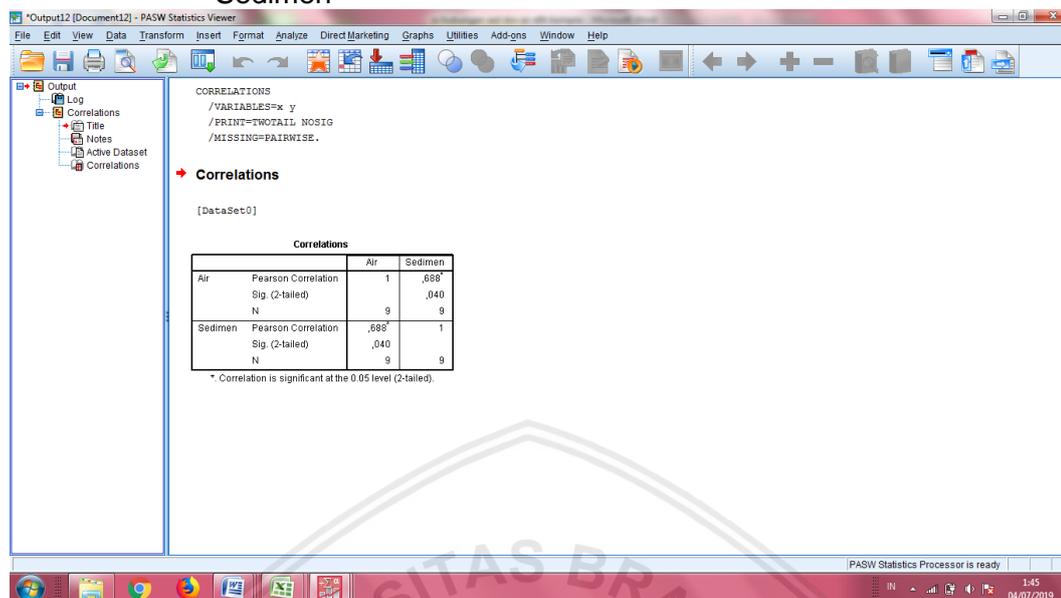
Multiple Comparisons

kelimpahan mikroplastik pada sedimen Tukey HSD

(i) stasiun pengamatan	(j) stasiun pengamatan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
muara	mangrove	1913,43667	1724,25249	,543	-3377,0435	7203,6168
	pemukiman	-528,86333	1724,25249	,950	-5919,3435	4761,6168
mangrove	muara	-1913,43667	1724,25249	,543	-7203,6168	3377,0435

PASW Statistics Processor is ready 1:38 04/07/2019

Lampiran 10. Output SPSS Hubungan Kelimpahan Mikroplastik pada Air dan Sedimen



Lampiran 11. Data Hasil Kualitas Air

Stasiun	Parameter Lingkungan											
	Suhu (°C)			Arus (m/s)			pH			DO (mg/L)		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Muara	26	29	28	0,47	0,61	0,28	7,8	8	7	6,82	7,61	4,72
Mangrove	27,5	28,8	29	0,12	0,15	0,21	8	7,95	8	7,45	7,07	3,39
Pemukiman	27	29	30	0,16	0,24	0,17	7,5	7,73	7	5,94	7,59	3,45

Keterangan:

M1 = Minggu Pertama

M2 = Minggu Kedua

M3 = Minggu Ketiga



Lampiran 12. Dokumentasi Penelitian



Pengambilan sampel sedimen dengan ekman grab



Pengambilan sampel air dengan plankton net (no.25)



Kertas saring



H2O2



Penimbangan sedimen basah



Saringan air



Sedimen kering



Hot plate stirrer sedimen



Vacuum pump sampel penelitian



Pengukuran (DO)



Sieve shaker (penyaringan sampel sedimen)



Density separator (pemisahan densitas sampel sedimen)



Penimbangan sedimen basah



Pengamatan di mikroskop olympus



Pengovenan sampel



Botol labu untuk menyimpan larutan Fe

