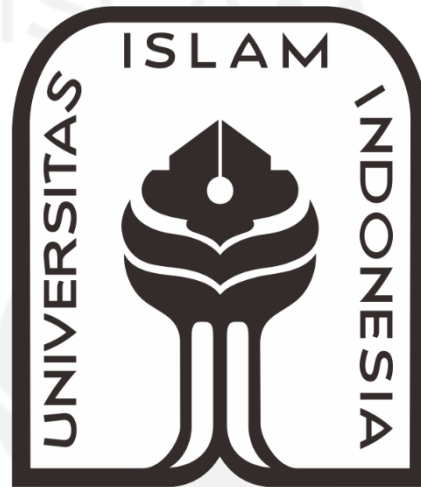


**TUGAS AKHIR**

**IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DI PERAIRAN LAUT DAN PESISIR  
PANTAI KABUPATEN PACITAN & KABUPATEN WONOGIRI**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



الجامعة الإسلامية  
الاستدرا الإندونيسية

**RISKA YOGA PRIAMBODO**

**17513142**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA**

**2022**

**TUGAS AKHIR**


**IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DI PERAIRAN LAUT DAN PESISIR  
PANTAI KABUPATEN PACITAN & KABUPATEN WONOGIRI**

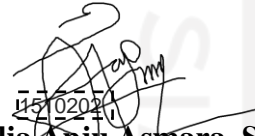
**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**




Disusun oleh :  
**RISKA YOGA PRIAMBODO**  
**17513142**

Disetujui, Dosen Pembimbing :

  
**Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.**  
**NIK. 005130101**  
Tanggal:

  
**Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.**  
**NIK. 195130101**  
Tanggal:

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

  
**Eko Siswono, S.T., M.Sc.ES., Ph.D.**  
**NIK. 025100406**  
Tanggal: 28 Januari 2022

**HALAMAN PENGESAHAN**  
**IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK DI PERAIRAN LAUT DAN**  
**PESISIR PANTAI KABUPATEN PACITAN & KABUPATEN**  
**WONOGIRI**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari: Jumat**

**Tanggal: 14 Januari 2022**

**Disusun Oleh:**

**Riska Yoga Priambodo**

**17513142**

**Tim Penguji:**

Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

(  )

Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng.

(   
14012022 )

Elita Nurfitriyani Sulistyono, S.T., M.Sc.

(  )

## LEMBAR PERNYATAAN

Dibawah ini saya menyatakan bahwasannya:

1. Karya tulis laporan tugas akhir ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk menyelesaikan studi akademik apapun, termasuk di Universitas Islam Indonesia dan di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis laporan tugas akhir ini merupakan penelitian saya sendiri, buah pikiran dari gagasan, rumusan saya sendiri, tanpa melibatkan pihak manapun kecuali masukan dan arahan dari dosen pembimbing.
3. Dalam karya tulis laporan tugas akhir ini tidak tercantum karya dan/atau pendapat dan gagasan yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali tertulis dengan jelas sebagai acuan dalam pembuatan karya tulis laporan tugas akhir dengan menuliskan nama pengarang dan dituliskan ke dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini dibuat secara sadar dengan sungguh-sungguh, apabila di hari kemudian didapatkan kesalahan dan penyimpangan dalam pernyataan ini, maka saya siap mendapatkan sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh, serta hukuman sanksi lainnya sesuai dengan ketuntuan peraturan yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 7 Oktober 2021

Yang membuat pernyataan,



Riska Yoga Priambodo

17513142

## PRAKATA

*Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh.*

Segala puji dan syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Identifikasi Mikroplastik di Perairan Laut dan Pesisir Pantai Kabupaten Pacitan & Kabupaten Wonogiri**. Penyusunan laporan tugas akhir ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini banyak hambatan serta rintangan yang penulis hadapi namun pada akhirnya dapat melaluinya berkat adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:


1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kelancaran, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orangtua penulis, Ibu Sulatin dan Bapak Sudaryono. Terima kasih atas segala yang diberikan. Pada setiap doa-doa terbaik kalian. Pada setiap kasih sayang yang selalu tersampaikan. Pada setiap kepercayaan yang kalian tumpukan kepada si bungsu ini.
3. Ir. Luqman Hakim, S.T., M. Si., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir
4. Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.
5. Seluruh dosen, staff, dan Keluarga Besar Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII. Terima kasih atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
6. Seluruh staff Laboratorium Program studi Teknik Lingkungan.

7. Rekan seperjuangan dalam proses pengerjaan laporan tugas akhir, Azzam, Ramzy, Ridho, Alfarizi dan Rahma sesama tim Mikroplastik. Terima kasih telah memberikan warna terakhir di penghujung masa kuliah.
8. Sandika, Idham, As'ad, Aza, Panji, Rezha, Abi, Kresna, dan Krisna selaku teman perantauan. Terima kasih telah memberikan pelajaran hidup.
9. Teman – teman Angkatan 2017 Program Studi Teknik Lingkungan.
10. Rafiul Cahya Nawawi selaku teman dan sahabat ketika kehidupan sedang tidak berpihak. Terima kasih selalu menemani penulis dalam pengambilan sampel.
11. Reyhan, Rama, Narendra, Handy, dan Nindy selaku teman yang selalu menerima penulis dalam keadaan apapun.
12. Orang-orang yang pernah ada di lini masa hidupku. Terima kasih karena sebab kehadiran kalian penulis terbentuk.
13. Masyarakat daerah sekitar pesisir pantai Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri, khususnya Pantai Pancer, Pantai Ngiroboyo dan Pantai Nampu.
14. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari kekurangan yang terdapat didalam laporan tugas akhir ini tidak luput dari kesalahan dan keterbatasan ilmu serta pengetahuan dari penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk kemajuan penulis dan kelengkapan laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini bermanfaat bagi penulis dan semua pihak.

Yogyakarta, 7 Oktober 2021

Penulis,

  
(Riska Yoga Priambodo)

## ABSTRAK

RISKA YOGA PRIAMBODO. Identifikasi mikroplastik di perairan laut dan pesisir pantai Kabupaten Pacitan & Kabupaten Wonogiri. Dibimbing oleh Ir. Luqman Hakim, S. T., M. Si. dan Adelia Anju Asmara, S. T., M.Eng.

*Plastik yang terfragmentasi di lingkungan menyebabkan masalah kompleks karena menyebabkan polusi mikroplastik. Di lingkungan laut, mikroplastik dapat berada di pasir, air, dan sedimen. Distribusi mikroplastik dalam ekosistem laut berasal dari muara. Air limbah domestik, aktivitas nelayan, dan pariwisata di sekitar sungai adalah penyebab polusi mikroplastik. Studi ini menyelidiki transportasi mikroplastik di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo, dan Pantai Nampu. Pengambilan sampel mikroplastik di air laut menggunakan metode grab sampling dan metode manta trawl. Pengambilan sampel pasir menggunakan metode transek kuadrat. Jenis mikroplastik yang diidentifikasi dalam bentuk fragment (59%), fiber/filament (26%), film (9%), foam (3%), dan pellet (3%). Warna mikroplastik didominasi oleh warna hitam (36,17%), diikuti oleh transparan (34,34%), merah (13,94%), kuning (8,2%), biru (4,37%), warna lainnya (2,09%) dan hijau (0,9%). Sampel juga dianalisis menggunakan spektroskopi FTIR. Hasilnya diperoleh oleh polimer sintetis (Nylon, PTFE, FEP, PCTFE, Polyacetal, dan Polybutadiene), dan polimer semi-sintetis (Tencel, Bemberg, Rayon, Rutil, Kaolin, Cellophane, dan TALC). Identifikasi polimer dan jenis mikroplastik dapat dikaitkan dengan aktivitas yang menyebabkan polusi mikroplastik. Banyak mikroplastik ditemukan di Pantai Pancer dan Pantai Ngibroboyo yang disebabkan oleh kegiatan seperti pariwisata serta aktivitas nelayan. Di sisi lain, Pantai Nampu yang digunakan sebagai wisata ditemukan mikroplastik dalam jumlah kecil.*

**Kata Kunci:** Air, FTIR, Mikroplastik, Mikroskop, Pasir dan Sedimen

## **ABSTARCT**

**RIKSA YOGA PRIAMBODO.** *Identification of microplastics in the marine and coastal waters of Pacitan Regency & Wonogiri Regency. Mentored by Ir. Luqman Hakim, S. T., M. Si. and Adelia Anju Asmara, S. T., M.Eng.*

*Plastics fragmented in the environment cause complex problems due to causing microplastic pollution. In the marine environment, microplastics can reside in the sand, water, and sediment. The distribution of microplastics in marine ecosystems comes from estuaries. Domestic wastewater, fishing activities, and tourism around rivers are the cause of microplastic pollution. This study investigated the transportation of microplastic in Pancer beach, Ngiroboyo beach, and Nampu beach. Microplastic sampling in the marine environment using grab sampling methods and manta trawl methods. Sand sampling using the quadratic transect method. The identified types of microplastics were in the form of the fragment (59%), fiber/filament (26%), film (9%), foam (3%), and pellet (3%). Microplastic colors were dominated by black (36,17%), followed by transparent (34,34%), red (13,94%), yellow (8,2%), blue (4,37%), other color (2,09%) and green (0,9%). Samples were also analyzed using FTIR spectroscopy. the results were obtained by synthetic polymers (Nylon, PTFE, FEP, PCTFE, Polyacetal, and Polybutadiene), and semi-synthetic polymers (Tencel, Bemberg, Rayon, Rutile, Kaolin, Cellophane, and TALC). Identification of polymers and types of microplastics can be associated with activities that caused microplastic pollution. A lot of microplastics are found on Pancer beach and Ngiroboyo beach caused by activities such as tourism and fishing activity. On the other hand, Nampu Beach which is used as a tourism was found microplastics in small amounts.*

**Keywords:** *FTIR, Microplastic, Microscope, Sand, Sediment and Water*



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	iii
LEMBAR PERNYATAAN.....	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup .....	5
BAB II.....	7
2.1 Plastik .....	7
2.2 Mikroplastik .....	8
2.3 Mikroplastik di Perairan.....	11
2.4 Sedimen .....	13
2.5 FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ).....	13
2.6 Pantai Pancer .....	14
2.7 Pantai Ngibroboyo.....	15
2.8 Pantai Nampu .....	15
BAB III .....	17
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	17
3.2 Diagram Alir Penelitian .....	22
3.3 Jenis dan Variabel Penelitian .....	23
3.3.1 Jenis Penelitian.....	23
3.3.2 Variabel Penelitian.....	23

3.3.3	Alat dan Bahan.....	24
3.4	Pengumpulan Data .....	26
3.4.1	Pengumpulan Data Primer .....	26
3.4.1.1	Pengambilan Sampel Pasir .....	26
3.4.1.2	Pengambilan Sampel Air Laut dan Air Muara ( <i>Grab Sampling</i> ) 27	
3.4.1.3	Pengambilan Sampel Air Laut (Metode <i>Manta Trawl</i> ).....	28
3.4.1.4	Pengambilan Sampel Sedimen .....	28
3.4.2	Pengumpulan Data Sekunder.....	29
3.5	Pengujian Sampel.....	29
3.5.1	Pengujian <i>In-situ</i> .....	30
3.5.1.1	Pengujian Sampel Dengan Multimeter dan Kertas pH.....	30
3.5.2	Pengujian <i>Ex-situ</i> .....	32
3.5.2.1	Pengeringan .....	33
3.5.2.2	<i>Density Separation</i> .....	33
3.5.2.3	WPO ( <i>Wet Peroxide Oxidation</i> ).....	34
3.5.2.4	Penyaringan .....	35
3.5.2.5	Pengamatan Dengan Mikroskop.....	36
3.5.2.6	Pengamatan Dengan FTIR.....	36
3.6	Analisis Data .....	37
3.6.1	Analisis Data Pada Mikroskop.....	37
3.6.2	Analisis Data Pada FTIR .....	38
BAB IV	.....	39
4.1	Deskripsi Wilayah dan Kualitas Air Sampel.....	39
4.1.1	Pantai dan Perairan Laut Pancer .....	39
4.1.2	Pantai dan Perairan Laut Ngibroboyo.....	42
4.1.3	Pantai dan Perairan Laut Nampu .....	45
4.2	Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis, Jumlah dan Warna .....	46
4.2.1	Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis.....	47
4.2.2	Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah .....	55
4.2.3	Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna .....	58

4.3	Identifikasi Mikroplastik dengan FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> )...	61
4.4	Distribusi Mikroplastik .....	73
4.4.1	Distribusi Mikroplastik di Pantai Pancer .....	73
4.4.2	Distribusi Mikroplastik di Pantai Ngiroboyo.....	75
4.4.3	Distribusi Mikroplastik di Pantai Nampu .....	77
BAB V	.....	79
5.1	Kesimpulan.....	79
5.2	Saran.....	80
DAFTAR PUSTAKA	.....	81
LAMPIRAN	.....	90



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Keberadaan Mikroplastik di Lingkungan .....	10
Tabel 3. 1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel.....	17
Tabel 3. 2 Peralatan yang Digunakan Selama Penelitian .....	24
Tabel 3. 3 Bahan yang Digunakan Selama Penelitian .....	25
Tabel 4. 1 Hasil Pengukuran Sampel Perairan Laut Pantai Pancer .....	41
Tabel 4. 2 Hasil Pengukuran Sampel Perairan Laut Pantai Ngiroboyo.....	43
Tabel 4. 3 Hasil Pengukuran Sampel Perairan Laut Pantai Nampu.....	46
Tabel 4. 4 Rentang Ukuran Mikroplastik yang Telah Diamati.....	49
Tabel 4. 5 Hasil Pembacaan FTIR Pada Semua Sampel.....	62



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Mikroplastik: 1. Pellet; 2. Fragment; 3. Fiber; 4. Film; 5. Filament; 7. Foam .....	10
Gambar 2. 2 Mekanisme Transportasi Mikroplastik di Perairan .....	11
Gambar 3. 1 Peta Koordinat Titik Sampling di Pantai Pancer Kabupaten Pacitan	19
Gambar 3. 2 Peta Koordinat Titik Sampling di Pantai Ngibroboyo Kabupaten Pacitan .....	20
Gambar 3. 3 Peta Koordinat Titik Sampling di Pantai Nampu Kabupaten Wonogiri .....	21
Gambar 3. 4 Diagram Alir Metode Penelitian .....	22
Gambar 3. 5 Sketsa Metode Transek .....	26
Gambar 3. 6 (a) Pengambilan Sampel Pada Pasir Pantai Dengan Sekop dan (b) Pengayakan Sampel Pasir Dengan Ayakan .....	27
Gambar 3. 7 Pengambilan Sampel Air Laut dan Air Muara Dengan Water Sampler .....	28
Gambar 3. 8 Pengambilan Air Permukaan Dengan Manta Trawl .....	28
Gambar 3. 9 Pengambilan Sedimen Dengan Grabber .....	29
Gambar 3. 10 Pengujian Sampel Air Dengan Alat Multimeter .....	30
Gambar 3. 11 Pengujian pH Pada Sampel Sedimen .....	31
Gambar 3. 12 Alur Pengujian Sampel Sedimen, Sampel Pasir, dan Sampel Air ..	32
Gambar 3. 13 (a) Penggunaan Alat Oven dan (b) Hasil Sedimen Setelah Dioven	33
Gambar 3. 14 Pengadukan Sampel Pasir dan Sedimen Menggunakan Jar Test ..	34
Gambar 3. 15 (a) Proses Penambahan H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 30% (b) Proses WPO Dengan Alat Magnetic Stirrer .....	35
Gambar 3. 16 (a) Penyaringan Dengan Vacuum dan (b) Hasil Sampel Setelah Disaring .....	35
Gambar 3. 17 Analisis Sampel Dengan Mikroskop .....	36
Gambar 3. 18 Alat FTIR (Fourier Transform Infrared) .....	37
Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting Pantai Pancer (1) Adanya Sampah Pada Pasir; (2) Kapal Nelayan; (3) Kegiatan Usaha Masyarakat dan (4) Fasilitas Umum di Sekitaran Muara Sungai .....	39
Gambar 4. 2 Kondisi Eksisting Pantai Ngibroboyo (1) Adanya Sampah di Pasir Pantai; (2) Kegiatan Usaha di Sekitar Pantai; (3) Fasilitas Umum di Sekitar Pantai; dan (4) Kapal Pariwisata di Muara Sungai .....	42
Gambar 4. 3 Kondisi Eksisting Pantai Nampu (1) Adanya Sampah di Pasir Pantai; (2) Saluran Pembuangan Limbah Domestik; (3) Fasilitas Umum di Sekitar Pantai; dan (4) Kegiatan Usaha di Sekitar Pantai .....	45
Gambar 4. 4 (1) Mikroplastik Jenis Fragment di Lokasi Pantai Pancer dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Area 0,03 mm <sup>2</sup> .....	47

Gambar 4. 5 (1) Mikroplastik Jenis Fiber/Filament di Lokasi Pantai Ngibroboyo dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Panjang 1,62 mm .....	47
Gambar 4. 6 (1) Mikroplastik Jenis Film di Lokasi Pantai Ngibroboyo dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Area 0,25 mm <sup>2</sup> .....	48
Gambar 4. 7 (1) Mikroplastik Jenis Pellet di Lokasi Pantai Pancer dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Area 0,01 mm <sup>2</sup> .....	48
Gambar 4. 8 (1) Mikroplastik Jenis Foam di Lokasi Pantai Nampu dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Area 0,01 mm <sup>2</sup> .....	49
Gambar 4. 9 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis Pada Pantai Pancer	50
Gambar 4. 10 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis Pada Pantai Ngibroboyo .....	50
Gambar 4. 11 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis Pada Pantai Nampu .....	51
Gambar 4. 12 Grafik Persentase Jenis Mikroplastik Seluruh Sampel .....	52
Gambar 4. 13 Mekanisme Degradasi Mikroplastik .....	55
Gambar 4. 14 Jumlah Mikroplastik Teridentifikasi Pada Sampel Pasir dan Sampel Air .....	56
Gambar 4. 15 Grafik Jumlah Mikroplastik Pada Sampel Sedimen .....	58
Gambar 4. 16 Perbedaan Warna Antara Red Fiber/Filament Dengan Blue Fiber/Filament.....	59
Gambar 4. 17 Perbedaan Warna Antara Red Fragment, Black Fragment dan Blue Fragment .....	59
Gambar 4. 18 Grafik Persentase Warna Mikroplastik Seluruh Sampel.....	60
Gambar 4. 19 Perbandingan Hasil Metode Manta Trawl dan Grab Sampling dengan Kelimpahan Mikroplastik yang Teridentifikasi.....	71
Gambar 4. 20 Distribusi Polimer Mikroplastik di Pantai Pancer.....	73
Gambar 4. 21 Distribusi Polimer Mikroplastik di Pantai Ngibroboyo .....	75
Gambar 4. 22 Distribusi Polimer Mikroplastik di Pantai Nampu.....	77

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Pengambilan Sampel .....	90
Lampiran 2 Pengujian Sampel <i>In-situ</i> .....	91
Lampiran 3 Pengujian Sampel <i>Ex-situ</i> .....	92
Lampiran 4 Identifikasi Dengan Mikroskop dan FTIR .....	93



# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Di abad ke-20, permasalahan lingkungan menjadi lebih banyak dan kompleks. Permasalahan lingkungan cenderung disebabkan oleh bertambahnya populasi manusia dan meningkatnya sampah atau limbah yang berasal dari kegiatan manusia. Kegiatan manusia memang diperlukan untuk memenuhi kebutuhan manusia itu sendiri (Atria, 2010). Di sisi lain, hal itu menimbulkan dampak terhadap ekosistem jika terjadi pencemaran akibat sampah dan limbah. Misalnya, di daerah yang terdapat masyarakat dengan interaksi di dalamnya, adanya aktivitas manusia akan membuat perputaran ekonomi. Dengan demikian, perputaran ekonomi akibat aktivitas manusia akan memenuhi kebutuhan manusia itu sendiri, akan tetapi aktivitas manusia meningkatkan potensi pencemaran pada lingkungan yang diakibatkan produksi sampah dan limbah (Auta, et al., 2017).

Sampah dan limbah terutama jenis plastik di alam dengan waktu yang lama, menyebabkan sampah dan limbah terurai menjadi bagian-bagian kecil (fragmentasi) (Barnes, et al., 2009). Proses fragmentasi plastik bisa terjadi karena berbagai faktor, yaitu faktor keberadaan oksigen, paparan sinar matahari, abrasi, aktivitas ombak dan turbulensi (Browne, et al., 2007). Selain faktor eksternal, faktor internal juga mempengaruhi cepat lambatnya proses fragmentasi yaitu bahan dari plastik itu sendiri. Perbedaan jenis, karakteristik dan sifat plastik akan mempengaruhi lamanya proses penguraian di alam. Misalnya, ada perbedaan waktu dekomposisi antara botol plastik dengan kantong plastik. Botol plastik memerlukan 450 tahun untuk dapat terurai di alam, sedangkan kantong plastik memerlukan waktu 10 hingga 1000 tahun untuk bisa terurai di alam (DEPA, 2015).



Adanya fragmentasi sampah atau limbah plastik di alam, menyebabkan permasalahan lingkungan menjadi lebih kompleks (Barnes, et al., 2009). Betts (2008), mengatakan kompleksitas permasalahan mikroplastik di alam dikarenakan mikroplastik memiliki ukuran yang sangat kecil (<5mm), sehingga yang semula lingkungan terlihat bersih, namun jika diteliti lebih lanjut tidak menutup kemungkinan adanya potensi mikroplastik (Andrady, 2011). Ukuran sekecil itu, memudahkan mikroplastik untuk masuk ke dalam rantai makanan. Skenario masuknya mikroplastik ke dalam rantai makanan dimulai dari mikroplastik yang terdapat di alam, kemudian masuk melalui media seperti air laut atau pasir yang secara tidak sengaja dengan ukuran kurang dari 0,5 mm dapat mudah masuk ke dalam tubuh hewan. Hewan sebagai konsumen tingkat 1 pastinya memiliki konsumen tingkat 2 dan seterusnya. Dengan demikian, semakin tinggi tingkat konsumen di rantai makanan berbanding lurus dengan semakin tingginya potensi bahaya dikarenakan adanya akumulasi (Rochman, et al., 2015).

Pola penyebaran mikroplastik di pantai biasanya dapat diketahui dengan memperhatikan pola penggunaan plastik dari masyarakat, aktivitas di sekitar sungai dan adanya pemanfaatan pantai di daerah tersebut sebagai tempat usaha atau wisata (Manalu, 2017). Selain dari sampah plastik di pantai, sumber pencemaran mikroplastik di ekosistem laut berasal dari aktivitas yang berada di darat seperti limbah cair yang dibuang ke sungai dan *runoff* dari perkotaan serta pertanian. Kegiatan maritim seperti budidaya perikanan juga menyebabkan sumber pencemaran mikroplastik (Zhang, 2017). Faktor arah angin dan gelombang mempengaruhi transportasi mikroplastik di perairan dan pesisir pantai (Kulkula, et al., 2012). Pada muara sungai, pertemuan antara air tawar dan air laut juga merupakan faktor penting mempengaruhi gerakan mikroplastik pada sedimen dan di perairan (Lima, et al., 2017). Kuatnya arus pasang surut terjadi di sekitar muara mempengaruhi waktu tinggal dan transportasi mikroplastik (Wolanski and Elliot, 2015).

Di Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri berlokasi di selatan Pulau Jawa, memiliki beberapa pantai yang memiliki muara dari beberapa sungai dan

pantainya digunakan untuk tempat wisata serta pelabuhan (Fuad, et al., 2017). Penggunaan pantai sebagai tempat wisata dan pelabuhan menjadikan pantai di Pacitan dan Wonogiri berpotensi adanya pencemaran mikroplastik. Data timbulan sampah plastik masyarakat Pacitan sebesar 48,6 ton/hari dan timbulan sampah plastik masyarakat Wonogiri sebesar 109,4 ton/hari. Sehingga dari data tersebut, berpotensi terjadinya pencemaran mikroplastik di muara sungai dan pesisir pantai di Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri (Data SIPSN, 2020).

Konsumsi plastik masyarakat Pacitan dan Wonogiri yang tinggi akan mempunyai dampak pada lingkungan pantai di Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri. Salah satu yang akan terkena dampak pencemaran adalah Pantai Pancer dan Pantai Ngibroboyo di Kabupaten Pacitan serta Pantai Nampu di Kabupaten Wonogiri. Pantai Pancer dan Pantai Ngibroboyo merupakan pendorong ekonomi masyarakat di sekitar pantai, dikarenakan sektor pantai digunakan sebagai tempat wisata dan ada yang digunakan sebagai pelabuhan (Nurhalimah, et al., 2017). Sedangkan Pemerintah Kabupaten Wonogiri belakangan ini sedang mengencarkan pergerakan di sektor pariwisata. Adanya rencana ini, membuat beberapa tempat pariwisata di Kabupaten Wonogiri mendapat perhatian khusus, terutama Pantai Nampu yang berpotensi menarik perhatian wisatawan (Indarto, 2017).

Adanya aktivitas manusia akan menimbulkan pencemaran sampah plastik dan limbah di sekitar pesisir pantai, hal itu akan menguatkan potensi keberadaan mikroplastik pada Pantai Pancer dan Pantai Ngibroboyo di Kabupaten Pacitan serta Pantai Nampu di Kabupaten Wonogiri. Di lain sisi, belum ada penelitian tentang mikroplastik pada pesisir pantai di Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri. Berkaitan dengan itu, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui keberadaan mikroplastik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah yang ada di tugas akhir ini adalah adanya keberadaan mikroplastik di sampel air laut, pasir dan sedimen yang berada di pantai Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri.

Adapun masalah yang dikaji di tugas akhir ini diantaranya:

1. Bagaimana persebaran mikroplastik yang terdapat pada sampel air laut, air muara, pasir serta sedimen di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu?
2. Bagaimana karakteristik fisik mikroplastik pada sampel air laut, air muara, pasir dan sedimen di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu?
3. Bagaimana karakteristik kimia mikroplastik di sampel air laut, air muara, pasir dan sedimen di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu?

## 1.3 Tujuan

Tujuan dari tugas akhir ini adalah:

1. Mengidentifikasi persebaran mikroplastik pada sampel air laut, air muara, pasir dan sedimen di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu.
2. Mengidentifikasi karakter fisik mikroplastik pada sampel air laut, air muara, pasir serta sedimen di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu menggunakan mikroskop.
3. Mengidentifikasi gugus fungsi senyawa kimia yang terkandung dalam mikroplastik pada sampel air laut, air muara, pasir dan sedimen di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*).

## 1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diantaranya:

1. Hasil penelitian dapat dijadikan referensi pembelajaran, khususnya pengetahuan mengenai keberadaan, jenis dan unsur kimia pada mikroplastik di pesisir pantai.
2. Hasil penelitian dapat dijadikan sebagai informasi mengenai kondisi pantai yang mengalami pencemaran mikroplastik. Selain itu dapat dijadikan referensi bahan penelitian kandungan mikroplastik pada pantai Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri.
3. Hasil penelitian dapat dijadikan bekal dan pengetahuan lebih mendalam mengenai pencemaran mikroplastik pada suatu ekosistem.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Ruang lingkup penelitian memiliki tujuan untuk membatasi masalah yang akan dikaji. Adapun ruang lingkup dari tugas akhir ini adalah:

1. Ruang Lingkup Materi

Penelitian ini membahas tentang mikroplastik yang meliputi dari jenis, jumlah, warna dan zat kimia penyusun mikroplastik. Pengambilan sampel mikroplastik, pengolahan sampel mikroplastik dan analisis mikroplastik menggunakan metode NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*).

2. Ruang Lingkup Tempat dan Waktu Penelitian

Tempat penelitian dilakukan di Kabupaten Pacitan meliputi Pantai Pancer dan Pantai Ngibroboyo, sedangkan di Kabupaten Wonogiri meliputi Pantai Nampu. Waktu kegiatan penelitian dilakukan dalam selama 7 bulan pada Maret – September 2021.

3. Ruang Lingkup Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada sampel pasir, air muara, air laut, air permukaan laut dan sedimen yang berada di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu. Pengambilan sampel pasir dilakukan menggunakan metode transek kuadrat dengan acuan A Rocha International, pengambilan air laut dan air muara menggunakan metode NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*)

dengan memakai alat *manta trawl* dan pengambilan sampel sedimen menggunakan metode *grab sampling*. Pengambilan sampel dilakukan pada 25 titik dengan pertimbangan titik tersebut memiliki tingkat bahaya yang rendah.

#### 4. Ruang Lingkup Pengujian Sampel

Pengujian dilakukan dengan analisis sampel pasir, air laut, air muara dan sedimen dilakukan menggunakan mikroskop. Pengamatan mikroskop bertujuan untuk mengamati karakteristik morfologi yang meliputi jumlah, bentuk dan warna. Pengamatan juga dilakukan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) dengan tujuan untuk identifikasi karakter kimia dari mikroplastik.



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Plastik

Plastik merupakan makromolekul yang terbentuk melalui proses polimerisasi. Polimerisasi adalah sebuah proses bergabungnya molekul sederhana dengan molekul sederhana lain menjadi molekul yang lebih besar melalui proses kimia. Penyusun utama dari polimer plastik adalah hidrokarbon. Bahan mentah yang biasa digunakan untuk membuat plastik adalah *naphtha*. *Naphtha* bisa didapat dari penyulingan minyak bumi atau gas alam. Perlu 1,75 kg minyak bumi untuk pembuatan 1 kg plastik, artinya pembuatan plastik memerlukan minyak bumi dengan jumlah yang lebih banyak. Penggunaan minyak bumi tersebut sudah termasuk bahan baku dan kebutuhan energi yang terlibat dalam prosesnya. Walaupun penggunaan minyak bumi diperlukan lebih banyak untuk membuat plastik, tetapi peminat konsumen plastik juga semakin tinggi (Kumar, et al., 2011).

Kegunaan plastik yang memudahkan pekerjaan manusia, membuat konsumsi plastik dari tahun ke tahun meningkat. Pada tahun 1930-an penggunaan plastik hanya beberapa ratus ton, pada tahun 1990-an menjadi 150 juta ton dan pada tahun 2005 penggunaan plastik tercatat sebesar 220 juta ton (Surono, 2013). Konsumsi plastik yang meningkat tiap tahun menjadikan sebuah potensi bahaya kepada lingkungan, terlebih lagi plastik memiliki kategori yang berbeda. Plastik dapat terbagi menjadi 3 kategori yaitu *thermoplastic*, *thermosetting* dan *elastomer*. Kategori *thermoplastic* adalah bahan plastik apabila diberikan suhu tinggi bahan plastik akan mencair dan bahan plastik tersebut mudah dibentuk. Contoh *polietilen* (PE), *polipropilen* (PP), *politetrafloro-etilen*, *poliamid* (PA), *polivinil klorid* (PVC) dan *polisterin* (PS). *Thermosetting* adalah bahan plastik yang sudah dipadatkan dan tidak dapat dicairkan kembali ketika diberi suhu tinggi. Contoh *resin epoksi*, *poliuretan* (PU), *resin polyester*, dan *bakalit*.

*Elastomer* adalah plastik yang dapat kembali ke wujud awal setelah ditarik, sebagai contoh karet dan *neoprene*. Dengan berbagainya kategori plastik menyebabkan semakin bervariasinya jenis, sifat dan karakteristik dari plastik (Lusher, et al., 2017).

Sebagian besar penggunaan plastik menjadi sampah dan limbah hanya memerlukan waktu yang singkat. Penggunaan plastik yang berlebihan akan memberikan dampak ke lingkungan, misalnya pencemaran air sungai. Pembuangan sampah-sampah plastik ke sungai akan menyebabkan pendangkalan dan penyumbatan sungai. Apabila sungai tersebut memiliki muara, sampah plastik akan mengalir dan mencemari air laut. Sampah plastik telah banyak ditemukan di laut, mulai dari makroplastik dan mikroplastik (Barnes, et al., 2010).

## **2.2 Mikroplastik**

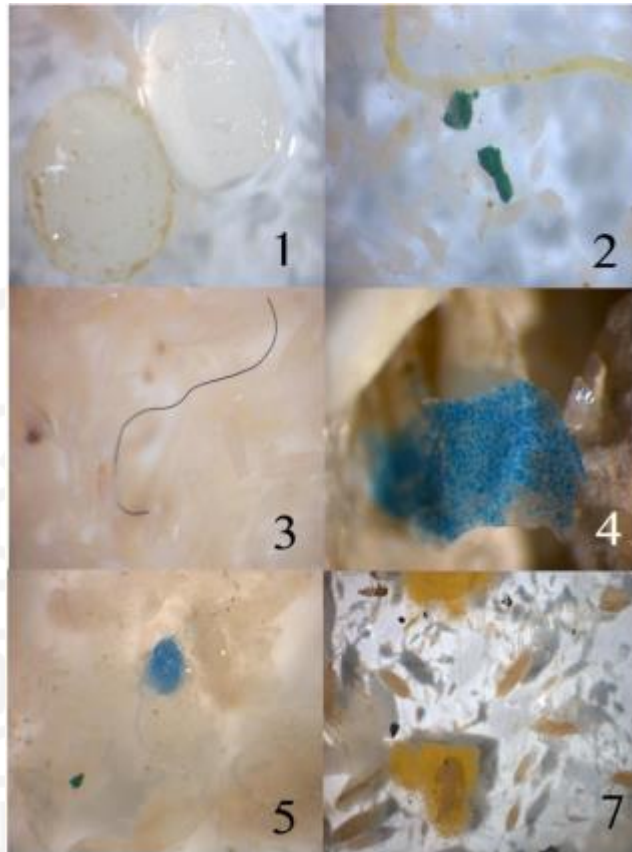
Sampah plastik yang terbuang di alam, seiring berjalannya waktu akan mengalami fragmentasi menjadi mikroplastik. Awal mula mikroplastik diidentifikasi pada tahun 1970. Mikroplastik terdeteksi ada di lingkungan baik tanah, air laut, air tawar dan udara (Mai, 2018). Mikroplastik tidak dapat dilihat menggunakan mata secara langsung, dikarenakan ukuran mikroplastik kurang dari 5 mm. Keberadaan mikroplastik berada di lingkungan, mikroplastik memiliki bahan dasar berbahaya dan mempunyai kemampuan menyerap senyawa hidrofobik beracun dari lingkungan ke permukaan. (Manalu, 2017). Mikroplastik dapat ditemukan di sedimen pantai, bibir pantai dan badan air. Sedangkan, mikroplastik sejak dulu sudah ditemukan di tubuh ikan pada perairan dan mengandung senyawa berbahaya yang mengganggu ekosistem laut (Atas, 2019).

Terdapat 2 kategori mikroplastik yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik bisa disebut mikroplastik primer dikarenakan plastik diproduksi dengan ukuran mikroskopis. Mikroplastik primer dapat ditemukan pada produk kosmetik (Cole, et al., 2011). Mikroplastik primer umumnya berbentuk *pellet* dengan ukuran diameter sekitar 2-5 mm. Pada produk kosmetik tidak asing dengan *scubbers* yang sering digunakan untuk *treatment*

perawatan kulit (Cauwenberghe, et al., 2014). Di pasaran, mikroplastik ini dijual dengan berbagai bentuk, ukuran dan komposisi tergantung produk yang ditawarkan (Fendall and Sewel, 2009). Cole, et al (2011), mengatakan bahwa telah ditemukan butiran *polyethylene* dan *polypropylene* di produk kosmetik. Kategori yang lain, mikroplastik sekunder memiliki bentuk yang tipis yang berasal dari pecahan dari plastik besar di darat maupun di laut. Lambat laun terjadi proses fisika, biologi dan kimia yang menyebabkan pengurangan struktur dari plastik sehingga terjadi fragmentasi (Browne, et al., 2007). Pada pantai, adanya paparan sinar matahari, abrasi, pasang surut air dan turbulensi menyebabkan fragmentasi plastik menjadi ukuran mikroplastik serta tidak menutup kemungkinan menjadi nanoplastik (Galgani, et al., 2010).

Berdasarkan morfologi, mikroplastik dapat digolongkan melalui jenis, warna dan ukuran. Secara umum, klasifikasi mikroplastik dibagi menjadi *pellet*, *fragment*, *fiber*, *filament*, *film* dan *foam*. Sedangkan klasifikasi warna dibagi menjadi hitam, biru, merah, transparan, putih, hijau dan lain sebagainya (João Frias, et al., 2018). Teridentifikasinya jenis mikroplastik, akan mempermudah untuk mengetahui sumber pencemarannya. Jenis mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 2.1.





**Gambar 2. 1** Jenis Mikroplastik: 1. *Pellet*; 2. *Fragment*; 3. *Fiber*; 4. *Film*; 5. *Filament*; 7. *Foam*

(Sumber: João Frias, et al., 2018).

Menurut Widinarko dan Inneke (2018), jenis-jenis mikroplastik yang banyak ditemukan di lingkungan disajikan pada tabel berikut

**Tabel 2. 1** Keberadaan Mikroplastik di Lingkungan

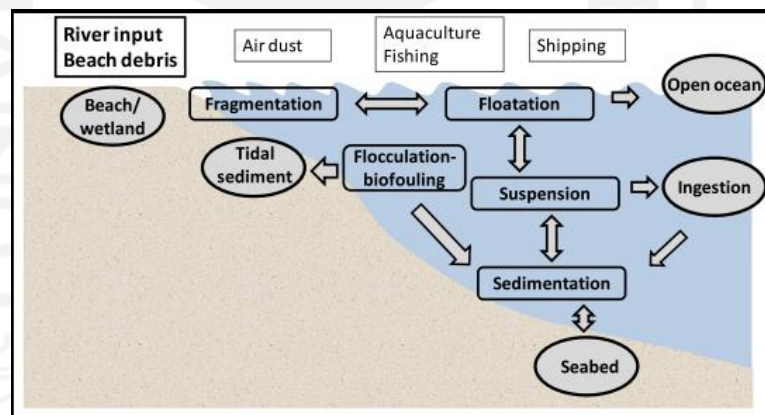
<b>Tipe Plastik</b>	<b>Densitas (g/cm<sup>3</sup>)</b>
<i>Polyethylene</i>	0,917-0,965
<i>Polypropylene</i>	0,9-0,91
<i>Polystyrene</i>	1,04-1,1
<i>Polyamide (nylon)</i>	1,02-1,05
<i>Polyester</i>	1,24-2,3
<i>Acrylic</i>	1,09-1,2
<i>Polyoxymethylene</i>	1,41-11,61

<i>Polyvinyl alcohol</i>	1,19-1,31
<i>Polyvinyl chloride</i>	1,16-1,58
<i>Poly methacrylate</i>	1,17-1,2
<i>Polyethene terephalate</i>	1,37-1,45
<i>Polyethylene terephthalate</i>	1,37-1,45
<i>Alkyd</i>	1,24-2,1
<i>Polyurethane</i>	1,2

(Sumber: Widinarko dan Inneke, 2018)

Mikroplastik menyebabkan bahaya yang serius terhadap lingkungan, dikarenakan sifat mikroplastik yang menyerap bahan-bahan kimia di permukaan. Mikroplastik sudah banyak ditemukan di laut dan masuk ke dalam rantai makanan (Andrady, 2011). Ukuran yang kecil dan sifatnya yang mengapung di permukaan air, dianggap sebagai makanan oleh biota laut. Biota laut yang memakan mikroplastik menyebabkan terjadinya bioakumulasi (Wright, et al., 2013).

### 2.3 Mikroplastik di Perairan



**Gambar 2. 2** Mekanisme Transportasi Mikroplastik di Perairan

(Sumber: Zhang, 2017)

Mikroplastik dapat dengan mudahnya masuk ke dalam perairan laut, dikarenakan adanya plastik yang masuk ke dalam ekosistem sungai. Sumber pencemaran mikroplastik di sungai berasal dari aktivitas manusia. Kegiatan membuang sampah dan limbah di sungai akan terbawa arus yang berakhir di laut (Browne, et al., 2010). Selain itu, kegiatan seperti pariwisata, kegiatan

penangkapan ikan, budidaya perikanan dan penggunaan kapal merupakan sumber utama pencemaran mikroplastik di air (Zhang, 2017). Fragmentasi plastik pada pesisir juga merupakan sumber pencemaran mikroplastik di perairan. Adanya transportasi yang disebabkan karena udara dan ombak akan membawa mikroplastik ke perairan (Kulkula, et al., 2012).

Mikroplastik yang berada di dalam air akan mengapung tergantung pada massa jenis polimernya. Faktor penting dalam penyebaran mikroplastik terdapat pada ukuran mikroplastik, luas ukuran menyebabkan mudahnya melepaskan bahan kimia pada lingkungan daripada volume dari mikroplastik (Lusher, et al., 2017). Di permukaan air laut, pencemaran mikroplastik menyebabkan dampak negatif pada organisme atau biota laut yang tidak sengaja menelan mikroplastik (Thompson, et al., 2009). Dampaknya dapat mengakibatkan berkurangnya asupan nutrisi yang seharusnya didapat dari makanan (Tourinho, et al., 2010). Pada ikan, mikroplastik akan memberikan dampak berupa gangguan pernafasan karena menyumbat insang dan menyebabkan bioakumulasi jika mikroplastik tertelan ke dalam tubuh ikan (Browne, et al., 2008). Selain itu, mikroplastik dapat menyumbat saluran pencernaan dan membatasi nutrisi, dikarenakan mikroplastik diangkut ke sistem pencernaan melalui dinding usus, sehingga menelan mikroplastik dapat merusak fungsi vital tubuh secara serius (Cauwenberghe, et al., 2014).

Akumulasi mikroplastik pada biota laut disebabkan adanya penyebaran mikroplastik dari muara sungai. Pergerakan arus sungai dan udara, akan mentranspor mikroplastik yang sudah terfragmentasi sejak lama akan mengendap di sedimen sungai dan sedimen tersebut akan ikut terbawa ke muara (Wright, et al., 2013). Keberadaan mikroplastik di sedimen menunjukkan jumlah yang lebih banyak dibandingkan keberadaan di perairan laut, dikarenakan transportasi mikroplastik di perairan cenderung lebih cepat daripada di sedimen (Manalu, 2017).

## 2.4 Sedimen

Sedimen adalah pecahan-pecahan material yang umumnya terdiri atas uraian batu-batuan secara fisis dan secara kimia. Hasil sedimen biasanya diperoleh dari pengukuran sedimen terlarut dalam sungai, dengan kata lain bahwa sedimen merupakan pecahan dari mineral atau material organik yang diangkut dari berbagai sumber. Sedimen merupakan media dimana akumulasi partikel organik dan anorganik. Pengangkutan dilakukan dengan bantuan arus, udara, angin, dan musim (Usman, 2014). Pada umumnya, partikel yang terangkut dengan cara bergulung, bergeser, dan melompat disebut angkutan muatan dasar dan jika partikel terangkut dengan cara melayang disebut angkutan muatan layang *suspense* (Hambali dan Yayuk, 2016).

Material dari arah hilir cenderung memiliki ukuran yang semakin kecil daripada material yang berada hulu, material pada hulu memiliki berat dan ukuran yang. Adanya perpindahan material yang dibawa oleh media arus dan angin akan membawa bahan lain seperti bahan pencemaran termasuk mikroplastik (Harsini, 2014). Menurut Ahmad (2018), menjelaskan sedimen yang menyekat dasar perairan laut dan perairan memiliki variabilitas bentuk partikel yang mempengaruhi keberadaan mikroplastik. Mikroplastik akan naik ke permukaan air dari dasar sedimen melalui proses *upwelling* (Tanković, et al., 2015).

Mikroplastik yang memiliki berat lebih dibandingkan air akan tenggelam ke dasar badan air dan terakumulasi di sedimen. Mikroplastik yang berada di permukaan air pada waktu yang lama akan berakhir di sedimen dengan proses hasil *biofouling* oleh organisme (Auta, et al., 2017). Daya apung menyebabkan mikroplastik bisa mengambang dan tenggelam. Makroplastik lebih lama tenggelam daripada mikroplastik, dikarenakan kehilangan daya apung pada mikroplastik lebih besar (Fazey and Ryan, 2016).

## 2.5 FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Analisis sampel dapat dilakukan dengan mudah dengan bantuan alat optik. Spektroskopi merupakan teknik pengujian yang operasionalnya cenderung mudah

untuk mendapatkan spektrum dari sampel yang dianalisis. Pada penelitian ini menggunakan IR atau inframerah yang memiliki panjang gelombang ( $\lambda$ ) berkisar 0,78 $\mu$ m sampai 100 $\mu$ m. Spektroskopi IR memiliki dua variasi diantaranya metode dispersif dan metode *Fourier Transform* (FT). Metode FT menggunakan prinsip dari interferometer. Keunggulan dari penggunaan metode FT dibandingkan dengan metode dispersif yaitu kemampuan mencakup sampel yang berukuran kecil, peralatan ini dilengkapi komputer dengan kemampuan menyimpan dan memanipulasi spektrum (Stevens, 2007)

FTIR (*Fourier Transform Infrared*) merupakan spektroskopi optik yang secara efektif dapat menampilkan komposisi kimia pada tingkat molekuler. FTIR dapat digunakan untuk menentukan gugus fungsi kimia dari senyawa organik dan anorganik. Sebagian besar senyawa menunjukkan karakteristik penyerapan atau emisi di daerah spektrum IR. Oleh karena itu, FTIR dapat menganalisis senyawa baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Simonescu, 2012).

Instrumen FTIR merupakan metode spektroskop yang paling akurat dalam pembacaan gugus fungsi senyawa pada mikroplastik. Pengukuran vibrasi pada FTIR akan mendeteksi karakteristik material. Gugus fungsi senyawa akan dilakukan pengukuran dan komparasi dengan referensi spektrum. Hasil pembacaan akan ditampilkan di *software* pada komputer sehingga hasilnya akurat (Käppler, et al., 2016).

## **2.6 Pantai Pancer**

Pantai Pancer merupakan salah satu pantai di Pacitan dengan muara sungai utama di Pacitan yaitu berasal Sungai Grindulu. Daerah Aliran Sungai (DAS) Grindulu mempunyai panjang 52 km dan melewati 9 kecamatan. Bergantungnya masyarakat Pacitan pada Sungai Grindulu, dapat dilihat dari aktivitas masyarakat yang sering menggunakan sungai sebagai transportasi perahu, penangkapan ikan dan lain-lain. Sungai Grindulu yang bermuara ke Pantai Pancer akan membawa partikel-partikel yang berasal dari hulu (Wijayanti dan Gunawan, 2017).

Pantai Pancer merupakan tempat wisata yang memiliki potensi yang besar dan memenuhi kriteria yang perlu dikembangkan, salah satu indikatornya adalah peningkatan jumlah kunjungan wisatawan. Penggunaan lahan sekitar Pantai Pancer berupa tempat penginapan dan toko, menjadikan Pantai Pancer ramai akan wisatawan tiap tahun. Selain itu, Pantai Pancer juga memiliki pelabuhan yang digunakan untuk perahu nelayan yang akan menangkap ikan. Adanya rencana penambahan fasilitas akan membuat daya tarik kepada wisatawan menjadi meningkat. Wisatawan akan meningkatkan ekonomi masyarakat sekitar, tetapi permasalahan lingkungan akan muncul seiring bertambahnya wisatawan (Fuad, et al., 2017).

## **2.7 Pantai Ngiroboyo**

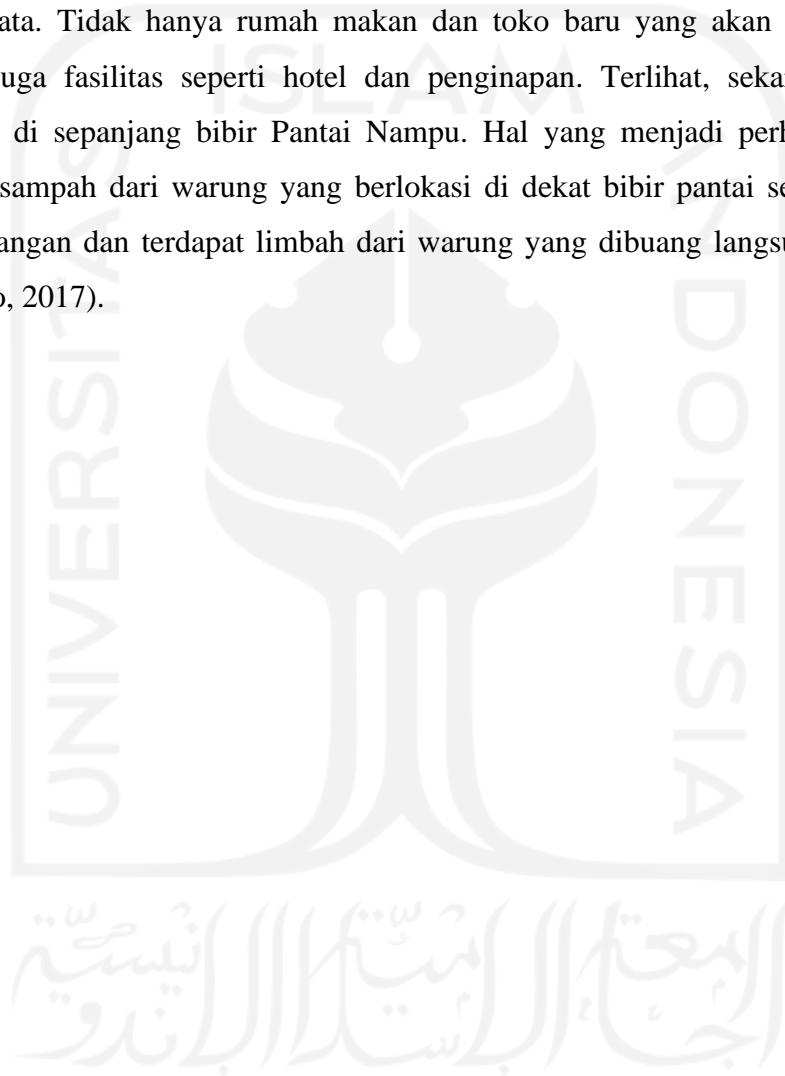
Pantai Ngiroboyo menyuguhkan pemandangan menarik dimana pemandangan pantai disertai dengan pemandangan sungai. Pantai ini terletak di Kecamatan Donorojo, Kabupaten Pacitan. Sungai Maron merupakan sungai dimana aktivitas masyarakat tersebut meningkatkan nilai ekonomi masyarakat sekitar. Pemerintah Kabupaten Pacitan memanfaatkan aliran Sungai Maron yang melewati Donorojo dan bermuara di Pantai Ngiroboyo sebagai tempat wisata susur sungai (Ariseno, 2019).

Pantai Ngiroboyo setiap tahunnya mengalami kenaikan jumlah wisatawan. Kegiatan susur sungai dimanfaatkan dengan baik oleh masyarakat sekitar untuk menarik wisatawan. Keberadaan wisatawan memberikan dampak baik dan dampak buruk. Dampak buruk adanya wisatawan yaitu perilaku membuang sampah sembarangan di sungai dan fasilitas tempat sampah yang belum optimal membuat wisatawan sering membuang sampah di sekitaran pantai (Nawang Sari, 2018).

## **2.8 Pantai Nampu**

Pantai Nampu berada di Kabupaten Wonogiri, tepatnya di Desa Dringo, Kelurahan Gunturharjo, Kecamatan Paranggupito. Pantai Nampu merupakan salah satu pantai pasir putih dan gelombang ombak yang cukup besar.

Pemandangan pasir putih yang berkarang akan terlihat apabila air laut sedang mengalami surut. Pemandangan yang masih alami dan belum dikunjungi banyak wisatawan memberikan kesan yang menakjubkan. Dalam konteks pembangunan ekonomi daerah, pengembangan Pantai Nampu akan memunculkan *trickle-down effects*, atau dampak yang datang karena efek dari pengembangan sektor pariwisata. Tidak hanya rumah makan dan toko baru yang akan bermunculan, tetapi juga fasilitas seperti hotel dan penginapan. Terlihat, sekarang terdapat warung di sepanjang bibir Pantai Nampu. Hal yang menjadi perhatian khusus adalah sampah dari warung yang berlokasi di dekat bibir pantai sering dibuang sembarangan dan terdapat limbah dari warung yang dibuang langsung ke pantai (Indarto, 2017).



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2021 sampai September 2021. Sampel yang akan diambil adalah sampel pasir, air laut dan sedimen yang berlokasi di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu. Untuk 1 pantai diambil sampel pasir dibagi menjadi 4 titik, sampel air laut dibagi menjadi 3 titik, sampel air muara 1 titik, dan sedimen diambil 1 titik. Pengambilan sampel air laut, air muara dan sampel sedimen dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan (*purposive sampling*), yaitu, akses pengambilan sampel yang memungkinkan sehingga tidak berbahaya dari segi keamanan dan keselamatan. Analisis mikroplastik dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII.

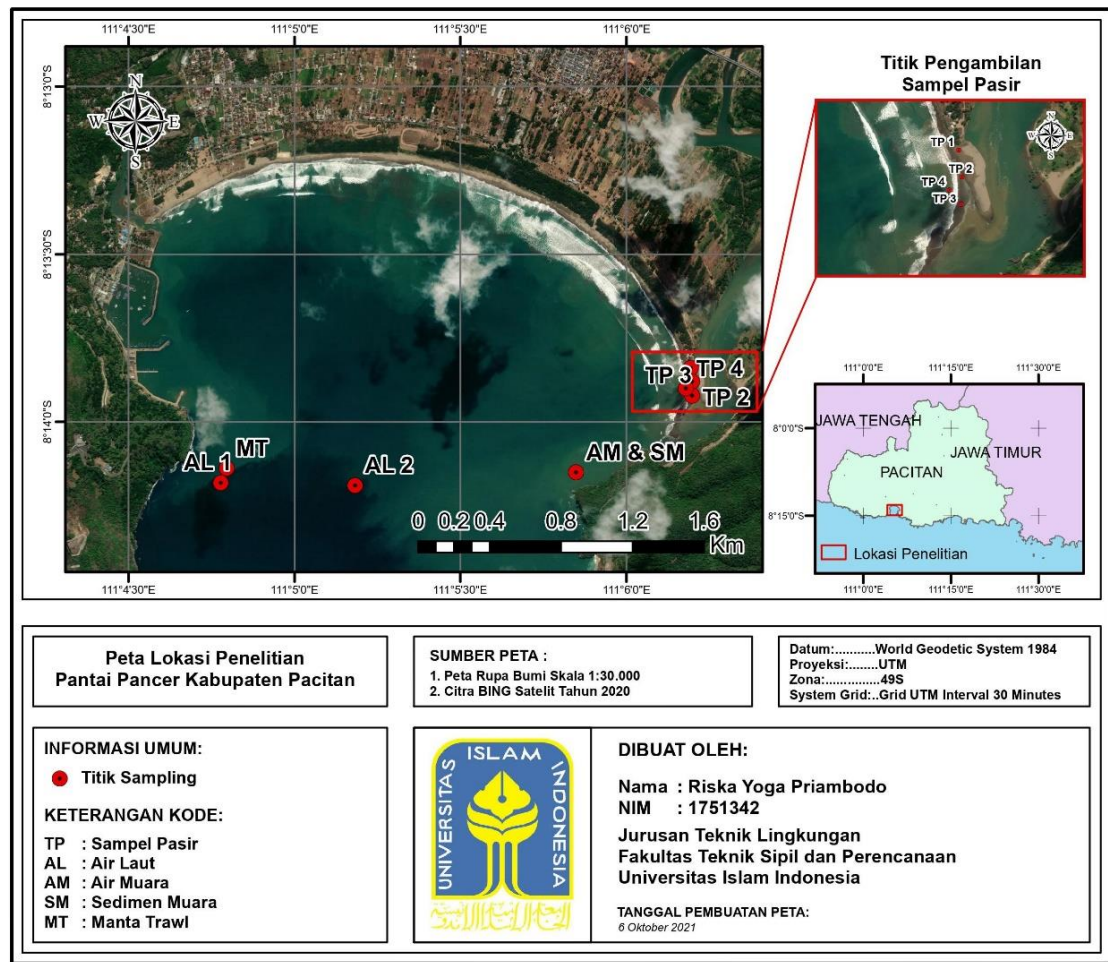
Koordinat lokasi titik pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel dan peta titik pengambilan sampel pasir, air laut, air muara dan sedimen di Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.1, 3.2 dan 3.3. Peta menggunakan aplikasi ArcGis versi 10.3, untuk data wilayah Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri didapatkan dari penampilan peta dari Citra BING Satelit Tahun 2020.

**Tabel 3. 1** Titik Koordinat Pengambilan Sampel

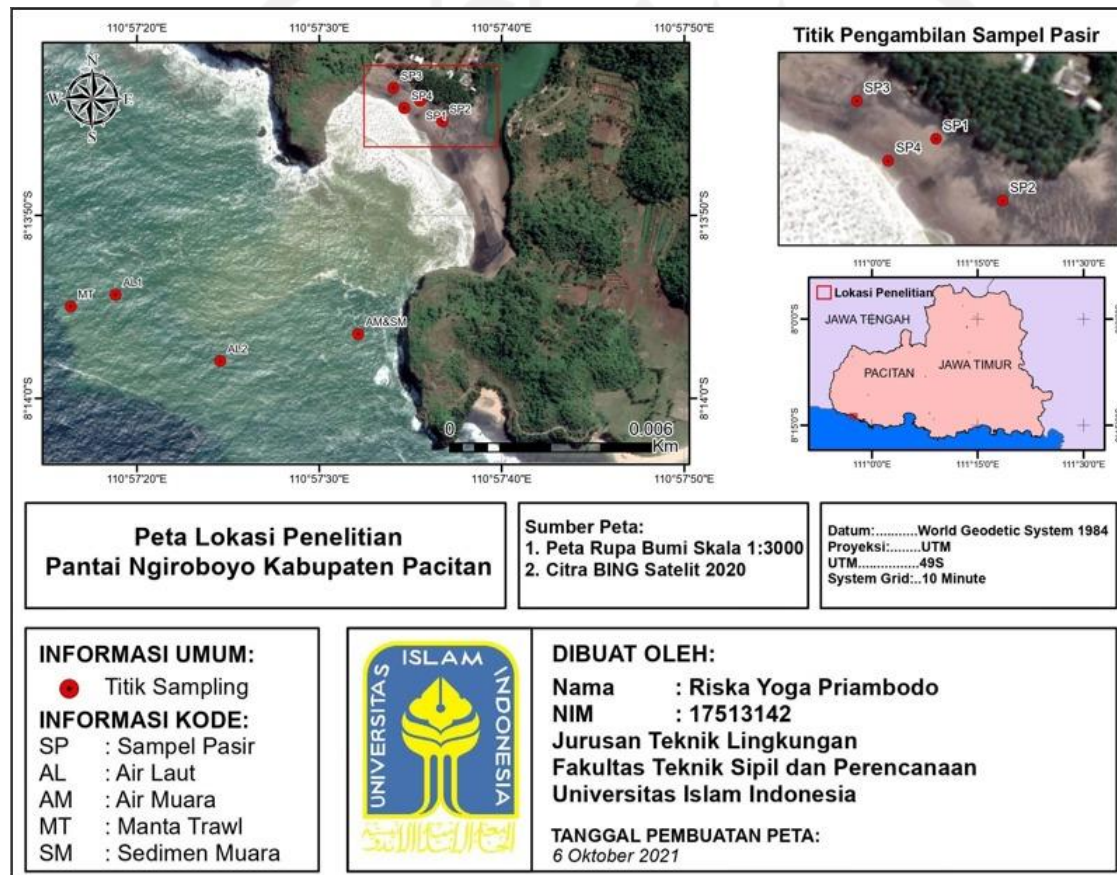
No	Nama Sampel	Lokasi	Latitude	Longitude
1	Pasir 1	Pantai Pancer	-8.23067600	111.10324200
2	Pasir 2		-8.23135600	111.10332500
3	Pasir 3		-8.23204900	111.10330800
4	Pasir 4		-8.23169800	111.10300800
5	<i>Manta Trawl</i>		-8.23567700	111.07990600
6	Air Muara		-8.23587700	111.09748900
7	Air Laut 1		-8.23639167	111.07961111



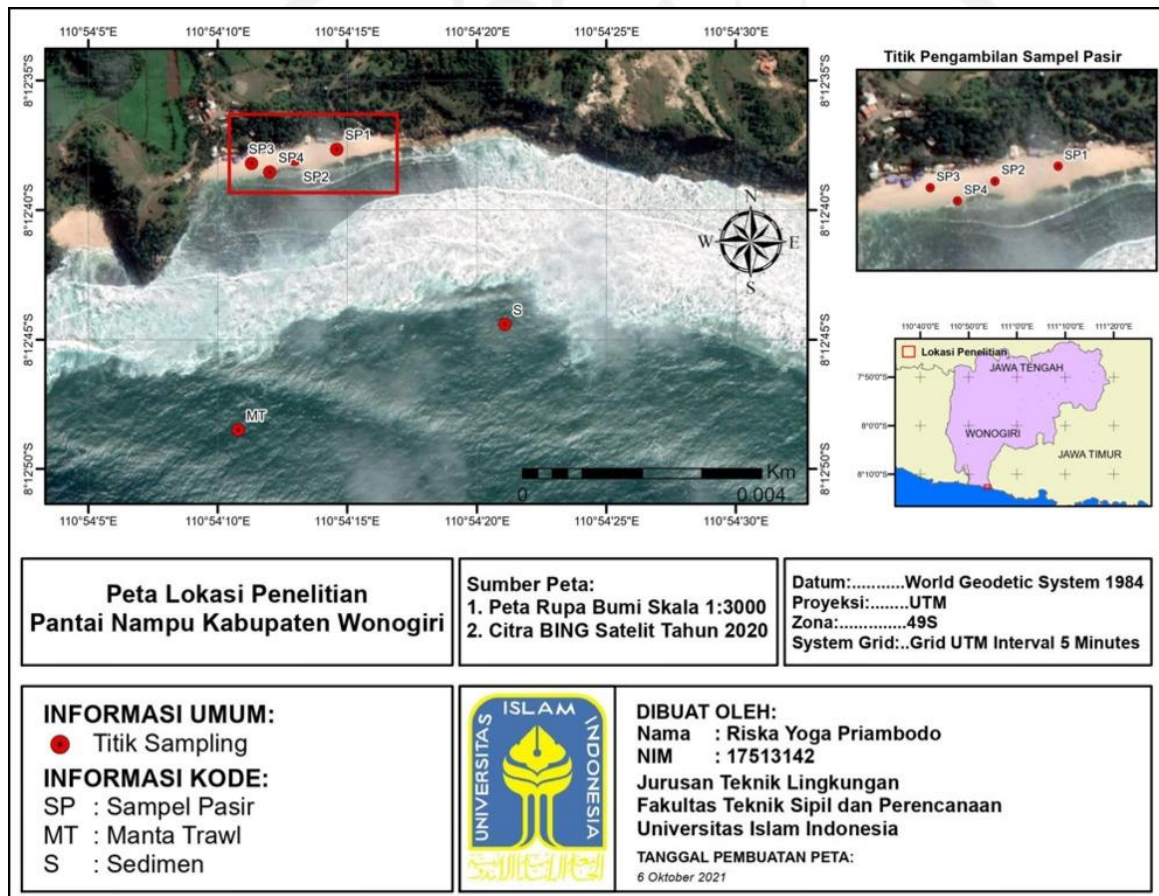
8	Air Laut 2		-8.23652000	111.08637000
9	Sedimen muara		-8.23587700	111.09748900
10	Pasir 1	Pantai Ngiroboyo	-8.22881600	110.95986900
11	Pasir 2		-8.22912900	110.96021000
12	Pasir 3		-8.22862300	110.95946500
13	Pasir 4		-8.22892900	110.95962500
14	<i>Manta Trawl</i>		-8.23194100	110.95455000
15	Air Muara		-8.23235833	110.95892500
16	Air Laut 1		-8.23176000	110.95523200
17	Air Laut 2		-8.23276800	110.95682600
19	Sedimen muara		-8.23235833	110.95892500
20	Pasir 1		Pantai Nampu	-8.21045833
21	Pasir 2	-8.21056389		110.90360278
22	Pasir 3	-8.21061111		110.90314167
23	Pasir 4	-8.21070556		110.90333611
24	<i>Manta Trawl</i>	-8.21347222		110.90299722
25	Sedimen	-8.21233889		110.90585278



Gambar 3. 1 Peta Koordinat Titik Sampling di Pantai Pancer Kabupaten Pacitan



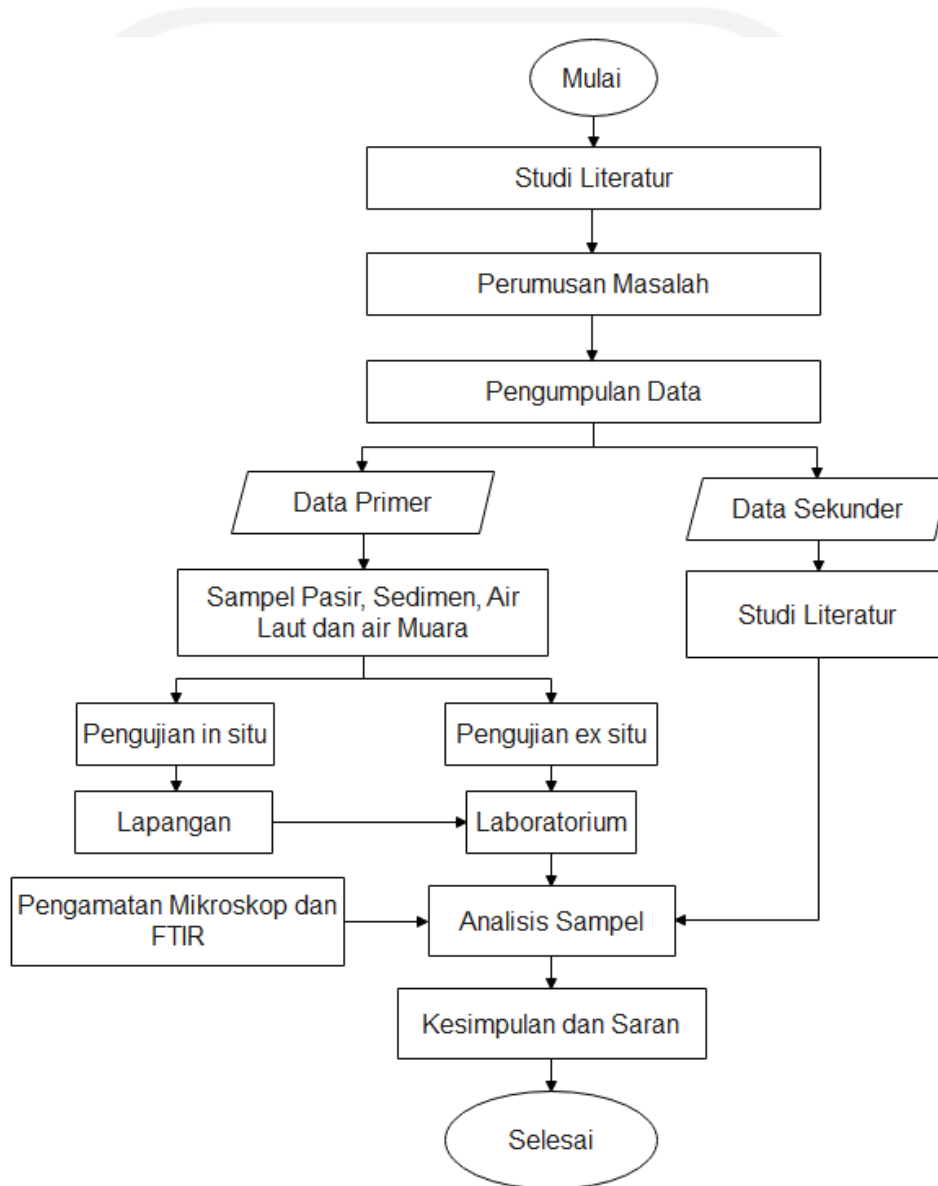
**Gambar 3. 2** Peta Koordinat Titik Sampling di Pantai Ngibroboyo Kabupaten Pacitan



*Gambar 3. 3* Peta Koordinat Titik Sampling di Pantai Nampu Kabupaten Wonogiri

### 3.2 Diagram Alir Penelitian

Pada metode penelitian diagram alir metode penelitian dapat digunakan untuk mendapatkan gambaran tentang langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan selama proses penelitian. Adapun diagram alir dari penelitian ini adalah sebagai berikut:



**Gambar 3. 4** Diagram Alir Metode Penelitian

Alur penelitian dimulai dari mencari referensi dan mempelajari literatur tentang mikroplastik. Literatur tentang mikroplastik akan menjadikan landasan penentuan titik pengambilan sampel, metode pengambilan sampel, preparasi sampel dan analisis sampel. Selain itu, penguatan data sekunder juga didapatkan dari studi literatur sebagai contoh data timbulan sampah plastik pada Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri. Dari data yang diperoleh munculah permasalahan penyebaran mikroplastik di Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri, khususnya daerah pesisir pantai. Adanya permasalahan kelimpahan mikroplastik, kemudian dilakukan pengumpulan data.

Pengumpulan data diperoleh dari data primer dan data sekunder. Data primer didapatkan melalui survei, penentuan titik pengambilan sampel dan pengambilan sampel menggunakan acuan dari studi literatur. Sampel berupa air laut, air muara, sedimen dan pasir diuji dengan multimeter di lapangan untuk mengetahui kondisi sampel ketika pertama kali diambil. Selanjutnya, pengujian sampel yang dilakukan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII berupa pengeringan, *density separation*, WPO (*Wet Peroxide Oxidation*), filtrasi dan analisis sampel. Penganalisisan sampel dilakukan menggunakan bantuan alat optik mikroskop dan FTIR (*Fourier Transform Infrared*).

### **3.3 Jenis dan Variabel Penelitian**

#### **3.3.1 Jenis Penelitian**

Jenis penelitian ini yaitu dilakukan pengambilan sampel berupa air laut, pasir pantai dan sedimen. Pengambilan sampel dilakukan di Pantai Pancer dan Pantai Ngirobojo untuk Kecamatan Pacitan, serta Pantai Nampu untuk Kecamatan Wonogiri. Pengambilan sampel pasir, sedimen, air laut serta air muara menggunakan metode *grab sampling* dan untuk sampel air laut menggunakan alat *manta trawl* (NOAA, 2015).

#### **3.3.2 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian yang dilakukan adalah pengamatan mikroplastik menggunakan mikroskop berdasarkan jumlah, jenis dan warna yang berada di

sampel pasir, sedimen, air laut dan air muara. Sedangkan untuk mengetahui unsur kimia yang terkandung dalam mikroplastik digunakan pembacaan FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Untuk sampel sedimen dilakukan pengolahan data berupa 100 gram sedimen dilakukan perhitungan sebagai berikut:

$$\text{Konsentrasi Mikroplastik} \left( \frac{\text{Item}}{\text{Gram}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik Pada Sedimen (Item)}}{\text{Berat Sedimen (Gram)}}$$

### 3.3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

**Tabel 3. 2** Peralatan yang Digunakan Selama Penelitian

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1	Alat di Lapangan	Wadah sampel	15 buah	Sebagai media penyimpanan sementara sampel pasir dan sedimen
2		Botol kaca ukuran 1 Liter	9 buah	Sebagai media penyimpanan sementara sampel air laut, air muara dan <i>manta trawl</i>
3		Sekop	1 buah	Mengambil sampel pasir
4		<i>Grabber</i>	1 buah	Mengambil sampel sedimen muara dan sedimen laut
5		<i>Coolbox</i>	1 buah	Untuk menyimpan sampel dengan suhu yang tetap
6		Multimeter	1 buah	Untuk menguji parameter di lapangan yang berupa DO, Salinitas, pH, TDS, Suhu dan Konduktivitas
7		Kertas pH	1 box kecil	Untuk mengukur pH pada sedimen
8		<i>Water Sampler</i>	1 buah	Untuk mengambil air permukaan pada laut dan muara
9		<i>Manta Trawl</i>	1 Buah	Untuk mengambil mikroplastik di air permukaan laut
10		<i>Frame 1mx1m</i>	1 buah	Untuk pengambilan sampel pasir menggunakan metode transek
11		Ayakan ukuran 5 mm, 1 mm dan 0,3 mm	1 buah	Untuk menyaring sampel pasir

12	Alat di Laboratorium	Oven	1 buah	Untuk mengeringkan sampel sedimen
13		<i>Jar Test</i>	1 buah	Untuk mengaduk sampel yang telah diberikan NaCl
14		<i>Magnetic Stirrer</i>	1 buah	Untuk pengadukan dan pemberian suhu pada proses WPO
15		Neraca Analitik	1 buah	Untuk mengukur massa sampel sedimen
16		<i>Vacuum</i>	1 buah	Untuk menyaring sampel yang telah di-WPO
17		Gelas Beaker ukuran 500 mL	3 buah	Untuk wadah sampel yang akan diberikan NaCl
18		Erlenmeyer ukuran 250 mL	3 buah	Untuk wadah sampel yang akan di-WPO
19		Pipet tetes ukuran 10 mL	1 buah	Untuk pemberian H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> pada sampel
20		Preparat	1 buah	Landasan sampel untuk pengamatan mikroskop
21		Mikroskop	1 buah	Mengetahui bentuk, jenis, ukuran dan warna mikroplastik
22		FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> )	1 buah	Mengetahui gugus fungsi kimia pada mikroplastik

**Tabel 3. 3** Bahan yang Digunakan Selama Penelitian

No	Nama Bahan	Jumlah	Fungsi
1	HNO <sub>3</sub>	Secukupnya	Pengawetan sampel air laut dan air muara
2	NaCl	Secukupnya	Agar mikroplastik dapat mengapung di permukaan
3	H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> 30%	Secukupnya	Penghancuran zat organik pada saat WPO
4	Aquades	Secukupnya	Untuk membilas alat
5	Kertas saring <i>glass micro-fiber</i> (GF/B) Whatman CAT No. 1821-047	16 buah	Untuk media pengamatan mikroplastik



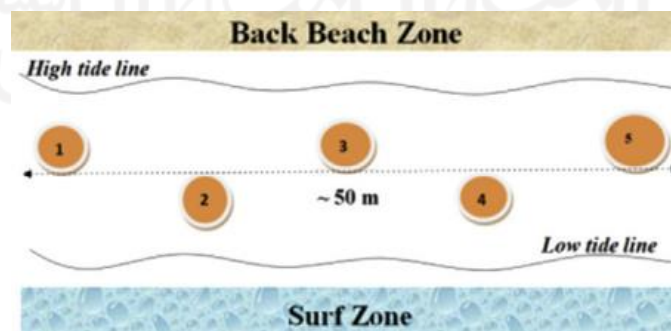
### 3.4 Pengumpulan Data

#### 3.4.1 Pengumpulan Data Primer

Pengumpulan data primer didapatkan melalui survei, observasi, pengambilan sampel dan pengujian sampel di lapangan dan di laboratorium. Data yang diperoleh di lapangan berupa sampel air muara, air laut, sedimen dan pasir pantai. Pengambilan sampel dilakukan dengan alat sesuai sampel yang akan diambil. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode yang telah ditetapkan sebelumnya dan setiap sampel memiliki metode pengambilan yang berbeda-beda. Untuk pengambilan sampel pasir menggunakan metode transek kuadrat dengan acuan A Rocha International, sampel air menggunakan metode *grab sampling* dan *manta trawl* acuan NOAA serta sampel sedimen menggunakan metode *grab sampling*.

##### 3.4.1.1 Pengambilan Sampel Pasir

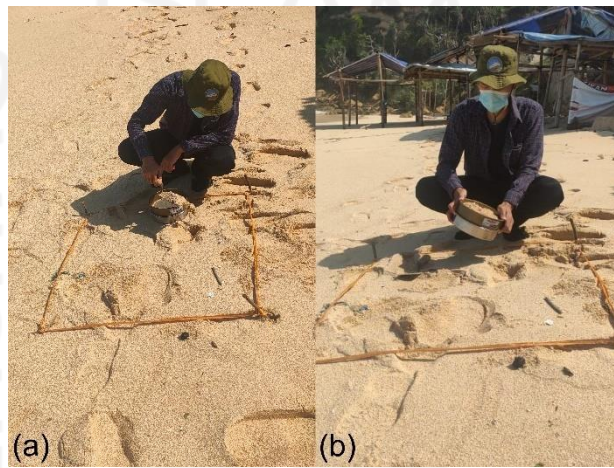
Metode pengambilan pasir pantai menggunakan metode transek kuadrat yang dilakukan di pasir yang mengalami surut dan pasang air laut. Pemilihan lokasi pengambilan sampel dikarenakan pasir merupakan tempat terakumulasinya mikroplastik yang berasal dari air laut yang mengenai pesisir. Penentuan pengambilan sampel dilakukan di 4 titik dengan jarak antar titik sekitar 50 - 100 meter. Pengambilan sampel sedimen di pesisir pantai menggunakan alat yang terbuat dari tali dengan membentuk seperti *frame* dengan ukuran 1m x 1m. *Frame* digunakan sebagai pembatas pengambilan sampel sedimen pasir (A Rocha International, 2018).



**Gambar 3. 5** Sketsa Metode Transek

(Sumber: Yu, et al., 2016)

Pengambilan sampel sedimen pasir dilakukan menggunakan sekop dengan mengambil pasir kedalaman 3-5 cm. Pasir yang telah diambil kemudian disaring menggunakan ayakan dengan ukuran 5 mm, 1 mm dan 0,3 mm, pengayakan bertujuan untuk memisahkan sampel pasir dengan benda-benda yang tidak dibutuhkan. Pasir yang melewati saringan akan ditampung dalam wadah yang sudah diberi label.



**Gambar 3. 6** (a) Pengambilan Sampel Pada Pasir Pantai Dengan Sekop dan (b) Pengayakan Sampel Pasir Dengan Ayakan

#### **3.4.1.2 Pengambilan Sampel Air Laut dan Air Muara (*Grab Sampling*)**

Pengambilan sampel air laut dan air muara menggunakan metode *grab sampling*, yaitu sebuah metode pengambilan sampel dengan melakukan sekali pengambilan pada titik lokasi yang telah direncanakan. Pada *grab sampling* untuk air laut dan air muara menggunakan *water sampler*. Titik pengambilan sampel air laut sebanyak 2 titik dan titik pengambilan sampel air muara sebanyak 1 titik pada 1 lokasi.

Penggunaan *water sampler* digunakan untuk pengambilan sampel air. Dalam pengambilan sampel air, alat yang digunakan adalah *water sampler* dikarenakan bahan dari alat tersebut tidak terbuat dari zat yang mempengaruhi sifat air yang diambil, pembersihan alat mudah, aman dan praktis serta kemudahan pemindahan air yang diambil ke wadah sampel.



**Gambar 3. 7** Pengambilan Sampel Air Laut dan Air Muara Dengan *Water Sampler*

### 3.4.1.3 Pengambilan Sampel Air Laut (Metode *Manta Trawl*)

Metode pengambilan sampel di permukaan air menggunakan alat *manta trawl* yang didesain untuk menangkap mikroplastik di air permukaan. Desain dari alat ini memiliki penyaring di depan, sayap di sisi samping dan jaring-jaring mesh ukuran 125 mikron yang dipasang di bagian belakang. Pengoperasian *manta trawl* dilakukan dengan cara alat ditempatkan di permukaan air kemudian ditarik menggunakan kapal. Penarikan *manta trawl* dilakukan dengan kecepatan 1,852 km/jam dengan rata-rata waktu sekitar 10 menit tergantung kondisi di lapangan (Kovač Viršek, et al., 2016). Sampel yang telah tertangkap pada *manta trawl*, kemudian dibilas menggunakan air dan disimpan di botol penyimpanan sampel.



**Gambar 3. 8** Pengambilan Air Permukaan Dengan *Manta Trawl*

### 3.4.1.4 Pengambilan Sampel Sedimen

Pengambilan sedimen di dasar laut menggunakan metode *grab sampling*. *Grabber* merupakan alat untuk pengambilan sedimen yang berada di dasar danau,

sungai dan laut. Pengambilan sedimen di dasar laut menggunakan *Grabber* sangat cocok untuk sedimen yang berupa lumpur atau pasir, sedangkan sedimen yang keras atau terlalu lembut akan sulit untuk diambil. *Grabber* mempunyai penggigit yang dibuka ketika pengambilan sampel sedimen. *Grabber* diturunkan ke dasar sedimen, untuk memastikan *grabber* menutup dan menangkap sedimen dilakukan dengan cara menggoyangkan tali. Apabila sedimen tertangkap *grabber*, alat ditarik ke permukaan dan sedimen disimpan ke wadah (Helfinalis, 2016).



**Gambar 3. 9** Pengambilan Sedimen Dengan *Grabber*

### 3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder dilakukan melalui studi literatur yang sudah ada digunakan untuk perumusan masalah dan penguatan data primer. Data sekunder merupakan data asli peneliti terdahulu yang telah dilaporkan atau dikumpulkan dalam bentuk buku, laporan, jurnal dan bentuk lainnya. Data sekunder yang digunakan adalah data dari SIPSN Tahun 2020 yang berupa timbulan sampah plastik di Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri. Selain itu, data sekunder yang digunakan adalah NOAA Tahun 2015 dan A Rocha International Tahun 2018, referensi digunakan sebagai acuan pengolahan sampel mikroplastik.

### 3.5 Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan dengan dua cara, yaitu pengujian *in-situ* dan *ex-situ*. Pengujian *in-situ* merupakan pengujian sampel yang dilakukan di lapangan dan pengujian *ex-situ* merupakan pengujian sampel yang dilakukan di

tempat pengujian. Pengujian sampel dilakukan agar sampel tidak mengalami kerusakan parameter dan merupakan proses pengolahan data agar bisa dianalisis.

### 3.5.1 Pengujian *In-situ*

Pengujian *in-situ* dilakukan untuk memperoleh data berupa pH, DO, salinitas, konduktivitas, TDS dan suhu. Adanya pengujian sampel di lapangan sebagai catatan sampel mengalami perubahan nilai parameter atau tidak. Setiap alat memiliki pengujian sampel yang berbeda-beda.

#### 3.5.1.1 Pengujian Sampel Dengan Multimeter dan Kertas pH

Pengujian sampel menggunakan multimeter bertujuan untuk mengukur parameter yang terkandung dalam sampel air. Kalibrasi diperlukan terlebih dahulu sebelum alat digunakan. Pengoperasian multimeter cenderung mudah digunakan dan praktis. Sampel diletakkan pada wadah dan multimeter dihidupkan. Sensor pada multimeter disiapkan sembari mengatur parameter yang akan diuji pada alat. Sensor multimeter dicelupkan pada wadah yang sudah diberi sampel dan ditunggu hingga nilai pada alat berhenti berubah. Multimeter digunakan untuk menguji parameter pH, suhu, salinitas, konduktivitas, TDS dan DO.



**Gambar 3. 10** Pengujian Sampel Air Dengan Alat Multimeter

Pengujian menggunakan kertas pH dilakukan untuk sampel sedimen. Kertas pH dicelupkan ke dalam sedimen dan tunggu 15-30 detik. Kertas pH akan berubah warna sesuai dengan pH sampel yang diuji. Warna hasil pengujian sampel dikomparasikan dengan warna kertas pH pada label yang berada di wadah kertas pH.

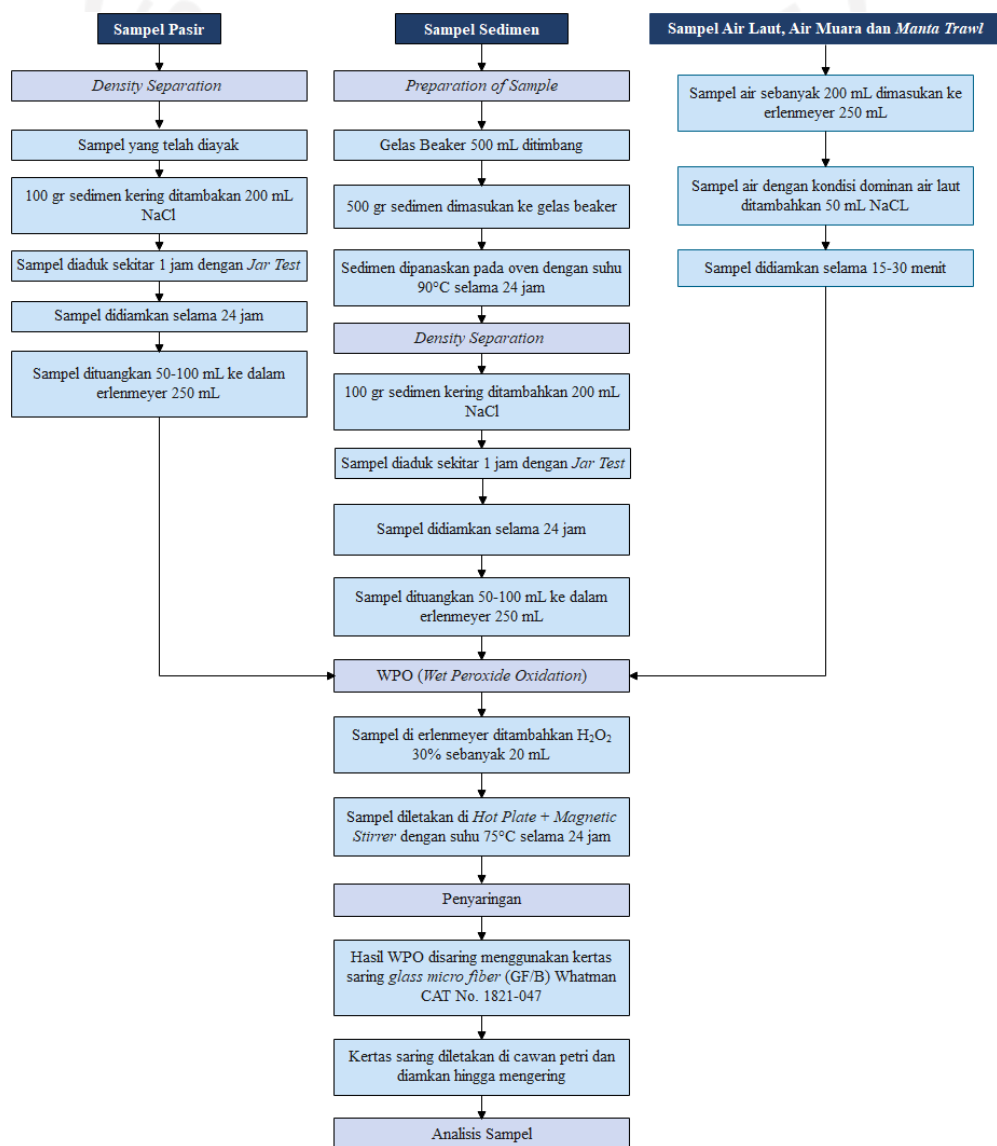


**Gambar 3. 11** Pengujian pH Pada Sampel Sedimen



### 3.5.2 Pengujian *Ex-situ*

Pengujian sampel secara *ex-situ* dilakukan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII. Pengujian dilakukan dalam beberapa tahap untuk sampel sedimen dilakukan Pengeringan, *Density Separation*, *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) dan Penyaringan. Sedangkan untuk sampel air dilakukan pengujian *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) dan Penyaringan. Untuk alur pengujian sampel dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3. 12 Alur Pengujian Sampel Sedimen, Sampel Pasir, dan Sampel Air

Tahap pengeringan hanya dilakukan untuk mengeringkan sampel sedimen menggunakan alat oven. *Density Separation* dilakukan pada sedimen untuk mengapungkan mikroplastik pada permukaan air. Proses *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) dilakukan dengan tujuan memisahkan atau menghancurkan bahan organik yang terkandung dalam sampel. Penyaringan dilakukan untuk memperoleh media pengamatan mikroplastik berupa kertas saring.

### 3.5.2.1 Pengeringan

Tahap pengeringan dilakukan pada sampel sedimen dan sampel pasir. Pengeringan dilakukan untuk menghilangkan kandungan air pada sedimen. Sampel sedimen basah ditimbang sebanyak 500 gram dengan menggunakan timbangan analitik. Sampel sedimen yang telah diukur, dimasukkan ke dalam oven dengan suhu 90°C selama 24 jam. Sedimen yang sudah kering ditimbang untuk mendapatkan nilai berat kering.



**Gambar 3. 13** (a) Penggunaan Alat Oven dan (b) Hasil Sedimen Setelah Dioven

### 3.5.2.2 *Density Separation*

Tahap *Density Separation* dilakukan pada sampel sedimen serta sampel pasir yang telah tersaring ayakan ukuran 5 mm; 1 mm; dan 0,3 mm. Sampel sedimen ditimbang sebanyak 100 gram dan dilakukan penambahan NaCl sebanyak 200 mL pada gelas beaker 500 mL. Sampel yang sudah diberikan NaCl,



kemudian diaduk menggunakan alat *jar test* selama 1 jam dan biarkan sampel mengendap selama 24 jam. Penambahan NaCl pada sampel bertujuan untuk mengapungkan mikroplastik di permukaan air.



**Gambar 3. 14** Pengadukan Sampel Pasir dan Sedimen Menggunakan *Jar Test*

### 3.5.2.3 WPO (*Wet Peroxide Oxidation*)

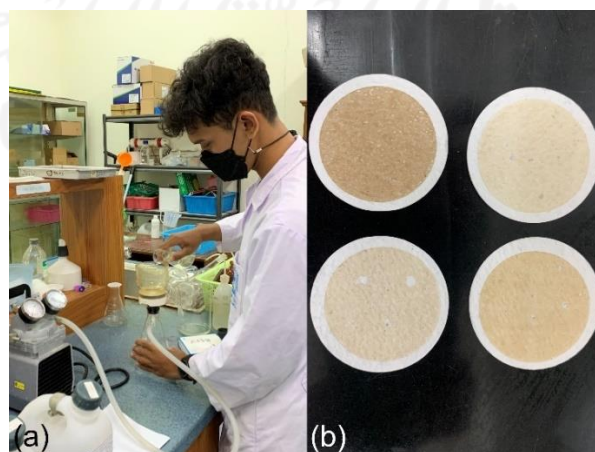
Proses *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) dilakukan pada sampel yang telah dilakukan *density separation* dan sampel dituangkan ke dalam erlenmeyer 250 mL sebanyak 100 mL. Pada tahap ini, ditambahkan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% sebanyak 20 mL pada erlenmeyer. Erlenmeyer ditutup dengan *aluminium foil* dengan tujuan sampel tidak terkontaminasi zat-zat lain. Erlenmeyer kemudian diletakan pada *magnetic stirrer* dan *hot plate* dengan suhu 75°C selama 24 jam. Proses WPO bertujuan untuk menghancurkan kandungan organik yang ada dalam sampel. Penghancuran bahan organik dilakukan agar penganalisan sampel mudah karena sudah terpisah antara mikroplastik dengan bahan organik.



**Gambar 3. 15** (a) Proses Penambahan  $H_2O_2$  30% (b) Proses WPO Dengan Alat *Magnetic Stirrer*

### 3.5.2.4 Penyaringan

Penyaringan dilakukan dengan cara sampel disaring pada erlenmeyer dengan beralas media kertas saring *glass microfiber (GF/B)* Whatman CAT No. 1821-047. Penyaringan dilakukan menggunakan alat *vacuum* dilakukan dengan cara kertas saring diletakkan pada *vacuum*. Sampel dituangkan pada *vacuum* kemudian tombol dihidupkan untuk proses penyaringan sampel. Kertas saring diletakkan pada cawan petri dan didiamkan hingga kertas saring mengering. Pada kertas saring diberikan pembatas dengan pembagian per kuadran, pembatas ini bertujuan untuk mempermudah pengamatan. Penyaringan dilakukan untuk menyiapkan media pengamatan yang akan dianalisis menggunakan mikroskop dan FTIR (*Fourier Transform Infrared*).



**Gambar 3. 16** (a) Penyaringan Dengan Vacuum dan (b) Hasil Sampel Setelah Disaring

### 3.5.2.5 Pengamatan Dengan Mikroskop

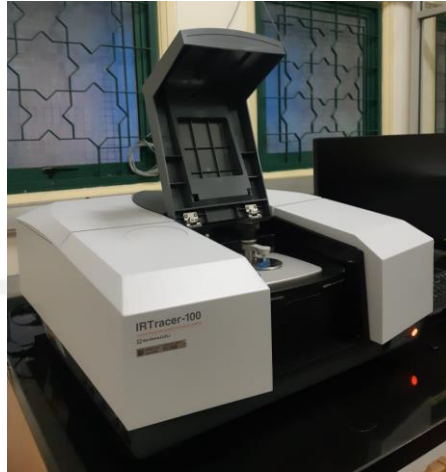
Pengamatan menggunakan mikroskop dilakukan karena mikroplastik tidak dapat dilihat langsung dengan mata karena ukuran yang sangat kecil. Pengoperasian mikroskop dilakukan dengan cara menghidupkan alat dan pencahayaan disesuaikan dengan kebutuhan. Sampel ditempatkan di meja pengamatan menggunakan preparat dan pada mikroskop diatur dengan perbesaran 10 kali. Fokus mikroskop diatur sampai lensa dapat memperlihatkan sampel dengan jelas. Sampel diamati secara horizontal dari sisi kiri ke sisi kanan sampel atau sebaliknya. Pengamatan menggunakan mikroskop bertujuan untuk mengumpulkan data mikroplastik berupa kuantitas, jenis dan warna.



**Gambar 3. 17** Analisis Sampel Dengan Mikroskop

### 3.5.2.6 Pengamatan Dengan FTIR

Analisis menggunakan FTIR dilakukan tujuan untuk mengetahui unsur kimia yang terkandung dalam mikroplastik. Proses pembacaan sampel dilakukan dengan cara sampel ditempatkan di tengah alas besi. Pada FTIR terdapat *crystal* kecil (*ATR diamond*) yang digunakan untuk analisis sampel. Hasil dari analisis menggunakan FTIR akan direkam dan disimpan pada *software* komputer berupa grafik dan unsur kimia yang terbaca (Atas, 2019).



**Gambar 3. 18** Alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

### 3.6 Analisis Data

#### 3.6.1 Analisis Data Pada Mikroskop

Analisis data yang didapatkan dari hasil pengamatan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10 kali akan dianalisis secara deskriptif. Analisis data menggunakan mikroskop dilakukan pada sampel sedimen, dengan perhitungan kuantitas dan kelimpahan mikroplastik per 100 gram sedimen akan diperoleh hasil analisis. Rumus untuk menghitung kuantitas mikroplastik sebagai berikut:

$$\text{Kuantitas Mikroplastik} \left( \frac{\text{Partikel}}{100 \text{ Gram Sedimen Kering}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik Pada Sedimen (Partikel)}}{100 \text{ Gram Sedimen Kering (Gram)}}$$

Pengamatan menggunakan mikroskop selain mengamati kuantitas mikroplastik, juga dilakukan pengamatan jenis dan warna mikroplastik. Adapun jenis mikroplastik berupa *pellet*, *fiber/filament*, *fragment*, *foam* dan *film*. Warna mikroplastik dapat berupa, transparan, hitam, biru, merah, hijau dan lain sebagainya. Perhitungan jenis dan warna mikroplastik akan didapatkan hasil berupa jumlah dan persentase. Perhitungan persentase pada jenis dan warna mikroplastik didapatkan dengan rumus:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}}{\text{Jumlah Keseluruhan Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}} \times 100\%$$

### 3.6.2 Analisis Data Pada FTIR

Analisis menggunakan FTIR didapatkan dari hasil pembacaan sampel pasir, air laut, air muara dan sedimen. Hasil pembacaan berupa grafik dan hasil serapan gugus fungsi senyawa. Pada grafik diperoleh grafik puncak (*peak*) unsur kimia yang diserap dengan *score* penyerapan paling tinggi ke rendah. Sedangkan hasil serapan gugus fungsi senyawa didapatkan hasil daftar nama gugus fungsi senyawa yang terbaca. Nama gugus fungsi senyawa akan disesuaikan dengan referensi yang bertujuan mencari turunan senyawa. Turunan senyawa akan ditelusuri berasal dari sumber kegiatan yang menimbulkan pencemaran mikroplastik.



## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Deskripsi Wilayah dan Kualitas Air Sampel

Penelitian identifikasi keberadaan mikroplastik di pantai Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri dilakukan pada 6 titik lokasi. Lokasi tersebut terdiri dari 2 titik pada area pesisir pantai dan 2 titik pada perairan laut di Kabupaten Pacitan serta 1 titik pada area pesisir pantai dan 1 titik pada perairan laut di Kabupaten Wonogiri.

##### 4.1.1 Pantai dan Perairan Laut Pancer



**Gambar 4. 1** Kondisi Eksisting Pantai Pancer (1) Adanya Sampah Pada Pasir; (2) Kapal Nelayan; (3) Kegiatan Usaha Masyarakat dan (4) Fasilitas Umum di Sekitaran Muara Sungai

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Lokasi pertama merupakan pengambilan sampel pasir dilakukan pada pesisir Pantai Pancer, Kabupaten Pacitan. Pantai Pancer memiliki bentuk teluk dengan sisi kanan dan sisi kiri berupa tebing dengan vegetasi pepohonan. Vegetasi pepohonan juga berada di sepanjang Pantai Pancer. Kepadatan aktivitas nelayan dan kegiatan pariwisata memunculkan usaha seperti warung dan tempat penginapan di sekitar Pantai Pancer. Pada pesisir pantai ditemukan sampah berupa plastik yang berasal dari kegiatan manusia maupun sampah berasal dari laut yang terbawa ombak. Sampah plastik yang berasal dari laut, dapat dilihat dengan ditemukannya menumpuknya sampah pada pasir yang terkena ombak.

Lokasi pengambilan sampel selanjutnya dilakukan pada perairan laut lepas di Pantai Pancer, Kabupaten Pacitan. Wilayah laut Pantai Pancer berbatasan langsung dengan samudera Hindia. Ombak pada perairan memiliki ketinggian sekitar 1-4 meter tergantung dari gelombang laut, pasang surut air laut dan arah angin. Dari hasil observasi terdapat kapal nelayan ramai melintasi perairan untuk kegiatan penangkapan ikan. Arus laut pada permukaan cenderung tidak beraturan dikarenakan lokasi tersebut berada di teluk sehingga arah angin yang menggerakkan air permukaan menjadi tidak beraturan. Pada arus laut di kedalaman (bagian bawah) cenderung tidak beraturan dikarenakan pertemuan antara aliran sungai dengan aliran laut (muara), sehingga perbedaan densitas dari muara dan densitas dari air laut menyebabkan perbedaan tekanan (Azis, 2006). Pada Pantai Pancer memiliki muara sungai yang berasal dari (DAS) Daerah Aliran Sungai Grindulu.

Sungai Grindulu memiliki panjang  $\pm 63,73$  Km dengan luas DAS  $\pm 733,50$  Km<sup>2</sup>. Sungai Grindulu merupakan sungai utama dari kegiatan masyarakat Pacitan, mulai dari penangkapan ikan, wisata dan transportasi kapal nelayan. Banyak ditemukan kapal nelayan yang sedang beraktivitas di sepanjang Sungai Grindulu. Sepanjang bagian hilir ke hulu terdapat beberapa kawasan padat penduduk yang menempati di sekitaran Sungai Grindulu. Selain itu, aktivitas pertanian dan persawahan juga ditemukan di beberapa lokasi hulu sungai. Sungai

Grindulu yang bermuara pada perairan laut Pantai Pancer memiliki vegetasi pepohonan yang berada di tebing.

Pada lokasi ini diambil sampel air (metode *manta trawl* dan metode *grab sampling*), air muara, dan sedimen muara di perairan pantai. Adapun hasil pengukuran sampel di lapangan pada Pantai Pancer disajikan sebagai berikut:

**Tabel 4. 1** Hasil Pengukuran Sampel Perairan Laut Pantai Pancer

Parameter	Jenis Sampel					Baku Mutu (PerMen LH No. 51 Tahun 2014)
	Air Laut 1	Air Laut 2	Air Muara	<i>Manta Trawl</i>	Sedimen	
pH	8,4	8,3	8,3	7,5		7-8,5
DO (mg/L)	3,14	4,3	4,5	5,0		>5
Salinitas (‰)	32,4	32,3	33,1	32,3		Alami
DHL (mS/cm)	49,4	49,2	50,3	49,3		
TDS (g/L)	49,7	49,2	50,3	49,4		0,02
Suhu (°C)	27,1	26,6	26,8	26,6		Alami

Berdasarkan hasil pengukuran sampel air dikomparasikan dengan Permen LH No. 51 Tahun 2014 untuk air laut yang digunakan sebagai wisata bahari. Sampel air didapatkan hasil untuk parameter pH sekitar 7,5-8,4 dapat disimpulkan sampel air tersebut masih berada di dalam rentang baku mutu. Parameter DO (*Dissolved Oxygen*) didapatkan hasil 3,14-5 mg/L artinya untuk parameter DO masih belum memenuhi baku mutu. Salinitas dan suhu cenderung normal sesuai baku mutu. Parameter TDS (*Total Dissolved Solid*) didapatkan hasil 49,2-50,3 g/L, dibandingkan dengan baku mutu hasil tersebut melebihi batas baku mutu. Secara keseluruhan beberapa parameter masih digolongkan aman untuk penggunaan wisata bahari. Namun untuk parameter DO masih dibawah baku mutu artinya ada potensi kandungan BOD dan COD yang tinggi di lokasi tersebut. Sedangkan TDS didapatkan hasil yang tinggi bisa disebabkan karena lokasi tersebut merupakan kawasan karst (daerah batuan kapur) (Wiratmoko dan Fahrudi, 2017).



#### 4.1.2 Pantai dan Perairan Laut Ngiroboyo



**Gambar 4. 2** Kondisi Eksisting Pantai Ngiroboyo (1) Adanya Sampah di Pasir Pantai; (2) Kegiatan Usaha di Sekitar Pantai; (3) Fasilitas Umum di Sekitar Pantai; dan (4) Kapal Pariwisata di Muara Sungai

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Lokasi kedua pengambilan sampel pasir dilakukan pada pesisir Pantai Ngiroboyo, Kabupaten Pacitan. Pantai Ngiroboyo memiliki kombinasi pasir putih pada pesisir pantai dan pasir hitam yang berada di sekitar muara Sungai Maron. Pada pesisir Pantai Ngiroboyo ditemukan beberapa kegiatan usaha berupa warung dan tempat penyewaan kapal pariwisata. Vegetasi pepohonan ditemukan sepanjang pantai dan ditemukan beberapa lokasi terdapat sampah. Sampah yang berada di pesisir Pantai Ngiroboyo berupa sampah daun, serabut kelapa dan sampah plastik.

Pengambilan sampel air laut dan air muara dilakukan pada perairan laut lepas di Pantai Ngiroboyo, Kabupaten Pacitan. Wilayah laut Pantai Ngiroboyo berbatasan langsung dengan samudera Hindia. Perairan air laut memiliki ombak

dengan ketinggian sekitar 2-5 meter tergantung dari beberapa faktor seperti gelombang laut, pasang surut air laut dan arah angin. Arus laut pada bagian permukaan cenderung beraturan dan searah karena dipengaruhi gerak arus yang ditimbulkan angin (lokasi berada di laut lepas), sedangkan arus pada di dalam laut (bagian bawah) memiliki arus yang tidak beraturan dikarenakan perbedaan densitas dari muara dan densitas dari air laut menyebabkan perbedaan tekanan (Azis, 2006). Kapal ramai melintasi perairan untuk kegiatan pariwisata. Pada Pantai Ngibroboyo memiliki muara sungai yang berasal dari Sungai Maron.

Sungai Maron memiliki panjang  $\pm 4,5$  Km dengan sepanjang sungai dikelilingi dengan pohon yang tumbuh di sekitaran sungai. Kedalaman Sungai Maron sekitar  $\pm 25$  meter. Sungai Maron merupakan sungai yang digunakan pariwisata susur sungai yang bermuara di Pantai Ngibroboyo. Sungai Maron memiliki air yang bersih dan berwarna hijau. Kapal pariwisata banyak ditemukan sedang beraktivitas di sepanjang Sungai Maron. Sepanjang bagian hilir ke hulu terdapat beberapa kawasan penunjang tempat pariwisata berupa tempat penginapan dan usaha masyarakat yang berupa warung.

Pada lokasi ini diambil sampel air (metode *manta trawl* dan metode *grab sampling*) dan sedimen muara di perairan pantai. Adapun hasil pengukuran sampel di lapangan pada Pantai Ngibroboyo disajikan sebagai berikut:

**Tabel 4. 2** Hasil Pengukuran Sampel Perairan Laut Pantai Ngibroboyo

Parameter	Jenis Sampel				Sedimen	Baku Mutu (PerMen LH No. 51 Tahun 2014)
	Air Laut 1	Air Laut 2	Air Muara	<i>Manta Trawl</i>		
pH	8,4	8,4	8,3	8,4	-	7-8,5
DO (mg/L)	3,3	2,7	3,1	3,3		>5
Salinitas (‰)	32,8	33,5	32,6	33,3		Alami
DHL (mS/cm)	50	51	49,7	50,7		
TDS (g/L)	50	51,2	49,8	50,7		0,02
Suhu (°C)	24,8	25	25,3	25,3		Alami

Berdasarkan hasil pengukuran sampel air dikomparasikan dengan Permen LH No. 51 Tahun 2014 untuk air laut yang digunakan sebagai wisata bahari. Sampel air didapatkan hasil untuk parameter pH sekitar 7,3-8,4 dapat disimpulkan sampel air tersebut masih berada di dalam rentang baku mutu. Parameter DO (*Dissolved Oxygen*) didapatkan hasil 2,7-3,3 mg/L artinya untuk parameter DO masih belum memenuhi baku mutu. Salinitas dan suhu cenderung normal sesuai baku mutu. Parameter TDS (*Total Dissolved Solid*) didapatkan hasil 49,8-51,2 g/L, dibandingkan dengan baku mutu hasil tersebut melebihi batas baku mutu. Secara keseluruhan beberapa parameter masih digolongkan aman untuk penggunaan wisata bahari. Namun untuk parameter DO masih dibawah baku mutu artinya ada potensi kandungan BOD dan COD yang tinggi di lokasi tersebut. Sedangkan TDS didapatkan hasil yang tinggi bisa disebabkan karena lokasi tersebut merupakan kawasan karst (daerah batuan kapur) (Ariseno, 2019).

### 4.1.3 Pantai dan Perairan Laut Nampu



**Gambar 4. 3** Kondisi Eksisting Pantai Nampu (1) Adanya Sampah di Pasir Pantai; (2) Saluran Pembuangan Limbah Domestik; (3) Fasilitas Umum di Sekitar Pantai; dan (4) Kegiatan Usaha di Sekitar Pantai

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Lokasi pengambilan sampel pasir dilakukan pada pesisir Pantai Nampu, Kabupaten Wonogiri. Pantai Nampu memiliki pasir putih dan serpihan karang-karang kecil pada pesisir pantai. Pada pesisir Pantai Nampu terdapat sedikit kegiatan usaha yang berupa warung. Pantai ini memiliki sedikit pengunjung sehingga lokasi masih terjaga keaslian pantainya. Beberapa sampah ditemukan berasal dari kegiatan usaha warung yang membuang sampah dan limbah langsung ke pantai.

Pengambilan sampel air laut dilakukan pada perairan laut lepas di Pantai Nampu, Kabupaten Wonogiri. Wilayah laut Pantai Nampu berbatasan langsung dengan samudera Hindia. Pada perairan memiliki ombak dengan ketinggian sekitar 7-16 *feet* tergantung dari beberapa faktor gelombang laut, pasang surut air

laut dan arah angin. Arus laut pada bagian permukaan cenderung beraturan dan searah karena dipengaruhi gerak arus yang ditimbulkan angin (lokasi berada di laut lepas), sedangkan arus pada di dalam laut (bagian bawah) memiliki arus beraturan dikarenakan tidak ada perbedaan densitas dan hanya mempunyai densitas air laut (Azis, 2006). Kapal nelayan yang digunakan untuk penangkapan ikan jarang ditemukan di perairan laut Nampu dikarenakan lokasi yang jauh dengan pelabuhan.

Pada lokasi ini diambil sampel air *manta trawl* dan sedimen di perairan laut pantai. Adapun hasil pengukuran sampel di lapangan pada Pantai Nampu disajikan sebagai berikut:

**Tabel 4. 3** Hasil Pengukuran Sampel Perairan Laut Pantai Nampu

Parameter	Jenis Sampel		Baku Mutu (PerMen LH No. 51 Tahun 2014)
	<i>Manta Trawl</i>	Sedimen	
pH	7,41	7	7-8,5
DO (mg/L)	-		>5
Salinitas (‰)	3,24		Alami
DHL (mS/cm)	-		
TDS (g/L)	-		0,02
Suhu (°C)	26,3		Alami

Berdasarkan hasil pengukuran sampel air dikomparasikan dengan Permen LH No. 51 Tahun 2014 untuk air laut yang digunakan sebagai wisata bahari. Sampel air didapatkan hasil untuk parameter pH sekitar 7,4 dapat disimpulkan sampel air tersebut masih berada di dalam rentang baku mutu. Salinitas dan suhu cenderung normal sesuai baku mutu. Secara keseluruhan parameter yang diukur masih tergolong aman untuk penggunaan wisata bahari.

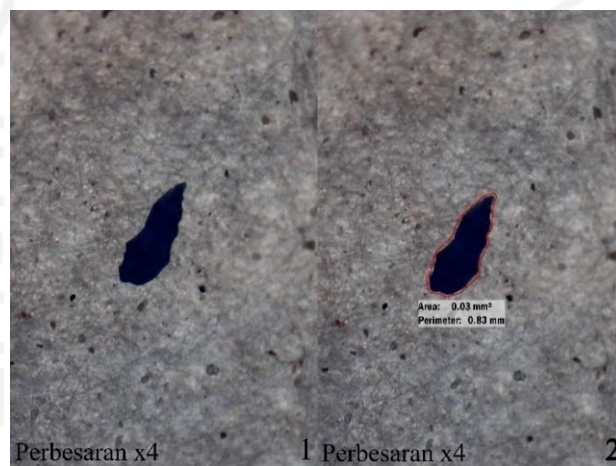
#### **4.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis, Jumlah dan Warna**

Pengamatan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10 kali pada sampel pasir, sedimen, air laut dan air muara didapatkan hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan jenis. Pengidentifikasi bertujuan memudahkan dalam

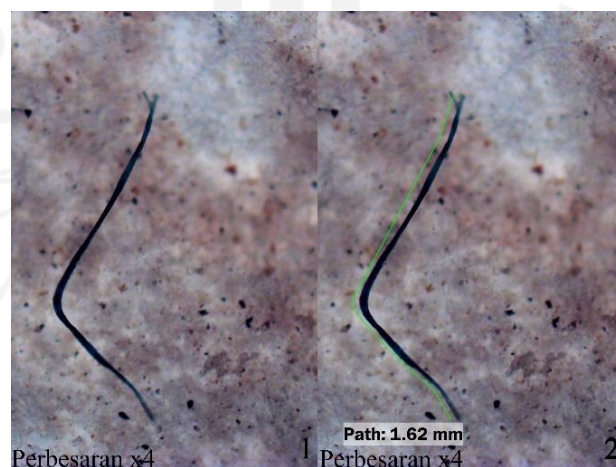
proses analisis data. Mikroskop yang digunakan bertipe BA210 Series dengan kamera OptiLab Advance V2.

#### 4.2.1 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis

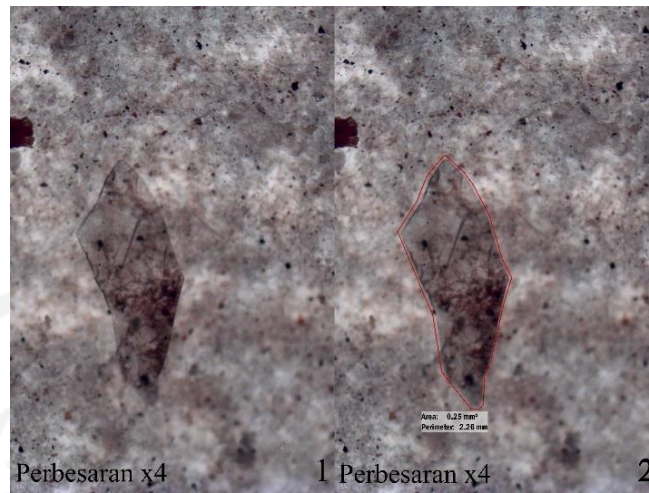
Identifikasi mikroplastik menggunakan mikroskop didapatkan hasil jenis mikroplastik yang berada di sampel pasir, sedimen, air laut dan air muara. Jenis mikroplastik yang ditemukan berupa 5 jenis yaitu *pellet*, *fragment*, *fiber/filament*, *foam* dan *film* disajikan sebagai berikut:



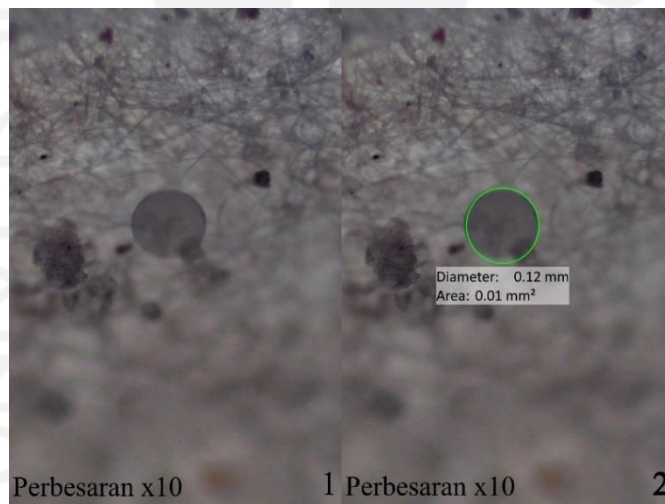
**Gambar 4. 4** (1) Mikroplastik Jenis *Fragment* di Lokasi Pantai Pancer dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Area 0,03 mm<sup>2</sup>



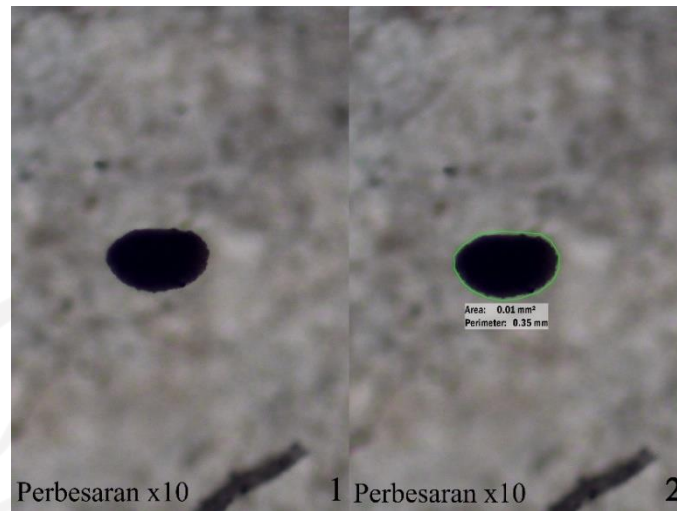
**Gambar 4. 5** (1) Mikroplastik Jenis *Fiber/Filament* di Lokasi Pantai Ngibroboyo dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Panjang 1,62 mm



**Gambar 4. 6** (1) Mikroplastik Jenis *Film* di Lokasi Pantai Ngibroboyo dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Area 0,25 mm<sup>2</sup>



**Gambar 4. 7** (1) Mikroplastik Jenis *Pellet* di Lokasi Pantai Pancer dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Area 0,01 mm<sup>2</sup>



**Gambar 4. 8** (1) Mikroplastik Jenis *Foam* di Lokasi Pantai Nampu dan (2) Mikroplastik Dengan Ukuran Area 0,01 mm<sup>2</sup>

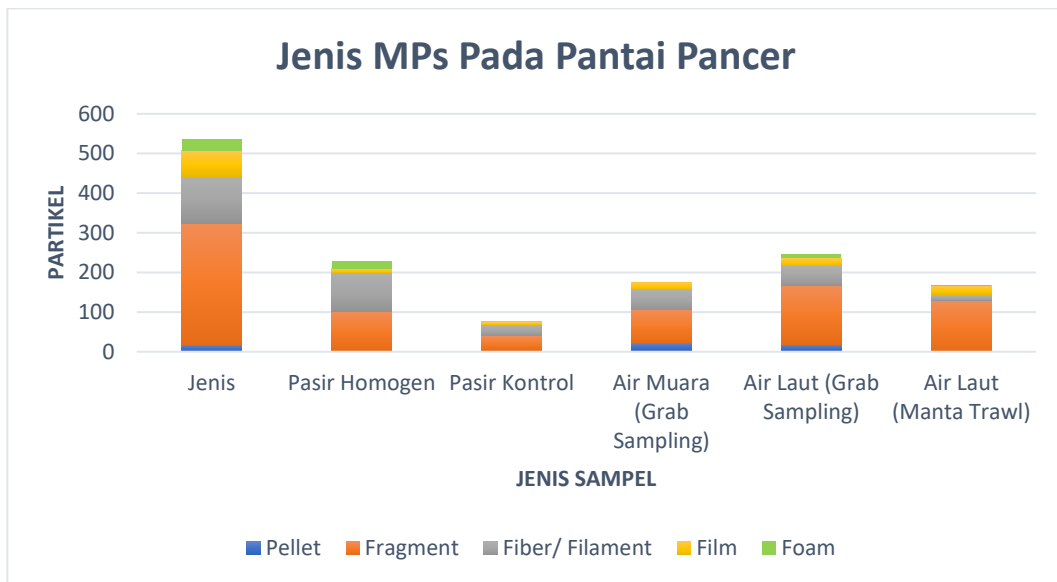
Pengamatan jenis mikroplastik yang telah dilakukan ditemukan hasil jenis mikroplastik *fragment*, *fiber/filament*, *film*, *pellet* dan *foam* yang berada di ketiga lokasi. Dalam pengamatan jenis mikroplastik diukur menggunakan aplikasi ImageRaster3, disajikan sebagai berikut:

**Tabel 4. 4** Rentang Ukuran Mikroplastik yang Telah Diamati

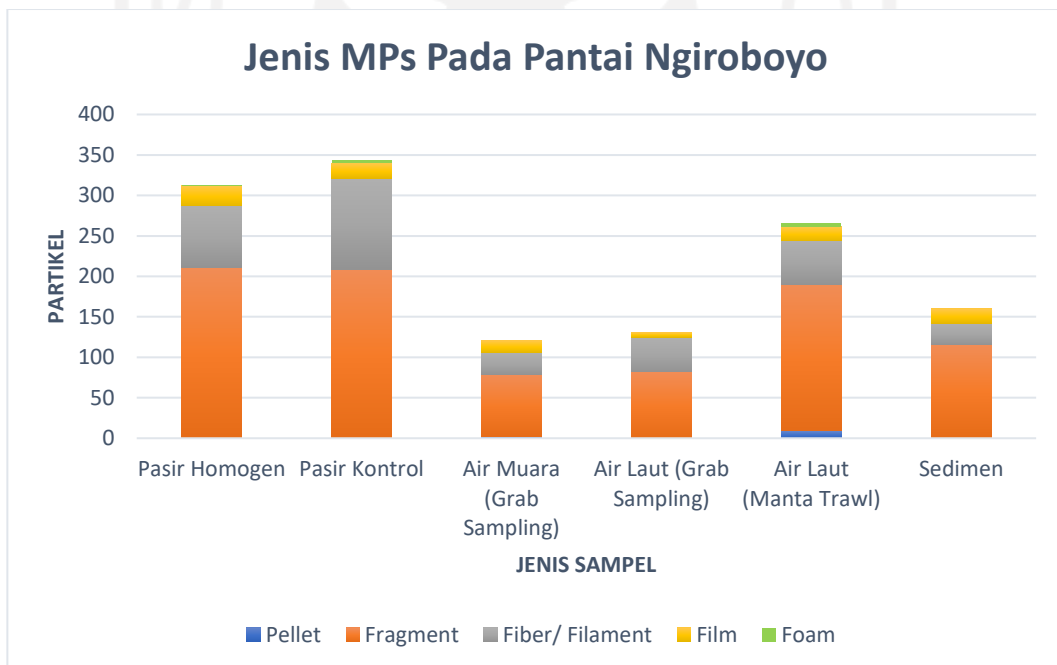
Jenis Mikroplastik	Ukuran	
	Panjang (mm)	Luas (mm)
<i>Fragment</i>	-	0,02-0,04
<i>Fiber/filament</i>	1-2	-
<i>Film</i>	-	0,2-0,4
<i>Pellet</i>	-	0,01-0,02
<i>Foam</i>	-	0,01-0,02

Pengamatan menggunakan mikroskop bertujuan untuk menentukan jenis mikroplastik yang berada di sampel pasir, sampel air dan sampel sedimen. Hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan jenis disajikan sebagai berikut:

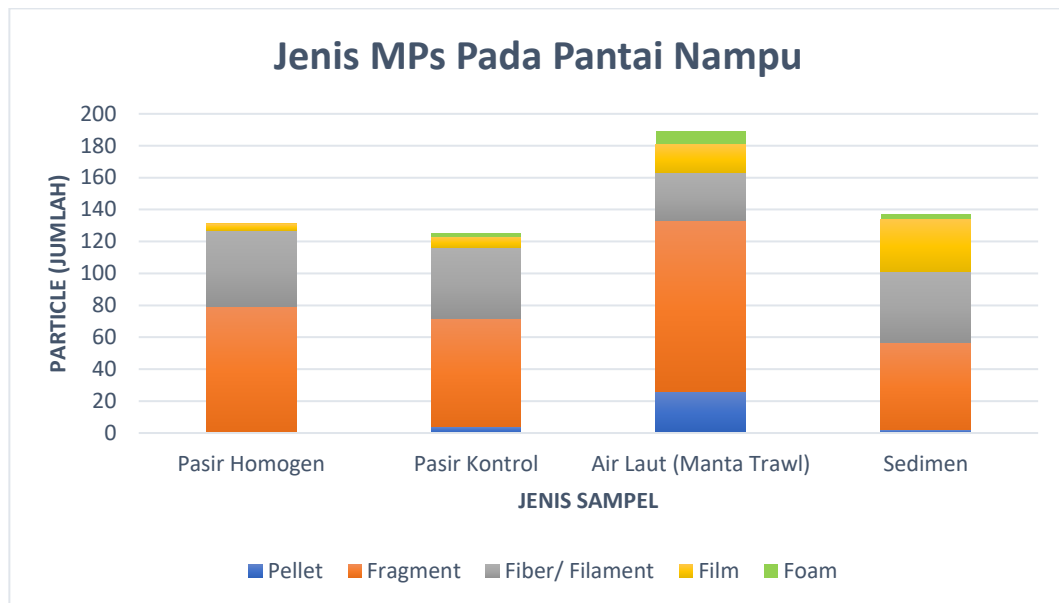




**Gambar 4. 9** Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis Pada Pantai Pancer



**Gambar 4. 10** Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis Pada Pantai Ngiroboyo

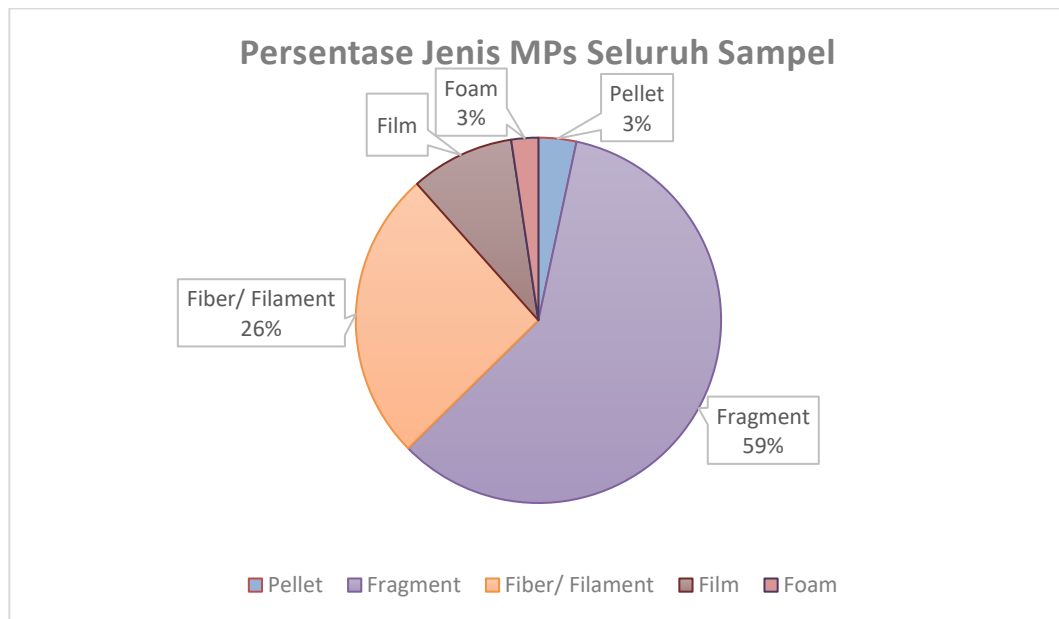


**Gambar 4.11** Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis Pada Pantai Nampu

Dari ketiga grafik yang disajikan, mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada ketiga pantai adalah jenis *fragment* dan *fiber/filament*. Mikroplastik jenis *film*, *pellet* dan *foam* ditemukan jumlah sedikit dari ketiga pantai. Pengamatan yang dilakukan didapatkan data yang akan diolah menggunakan perhitungan persentase jenis mikroplastik didapatkan dari rumus:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}}{\text{Jumlah Keseluruhan Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}} \times 100\%$$

Dengan rumus tersebut dapat ditampilkan grafik persentase jenis mikroplastik pada Pantai Pancer, Pantai Ngiroboyo dan Pantai Nampu.



**Gambar 4. 12** Grafik Persentase Jenis Mikroplastik Seluruh Sampel

Dari hasil pengamatan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 4 kali dan 10 kali, diperoleh beberapa jenis mikroplastik pada sampel pasir, air laut, air muara dan sedimen. Perhitungan persentase dilakukan dengan tujuan menentukan jumlah mikroplastik. Dari grafik, dapat disimpulkan jenis *fragment*, *fiber/filament*, dan *film* merupakan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan pada setiap sampel. Dengan persentase *fragment* sebesar 59%, *fiber/filament* sebesar 26% dan *film* sebesar 9%. Sedangkan persentase jenis *pellet* sebesar 3% dan *foam* sebesar 3% ditemukan hanya pada lokasi dan jenis sampel tertentu.

Di semua sampel ditemukan jenis mikroplastik berupa *fragment*, *film* dan *fiber*. Horton, et al., (2016), mengatakan bahwa jenis *fragment* berasal dari sampah plastik yang terurai berupa bahan kemasan (*polystyrene*) dan botol plastik (*polypropylene*). *Fragment* mempunyai ciri permukaan partikel yang tidak rata, tidak beraturan dan partikel cenderung berbentuk gerigi (Karami, et al., 2017). Jenis sampel pasir ditemukan paling banyak adalah jenis *fragment*. Pada sampel air ditemukan jenis *fragment* dengan jumlah tidak sebanyak pada sampel pasir. Menurut Horton, et al., (2017), jenis *fragment* berasal dari fragmentasi cat. Dari ketiga lokasi ditemukan banyak kapal yang digunakan untuk aktivitas menangkap

ikan dan pariwisata. Hal ini menguatkan sumber pencemaran mikroplastik jenis *fragment* berasal dari cat kapal yang terfragmentasi. Pada sampel sedimen, jenis *fragment* berasal dari mikroplastik yang berada di permukaan air. Densitas mikroplastik dan salinitas merupakan faktor paling berpengaruh terakumulasinya mikroplastik pada sedimen (Zhang, 2017).

Jenis *film* mirip dengan *fragment*, bentuk partikel tidak rata tetapi struktur partikelnya tipis, fleksibel dan transparan. Menurut Kasirajan dan Ngouajio, (2012), penyebaran mikroplastik *film* bisa disebabkan karena penggunaan plastik di bidang pertanian. Contoh penggunaan mulsa plastik (plastik penutup lahan berguna untuk mencegah erosi serta menghilangkan gulma) dan *polytunnel* untuk mengontrol kelembapan tanaman pertanian. Transportasi mikroplastik jenis *film* di ekosistem pantai berasal dari pencemaran yang dibuang ke sungai dan bermuara di laut (Zhang, 2017). Di lokasi hulu sungai yang bermuara pantai, ditemukan banyak lahan yang digunakan untuk pertanian dan persawahan. Hal ini menguatkan sumber pencemaran mikroplastik jenis *film* berasal dari aktivitas pertanian yang membuang limbah ke badan air (sungai).

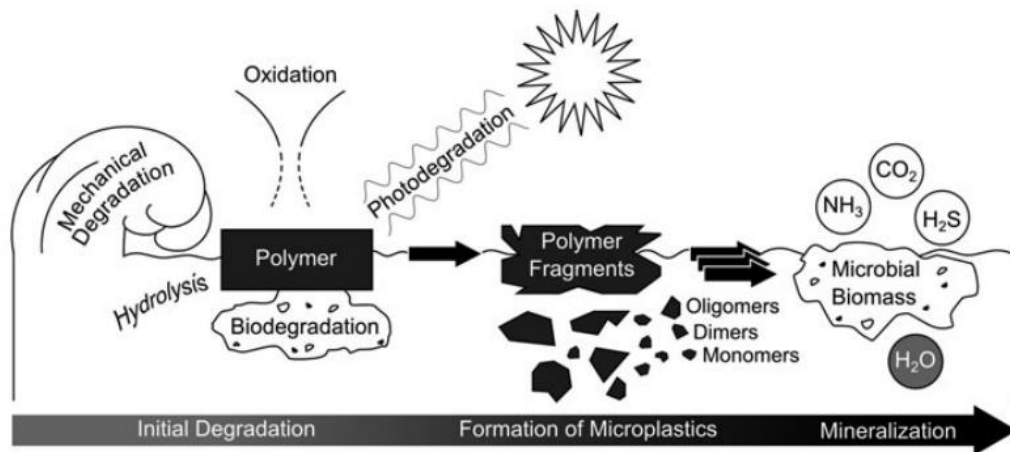
*Fiber* berbentuk panjang, tipis, dan struktur permukaan retak dan kasar (Ling Ding, et al., 2019). Kamppuri, et al., (2015), mengatakan bahwa *fiber* berasal dari kain semi-sintetis yang umum digunakan seperti kemeja, jaket, dan baju. Pembuangan air limbah yang berasal dari aktivitas manusia menjadi sumber utama pencemaran mikroplastik di badan air (sungai). Jenis *microfiber* berasal dari pabrik tekstil dan air limbah domestik (De Falco, et al. 2018). *Microfiber* banyak ditemukan berasal dari pembuangan air limbah ke sungai (Dubaish and Liebezeit, 2013). Hal ini menguatkan potensi penyebaran mikroplastik jenis *fiber* yang berasal dari pembuangan air limbah langsung ke sungai.

Hal ini memiliki persamaan dengan hasil penelitian, ditemukan banyak pemukiman yang berada di sepanjang hulu ke hilir sungai. Sehingga potensi penyebaran mikroplastik jenis *fiber/filament* berasal dari pembuangan air limbah dari aktivitas manusia langsung menuju ke badan air (sungai). Keberadaan jenis

*microfiber* yang teridentifikasi pada sampel, bergantung pada alat dan metode pengambilan yang digunakan, dikarenakan *microfiber* ini merupakan partikel dengan dimensi kecil yang tidak selalu tertangkap pada jaring *mesh* walaupun panjang *microfiber* memiliki ukuran yang melebihi ukuran jaring *mesh* (Dris, et al., 2015). Yu, et al., (2016), mengatakan jenis mikroplastik *fiber* tergolong sulit diidentifikasi dikarenakan jenis *fiber* beberapa dapat digolongkan sebagai *non-plastic* (berasal dari ekosistem laut), seperti *cellulose fiber*, serat kapas dan akar rumput laut. Analisis menggunakan instrumen FTIR diperlukan untuk memverifikasi *fiber* merupakan polimer dari mikroplastik atau berasal dari ekosistem alam.

Jenis *pellet* dan *foam* merupakan mikroplastik yang jarang ditemukan, disebabkan jenis *pellet* berasal dari industri yang memproduksi plastik (Ivar do sul, et al., 2009). *Pellet* merupakan jenis dari mikroplastik primer yang berasal dari pembuatan plastik dengan ukuran mikroskopis yang berasal dari industri kosmetik. Sedangkan jenis *foam* diidentifikasi berasal dari partikel yang terbuat dari *styrofoam*. Mikroplastik *foam* cenderung berwarna kuning dan putih (Kovač Viršek, et al., 2016).

Keberadaan jenis-jenis mikroplastik pada lingkungan dikarenakan adanya degradasi dari plastik. Proses degradasi ini disebabkan karena beberapa faktor. Degradasi disebabkan karena faktor fisik biasanya berasal dari pengaruh abrasi, ombak dan udara (Restrepo-Flórez et al., 2014). Faktor sinar UV, oksidasi, hidrolisis dan biodegradasi (bakteri, jamur serta alga) juga mempengaruhi polimer-polimer plastik terdegradasi menjadi mikroplastik dengan ukuran kecil (Klein, et al., 2018).

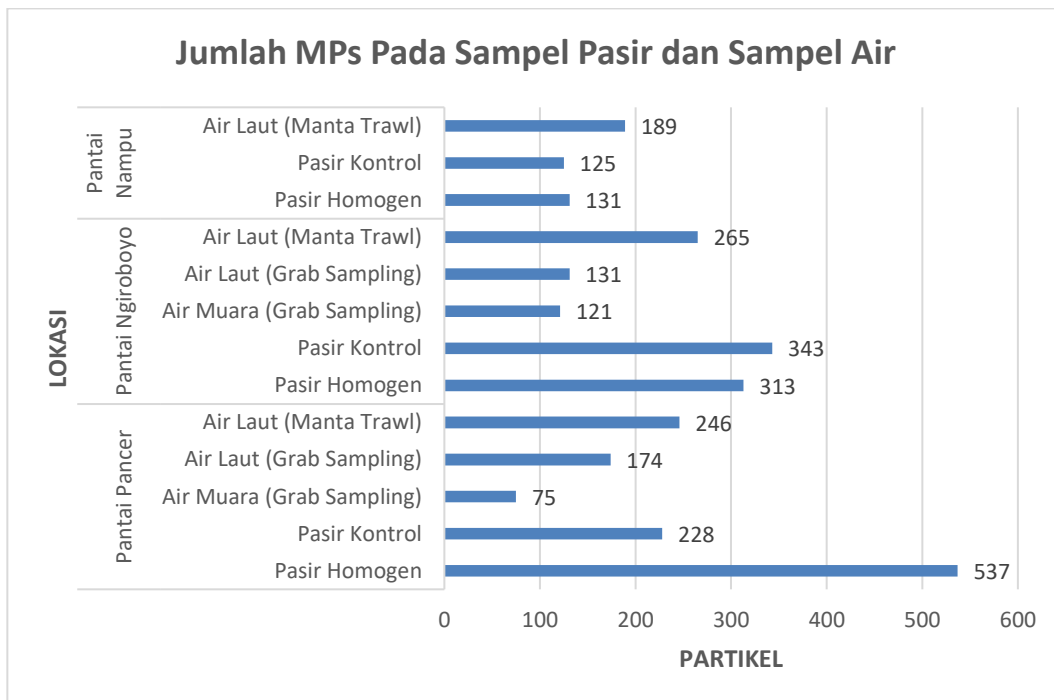


**Gambar 4. 13** Mekanisme Degradasi Mikroplastik

(Sumber: Klein, et al., 2018)

#### 4.2.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah didapatkan dari pengamatan menggunakan mikroskop dengan klasifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah. Dengan klasifikasi mikroplastik didapatkan jumlah mikroplastik pada sampel pasir, sampel air laut, sampel air muara dan sampel sedimen.



**Gambar 4. 14** Jumlah Mikroplastik Teridentifikasi Pada Sampel Pasir dan Sampel Air

Dari grafik jumlah mikroplastik di sampel pasir dan sampel air, jumlah mikroplastik yang paling banyak ditemukan secara berurutan yaitu Pantai Pancer, Pantai Ngiroboyo dan Pantai Nampu. Teridentifikasinya jumlah mikroplastik paling banyak di Pantai Pancer dikarenakan lokasi merupakan tempat wisata dan adanya pelabuhan di sekitar lokasi. Pada Pantai Pancer terdapat beberapa usaha masyarakat seperti warung dan penginapan. Selain itu, Pantai Pancer mempunyai muara Sungai Grindulu yang merupakan sungai utama di Kabupaten Pacitan. Bagian hulu ke hilir ditemukan beberapa lokasi padat penduduk dan lahan pertanian. Selanjutnya teridentifikasinya jumlah mikroplastik paling banyak kedua adalah Pantai Ngiroboyo. Lokasi ini merupakan tempat wisata berupa susur sungai. Sungai Maron yang bermuara di Pantai Ngiroboyo tiap tahun selalu ramai akan wisatawan. Adanya kapal-kapal yang digunakan untuk wisatawan dan sepanjang hulu ke hilir Sungai Maron ditemukan tempat penginapan menguatkan adanya sumber pencemaran berasal dari aktivitas tersebut. Sedangkan Pantai Nampu, dari observasi yang telah dilakukan merupakan pantai yang masih bersih

dan terjaga keasliannya. Wisatawan masih ditemukan sedikit dan hanya ada beberapa usaha masyarakat berupa warung yang ada di Pantai Nampu.

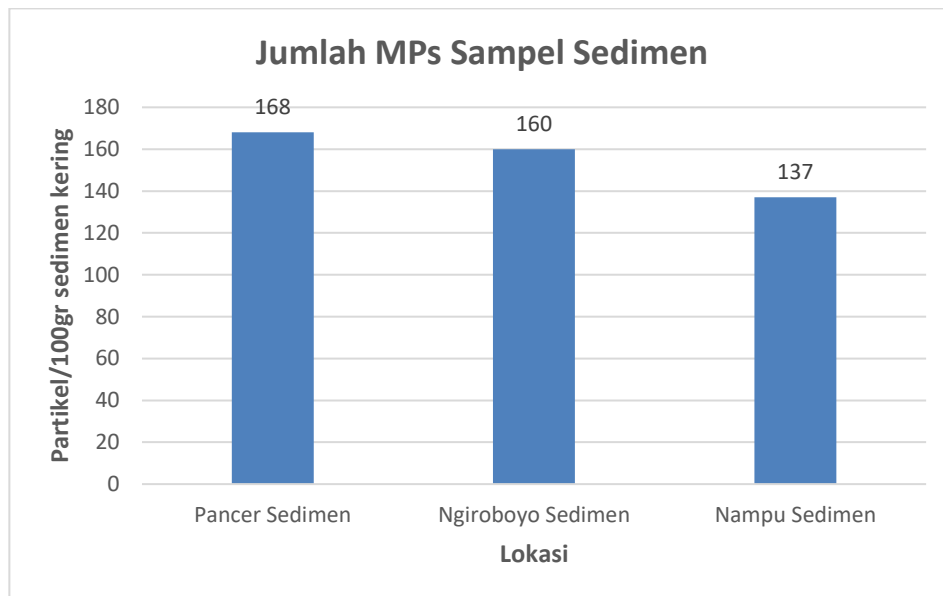
Menurut Yonkos, et al., (2014), mengatakan bahwa urbanisasi merupakan faktor utama banyaknya mikroplastik di lingkungan. Di daerah perkotaan ditemukan ditemukan kelimpahan mikroplastik lebih banyak dibanding dengan daerah terpencil. Adanya kegiatan urbanisasi yang berupa pembuangan limbah (domestik), sampah, aliran *runoff* yang menuju badan air, dan juga endapan-endapan di tanah ataupun badan air menimbulkan potensi pencemaran mikroplastik. Hal ini memiliki kemiripan dengan ketiga pantai yang telah dilakukan pengambilan sampel. Pantai Pancer merupakan pantai yang berada di daerah kota Kabupaten Pacitan sehingga ditemukan kelimpahan mikroplastik paling banyak. Pantai Ngibroboyo memiliki kelimpahan paling banyak setelah Pantai Pancer dikarenakan tempat wisata. Sedangkan Pantai Nampu merupakan lokasi yang terpencil di Kabupaten Wonogiri dan hanya sedikit wisatawan maupun warga yang menempati daerah dekat pantai.

Pada sampel sedimen dilakukan perhitungan jumlah mikroplastik berdasarkan 100 gr sedimen kering yang telah ditimbang. Perhitungan jumlah mikroplastik sedimen dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Konsentrasi Mikroplastik } \left( \frac{\text{Item}}{\text{Gram}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik Pada Sedimen (Item)}}{\text{Berat Sedimen (Gram)}}$$

Dari rumus tersebut didapatkan konsentrasi mikroplastik per 100 gr sedimen yang disajikan sebagai berikut:



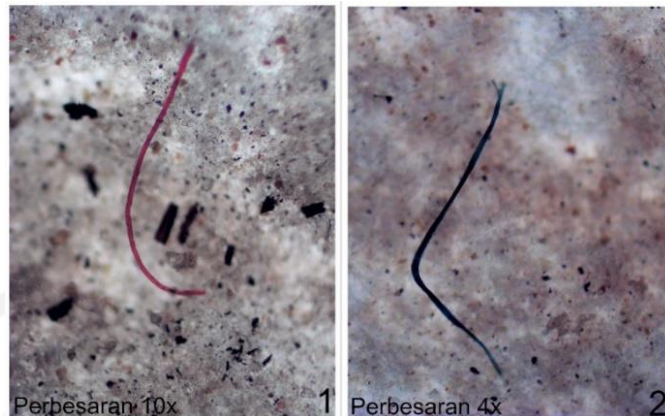


**Gambar 4. 15** Grafik Jumlah Mikroplastik Pada Sampel Sedimen

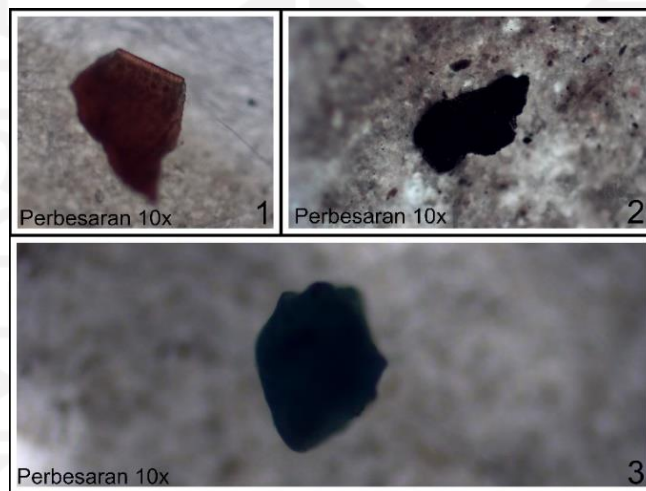
Selain faktor jumlah penduduk pada suatu lokasi, jumlah mikroplastik pada sedimen juga dipengaruhi oleh jenis sedimen. Jenis sedimen lumpur biasanya memiliki korelasi positif dengan kelimpahan mikroplastik, dibanding jenis sedimen kerikil dan sedimen pasir (Ling, et al., 2017). Hal ini memiliki kemiripan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Pada Pantai Pancer memiliki jenis sedimen lumpur dengan kelimpahan mikroplastik sebanyak 168 partikel/gr sedimen kering. Sedangkan pada pada Pantai Ngiroboyo dan Pantai Nampu memiliki jenis sedimen pasir, ditemukan kelimpahan mikroplastik pada Pantai Ngiroboyo sebanyak 160 partikel/gr sedimen kering dan Pantai Nampu sebanyak 137 partikel/gr sedimen kering.

#### **4.2.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna**

Identifikasi mikroplastik berdasarkan warna menunjukkan adanya perbedaan warna yang terdapat pada jenis mikroplastik. Perbedaan warna mikroplastik dapat ditemukan di sampel pasir, sampel air dan sampel sedimen. Secara umum, warna pada mikroplastik dibagi menjadi warna merah, biru, transparan, hitam, hijau, kuning, coklat dan lain-lain.



**Gambar 4. 16** Perbedaan Warna Antara *Red Fiber/Filament* Dengan *Blue Fiber/Filament*

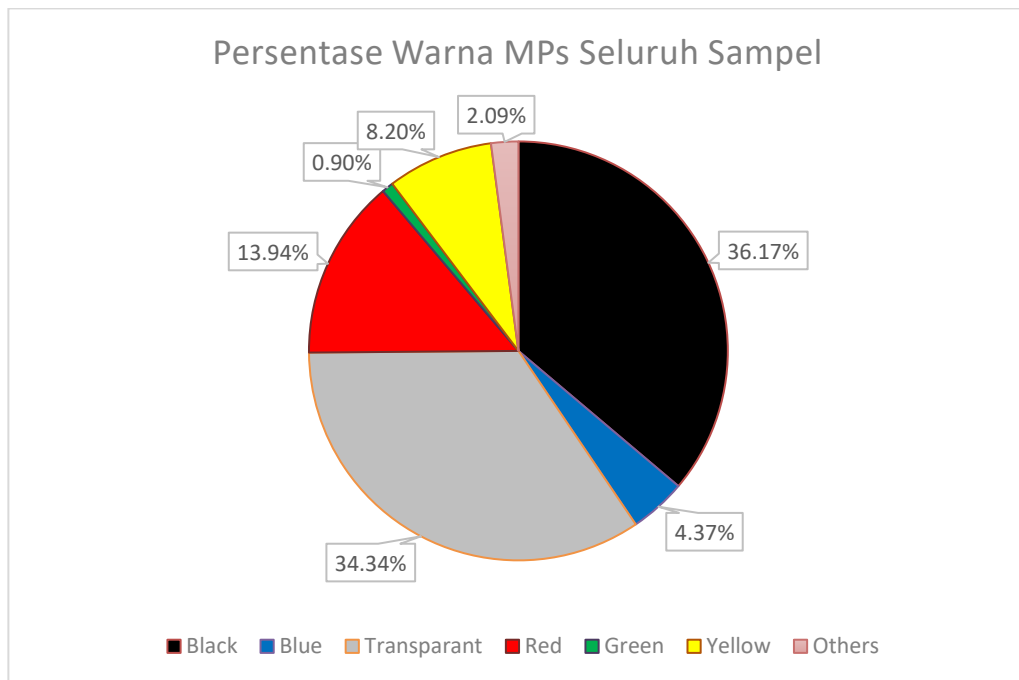


**Gambar 4. 17** Perbedaan Warna Antara *Red Fragment*, *Black Fragment* dan *Blue Fragment*

Pengamatan menggunakan mikroskop bertujuan untuk menentukan warna mikroplastik sehingga memudahkan klasifikasi. Dari pengamatan yang dilakukan, data diolah menggunakan perhitungan persentase warna mikroplastik didapatkan dari rumus:

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}}{\text{Jumlah Keseluruhan Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}} \times 100\%$$

Dengan rumus tersebut dapat ditampilkan grafik persentase berdasarkan warna mikroplastik pada Pantai Pancer, Pantai Ngiroboyo dan Pantai Nampu. Secara keseluruhan persentase warna mikroplastik ditampilkan dalam bentuk grafik berikut:



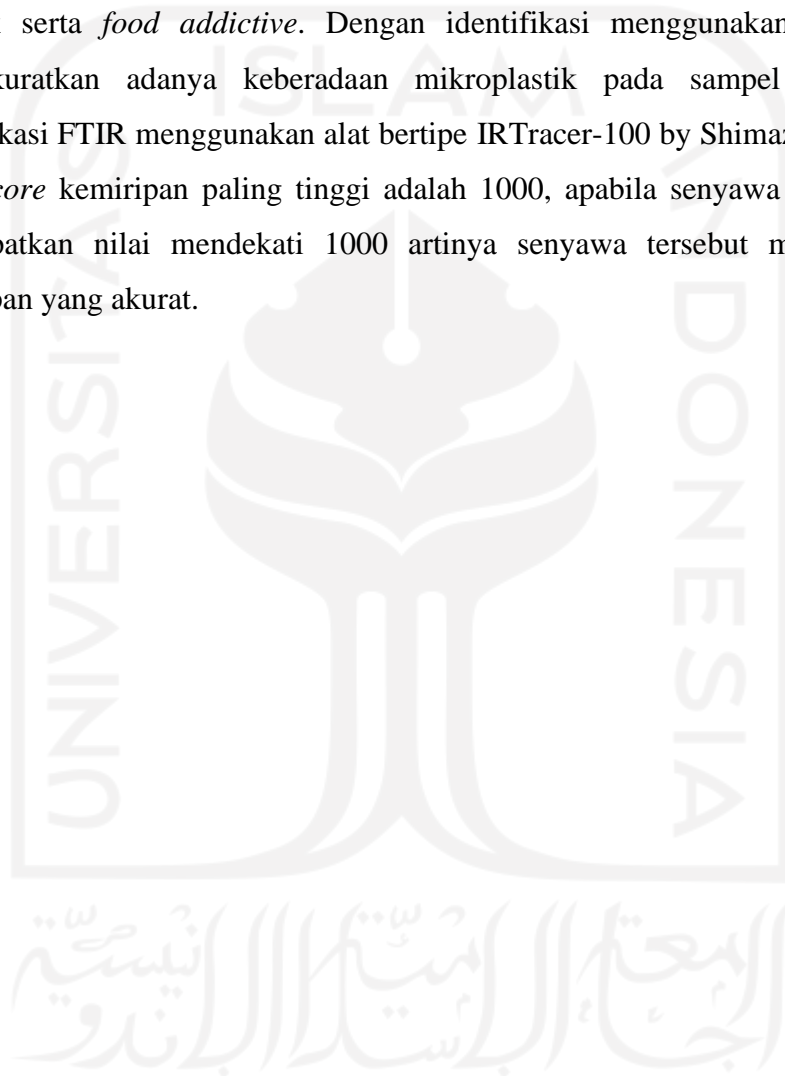
**Gambar 4. 18** Grafik Persentase Warna Mikroplastik Seluruh Sampel

Dari grafik didapatkan hasil bahwa persentase warna mikroplastik paling banyak ditemukan adalah warna hitam sebesar 36,17% dan warna transparan sebesar 34,34%. Selanjutnya warna merah 13,94%; warna kuning 8,2%; warna biru 4,37%, warna lain 2,09% dan warna hijau 0,9%.

Perbedaan warna pada mikroplastik dikarenakan adanya beberapa faktor. Mikroplastik yang memiliki warna pekat artinya belum mengalami perubahan warna. Warna seperti hitam, merah, kuning, biru, hijau dan warna lain merupakan warna yang tergolong pekat. Degradasi warna mikroplastik disebabkan adanya rendahnya suhu dan radiasi ultraviolet (UV). Mikroplastik yang memiliki warna pekat berasal dari polimer *polyethylene* (PE). Penggunaan polimer *polyethylene* berasal dari bahan utama pembuatan plastik dan tas (Kershaw, 2015). Sedangkan warna transparan pada mikroplastik berasal dari polimer *polypropylene* (PP). Polimer *polypropylene* paling banyak ditemukan berada di badan air (Pedrotti, et al., 2014).

### 4.3 Identifikasi Mikroplastik dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

Penggunaan alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk identifikasi mikroplastik bertujuan membaca gugus kimia yang terserap dan ditampilkan dalam bentuk nama senyawa. Penggunaan FTIR bertujuan untuk menentukan nama senyawa yang terserap merupakan jenis plastik atau kandungan lain seperti organik serta *food additive*. Dengan identifikasi menggunakan FTIR akan mengakuratkan adanya keberadaan mikroplastik pada sampel yang diuji. Identifikasi FTIR menggunakan alat bertipe IRTracer-100 by Shimadzu didapatkan hasil *score* kemiripan paling tinggi adalah 1000, apabila senyawa yang terbaca mendapatkan nilai mendekati 1000 artinya senyawa tersebut memiliki nilai kemiripan yang akurat.



**Tabel 4. 5** Hasil Pembacaan FTIR Pada Semua Sampel

No	Sampel		Score Kemiripan	Nama Senyawa	Keterangan	Source
1	Pantai Pancer	Pasir Homogen	73,4%	<i>Kaolin</i>	<i>Kaolin</i> biasanya dijadikan produk seperti kertas, karet, keramik, plastik, tinta, katalis, dan insektisida	<a href="http://jinyukaolin.com">Kaolin applications in ceramics (jinyukaolin.com)</a>
			73,2%	TALC	TALC digunakan pada industriomotif, pengemasan makanan, pelindung laptop dan produksi <i>polypropylene</i> (PP)	<a href="http://lithos-minerals.at">Talc in plastics.pdf (lithos-minerals.at)</a>
			73%	<i>Bemberg (Cupra)</i>	<i>Bemberg</i> merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="http://asahi-kasei.co.jp">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
			72%	<i>Tencel</i>	<i>Tencel</i> dapat dikombinasikan dengan <i>polyester</i> untuk pembuatan produk gaun, kemeja, handuk dan pakaian dalam	<a href="http://onlineclothingstudy.com">Tencel - A Step Towards Sustainability (onlineclothingstudy.com)</a>
			70,8%	TiO <sub>2</sub> ( <i>Rutile</i> )	<i>Rutile</i> merupakan produk yang digunakan pada industri keramik, pigmen dalam cat, kemasan, automotif, plastik dan kertas	<a href="http://specialchem.com">Titanium dioxide Center (specialchem.com)</a>
			62,6%	<i>Cellophane</i>	Berjenis <i>film</i> dan biasanya digunakan pada pengemasan makanan	<a href="http://polymerdatabase.com">Cellophane Film (polymerdatabase.com)</a>
			62,4%	<i>Rayon</i>	<i>Rayon</i> termasuk jenis <i>fiber</i> . Serat <i>rayon</i> biasanya digunakan pada produk pakaian, jaket, topi, seprai, dan produk bedah medis.	<a href="http://leaf.tv">About Rayon Fabric (leaf.tv)</a>
		Pasir Kontrol	63,5%	<i>Bemberg (Cupra)</i>	<i>Bemberg</i> merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="http://asahi-kasei.co.jp">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
			62%	<i>Rayon</i>	<i>Rayon</i> termasuk jenis <i>fiber</i> . Serat <i>rayon</i> biasanya digunakan pada produk pakaian,	<a href="http://leaf.tv">About Rayon Fabric (leaf.tv)</a>

			jaket, topi, seprai, dan produk bedah medis.	
		62%	PCTFE ( <i>Polychloro-trifluoro-ethylene</i> )	PCTFE sering digunakan untuk bahan pelindung komponen yang berbahan PVC dan PET. Sering digunakan sebagai kemasan obat-obatan <a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Fluoropolymers (polymerdatabase.com)</a>
Air Laut (Manta Trawl)		73,3%	<i>Kaolin</i>	<i>Kaolin</i> biasanya dijadikan produk seperti kertas, karet, keramik, plastik, tinta, katalis, dan insektisida <a href="http://jinyukaolin.com">Kaolin applications in ceramics (jinyukaolin.com)</a>
		73%	<i>Bemberg (Cupra)</i>	<i>Bemberg</i> merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian <a href="http://asahi-kasei.co.jp">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
		72,3%	TiO2 ( <i>Rutile</i> )	Rutile merupakan produk yang digunakan pada industri keramik, pigmen dalam cat, kemasan, automotif, plastik dan kertas <a href="http://specialchem.com">Titanium dioxide Center (specialchem.com)</a>
		71,8%	<i>Polyamide2 (Nylon6/66)</i>	<i>Nylon 6/66</i> digunakan pada pakaian, jas hujan, baju renang, tali, tenda, jaring ikan dan pada plastik digunakan untuk komponen mesin <a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
		71,3%	<i>Polyamide3 (Nylon6/10)</i>	<i>Nylon 6/10</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing dan bulu pada sikat. <a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
		70,7%	<i>Polyamide1 (Nylon6)</i>	<i>Nylon 6</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing, dan bulu pada sikat. <a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>

			70,4%	<i>Nylon 6/9 (Polyhexamethylene nonanediamide)</i>	<i>Nylon 6/9</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing dan bulu pada sikat.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
			70,1%	<i>Nylon6/12 (Polyamide)</i>	<i>Nylon 6/12</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing,dan bulu pada sikat.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
		Air Muara dan Air Laut ( <i>Grab Sampling</i> )	75,2%	<i>Tencel</i>	<i>Tencel</i> dapat dikombinasikan dengan <i>polyester</i> untuk pembuatan produk gaun, kemeja, handuk dan pakaian dalam	<a href="http://onlineclothingstudy.com">Tencel - A Step Towards Sustainability (onlineclothingstudy.com)</a>
			75%	<i>Bemberg (Cupra)</i>	<i>Bemberg</i> merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="http://asahi-kasei.co.jp">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
		Sedimen	75,2%	<i>Kaolin</i>	<i>Kaolin</i> biasanya dijadikan produk seperti kertas, karet, keramik, plastik, tinta, katalis, dan insektisida	<a href="http://jinyukaolin.com">Kaolin applications in ceramics (jinyukaolin.com)</a>
			74,3%	<i>Bemberg (Cupra)</i>	<i>Bemberg</i> merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="http://asahi-kasei.co.jp">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
			74,2%	<i>Tencel</i>	<i>Tencel</i> dapat dikombinasikan dengan <i>polyester</i> untuk pembuatan produk gaun, kemeja, handuk dan pakaian dalam	<a href="http://onlineclothingstudy.com">Tencel - A Step Towards Sustainability (onlineclothingstudy.com)</a>
			71,2%	TiO2 ( <i>Rutile</i> )	<i>Rutile</i> merupakan produk yang digunakan pada industri keramik, pigmen dalam cat, kemasan, automotif, plastik dan kertas	<a href="http://specialchem.com">Titanium dioxide Center (specialchem.com)</a>
2	Pantai Ngiroboyo	Pasir Homogen	75,9%	TiO2 ( <i>Rutile</i> )	<i>Rutile</i> merupakan produk yang digunakan pada industri keramik, pigmen dalam cat, kemasan,	<a href="http://specialchem.com">Titanium dioxide Center (specialchem.com)</a>

			automotif, plastik dan kertas	
	70,8%	<i>Bemberg (Cupra)</i>	<i>Bemberg</i> merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="#">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
	70,3%	<i>Kaolin</i>	<i>Kaolin</i> biasanya dijadikan produk seperti kertas, karet, keramik, plastik, tinta, katalis, dan insektisida	<a href="#">Kaolin applications in ceramics (jinyukaolin.com)</a>
	70%	<i>Tencel</i>	<i>Tencel</i> dapat dikombinasikan dengan <i>polyester</i> untuk pembuatan produk gaun, kemeja, handuk dan pakaian dalam	<a href="#">Tencel - A Step Towards Sustainability (onlineclothingstudy.com)</a>
	67,4%	TALC	TALC digunakan pada industri automotif, pengemasan makanan, pelindung laptop dan produksi <i>polypropylene</i> (PP)	<a href="#">Talc in plastics.pdf (litho-minerals.at)</a>
Pasir Kontrol	74,6%	PTFE ( <i>Polytetrafluoroethylene</i> )	PTFE banyak digunakan pada komponen elektrikal, kemasan obat dan makanan, dan industri semi-konduktor. Paling umum digunakan sebagai pembuat teflon	<a href="#">Properties of Fluoropolymers (polymerdatabase.com)</a>
	70,7%	FEP ( <i>Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene</i> )	FEP banyak digunakan pada peralatan medis, peralatan kimia, pelindung kabel, kaca film untuk panel surya, dan jaket	<a href="#">FEP (polymerdatabase.com)</a>
	68,3%	TiO <sub>2</sub> ( <i>Rutile</i> )	<i>Rutile</i> merupakan produk yang digunakan pada industri keramik, pigmen dalam cat, kemasan, automotif, plastik dan kertas	<a href="#">Titanium dioxide Center (specialchem.com)</a>
Air Laut dan Air Muara (Grab	70,8%	<i>Bemberg (Cupra)</i>	<i>Bemberg</i> merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="#">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>



Sampling)	70,3%	TiO <sub>2</sub> ( <i>Rutile</i> )	<i>Rutile</i> merupakan produk yang digunakan pada industri keramik, pigmen dalam cat, kemasan, automotif, plastik dan kertas	<a href="http://specialchem.com">Titanium dioxide Center (specialchem.com)</a>
	69,3%	<i>Tencel</i>	<i>Tencel</i> dapat dikombinasikan dengan polyester untuk pembuatan produk gaun, kemeja, handuk dan pakaian dalam	<a href="http://onlineclothingstudy.com">Tencel - A Step Towards Sustainability (onlineclothingstudy.com)</a>
Air Luat ( <i>Manta Trawl</i> )	75%	TiO <sub>2</sub> ( <i>Rutile</i> )	<i>Rutile</i> merupakan produk yang digunakan pada industri keramik, pigmen dalam cat, kemasan, automotif, plastik dan kertas	<a href="http://specialchem.com">Titanium dioxide Center (specialchem.com)</a>
	70,1%	<i>Tencel</i>	<i>Tencel</i> dapat dikombinasikan dengan polyester untuk pembuatan produk gaun, kemeja, handuk dan pakaian dalam	<a href="http://onlineclothingstudy.com">Tencel - A Step Towards Sustainability (onlineclothingstudy.com)</a>
Sedimen	77,1%	<i>Kaolin</i>	<i>Kaolin</i> biasanya dijadikan produk seperti kertas, karet, keramik, plastik, tinta, katalis, dan insektisida	<a href="http://jinyukaolin.com">Kaolin applications in ceramics (jinyukaolin.com)</a>
	71,7%	PTFE ( <i>Polytetrafluoroethylene</i> )	PTFE banyak digunakan pada bidang industri, komponen elektrikal, kemasan obat dan makanan, dan industri semi-konduktor.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Fluoropolymers (polymerdatabase.com)</a>
	67,1%	FEP ( <i>Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene</i> )	FEP banyak digunakan pada peralatan medis, peralatan kimia, pelindung kabel, kaca film untuk panel surya, dan jaket	<a href="http://polymerdatabase.com">FEP (polymerdatabase.com)</a>
	65,5%	PCTFE ( <i>Polychlorotrifluoro-ethylene</i> )	PCTFE sering digunakan untuk bahan pelindung komponen yang berbahan PVC dan PET. Sering digunakan sebagai kemasan obat-obatan	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Fluoropolymers (polymerdatabase.com)</a>
	63,3%	TALC	TALC digunakan pada industri automotif, pengemasan makanan, pelindung laptop dan produksi <i>polypropylene</i> (PP)	<a href="http://lithos-minerals.at">Talc in plastics.pdf (lithos-minerals.at)</a>

			61,9%	POM1 ( <i>Polyacetal</i> )	<i>Polyacetal</i> merupakan plastik yang kuat. Biasanya ditemukan pada produk yang berasal dari industri plastik, roda gigi, sepatu roda, dan perpipaan	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyacetals (polymerdatabase.com)</a>
3	Pantai Nampu	Pasir Homogen	78%	<i>Tencel</i>	<i>Tencel</i> dapat dikombinasikan dengan <i>polyester</i> untuk pembuatan produk gaun, kemeja, handuk dan pakaian dalam	<a href="http://onlineclothingstudy.com">Tencel - A Step Towards Sustainability (onlineclothingstudy.com)</a>
			76,9%	<i>Bemberg (Cupra)</i>	<i>Bemberg</i> merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="http://asahi-kasei.co.jp">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
			73,5%	TALC	TALC digunakan pada industri automotif, pengemasan makanan, pelindung laptop dan produksi <i>polypropylene</i> (PP)	<a href="http://lithos-minerals.at">Talc in plastics.pdf (lithos-minerals.at)</a>
		Pasir Kontrol	73%	PTFE ( <i>Polytetrafluoroethylene</i> )	PTFE banyak digunakan pada bidang industri, komponen elektrik, kemasan obat dan makanan, dan industri semi-konduktor.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Fluoropolymers (polymerdatabase.com)</a>
			72,5%	FEP ( <i>Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene</i> )	FEP banyak digunakan pada peralatan medis, peralatan kimia, pelindung kabel, kaca film untuk panel surya, dan jaket	<a href="http://polymerdatabase.com">FEP (polymerdatabase.com)</a>
		Air Laut ( <i>Manta Trawl</i> )	74,6%	<i>Kaolin</i>	<i>Kaolin</i> biasanya dijadikan produk seperti kertas, karet, keramik, plastik, tinta, katalis, dan insektisida	<a href="http://jinyukaolin.com">Kaolin applications in ceramics (jinyukaolin.com)</a>
			72,8%	<i>Polyamide2 (Nylon6/66)</i>	<i>Nylon 6/66</i> digunakan pada pakaian, jas hujan, baju renang, tali, tenda, jaring ikan dan pada plastik digunakan untuk komponen mesin	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>

		72,6%	<i>Polyamide3 (Nylon6/10)</i>	<i>Nylon 6/10</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing,dan bulu pada sikat.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
		71,8%	<i>Polyamide1 (Nylon6)</i>	<i>Nylon 6</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing,dan bulu pada sikat.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
		71,6%	<i>Nylon6/12 (Polyamide)</i>	<i>Nylon 6/12</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing,dan bulu pada sikat.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
		71,6%	<i>Nylon 6/9 (Polyhexamethylene nonanediamide)</i>	<i>Nylon 6/9</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing,dan bulu pada sikat.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
		71,4%	Bemberg (Cupra)	Bemberg merupakan fiber yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="http://asahi-kasei.co.jp">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
		71%	<i>Nylon11 (Polyamide)</i>	<i>Nylon 11</i> digunakan pada roda gigi, konektor elektronik, bantal, benang pada alat pancing,dan bulu pada sikat.	<a href="http://polymerdatabase.com">Properties of Polyamides (polymerdatabase.com)</a>
	Sedimen	75,5%	<i>Kaolin</i>	<i>Kaolin</i> biasanya dijadikan produk seperti kertas, karet, keramik, plastik, tinta, katalis, dan insektisida	<a href="http://jinyukaolin.com">Kaolin applications in ceramics (jinyukaolin.com)</a>
		71,3%	TiO <sub>2</sub> ( <i>Rutile</i> )	<i>Rutile</i> merupakan produk yang digunakan pada industri keramik, pigmen dalam cat, kemasan, automotif, plastik dan kertas	<a href="http://specialchem.com">Titanium dioxide Center (specialchem.com)</a>
		67,7%	Bemberg (Cupra)	Bemberg merupakan <i>fiber</i> yang biasa digunakan untuk handuk, keset, dan pakaian	<a href="http://asahi-kasei.co.jp">Apparel Textile   Applications   Bemberg   Asahi Kasei</a>

					<a href="#">Corporation Fibers &amp; Textiles SBU (asahi-kasei.co.jp)</a>
		66,6%	<i>Tencel</i>	Tencel dapat dikombinasikan dengan <i>polyester</i> untuk pembuatan produk gaun, kemeja, handuk dan pakaian dalam	<a href="#">Tencel - A Step Towards Sustainability (onlineclothingstudy.com)</a>
		65,4%	<i>1,2-Polybutadiene</i>	<i>Polybutadiene</i> merupakan plastik yang biasa digunakan sebagai karet dan dalam plastik digunakan untuk meningkatkan kualitas plastik <i>polystyrene</i> , dan bola golf	<a href="#">Properties of Polydiene (polymerdatabase.com)</a>

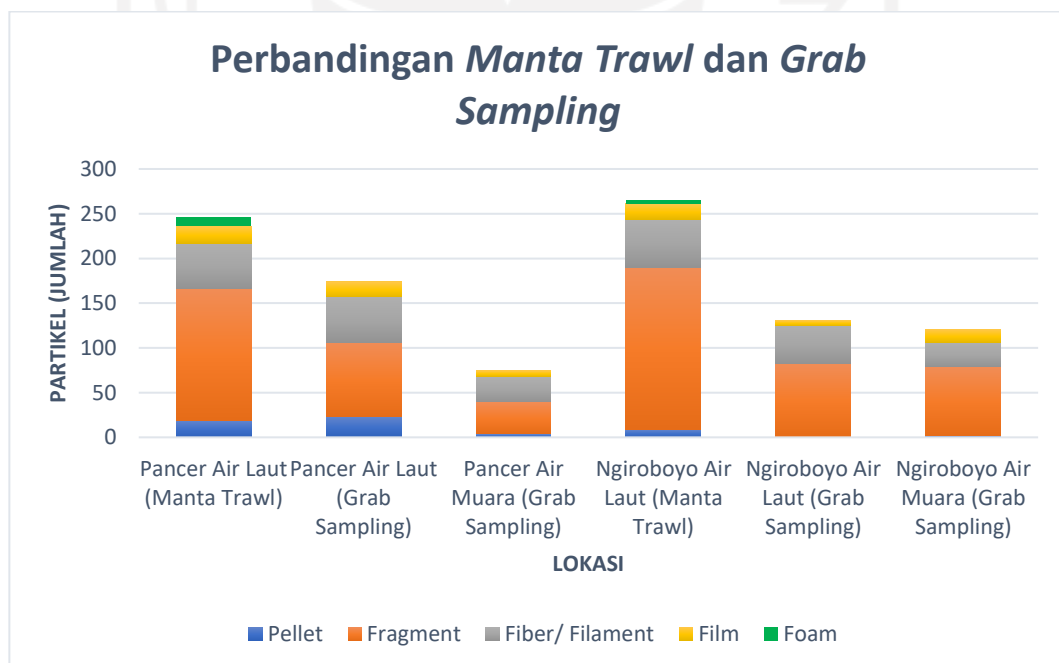
Dari pembacaan FTIR pada sampel pasir, sampel air dan sampel sedimen pada ketiga lokasi ditemukan sejumlah polimer sintetis, semi-sintetis dan *fiber* alami. Pada pembacaan spektrum FTIR didapatkan material sintetis berupa *Nylon*, PTFE, PCTFE, FEP, *Polyacetal* dan *Polybutidienne*. Polimer semi-sintetis berupa *Tencel*, *Bemberg*, *Rayon*, *Cellophane*, *Kaolin*, *Rutile* dan TALC. Polimer *fiber* alami berupa *Ramie* dan *Cotton*. Walaupun *Ramie* dan *Cotton* digunakan pada industri tekstil, tetapi dalam klasifikasinya bukan tergolong plastik dan di alam dapat mengalami biodegradasi (Jamieson, et al., 2019). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Yu, et al., (2016) bahwa mikroplastik jenis *fiber* sangat sulit diidentifikasi dikarenakan ada beberapa *fiber* alami (*Ramie* dan *Cotton*) dan *fiber* yang berjenis sintetis. Perlunya identifikasi dengan FTIR untuk memastikan bahwa gugus kimia yang dibaca merupakan plastik dan turunannya.

Pada lokasi Pantai Pancer, sampel pasir teridentifikasi terdapat polimer sintetis berupa PCTFE (*Polychloro-trifluoro-ethylene*) dan polimer semi-sintetis berupa *Rayon*, *Cellophane*, *Bemberg*, *Tencel*, *Kaolin*, serta TALC. Pada sampel pasir Pantai Ngiroboyo dan Pantai Nampu memiliki kemiripan polimer semi-sintetis seperti *Tencel*, *Rutile*, TALC, dan *Bemberg*. Perbedaan hasil identifikasi di lokasi Pantai Ngiroboyo dan Pantai Nampu terdapat pada polimer sintetis yang teridentifikasi berupa PTFE (*Polytetrafluoroethylene*) serta FEP (*Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene*). Sedangkan polimer semi-sintetis didapatkan hasil berbeda berupa *Rutile* dan *Ultamarine* ditemukan di lokasi Pantai Ngiroboyo.

Sampel air pada perairan Pantai Pancer teridentifikasi adanya polimer sintetis berupa *Nylon*. Polimer semi-sintetis yang teridentifikasi berupa *Rutile*, *Kaolin*, *Bemberg*, dan TALC. Pada perairan Pantai Ngiroboyo hanya ditemukan polimer semi-sintetis berupa *Rutile*, *Bemberg*, dan *Tencel*. Pada perairan Pantai Nampu teridentifikasi adanya polimer sintetis *Nylon* dan polimer semi-sintetis *Tencel* serta *Kaolin*. Pada polimer *Nylon* memiliki perbedaan jenis. Polimer *Nylon* yang sering dijumpai pada produk adalah jenis *Nylon 6* dan *Nylon 6/66*.

Sedangkan jenis *Nylon 6/10*, *Nylon 6/12*, dan *Nylon 6/9* merupakan jenis *nylon* yang jarang ditemukan dalam penggunaan ataupun produk.

Penggunaan alat dan metode berpengaruh dalam hal kelimpahan mikroplastik yang tertangkap pada perairan (Dris, et al., 2015). Pada sampel air laut dan air muara digunakan metode *grab sampling* didapatkan hasil identifikasi menggunakan mikroskop diidentifikasi sedikit mikroplastik berdasarkan jenis dan jumlah. Pada sampel yang menggunakan metode *grab sampling* diidentifikasi dengan FTIR didapatkan hasil polimer semi-sintetis berupa *Rutile*, *Kaolin*, *TALC*, *Bemberg*, dan *Tencel*. Sedangkan penggunaan metode *manta trawl* lebih banyak menangkap kelimpahan mikroplastik di perairan dalam identifikasi menggunakan mikroskop berdasarkan jenis dan jumlah. Pada identifikasi penggunaan FTIR teridentifikasi adanya polimer sintesis berupa *Nylon* pada 2 lokasi perairan yaitu di Pantai Pancer dan Pantai Nampu.



**Gambar 4. 19** Perbandingan Hasil Metode Manta Trawl dan Grab Sampling dengan Kelimpahan Mikroplastik yang Teridentifikasi

Perbedaan hasil kelimpahan mikroplastik antara metode *grab sampling* dan metode penggunaan alat *manta* dikarenakan 2 faktor yaitu metode dan alat

yang digunakan (Yona, et al., 2019). Pada metode *manta trawl* dilakukan pengambilan sampel secara horizontal di permukaan laut. Hasil dari pengambilan sampel perairan secara horizontal dinilai lebih representatif dikarenakan pengambilan sampel juga dilakukan secara area. *Manta trawl* mampu menangkap air dengan volume yang banyak sehingga jumlah kelimpahan mikroplastik relevan tinggi dan hasilnya dapat dipercaya (Kovač Viršek, 2016). Sedangkan pada metode *grab sampling* hanya menggunakan 3 titik lokasi perairan. Faktor terakhir berupa alat yang digunakan, pada *manta trawl* terdapat jaring *mesh* dengan ukuran 125 mikron. Hal ini menunjukkan kemiripan dengan penelitian sebelumnya (Dris, et al., 2015), mengatakan bahwa ukuran jaring *mesh* mempengaruhi dalam penangkapan jenis mikroplastik, semakin kecil ukuran jaring *mesh* maka mikroplastik yang terperangkap semakin banyak (GESAMP, 2016). Sedangkan alat yang digunakan untuk metode *grab sampling* berupa *water sampler* dengan tidak adanya jaring *mesh*.

Pada semua sampel sedimen di lokasi Pantai Pancer, Pantai Ngibroboyo dan Pantai Nampu teridentifikasi adanya semi-sintetis berupa *Kaolin*, *Tencel*, *Rutile* dan *TALC*. Polimer yang berbeda terdapat di lokasi Pantai Ngibroboyo didapatkan berupa *PCTFE* (*Polychloro-trifluoro-ethylene*), *PTFE* (*Polytetrafluoroethylene*), *FEP* (*Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene*) dan *Polyacetal*. Sedangkan polimer yang berbeda juga terdapat pada Pantai Nampu berupa polimer sintetis *1,2-Polybutadiene* dan polimer semi-sintetis berupa *Bemberg*.

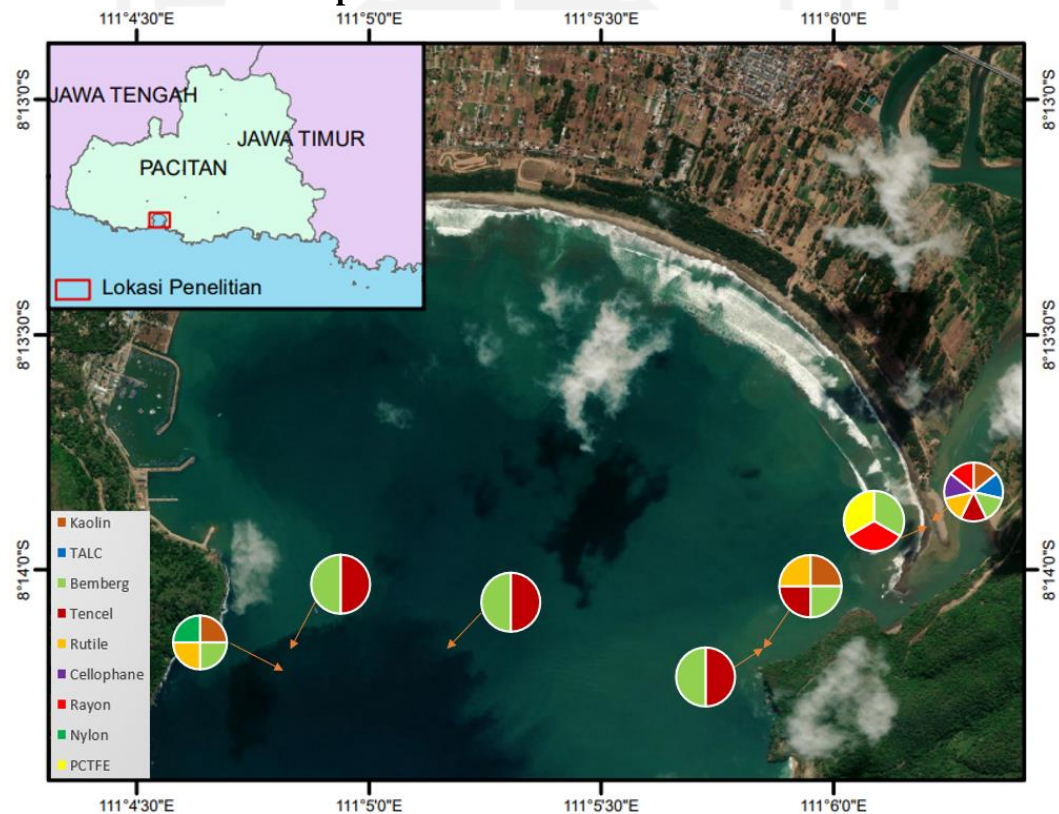
Dari ketiga pantai, hasil identifikasi mikroplastik pada sampel air dibandingkan dengan sampel sedimen menggunakan FTIR didapatkan hasil keragaman jenis polimer paling banyak berada di sampel sedimen. Hal ini sama dengan penelitian sebelumnya (Usman, 2014) mengatakan bahwa, sedimen merupakan media akumulasi bahan anorganik dari perairan. Auta et al., (2017), mengatakan mikroplastik pada permukaan perairan dengan waktu yang lama akan tenggelam ke dasar sedimen. Mikroplastik dapat tenggelam dikarenakan massa jenis dari mikroplastik melebihi massa jenis dari air. Faktor lain penyebab

kelimpahan mikroplastik pada sedimen lebih banyak daripada kelimpahan mikroplastik di laut adalah transportasi mikroplastik di perairan cenderung lebih cepat daripada di sedimen (Manalu, 2017).

#### 4.4 Distribusi Mikroplastik

Dari identifikasi dengan FTIR didapatkan polimer berupa sintetis dan semi-sintetis yang dapat dipetakan menjadi peta distribusi mikroplastik. Peta distribusi mikroplastik bertujuan mempermudah dalam mengidentifikasi keberadaan mikroplastik. Selain itu, dapat diketahui dari kegiatan mana yang merupakan penghasil pencemaran mikroplastik.

##### 4.4.1 Distribusi Mikroplastik di Pantai Pancer



**Gambar 4. 20** Distribusi Polimer Mikroplastik di Pantai Pancer

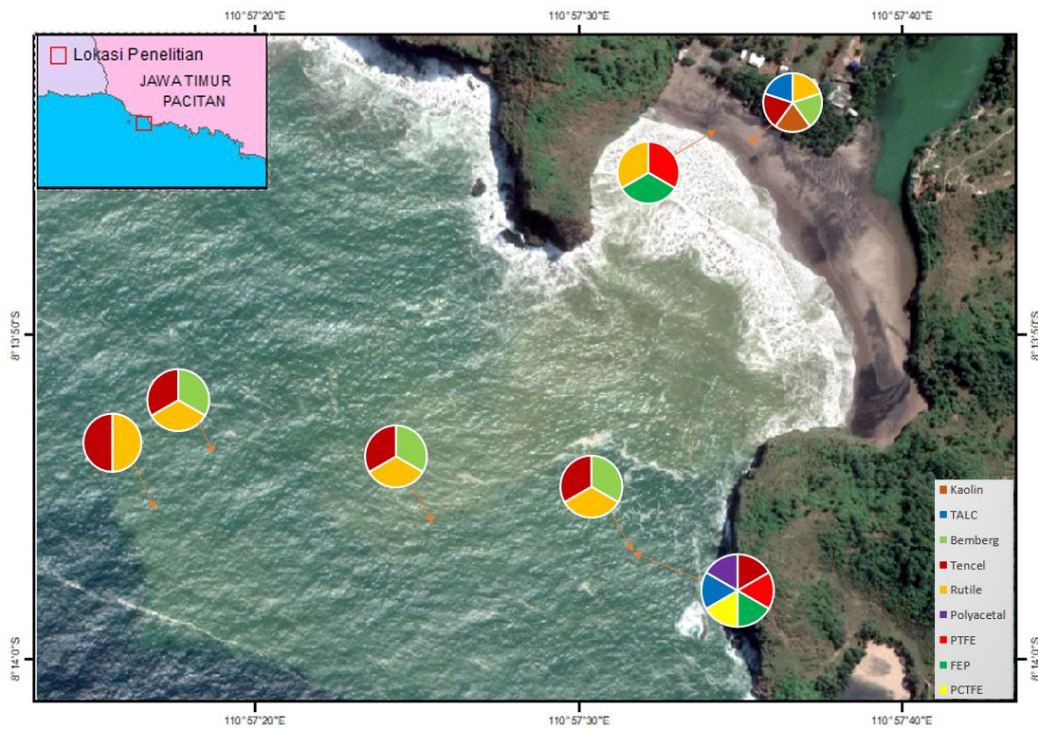
Dari peta distribusi mikroplastik di Pantai Pancer menandakan adanya potensi mikroplastik yang berada di sampel pasir disebabkan adanya aktivitas manusia yang berada di sekitaran pantai. Aktivitas pariwisata dan kegiatan usaha yang berada di sekitaran lokasi mengindikasikan mikroplastik berasal dari sampah



dan pembuangan limbah cair bekas dari pariwisata menjadikan distribusi utama mikroplastik pada pasir. Hal ini dapat dikaitkan dengan polimer yang teridentifikasi, polimer sintetis jenis PCTFE (*Polychloro-trifluoro-ethylene*) dan polimer semi-sintetis TALC serta *Cellophane* yang ditemukan berasal dari fragmentasi sampah plastik, sampah kabel, dan sampah mesin. Sedangkan jenis *Rayon*, *Tencel*, dan *Bemberg* ditemukan berasal dari aktivitas pariwisata yang membilas pakaian. Hal ini menunjukkan kemiripan dengan penelitian Horton, et al., (2017) mengatakan air bilasan pakaian yang dibuang menjadi limbah domestik menjadi faktor penguat adanya polimer *fiber* semi-sintetis seperti *Rayon*, *Tencel* dan *Bemberg*.

Pada sampel air didapatkan jenis polimer *Nylon* menggunakan metode *manta trawl* yang biasa digunakan untuk pakaian, jaring ikan, benang pada alat pancing. Hal ini memiliki keterkaitan adanya aktivitas nelayan dengan jumlah banyak untuk menangkap ikan menggunakan alat seperti jaring ikan dan alat pancing. Sedangkan pada sampel air laut dan air muara ditemukan polimer semi-sintetis yang mirip dengan polimer pada sampel sedimen muara. Pada sampel sedimen muara terdapat TALC dan *Kaolin* yang biasa digunakan sebagai pigmen dalam cat dan tinta. Hal ini memiliki keterkaitan karena muara Sungai Grindulu digunakan sebagai transportasi keluar masuknya kapal nelayan. Cat pada kapal yang terlepas menghasilkan pigmen yang mengapung di badan air, pigmen cat dengan waktu yang lama akan mengendap dalam sedimen (Auta, et al., 2017). Selain itu, jenis *microfiber* yang ditemukan mirip yaitu berupa *Tencel* dan *Rutile*. Polimer ini diindikasikan berasal dari kepadatan penduduk yang menempati daerah sekitaran Sungai Grindulu. Hal ini sesuai dengan penelitian Yonkos, et al., (2014) mengatakan bahwa semakin padat penduduk berbanding lurus dengan semakin banyaknya *output* dari limbah domestik yang dibuang ke sungai. Limbah domestik tersebut merupakan sumber utama pencemaran *microfiber* pada badan air.

#### 4.4.2 Distribusi Mikroplastik di Pantai Ngiroboyo



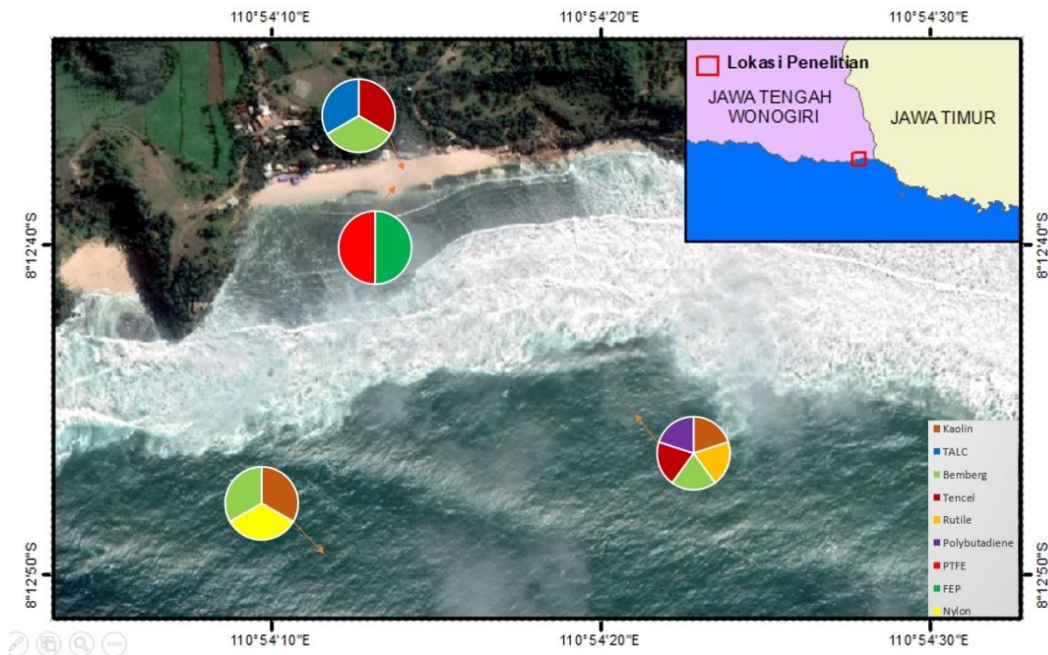
**Gambar 4. 21** Distribusi Polimer Mikroplastik di Pantai Ngiroboyo

Dari peta distribusi mikroplastik pada Pantai Ngiroboyo didapatkan hasil berupa di sampel pasir teridentifikasi adanya polimer sintesis PTFE (*Polytetrafluoroethylene*) dan FEP (*Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene*). Polimer PTFE digunakan sebagai bahan semi konduktor seperti teflon, setrika, dan kabel. Penggunaan PTFE juga digunakan sebagai pembuka keran dan pipa dikarenakan sifatnya yang *chemical resistant*. Hal ini menunjukkan keterkaitan PTFE berasal dari penggunaan pipa pembuangan limbah domestik. Tidak menutup kemungkinan polimer pada pipa juga terbawa dalam pembuangan limbah domestik, sehingga jenis PTFE masuk ke badan air. Mikroplastik yang berada di perairan akan mengendap ke pasir pantai dikarenakan faktor hidrodinamik seperti arus gelombang (Zhang, 2017). Polimer sintesis jenis FEP dan polimer jenis semi-sintesis TALC berasal dari sumber paling kuat adalah sampah kemasan plastik yang terdapat pada pasir pantai. Kemasan plastik tersebut mengalami fragmentasi menjadi mikroplastik (Andrady, 2011).

Polimer semi-sintetis yang ditemukan di sampel pasir pantai berupa *Rutile* biasa digunakan pada cat pada kapal, pigmen cat kemudian terlepas ke perairan. Sedangkan *Bemberg* merupakan *fiber* semi-sintetis yang berasal dari produk pakaian. Kegiatan pariwisata seperti mencuci pakaian yang menggunakan fasilitas umum seperti kamar mandi menghasilkan limbah domestik. Selain itu limbah domestik yang berasal dari penginapan di sekitar Sungai Maron juga memiliki keterkaitan adanya *Bemberg* yang teridentifikasi di perairan laut. Hal ini sesuai dengan penelitian Horton, et al., (2017), bahwa limbah domestik merupakan faktor utama penyebaran mikroplastik di perairan. Transportasi mikroplastik PTFE, *Bemberg*, serta *Rutile* di perairan laut kemudian terbawa arus dan mengendap di pasir pantai (Zhang, 2017).

Pada sampel air laut, sampel air muara dan sampel air laut yang menggunakan *manta trawl* didapatkan hasil berupa *Rutile*, *Bemberg* dan *Tencel*. Polimer ini beberapa ditemukan juga pada sampel sedimen muara Pantai Ngibroboyo. Akan tetapi ada polimer pada sampel sedimen yang tidak ditemukan sampel air laut dan air muara. Polimer tersebut berupa polimer sintetis PCTFE dan *Polyacetal* serta polimer semi-sintetis berupa *Kaolin*. Penggunaan *Tencel* dan *Bemberg* yang digunakan sebagai produk pakaian berasal dari pencemaran limbah domestik yang dibuang ke badan air. *Rutile* dan *Kaolin* dikaitkan dengan penggunaan kapal yang menggunakan cat pada kapal. Pigmen cat kemudian terlepas pada badan air. Sedangkan *Bemberg* dan *Tencel* berasal dari limbah domestik berupa pencucian pakaian. Limbah domestik berasal dari fasilitas di sekitaran pantai dan penginapan di sekitaran sungai. Polimer pada sedimen yang berbeda berupa PCTFE dan *Polyacetal*. Dalam produk PCTFE dan *Polyacetal* ditemukan dalam kemasan plastik kemudian terfragmentasi menjadi mikroplastik (Andrady, 2011). Mikroplastik yang berada di sedimen berasal dari mikroplastik di perairan yang mengendap ke sekat-sekat sedimen (Auta, et al., 2017)

#### 4.4.3 Distribusi Mikroplastik di Pantai Nampu



**Gambar 4. 22** Distribusi Polimer Mikroplastik di Pantai Nampu

Dari peta distribusi mikroplastik pada Pantai Nampu didapatkan hasil berupa di sampel pasir teridentifikasi adanya polimer sintesis PTFE (*Polytetrafluoroethylene*) dan FEP (*Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene*). Polimer PTFE digunakan sebagai bahan semi konduktor seperti teflon, setrika, dan kabel. Hal ini menunjukkan keterkaitan PTFE teridentifikasi berasal dari usaha masyarakat berupa warung yang menggunakan alat masak berupa teflon. Hal ini menunjukkan keterkaitan dikarenakan banyak ditemukan usaha masyarakat berupa warung di sepanjang pesisir pantai. Dari observasi ditemukan keterkaitan limbah domestik berasal dari warung yang membuang langsung ke pasir pantai. Polimer sintesis jenis FEP dan polimer jenis semi-sintesis TALC ditemukan berasal dari distribusi kemasan plastik yang terdapat pada pasir pantai. Kemasan plastik tersebut mengalami fragmentasi menjadi mikroplastik (Andrady, 2011).

Polimer semi-sintesis berupa *Kaolin* biasa digunakan pada cat kapal. Walaupun Pantai Nampu sedikit ditemukan kapal nelayan yang melintasi perairan tetapi jenis ini paling kuat berasal dari pigmen cat yang terlepas dari kapal. Sedangkan polimer *Tencel* dan *Bemberg* merupakan *fiber* semi-sintesis yang

berasal dari produk pakaian. Kegiatan pariwisata seperti mencuci pakaian yang menggunakan fasilitas umum seperti kamar mandi menghasilkan limbah domestik. Hal ini sesuai dengan penelitian Horton, et al., (2017), bahwa limbah domestik merupakan faktor utama penyebaran mikroplastik jenis *microfiber* di perairan.

Pada sampel air didapatkan jenis *Nylon* menggunakan metode *manta trawl* yang merupakan polimer sintesis biasa digunakan untuk pakaian, jaring ikan, benang pada alat pancing. Hal ini memiliki keterkaitan adanya aktivitas nelayan dengan jumlah banyak untuk menangkap ikan menggunakan alat seperti jaring ikan dan alat pancing. Sedangkan *Kaolin* merupakan polimer yang biasanya berasal dari pigmen cat. Jenis *microfiber* yang teridentifikasi yang ditemukan pada sampel air laut menggunakan *manta trawl* berupa *Tencel*. Polimer ini diindikasikan berasal dari kegiatan pariwisata yang membuang limbah domestik langsung ke pantai.

Pada sampel sedimen terdapat *Kaolin* dan *Rutile* yang biasa digunakan sebagai cat pada kapal. Jenis *microfiber* yang teridentifikasi yang ditemukan pada sampel air laut menggunakan *manta trawl* serta sampel sedimen berupa *Tencel* dan *Bemberg*. Polimer ini diindikasikan berasal dari kegiatan pariwisata yang membuang limbah domestik langsung ke pantai. Limbah domestik tersebut merupakan sumber utama pencemaran *microfiber* pada badan air. Polimer *Polybutadiene* dan TALC biasa digunakan sebagai kemasan plastik. Pigmen cat, kemasan plastik yang terfragmentasi, dan limbah domestik yang di perairan laut dengan waktu yang lama akan mengendap dalam sedimen (Willis, et al., 2017).

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terkait penelitian ini, didapatkan beberapa kesimpulan penelitian sebagai berikut:

1. Adanya kelimpahan mikroplastik di ekosistem laut menunjukkan pencemaran mikroplastik. Kelimpahan mikroplastik paling banyak ditemukan berada di Pantai Pancer Kabupaten Pacitan dengan jumlah 1.428 partikel. Kelimpahan paling banyak selanjutnya ditemukan di Pantai Ngibroboyo Kabupaten Pacitan dengan jumlah 1.173 partikel. Kelimpahan paling sedikit dari ketiga lokasi berada di Pantai Nampu Kabupaten Wonogiri dengan jumlah 582 partikel. Banyaknya kelimpahan mikroplastik pada suatu ekosistem pantai dikarenakan berbanding lurus dengan banyaknya penduduk dan aktivitas yang berada di sekitaran pantai.
2. Pengamatan yang telah dilakukan menggunakan mikroskop didapatkan hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan jenis dan warna. Dari ketiga lokasi ditemukan adanya jenis *fragment* (59%), *fiber/filament* (26%), *film* (9%), *pellet* (3%) dan *foam* (3%). Identifikasi warna mikroplastik didapatkan hasil warna yang paling dominan adalah hitam (36,17%) diikuti dengan warna transparan (34,34%), merah (13,94%), kuning (8,2%); biru (4,37%), warna lain (2,09%) dan hijau (0,9%).
3. Pengamatan yang telah dilakukan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) ditemukan jenis polimer sintesis berupa (*Nylon*, *PFTE*, *FEP*, *PCTFE*, *Polyacetal*, dan *Polybutadiene*) dan polimer semi-sintesis (*Tencel*, *Bemberg*, *Rayon*, *Cellophane*, *Kaolin*, *Rutile*, dan *TALC*). Dari hasil pembacaan polimer dengan keakuratan yang tinggi, menandakan pencemaran mikroplastik di ekosistem pantai. Jenis polimer *PFTE*, *FEP*, *PCTFE*, *TALC*, dan *Cellophane* yang ditemukan berasal dari fragmentasi kemasan plastik. Sedangkan *Nylon*, *Bemberg*, dan *Tencel* merupakan jenis *fiber* yang berasal dari *output* limbah domestik dari kegiatan pariwisata

dan warga yang menempati daerah sekitar ekosistem pantai. Akan tetapi jenis *Nylon* bukan berasal dari limbah domestik, namun berasal dari sampah bekas aktivitas nelayan yang menggunakan jaring ikan dan pancing. Polimer jenis *Kaolin* dan *Rutile* ditemukan dari pigmen cat yang terlepas di ekosistem pantai. Polimer ini sumber paling kuat berasal dari cat kapal nelayan atau kapal pariwisata yang berada di sekitar lokasi.

## 5.2 Saran

Pencemaran mikroplastik seharusnya menjadi perhatian serius dikarenakan ukuran dari mikroplastik yang kecil (<5mm). Penggunaan alat dan metode *sampling* mikroplastik menentukan hasil kelimpahan pada suatu ekosistem pantai. Metode *manta trawl* merupakan metode paling efektif dan representatif yang seharusnya digunakan untuk *sampling* mikroplastik di perairan laut. Jaring *mesh* pada *manta trawl* dinilai dapat menangkap kelimpahan mikroplastik di laut dengan jumlah banyak. Waktu pengambilan sampel pasir juga harus dilakukan secara representatif. Waktu pengambilan pasir pantai seharusnya dilakukan pada arus pasang dan surut. Hal ini dikarenakan adanya transportasi mikroplastik pada ekosistem pantai yang disebabkan karena faktor ombak dan angin. Untuk itu, pengambilan sampel mikroplastik kedepannya bisa dilakukan dengan lebih baik dan lebih representatif dikarenakan akan berkaitan dengan identifikasi serta analisis mikroplastik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Addauwiyah, Robiatul. 2021. **Kajian Distribusi dan Pemetaan Mikroplastik Pada Sedimen Sungai Deli Kota Medan**. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.
- Ahmad. 2018. **Identifikasi dan Distribusi Mikroplastik Pada Sedimen di Aliran dan Muara Sungai Musi Provinsi Sumatera Selatan**. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Andrady, A.L., 2011. **Microplastics in The Marine Environment**. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 62. Hal. 1596–1605.
- Ariseno, Ilyas Ayub. 2019. **Pengaruh Kesadahan Terhadap Biodiversitas Makrozoobentos di Sungai Maron Kabupaten Pacitan**. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Asahi KASEI. 2021. **Bemberg (Cupra) Fiber**. [Apparel Textile | Applications | Bemberg | Asahi Kasei Corporation Fibers & Textiles SBU \(asahi-kasei.co.jp\)](https://www.asahi-kasei.co.jp). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- Atas, Derya Dilara. 2019. **Sampling Microplastics in Beach Sediments and Analysis Using FTIR Spectroscopy**. Thesis. Arcada University of Applied Sciences.
- Atria, Belvi. 2010. **Berbagai Kegiatan Manusia Yang Dapat Menyebabkan Terjadinya Degradasi Ekosistem Pantai Serta Dampak Yang Ditimbulkannya**. Jurusan Ilmu Kelautan dan Perikanan Politeknik Negeri Pontianak. *Jurnal Belian*. Vol. 9. No. 1. Hal. 47-54.
- Auta, H. S., C. U. Emineke, Siti H. Fauziah. 2017. **Distribution and Importance of Microplastics in The Marine Environment: A Review of The Sources, Fate, Effects, and Potential Solutions**. *Environment International*. Vol. 102. Hal. 165-176.
- Azis, M. Furqon. 2006. **Gerak Air di Laut**. *Oseana*. Vol. 31. No. 4. Hal. 9-21.
- Barnes, D.K.A., Galgani, F., Thompson, R.C., Barlaz, M. 2009. **Accumulation and Fragmentation of Plastic Debris in Global Environments**. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 364. Hal. 1985–1998.



- Barnes, D.K.A., Walters, A., Gonçalves, L. 2010. **Macroplastics at Sea Around Antarctica.** *Marine Environmental Research.* **Vol. 70.** Hal. 250–252.
- Betts, K. 2008. **Why Small Plastic Particles May Pose a Big Problem in The Oceans.** *Environmental Science & Technology.* **Vol. 42.** Hal. 8995.
- Browne, M.A., Galloway, T., Thompson, R. 2007. **Microplastic – An Emerging Contaminant of Potential Concern.** *Integrated Environmental Assessment and Management.* **Vol. 3.** Hal. 559–561.
- Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M., Thompson, R.C. 2008. **Ingested Microscopic Plastic Translocates to The Circulatory System of The Mussel, Mytilus Edulis (L.).** *Environmental Science & Technology.* **Vol. 42.** Hal. 5026–5031.
- Browne, M.A., Galloway, T.S., Thompson, R.C. 2010. **Spatial Patterns of Plastic Debris Along Estuarine Shorelines.** *Environmental Science & Technology.* **Vol. 44.** Hal. 3404–3409.
- Cauwenberghe, Lisbeth Van and Janssen, Collin R. 2014. **Microplastics in Bivalves Cultured for Human Consumption.** *Environ Pollut.* **Vol. 193.** Hal. 65-70.
- Cole, Matthew, Pennie Lindeque, Claudia Halsband, Tamara S. Galloway. 2011. **Microplastics as Contaminants in The Marine Environment: A Review.** *Marine Pollution Bulletin.* **Vol. 62.** Hal. 2588-2597.
- DEPA. 2015. **Microplastics-Occurrence, Effects and Sources of Releases to The Environment in Denmark.** *The Danish Environmental Protection Agency.*
- De Falco, F., Gullo, M. P., Gentile, G., Di Pace, E., Cocca, M., Gelabert, L., Brouta-Agnesa, M., Rovira, A., Escudero, R., Villalba, R., Mossotti, R., Montarsolo, A., Gavignano, S., Tonin, C., & Avella, M. 2018. **Evaluation of Microplastic Release Caused by Textile Washing Processes of Synthetic Fabrics.** *Environmental Pollution.* **Vol. 236.** Hal. 916–925.
- Dris, R., Imhof, H., Sanchez, W., Gasperi, J., Galgani, F., Tassin, B., Laforsch, C. 2015. **Beyond The Ocean: Contamination of Freshwater Ecosystems with Microplastic Particles.** *Environ. Chem.* **Vol. 12.** Hal. 539–550.
- Dubaish, F., Liebezeit, G. 2013. **Suspended Microplastics and Black Carbon Particles in The Jade System, Southern North Sea.** *Water Air Soil Pollut.* **Vol. 224.**

- Fazey F. M. C., and Ryan P. G. 2016. **Debris Size and Buoyancy Influence the Dispersal Distance of Stranded Litter.** *Mar Pollut Bull.* Vol. 110. Hal. 371–377.
- Fendall, L.S., Sewell, M.A. 2009. **Contributing to Marine Pollution by Washing Your Face: Microplastics in Facial Cleansers.** *Marine Pollution Bulletin* Vol. 58. Hal. 1225–1228.
- Fuad, Zaqiyul, Subhan Ramdlani, Ali Soekirno. 2017. **Pengembangan Fasilitas Wisata di Kawasan Pantai Pancer Door Kabupaten Pacitan.** *Jurnal Mahasiswa Arsitektur Universitas Brawijaya.* Vol. 5. No. 1.
- Galgani, F., Fleet, D., Franeker, J.V., Katsanevakis, S., Maes, T., Mouat, J., Oosterbaan, L., Poitou, I., Hanke, G., Thompson, R., Amato, E., Birkun, A., Janssen, C. 2010. **Task Group 10 Report: Marine Litter.** In: **Zampoukas, N. (Ed.).** *Marine Strategy Framework Directive.* JRC, IFREMER & ICES.
- GESAMP. 2016. **Source, Fate, and Effects of Microplastics in The Marine Environment: Part Two of a Global Assessment, Report and Studies.** *International Maritime Organization.*
- Hambali, Roby dan Yayuk Apriyanti. 2016. **Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng Kabupaten Bangka Barat.** *Jurnal Fropil.* Vol. 4. No. 2.
- Harsini, Sri. 2014. **Aplikasi Sistem Informasi Geografis Untuk Penentuan Jalur Evakuasi Bencana Banjir Luapan Sungai Bengawan Solo di Kota Surakarta.** Thesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Helfinalis. 2018. **Merancang Kegiatan Penelitian Sedimentasi.** *Jurnal Oseana.* Vol. 16. No. 4. Hal. 91-99.
- Hopkins, Mary Schimenz. 2021. **About Rayon Fabric.** [About Rayon Fabric \(leaf.tv\)](https://www.leaf.tv). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- Horton, A. A., Alexander Walton, David J. Spurgeon, Elma Lahive, Claus Svendsen. 2017. **Microplastics in Freshwater and Terrestrial Environments: Evaluating the Current Understanding to Identify the Knowledge Gaps and Future Research Priorities.** *Science of the Total Environment.*

- Horton, A.A., Svendsen, C., Williams, R.J., Spurgeon, D.J., Lahive, E. 2016. **Large Microplastic Particles in Sediments of Tributaries of The River Thames, UK - Abundance, Sources and Methods for Effective Quantification.** *Mar. Pollut. Bull.* **Vol. 114.** Hal. 218–226.
- Indarto, Muhamad Miftah Gus. 2017. **Pengelolaan Pariwisata Bahari Nampu Kabupaten Wonogiri.** Skripsi. Universitas Islam Sultan Agung.
- Ivar do Sul, J. A. I., Spengler, A., Costa, M. F. 2009. **Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic).** *Marine Pollution Bulletin.* **Vol. 58.** Hal. 1236-1238.
- Jamieson, A. J., L. S. R. Brooks, W. D. K. Reid<sup>1</sup>, S. B. Piertney, B. E. Narayanaswamy and T. D. Linley. 2019. **Microplastics and Synthetic Particles Ingested by Deep-Sea Amphipods in Six of The Deepest Marine Ecosystems on Earth.** *R. Soc. open sci.* **Vol. 6.** No. 180667. Hal. 1-11.
- Jinyu Kaolin Chemical Co., Ltd. 2021. **Kaolin Application in Ceramics.** [Kaolin applications in ceramics \(jinyukaolin.com\)](http://www.jinyukaolin.com). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- João Frias., Nash, R., Pagter, E., and O'Connor, I. 2018. **Standardised Protocol For Monitoring Microplastics in Sediments.** JPI-Oceans BASEMAN project.
- Kamppuri, T., Vehvilainen, M., Puolakka, A., Honkanen, M., Vippola, M., Rissanen, M. 2015. **Characterisation of Novel Regenerated Cellulosic, Viscose, and Cotton Fibers and The Dyeing Properties of Fabrics.** *Color. Technol.* **Vol. 131.** Hal. 396-402.
- Käppler, Andrea, Dieter Fischer, Sonja Oberbeckmann, Gerald Schernewski, Matthias Labrenz, Klaus-Jochen Eichhorn & Brigitte Voit. 2016. **Analysis of Environmental Microplastics by Vibrational Microspectroscopy: FTIR, Raman or Both?.** *Analytical and Bioanalytical Chemistry.* **Vol. 408.** Hal. 8377-8391.
- Karami A, Golieskardi A, Choo CK, Romano N, Ho YB, Salamatinia B. 2017. **A High-Performance Protocol for Extraction of Microplastics in Fish.** *Sci. Total Environ.* **Vol. 578.** Hal. 485 – 494.

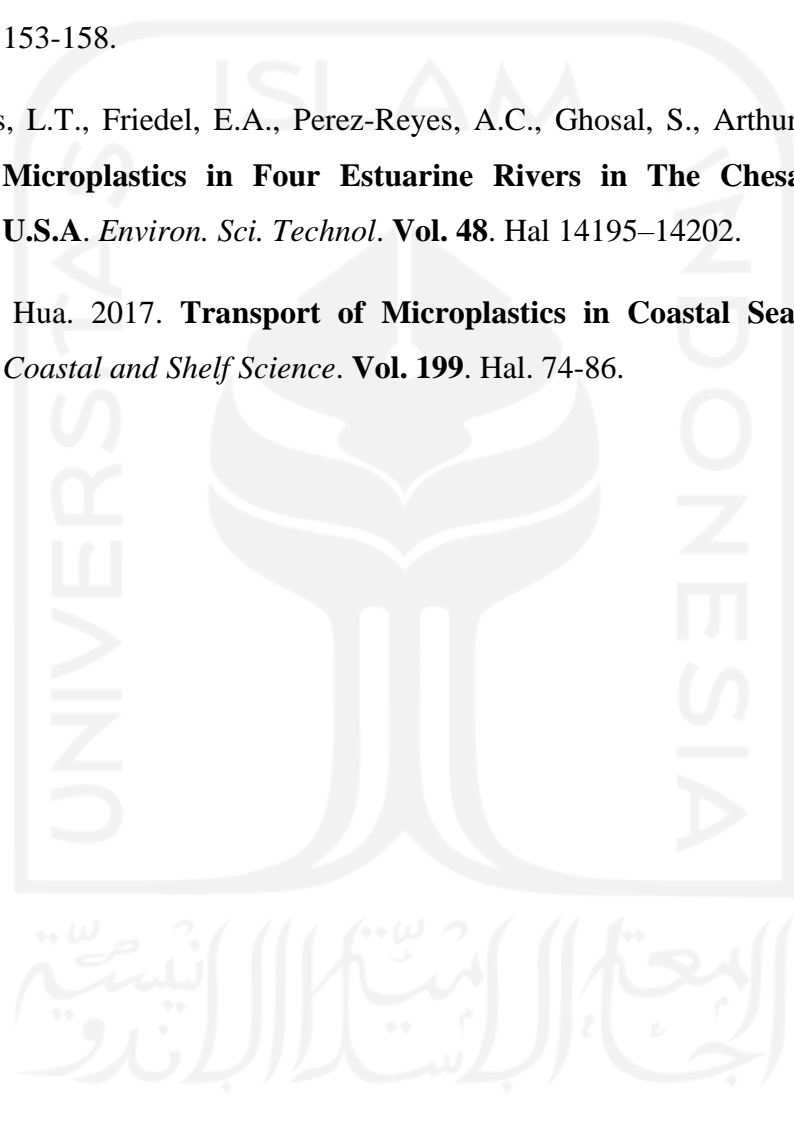
- Kasirajan, S., Ngouajio, M. 2012. **Polyethylene and Biodegradable Mulches for Agricultural Applications: A Review.** *Agron. Sustain. Dev.* **Vol. 32.** Hal. 501–529.
- Kershaw, P. 2015. **Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: A Global Assessment.** *International Maritime Organization.*
- Klein, Sascha, Ian K. Dimzon, Jan Eubeler, and Thomas P. Knepper. 2018. **Analysis, Occurrence, and Degradation of Microplastics in the Aqueous Environment.** *Freshwater Microplastics, Hdb Env Chem.* **Vol. 58.**
- Kovač Viršek, Manca, Andreja Palatinus, Špela Koren, Monika Peterlin, Petra Horvat, Andrej Kržan. 2016. **Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis.** *Journal of Visualized Experiments.* **Vol. 118.** Hal. 1-9.
- Kulkula, T., Proskurowski, G., Moret-Ferguson, S., Meyer, D. W., Law, KL. 2012. **The Effect of Wind Mixing on The Vertical Distribution of Bouyant Plastic Debris.** *Geophys. Res. Lett.* **Vol. 39.**
- Kumar, A.A., K. Karthick, and Arumugam, K. P. 2011. **Properties of Biodegradable Polymers and Degradation for Sustainable Development.** *International Journal of Chemical Engineering and Application.* **Vol. 2.** No. 3. Hal. 164-167.
- Lima, A. R. A., Barletta, M. Costa, M. F. 2017. **Seasonal Distribution and Interactions Between Plankton and Microplastics in A Tropical Estuary.** *Estuar. Coast. Shelf. Sci.* **Vol. 165.** Hal. 213-225.
- Ling, D., Mao. R. Fan., Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., Yang, C. 2019. **Microplastics In Surface Waters and Sediments of The Wei River, In the Northwest of China.** *Science of the Total Environment.* **Vol. 667.** Hal. 427 – 434.
- Ling, S.D., Sinclair, M., Levi, C.J., Reeves, S.E. and Edgar, G.J. 2017. **Ubiquity of Microplastics in Coastal Seafloor Sediments.** *Mar. Pollut. Bull.* **Vol. 121.** Hal. 104-110.
- Lithos. 2021. **TALC in Plastics.** [Talc in plastics.pdf \(lithos-minerals.at\)](#). (Tanggal 28 Oktober 2021).

- Lusher, A. L., Peter H & Jeremy M. 2017. **Microplastics in Fisheries and Aquaculture**. Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Manalu, Adhyastris. 2017. **Kelimpahan Mikroplastik di Teluk Jakarta**. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Mai, L. 2018. **A Review of Methods for Measuring Microplastics in Aquatic Environments**. *Enviro Sci Pollut Res Int*. Vol. 12. Hal. 11319-11332.
- Nawangarsari, Dyanita, Chatarina Muryani, dan Rahning Utomowati. 2018. **Pengembangan Wisata Pantai Desa Watu Karang dan Desa Sendang Kabupaten Pacitan Tahun 2017**. *Jurnal GeoEco*. Vol. 4. No. 1. Hal. 31-40.
- Nurhalimah, Sri Marwanti, Heru Irianto. 2017. **Analisis Dampak Pembangunan Pelabuhan Perikanan Pantai di Tamperan Kecamatan Pacitan, Kabupaten Pacitan Terhadap Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat Sekitar**. *Jurnal Agrista*. Vol. 5. No. 1. Hal. 191-203.
- NOAA, Marine Debris Program. 2015. **Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in The Marine Environment: Recommendations for Quantifying Synthetic Particles in Waters and Sediments**.
- OCS Team. 2021. **Tencel – A Step Towards Sustainability**. [Tencel - A Step Towards Sustainability \(onlineclothingstudy.com\)](https://www.onlineclothingstudy.com). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- Pedrotti, M. L., S. Bruzard, B. Dumontet, A. Elineau, S. Petit, Y. Grohens, P. Voisin, J.-C. Crebassa, G. Gorsky. 2014. **Plastic Fragments on The Surface of Mediterranean Waters**. *CIESM Workshop Monographs*. Hal. 115–123.
- Polymerdatabase. 2021. **Cellophane Film**. [Cellophane Film \(polymerdatabase.com\)](https://polymerdatabase.com). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- Polymerdatabase. 2021. **FEP**. [FEP \(polymerdatabase.com\)](https://polymerdatabase.com). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- Polymerdatabe. 2021. **Properties of Fluoropolymers**. [Properties of Fluoropolymers \(polymerdatabase.com\)](https://polymerdatabase.com). (Tanggal 28 Oktober 2021).

- Polymerdatabase. 2021. **Properties of Polyacetals**. [Properties of Polyacetals \(polymerdatabase.com\)](http://polymerdatabase.com). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- Polymerdatabase. 2021. **Properties of Polyamides**. [Properties of Polyamides \(polymerdatabase.com\)](http://polymerdatabase.com). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- Polymerdatabase. 2021. **Properties of Polydiene**. [Properties of Polydiene \(polymerdatabase.com\)](http://polymerdatabase.com). (Tanggal 28 Oktober 2021).
- Restrepo-Flórez, J., Bassi, A., and Thompson, M. R. 2014. **Microbial Degradation and Deterioration of Polyethylene - A Review**. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* **Vol. 88**. Hal. 83–90.
- Rochman, M. C., Browne, A. J., Underwood, J. A., van Franeker, R. C., Thompson, L. A., Amaral-Zettler. 2015. **The Ecological Impacts of Marine Debris: Unraveling the Demonstrated Evidence from What Is Perceived**. *Ecology*. **Vol. 97**. Hal. 302-312.
- Segara, Frendi. 2019. **Desain Pencacah Limbah Botol Plastik dan Softdrink Kapasitas 10 kg/jam**. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
- Simonescu, C. M. 2012. **Application of FTIR Spectroscopy in Environmental Studies**. *Intech*.
- SIPSN (Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional). 2020. **Data Timbulan Sampah di Kabupaten Pacitan dan Kabupaten Wonogiri Tahun 2020**. [SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional \(menlhk.go.id\)](http://menlhk.go.id). (Tanggal 30 September 2021)
- Stevens, M. P. 2007. **Polymer Chemistry: An Introduction**. Oxford University Press, Inc.
- Surono, U. B. 2013. **Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak**. *Jurnal Teknik*. **Vol. 3**. No. 1. Hal. 32-40.
- Tanković, M.S. Perusco, V.S., J. Godrijan, D., M. Pfannkuchen. 2015. **Marine Plastic Debris in The North-Eastern Adriatic**. *Micro 2015: Book of abstracts. Programmatic environmental assessment (PEA) for the NOAA Marine Debris Program (MDP)*. Hal. 168.

- The Microplastics Toolbox (2018). **Guidelines for Sampling Microplastic on Sandy Beaches**. A Rocha International.
- Thompson, R.C., Moore, C.J., vom Saal, F.S., Swan, S.H. 2009. **Plastics, The Environment and Human Health: Current Consensus and Future Trends**. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. **Vol. 364**. Hal. 2153–2166.
- Tourinho, P.S., Ivar do Sul, J.A., Fillmann, G. 2010. **Is Marine Debris Ingestion Still a Problem For The Coastal Marine Biota of Southern Brazil?**. *Marine Pollution Bulletin*. **Vol. 60**. Hal. 396–401.
- Usman, Kurnia Oktavia. 2014. **Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komering Kota Palembang**. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*. **Vol. 2**. No. 2. Hal. 209–215.
- Widianarko, Budi dan Inneke Hantoro. 2018. **Mikroplastik Dalam Seafood Dari Pantai Utara Jawa**. Universitas Katolik Soegijapranata.
- Wijayanti, Dessy Ayu dan Totok Guanawan. 2017. **Pemanfaatan Citra Penginderaan Jauh Untuk Ekstraksi Parameter Laju Erosi-Sedimentasi di Daerah Aliran Sungai Grindulu, Pacitan**. *Jurnal Bumi Indonesia*. **Vol. 6**. No. 2. Hal. 19-25.
- Willis, K.A., Eriksen, R., Wilcox, C. and Hardesty, B.D. 2017. **Microplastic Distribution at Different Sediment Depths in An Urban Estuary**. *Front. Mar. Sci*. **Vol. 4**. Hal. 419.
- Wiratmoko, Dheny dan Fahrudi, Erista Zulki. 2017. **Situs Geopark Gunung Sewu Geo Area Pacitan Sebagai Sumber Belajar Ilmu-Ilmu Sosial**. *JIPSINDO*. **Vol. 4**. No. 2. Hal. 150-165
- Wolanski, E., Elliot, M. 2015. **Estuarine Ecohydrology: An Introduction**. Elsevier.
- Wright, S. L., Thompson, R.C., Galloway, T. S. 2013. **The Physical Impacts of Microplastics on Marine Organisms: A Review**. *Environmental Pollution*. **Vol. 178**. Hal. 483-492.
- Yu, Xubiao, Jinping Peng, Jundong Wang, Kan Wang, Shaowu Bao. 2016. **Occurrence of Microplastics in The Beach Sand of The Chinese Inner Sea: The Bohai Sea**. *Environmental Pollution*. **Vol. 214**. Hal. 722-730.

- Yona, Defri, Zefanya Nandaningtyas, Bernads Daniel Marolop Siagian, Syarifah Hikmah Julinda Sari, Agung Yunanto, Feni Iranawati, Mochamad Arif Zainul Fuad, Junika Chintia Ayu Putri, Mela Dita Maharani. 2019. **Microplastics in The Bali Strait: Comparison of Two Sampling Methods**. *Indonesian Journal of Marine Sciences*. **Vol. 24**. No. 4. Hal. 153-158.
- Yonkos, L.T., Friedel, E.A., Perez-Reyes, A.C., Ghosal, S., Arthur, C.D. 2014. **Microplastics in Four Estuarine Rivers in The Chesapeake Bay, U.S.A.** *Environ. Sci. Technol.* **Vol. 48**. Hal 14195–14202.
- Zhang, Hua. 2017. **Transport of Microplastics in Coastal Seas.** *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. **Vol. 199**. Hal. 74-86.





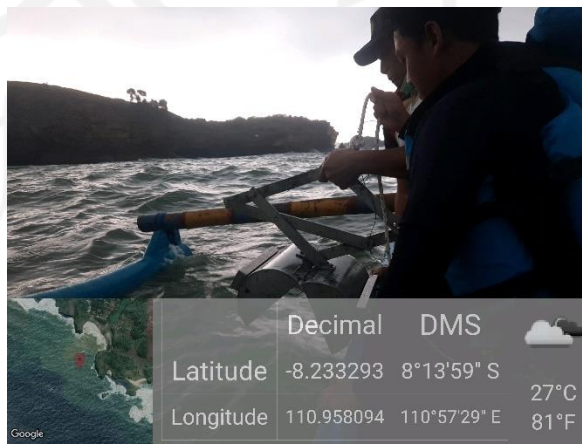
# LAMPIRAN

## Lampiran 1 Pengambilan Sampel

### Pantai Pacitan



### Pantai Ngibroboyo



## Pantai Nampu



## Lampiran 2 Pengujian Sampel *In-situ*



Lampiran 3 Pengujian Sampel *Ex-situ*



#### Lampiran 4 Identifikasi Dengan Mikroskop dan FTIR



Tabel Blangko FTIR

No	Score	Library	Name	Comment
1	60%	11 - ATR-Inorganic2	D_Na3PO4	Na3PO4 12H2O DuraSamplIR
2	59%	34 - ATR-Inorganic2	D_Na6Al6Si6O24S4	Na6Al6Si6O24S4, DuraSamplIR, Pig No. B-29, Ultramarine, CAS No. 57455-37-5
3	59%	3161 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	BORDEAUX RED	BORDEAUX RED C20H12N2Na2O7S2 5858-33-3 KBr MW: 502.44 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J21039/ K28121 3-HYDROXY-4-(1-NAPHTHYLAZO)-2,7-NAPHTHALENEDISULFONIC ACID DISODIUM SALT
4	59%	5916 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	DISODIUM 3-HYDROXY-4-(2,4-XYLYLAZO)-2,7-NAPHTHALENEDISULFONATE	DISODIUM 3-HYDROXY-4-(2,4-XYLYLAZO)-2,7-NAPHTHALENEDISULFONATE C18H14N2Na2O7S2 3761-53-3 KBr MW: 480.43 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J29420/ K41859

5	58%	5917 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	DISODIUM 3-HYDROXY-4-(2,4,5-TRIMETHYLPHENYLAZO)-2,7-NAPHTHALENEDISULFONATE	DISODIUM 3-HYDROXY-4-(2,4,5-TRIMETHYLPHENYLAZO)-2,7-NAPHTHALENEDISULFONATE C <sub>19</sub> H <sub>16</sub> N <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>7</sub> S <sub>2</sub> 3564-09-8 KBr MW: 494.46 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J29421/ K41860
6	58%	311 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	2-BIS(2-HYDROXYETHYL)AMINO-1-ETHANESULFONIC ACID	2-BIS(2-HYDROXYETHYL)AMINO-1-ETHANESULFONIC ACID C <sub>6</sub> H <sub>15</sub> NO <sub>5</sub> S 10191-18-1 KBr MW: 213.25, MP: 152-154 C © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J10200/ K02406
7	58%	1591 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	LITHIUM CARBONATE	LITHIUM CARBONATE Li <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> 554-13-2 KBr MW: 337.26, MP: 618 C © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J12694/ K15850
8	58%	985 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	985 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	D-FRUCTOSE 6-PHOSPHATE BARIUM SALT C <sub>6</sub> H <sub>11</sub> BaO <sub>9</sub> P(H <sub>2</sub> O) 6035-54-7 KBr © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J10466/ K08035
9	57%	36 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	4-(O-ARSONOPHENYL AZO)-3-HYDROXY-2,7-NAPHTHALENE DISULFONIC ACID DISODIUM SALT	4-(O-ARSONOPHENYL AZO)-3-HYDROXY-2,7-NAPHTHALENE DISULFONIC ACID DISODIUM SALT C <sub>16</sub> H <sub>11</sub> AsN <sub>2</sub> Na <sub>2</sub> O <sub>10</sub> S <sub>2</sub> 3688-92-4 KBr MW: 576.30 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J02577/ K00282 O-(2-HYDROXY-3,6-DISULFO-1-NAPHTHYLAZO) BENZENEARSONIC ACID DISODIUM SALT
10	57%	850 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	BIXIN	BIXIN C <sub>25</sub> H <sub>30</sub> O <sub>4</sub> 6983-79-5 KBr MW: 394.51 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J05131/ K05836

11	57%	2297 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	PHENYL P-TOLUENESULFONATE	PHENYL P-TOLUENESULFONATE C <sub>13</sub> H <sub>12</sub> O <sub>3</sub> S 640-60-8 KBr MW: 248.30 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J07194/ K22941
12	57%	97 - T-Polymer2	T_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) Transmission(Microscope)
13	57%	31 - ATR-Inorganic2	D_TALC5	TALC (Polyethylene, Chlorosulfonated)
14	57%	48 - A_FoodAdditives2	A_Butanol-4	Butanol (Product name; 1-Butanol) Sales origin; Wako Pure Chemical Industries, Ltd.) @DuraSampleIR2(diamond)
15	57%	580 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	ADENINE SULFATE	ADENINE SULFATE C <sub>5</sub> H <sub>5</sub> N <sub>5</sub> 1/2H <sub>2</sub> O 34791-69-0, 321-30-2 KBr MW: 184.17 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J01464/ K04287
16	57%	29 - ATR-Inorganic2	D_TALC3	TALC (with Polyethylene, Chlorinated /Chlorine content 42%) DuraSampleIR-II
17	57%	816 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	N-(P-DIMETHYLAMINOPHENYL)-1,4-NAPHTHOQUINONE MONOIMINE	N-(P-DIMETHYLAMINOPHENYL)-1,4-NAPHTHOQUINONE MONOIMINE C <sub>18</sub> H <sub>16</sub> N <sub>2</sub> O 132-31-0 KBr MW: 276.34, MP: 168-170 C © 2011 A.I.S.T; © 2011 ST Japan Inc J11187/ K05603 4-(P-DIMETHYLAMINOPHENYLIMINO)-1(4H)-NAPHTHALENONE
18	57%	1074 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	3,5-DIBROMO-N-(3-CHLORO-4-HYDROXYPHENYL)-P-BENZOQUINONE 1-MONOIMINE SODIUM SALT	3,5-DIBROMO-N-(3-CHLORO-4-HYDROXYPHENYL)-P-BENZOQUINONE 1-MONOIMINE SODIUM SALT C <sub>12</sub> H <sub>5</sub> Br <sub>2</sub> ClNaO <sub>2</sub> KBr MW: 413.43 © 2011 A.I.S.T; © 2011 ST Japan Inc J05129/ K08986

19	57%	6631 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	CYCLOHEPTA(C) PYRAN-3(1H) - ONE	-ONE CYCLOHEPTA(C)PYRAN-3(1H) -ONE C10H8O2 57787-40-3 KBr MW: 160.17 © 2011 A.I.S.T; © 2011 ST Japan Inc J30429/ K44512
20	57%	2712 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	PHOSPHOENOLPYRUVIC ACID MONO (CYCLOHEXYLAMMONIUM) SALT	PHOSPHOENOLPYRUVIC ACID MONO (CYCLOHEXYLAMMONIUM) SALT C3H5O6P C6H13N, C9H18NO6P 10526-80-4 KBr © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J05273/ K25829 2-(PHOSPHONOXY)ACRYLIC ACID MONO(CYCLOHEXYLAMINE)
21	57%	3453 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	(4-BIPHENYLYLOXY) (PHENYLIMINO) METHYLNE, N-DIMETHYLDITHIOCARBAMATE	(4-BIPHENYLYLOXY) (PHENYLIMINO) METHYLNE, N-DIMETHYLDITHIOCARBAMATE C22H20N2OS2 10506-11-3 KBr MW: 392.55 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J24114/ K30822
22	57%	5946 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	DL-2-INDOLINECARBOXYLIC ACID	DL-2-INDOLINECARBOXYLIC ACID C9H9NO2 16851-56-2 KBr MW: 163.18 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J18775/ K41966
23	57%	1417 - Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	POLY (N-ETHYLMETHACRYLA TO-N, N-OCTYL-1-DESOXYMAL TITOL UREA);	POLY (N-ETHYLMETHACRYLA TO-N, N-OCTYL-1-DESOXYMAL TITOL UREA); KBr © 2009 STJapan Inc S00279/ HS0279
24	57%	1545 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	SODIUM P-XYLENE-2-SULFONATE	SODIUM P-XYLENE-2-SULFONATE C8H9NaO3S H2O 827-19-0 KBr © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J12464/ K15348

25	57%	1123 - Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	Poly[oxyoctamethyleneoxy-(hydrogenphosphinylidene)]	Poly[oxyoctamethyleneoxy-(hydrogenphosphinylidene)] PC8H17O3MONOMER KBr highly viscous, colourless material © 2009 STJapan Inc D02477/ HM9762
26	57%	146 - IRs ATR Reagent2	146	Hydrazine Sulfate (NH <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ATR/diamond molecular weight:130.13 powder
27	57%	2286 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	2-(2H-BENZOTRIAZOL-2-YL)-PCRESOL	2-(2H-BENZOTRIAZOL-2-YL)-PCRESOL C <sub>13</sub> H <sub>11</sub> N <sub>3</sub> O 2440-22-4 KBr MW: 225.25, MP: 125.5-129.5 C © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J07180/ K22878
28	57%	5052 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	3B-(6-O-(B-D-XYLOPYRANOSYL)-B-D-GLUCOPYRANOSYLOXY)DAMMARANE-12B,20-DIOL	3B-(6-O-(B-D-XYLOPYRANOSYL)-B-D-GLUCOPYRANOSYLOXY)DAMMARANE-12B,20-DIOL
29	57%	1208 - Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	1-AMINO-3-OXO-4,4-DIMETHYLDDECANE-1,1-DIPHOSPHONIC ACID	1-AMINO-3-OXO-4,4-DIMETHYLDDECANE-1,1-DIPHOSPHONIC ACID KBr MW: 359.3 © 2009 STJapan Inc S00070/ HS0070
30	57%	7503 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	B-L-ARABINOPYRANOSE	B-L-ARABINOPYRANOSE C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O <sub>5</sub> 7296-56-2 KBr MW: 150.13 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J31801/ K48085