

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK DI PERAIRAN
LAUT KABUPATEN PANGANDARAN DAN KABUPATEN
TASIKMALAYA

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



ALFARIZI L. GAOL

17513173

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2021

TUGAS AKHIR
IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK DI PERAIRAN
LAUT KABUPATEN PANGANDARAN DAN KABUPATEN
TASIKMALAYA

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



ALFARIZI L. GAOL

17513173

Disetujui,

Dosen Pembimbing :

Lugman Hakim S.T., M.Si.

NIK. 005130101

Tanggal:

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

NIK. 19513010

Tanggal:

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Eko Siswono S.T., M.Sc.ES., Ph.D

NIP. 025100406

Tanggal: 28 Desember 2021

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK DI PERAIRAN LAUT KABUPATEN PANGANDARAN DAN KABUPATEN TASIKMALAYA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari: Selasa

Tanggal: 14 Desember 2021

Disusun Oleh:

Alfarizi L. Gaol
17513173

Tim Penguji:

Lugman Hakim S.T., M.Si.

()

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

()

Elita Nurfitriyani Sulistyo 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, 27 Desember 2021

Yang membuat pernyataan,



Alfarizi L. Gaol

PRAKATA

Assalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis mampu menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **Identifikasi Kandungan Mikroplastik di Perairan Laut Kabupaten Pangandaran dan Kabupaten Tasikmalaya**. Penyusunan laporan tugas akhir ini menjadi salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Selama proses penyusunan laporan tugas akhir banyak hambatan serta rintangan yang dihadapi penulis, namun pada akhirnya dapat dilalui dengan adanya doa, bimbingan, dorongan semangat, serta bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kelancaran, dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis Ayah M. Akhir L. Gaol dan Ibu Supriyati serta keluarga penulis, yang selalu memberikan doa, kasih sayang, kepercayaan, semangat, serta selalu menjadi alasan penulis untuk selalu bertahan dalam menjalani kehidupan ini.
3. Kakak dan abang penulis, Ardelia L. Gaol, Anggrian L. Gaol, Fifi Tabarizty L. Gaol, dan Nurul Brida L. Gaol yang selalu memberikan doa dan dukungan selama proses penulis menuntut ilmu.
4. Alfarizi L. Gaol yang telah mampu bertahan dan terus maju dalam kondisi dan halangan apapun, terima kasih telah menjadi versi terbaik dari diri ini setiap harinya.
5. Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
6. Ibu Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng., selaku Dosen Pembimbing II Tugas Akhir.

7. Seluruh dosen, staf, dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
8. Seluruh staf Laboratorium Program studi Teknik Lingkungan.
9. Rekan seperjuangan tugas akhir mikroplastik, Azzam, Yoga, Ramzy, Rahma, dan Ridho yang telah saling mendukung satu sama lain.
10. Sahabat-sahabat penulis Amanda Putri, Rau, Tasya, Ramzy, Rafi, Andika Surya, Hayuno Sukmo, Rahma, Fikri, Hanif, Damar, Rishan, Rizky FT, Fauzi, Wahyu Diaji, Anas, Najib, Bang Hollapras, dan seluruh elemen dari Berimun Booster Gaming House yang telah bersama-sama selama proses perkuliahan dari awal hingga penyelesaian tugas akhir ini.
11. Sahabat-sahabat penulis Krisna, Kresna, Aza, Fikri, Azzam, Panji, Panji, Rezha, Ridho, Yoga, Aswin, Abiseka, serta seluruh bagian dari rekanan RUANG PAPA.
12. Sahabat-sahabat penulis Alyssa, Elsy, dan Fifi yang telah mendukung dan memberi semangat selama proses penulis berkuliah hingga penyusunan laporan tugas akhir.
13. Teman – teman Angkatan 2017 Program Studi Teknik Lingkungan.
14. Terima kasih kepada Steam, Epic Game Store, dan GOG yang sering memberikan promo gim gratisan kepada penulis selama ini.
15. Semua lagu di *playlist* Spotify penulis yang selalu menemani hampir 24/7 hidup penulis selama ini.
16. Podcast Seminggu untuk Bang Awwie dan Abah Pican, yang selalu menemani hari-hari penulis dengan cerita-cerita anehnya.
17. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis secara sadar mengetahui banyak kekurangan yang terdapat pada laporan tugas akhir ini. Oleh karena itu penulis mengharapkan adanya kritik maupun saran untuk kemajuan baik bagi penulis maupun laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak.

Wassalamualaikum Warrahmatulahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Oktober 2021

Penulis,

Alfarizi L. Gaol

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

ALFARIZI L. GAOL, Identifikasi Kandungan Mikroplastik di Perairan Laut Kabupaten Pangandaran dan Kabupaten Tasikmalaya.

Mikroplastik merupakan salah satu jenis polutan yang berbahaya bagi lingkungan. Keberadaan mikroplastik di lingkungan khususnya lingkungan laut dapat menimbulkan dampak buruk bagi keberlangsungan ekosistem laut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi keberadaan mikroplastik di perairan laut Kabupaten Pangandaran dan Kabupaten Tasikmalaya, kemudian mengidentifikasi morfologi, jumlah, dan warna, serta sifat kimia yaitu gugus fungsi yang terindikasi sebagai penyusun mikroplastik. Sampel yang diambil adalah sampel air laut, air muara, pasir dan sedimen muara. Pengambilan sampel menggunakan *grab sampling* pada seluruh sampel, sementara pengujian di laboratorium menggunakan proses *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) dalam pemrosesan sampel. Pengamatan sampel menggunakan instrumen mikroskop dan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, ditemukan total 5 jenis mikroplastik yaitu *pellet*, *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam*. Jumlah mikroplastik yang berhasil teridentifikasi adalah 2692 dari total 3 sampel air laut, 3 sampel air muara, 3 sampel sedimen, dan 6 sampel pasir. Jenis warna yang teridentifikasi pada sampel yaitu 6 warna hitam, biru, transparan, putih, merah, dan hijau. Kemudian gugus kimia pada sampel ditemukan yang diindikasikan merupakan gugus fungsi penyusun mikroplastik yaitu, PVP, PVAL, tencel, Kaolin, polybutadiene, PTFE, PE, PE PP, EAA, FEP, cotton, POM, bemberg, cellophane, PPO, nylon 6/66, nylon 6/10, nylon 6/9, nylon 11, PVC, dan polyisoprene rubber. Sumber mikroplastik berasal dari kegiatan *anthropogenic* di sekitar lokasi pengambilan sampel, yaitu wisata dan usaha masyarakat, pemukiman, aktivitas nelayan, pemberhentian kapal nelayan, dan sebagainya.

Kata Kunci: *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR), mikroplastik, Pangandaran, Tasikmalaya, *Wet Peroxide Oxidation* (WPO)

ABSTRACT

ALFARIZI L. GAOL, Identification of Microplastic's Presence in Pangandaran and Tasikmalaya's Marine Environment.

Microplastic is one of emerging pollutant in environment. Microplastic's presence in environment specifically in marine environment could cause several negative impacts for marine ecosystem. This study aimed to identify the presence of microplastic in Pangandaran and Tasikmalaya's marine environment, identify microplastic's morphology, total amount, and color, and to identify sample's chemical bond that indicated as a microplastic's chemical compound. In this study use four kind of samples, sea water, estuary water, sand beach, and estuary sediment. All sample's sampling method is grab sampling, while in laboratory observation use a Wet Peroxide Oxidation (WPO) for sample process. Laboratory used a microscope and *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). The result of observed samples there are five types of microplastics pellet, fragment, fiber, film, and foam. Total 2692 microplastics has been found in 3 sea water samples, 3 estuary water samples, 3 sediment samples, and 6 sand samples. While, there are 6 colors of microplastic has been identified, there are black, blue, transparent, white, red, and green. As for chemical compound, there a several chemical compound that indicated as a microplastic based structure, that are PVP, PVAL, tencel, Kaolin, polybutadiene, PTFE, PE, PE PP, EAA, FEP, cotton, POM, bemberg, cellophane, PPO, nylon 6/66, nylon 6/10, nylon 6/9, nylon 11, PVC, and polyisoprene rubber. The sources of this microplastic founded in marine environment could be from anthropogenic activities around the sampling location, tourist activities, local business, local settlement, fisherman activities, and other activities.

Keywords: Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), microplastic, Pangandaran, Tasikmalaya, Wet Peroxide Oxidation (WPO).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	ix
<i>ABSTRACT</i>	x
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxiii
BAB I LATAR BELAKANG	25
1.1 Latar Belakang	25
1.2 Rumusan Masalah	28
1.3 Tujuan Penelitian	28
1.4 Manfaat Penelitian	28
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	28
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	31
2.1 Mikroplastik	31
2.2 Dampak Buruk Mikroplastik di Perairan Laut.....	33
2.3 Kondisi Garis Pantai Kabupaten Pangandaran dan Tasikmalaya	34
2.4 Mikroskop.....	36
2.5 <i>Fourier-Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	36
BAB III METODE PENELITIAN.....	39
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	39

3.2	Prosedur Penelitian.....	47
3.3	Jenis dan Variabel Penelitian.....	48
3.3.1	Jenis Penelitian.....	48
3.3.2	Variabel Penelitian.....	49
3.3.3	Alat dan Bahan	49
3.4	Pengumpulan Data	51
3.4.1	Pengumpulan Data Primer.....	51
3.4.2	Pengumpulan Data Sekunder.....	54
3.5	Pengujian Sampel.....	55
3.5.1	Pengujian <i>In situ</i>	55
3.5.2	Proses Pengujian <i>Ex Situ</i>	56
3.6	Analisa Data.....	62
3.6.1	Analisa Data Mikroskop	62
3.6.2	Analisa Data FTIR.....	63
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN		65
4.1	Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel	65
4.1.1	Pantai Karapyak.....	65
4.1.2	Muara dan Pantai Palataran Agung.....	66
4.1.3	Pantai Bojongsalawe	67
4.1.4	Muara Bojongsalawe	68
4.1.5	Pantai Pamayangsari.....	69
4.1.6	Muara Cidadap	70
4.2	Identifikasi Sifat Fisika Sampel Mikroplastik	72
4.2.1.	Identifikasi Jenis Sampel Mikroplastik	72
4.2.2.	Identifikasi Jumlah Mikroplastik	85
4.2.3.	Identifikasi Variasi Warna Mikroplastik	93

4.3	Identifikasi Sifat Kimia Sampel Mikroplastik.....	100
4.3.1	Hasil Uji Kandungan Gugus Fungsi pada Blanko Kertas Whattman 101	
4.3.2	Hasil Sifat Kimia Mikroplastik Lokasi Pantai Karapyak dan Palataran Agung 106	
4.3.3	Hasil Sifat Kimia Mikroplastik Lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe.....	112
4.3.4	Hasil Sifat Kimia Mikroplastik Lokasi Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap.....	118
4.4	Peta Persebaran Mikroplastik	124
4.4.1	Peta Persebaran Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung 124	
4.4.2	Peta Persebaran Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe.....	126
4.4.3	Peta Persebaran Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap 128	
BAB V KESIMPULAN.....		132
5.1	Kesimpulan	132
5.2	Saran	132
DAFTAR PUSTAKA		134
LAMPIRAN		141
RIWAYAT HIDUP		149

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel Mikroplastik	39
Tabel 3. 2 Tabel alat dan bahan.....	49
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Palataran Agung.....	67
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Pantai Bojongsalawe	68
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Muara Bojongsalawe	69
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Pantai Pamayangsari	70
Tabel 4. 5 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Muara Cidadap	71
Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Jumlah Mikroplastik Pantai Karapyak-Palataran Agung	86
Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Jumlah Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe	87
Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Jumlah Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap	89
Tabel 4. 9 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Lokasi Pengambilan Sampel dan Jenis Mikroplastik	91
Tabel 4. 10 Hasil Pengamatan Warna Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung	93
Tabel 4. 11 Hasil Pengamatan Warna Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe	95
Tabel 4. 12 Hasil Identifikasi Warna Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap	96
Tabel 4. 13 Hasil Total Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik	98

Tabel 4. 14 Hasil Uji FTIR Kertas Whattman.....	101
Tabel 4. 15 Hasil Identifikasi Ikatan Kimia Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung.....	108
Tabel 4. 16 Hasil Identifikasi Ikatan Kimia Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe.....	113
Tabel 4. 17 Hasil Identifikasi Ikatan Kimia Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap.....	119

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Mikroplastik: 1. <i>Pellet</i> ; 2. <i>Fragment</i> ; 3. <i>Fiber</i> ; 4. <i>Film</i> ; 5. <i>Filament</i> ; 6. <i>Foam</i>	32
Gambar 2. 2 Peta Administrasi Kabupaten Pangandaran.....	35
Gambar 2. 3 Peta Administrasi Kabupaten Tasikmalaya	36
 Gambar 3. 1 Titik Pengambilan Sampel Mikroplastik.....	46
Gambar 3. 2 Diagram Alir Proses Penelitian.....	47
Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Sampel Pasir Pantai.....	52
Gambar 3. 4 Proses Pengambilan Sampel Air Laut menggunakan <i>Water Sampler</i>	53
Gambar 3. 5 Proses Pengambilan Sampel Air Muara Menggunakan <i>Water Sampler Horizontal</i>	53
Gambar 3. 6 Proses Pengambilan Sampel Sedimen Muara Menggunakan <i>Dredger</i>	54
Gambar 3. 7 Proses Pengujian Menggunakan <i>Multiparameter</i>	56
Gambar 3. 8 Proses Pengujian Menggunakan Kertas pH.....	56
Gambar 3. 9 Diagram Alir Pengujian Sampel Sedimen, Pasir, Air Laut, dan Air Muara di Laboratorium	57
Gambar 3. 10 Proses Penambahan Larutan NaCl menggunakan <i>Jar Test</i>	58
Gambar 3. 11 Proses WPO pada Sampel dengan <i>Magnetic Stirrer</i>	59
Gambar 3. 12 Proses Penyaringan Sampel Menggunakan Vacuum	60
Gambar 3. 13 Hasil Penyaringan Sampel Mikroplastik	60
Gambar 3. 14 Proses Pengamatan Sampel Mikroplastik Menggunakan Mikroskop	61
Gambar 3. 15 Proses Pengamatan Sampel Mikroplastik Menggunakan FTIR ...	62

Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting Pantai Karapyak	66
Gambar 4. 2 Kondisi Eksisting Muara dan Pantai Palataran Agung	67
Gambar 4. 3 Kondisi Eksisting Pantai Bojongsalawe	68
Gambar 4. 4 Kondisi Eksisting Muara Bojongsalawe	69
Gambar 4. 5 Kondisi Eksisting Pantai Pamayangsari	70
Gambar 4. 6 Kondisi Eksisting Muara Cidadap	71
Gambar 4. 7 Ukuran Mikroplastik Jenis <i>Pellet</i> Teridentifikasi pada Sampel Air Muara Palataran Agung	73
Gambar 4. 8 Ukuran Mikroplastik Jenis <i>Fragment</i> Teridentifikasi pada Sampel Pasir Pantai Karapyak	74
Gambar 4. 9 Ukuran Mikroplastik Jenis <i>Fiber</i> Teridentifikasi pada Sampel Air Laut Palataran Agung	75
Gambar 4. 10 Ukuran Mikroplastik Jenis <i>Film</i> Teridentifikasi pada Sampel Pasir Pantai Pamayangsari	76
Gambar 4. 11 Ukuran Mikroplastik Jenis <i>Foam</i> Teridentifikasi pada Sampel Air Laut Pamayangsari	76
Gambar 4. 12 Proses Degradasi Mikroplastik di Lingkungan	78
Gambar 4. 13 Hasil Pengamatan Jenis Sampel Mikroplastik Pantai Karapyak dan Muara Palataran Agung	80
Gambar 4. 14 Persentase Keberadaan Mikroplastik di Pantai Karapyak dan Palataran Agung	81
Gambar 4. 15 Hasil Pengamatan Jenis Sampel Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe	82
Gambar 4. 16 Persentase Keberadaan Mikroplastik di Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe	83
Gambar 4. 17 Hasil Pengamatan Jenis Sampel Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap	84

Gambar 4. 18 Persentase Keberadaan Mikroplastik di Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap	85
Gambar 4. 19 Persentase Jumlah Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung	86
Gambar 4. 20 Persentase Hasil Perhitungan Jumlah Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe.....	88
Gambar 4. 21 Persentase Jumlah Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap	89
Gambar 4. 22 Perbandingan Total Jumlah Total Mikroplastik pada Seluruh Titik Lokasi Sampel.....	92
Gambar 4. 23 Hasil Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung.....	94
Gambar 4. 24 Hasil Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe	95
Gambar 4. 25 Hasil Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung.....	97
Gambar 4. 26 Hasil Total Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik	99
Gambar 4. 27 Peta Persebaran Mikroplastik di Lokasi Pantai Karapyak dan Palataran Agung.....	125
Gambar 4. 28 Peta Persebaran Mikroplastik di Lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe.....	127
Gambar 4. 29 Peta Persebaran Mikroplastik di Lokasi Pantai Pamyangsari dan Muara Cidadap	129

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Dokumentasi 1 Pengambilan Sampel	141
Dokumentasi 2 Pengujian <i>In Situ</i>	143
Dokumentasi 3 Pengujian <i>Ex Situ</i> (Uji Laboratorium)	144

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB I

LATAR BELAKANG

1.1 Latar Belakang

Timbulan sampah di laut (*marine debris*) menjadi salah satu permasalahan lingkungan yang memerlukan perhatian khusus. Salah satu jenis sampah laut yang paling sering ditemukan adalah jenis plastik. Penelitian terkait sampah lautan sudah dilakukan sejak tahun 1970 oleh Carpenter dan Smith (GESAMP, 2016), dimana pada saat itu produksi plastik meningkat secara global. Pada tahun 2010 diperkirakan 4,8-12,7 juta ton sampah berada di perairan laut (Jambeck *et al* 2015). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 83 Tahun 2018 Tentang Penanganan Sampah Laut, sampah laut adalah sampah yang berasal dari daratan, badan air, dan pesisir yang mengalir ke laut atau sampah yang berasal dari kegiatan laut. Sementara sampah plastik adalah sampah yang mengandung senyawa polimer.

Senyawa polimer dalam sampah plastik di laut akan terdegradasi secara alami dan menghasilkan bentuk mikroplastik. Mikroplastik sendiri merupakan partikel plastik berukuran <5 mm dan dapat diserap oleh lingkungan, termasuk makhluk hidup. Hal ini tentunya akan mengganggu tidak hanya makhluk hidup namun juga ekosistem di laut (Guzzetti *et al*, 2018). Berdasarkan bentuk dan materialnya mikroplastik dapat dibedakan menjadi mikroplastik *filament*, *film*, *foam*, *fragment*, *pellet* dan lainnya

Tingginya jumlah mikroplastik di laut dapat disebabkan oleh berbagai sumber sampah. Menurut *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection* (GESAMP) (2016) terdapat beberapa aspek penyebab tingginya konsentrasi mikroplastik di perairan laut. Berdasarkan sektor penghasilnya secara umum dapat dibedakan menjadi sektor produsen yang terdiri dari produksi plastik, fabrikasi dan daur ulang. Sektor konsumen yaitu agrikultur, perikanan, konstruksi, transportasi darat, industri pada daerah sekitar pantai dan wisata di daerah pantai. Selanjutnya sektor penggunaan pribadi mencakup pengemasan makanan dan minuman, kosmetik dan peralatan mandi, tekstil dan pakaian. Dan yang terakhir dari sektor limbah dimana mikroplastik berasal dari air *effluent* pengolahan limbah.

GESAMP (2016) menyatakan berdasarkan dari sumber alirannya, mikroplastik di perairan laut dapat bersumber dari aliran sungai/muara, garis pantai, kegiatan di laut, dan melalui atmosfer. Pada sungai/muara mikroplastik bersumber dari kegiatan industri, sampah sisa kegiatan rumah tangga, konsumsi kebutuhan sehari-hari, dan proses produksi termasuk berasal dari *effluent* limbah industri. Pada garis pantai mikroplastik yang masuk dipengaruhi oleh berbagai aspek yaitu kegiatan agrikultur, akuakultur, kegiatan wisata, industri perikanan, dan aktivitas kapal nelayan di pinggir pantai.

Selanjutnya pada kegiatan di lautan mikroplastik berasal dari kegiatan nelayan termasuk aktivitas kapal, penangkapan ikan, peralatan nelayan, kebutuhan sehari-hari nelayan, dan aktivitas wisata. Kemudian atmosfer menjadi salah satu jalan masuknya mikroplastik ke perairan laut. Berdasarkan penelitian Dries *et al* (2015) yang mengumpulkan jatuhnya butir dari atmosfer di Perancis melalui corong selama kurun waktu 3 bulan, didapatkan bahwa terdapat kandungan mikroplastik jenis fiber sebesar 90% dengan hampir setengahnya berukuran lebih dari 1000 μm . Atmosfer menjadi salah satu jalur transpor material dari daratan ke perairan, dengan beberapa polimer memiliki densitas yang rendah dapat terbawa oleh atmosfer dan menyebabkan persebaran mikroplastik ke perairan laut.

Akumulasi plastik pada lingkungan laut dapat menghasilkan banyak dampak negatif. Dampak yang dapat dihasilkan mulai dari dampak keindahan (penumpukan sampah di sepanjang garis pantai), dampak ekonomi terhadap biaya perawatan dan pengangkutan sampah pada daerah pantai, hingga dampak biologi dan ekologi bagi lingkungan. United Nations Environment Programme (UNEP) menyatakan bahwa untuk melakukan konservasi pada ekosistem laut yang telah rusak baik yang disebabkan sampah di lautan diperkirakan membutuhkan biaya mencapai \$13 miliar dollar setiap tahunnya (Avio, 2016). Selain itu mikroplastik menjadi salah satu polutan di lingkungan yang dapat berdampak buruk bagi keberlangsungan ekosistem air dengan persentasi yang cukup signifikan (Singh, 2016). Organisme dalam air dapat mengonsumsi mikroplastik secara tidak sengaja, hal ini dikarenakan morfologi, ukuran, maupun warna mikroplastik menyerupai makanan organisme air (Wright, 2013). Dampak dari terkonsumsinya mikroplastik oleh organisme air akan menyebar dan

mengganggu rantai makanan ekosistem air. Sebagai bentuk pengelolaan dan perlindungan terhadap ekosistem laut dan didasari oleh bahayanya mikroplastik bagi lingkungan, National Oceanographic and Atmospheric Administration (NOAA) milik Amerika Serikat mengeluarkan pernyataan bahwa sampah plastik sebagai bentuk kontaminan yang berbahaya (Avio, 2016). Selain itu, lembaga lain ikut bergerak dalam penanggulangan dampak mikroplastik pada lingkungan laut. GESAMP sebagai lembaga independen peneliti yang bergerak dalam perlindungan lingkungan, membuat standar protokol dalam memonitor polutan plastik di lingkungan laut (Avio, 2016).

Berdasarkan aspek sumber mikroplastik di perairan laut, pantai selatan Pulau Jawa dapat menjadi salah satu sumber timbulan mikroplastik di perairan laut. Kabupaten Pangandaran dan Kabupaten Tasikmalaya merupakan dua dari sekian banyak daerah di Pulau Jawa yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Berdasarkan Kabupaten Pangandaran dalam Angka (2019) jumlah penduduk Kabupaten Pangandaran 397.000 jiwa dan luas pantai di Kabupaten Pangandaran mencapai 67.340 ha dengan panjang garis pantai mencapai 91 km. Hal ini menjadi salah satu sumber utama timbulan mikroplastik di perairan laut melalui kegiatan manusia mulai dari kegiatan sehari-hari, pariwisata laut dan pantai, kegiatan nelayan dan lain sebagainya. Selain itu, di Kabupaten Pangandaran terdapat 4812 industri kecil dan menengah yang menjadi salah satu sumber timbulan mikroplastik di perairan laut.

Sementara Kabupaten Tasikmalaya memiliki jumlah penduduk sebesar 1.751.000 jiwa dan panjang garis pantai 54,5 km. Kemudian, dari segi industri di Kabupaten Tasikmalaya terdapat 776 industri kecil dan menengah (Kabupaten Tasikmalaya dalam Angka, 2019). Kabupaten Tasikmalaya salah satu daerah dengan potensi persebaran mikroplastik di perairan laut.

Berdasarkan kondisi tersebut dan bahayanya keberadaan mikroplastik di lingkungan, serta terbatasnya penelitian terkait mikroplastik di daerah tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kandungan mikroplastik di perairan laut Kabupaten Pangandaran dan Tasikmalaya. Dalam penerapannya, untuk menunjang penelitian ini, akan digunakan tiga jenis sampel berbeda pada air, sedimen dan pasir pantai. Serta sampel akan diuji menggunakan metode

mikroskop dan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengetahui karakteristik fisik dan kimia-mikroplastik yang terkandung dalam sampel uji.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana keberadaan mikroplastik di perairan laut dan muara, sedimen muara, dan pasir pantai serta karakteristik fisik dan kimianya di perairan laut Kabupaten Pangandaran dan Tasikmalaya.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengidentifikasi sebaran mikroplastik pada perairan pada air laut, air muara, pasir, dan sedimen.
2. Mengidentifikasi karakteristik fisik mikroplastik pada sampel air laut, air muara, pasir, dan sedimen.
3. Mengidentifikasi gugus fungsi senyawa kimia mikroplastik pada sampel air laut, air muara, pasir, dan sedimen menggunakan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang akan didapatkan dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi terkait keberadaan mikroplastik di perairan laut di Kabupaten Pangandaran dan Kabupaten Tasikmalaya.
2. Hasil penelitian dapat menjadi referensi pembelajaran terkait pengujian mikroplastik pada sampel perairan laut.
3. Hasil penelitian dapat menjadi referensi penelitian selanjutnya dengan permasalahan yang relevan.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian ini adalah:

1. Penelitian dilakukan di sepanjang garis pantai Kabupaten Pangandaran dan Tasikmalaya.
2. Mengidentifikasi keberadaan mikroplastik berdasarkan empat jenis sampel air laut, air muara, pasir pantai dan sedimen.
3. Metode pengambilan sampel menggunakan *grab sampling* pada seluruh jenis dan lokasi sampel.
4. Mengidentifikasi jenis, jumlah, warna, dan gugus fungsi mikroplastik dari empat jenis sampel air laut, air muara, pasir pantai dan sedimen menggunakan metode mikroskop, dan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 83 Tahun 2018 Tentang Penanganan Sampah Laut, sampah laut adalah sampah yang berasal dari daratan, badan air, dan pesisir yang mengalir ke laut atau sampah yang berasal dari kegiatan laut. Sementara sampah plastik adalah sampah yang mengandung senyawa polimer. Menurut Guzzetti *et al* (2018) mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran <5 mm dan dapat diserap oleh lingkungan, termasuk makhluk hidup. Berdasarkan bentuk dan materialnya mikroplastik dapat dibedakan menjadi mikroplastik *filament*, *film*, *foam*, *fragment*, *pellet* dan lainnya tergantung dari bahan dasar plastik tersebut.

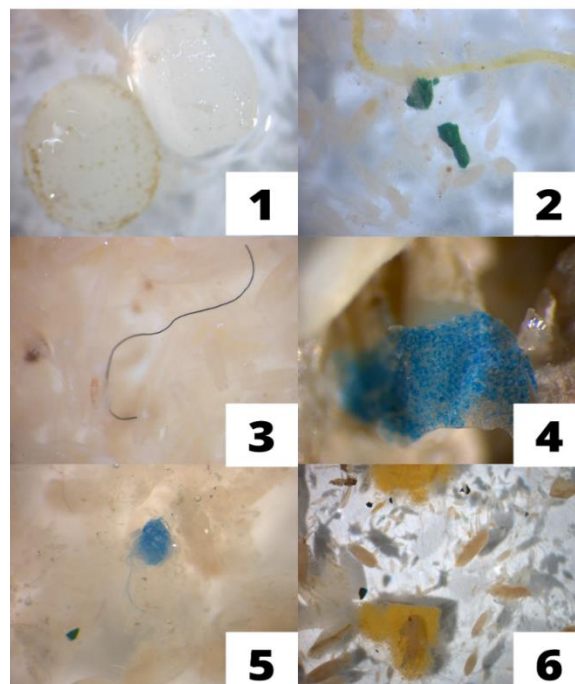
Menurut *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection* (GESAMP) (2016) terdapat beberapa aspek penyebab tingginya konsentrasi mikroplastik di perairan laut. Berdasarkan sektor penghasilnya secara umum dapat dibedakan menjadi sektor produsen yang terdiri dari produksi plastik, fabrikasi dan daur ulang. Berdasarkan dari sumber alirannya, mikroplastik di perairan laut dapat bersumber dari aliran sungai/muara, garis pantai, kegiatan di laut, dan melalui atmosfer.

Mikroplastik termasuk salah satu material antropogenik, polutan plastik di laut berasal dari sumber terestrial yang mana menyumbang 80% sampah di laut. Selain itu kegiatan di laut seperti kegiatan nelayan, pengeboran *offshore*. Sebagai contoh, kapal di lautan membuang 6,5 juta ton plastik setiap tahun (Murray, 2011). Berdasarkan jenis plastiknya, mikroplastik berasal dari dua jenis sumber utama, yaitu berasal dari plastik berukuran besar (bungkus makanan, minuman, dan jenis plastik lain) dan berasal dari perawatan kosmetik yang mengandung *microbeds* (Cordova *et al*, 2019).

Mikroplastik yang terakumulasi di laut akan terdegradasi melalui beberapa proses, seperti fisik, kimia, dan biologi. Degradasi plastik ini membutuhkan oksigen dan sinar matahari. Fotodegradasi atau degradasi melalui cahaya matahari merupakan proses paling efisien (De Costa JP, 2016). Pantai merupakan salah

satu tempat yang memungkinkan terjadinya degradasi plastik pada lingkungan kelautan, dikarenakan tingginya proses fotodegradasi pada daerah pantai. Plastik yang mengambang di laut terdegradasi lebih kecil dibandingkan plastik terestial dikarenakan interaksi biologi yang menyebabkan permukaan film membentuk pelindung pada permukaan plastik dan melindungi plastik dari sinar matahari dan membuat temperatur lebih rendah (De Costa JP, 2016).

Berdasarkan morfologinya, mikroplastik digolongkan menjadi tiga jenis, ukuran, warna, dan jenis. Ukuran mikroplastik menjadi salah satu faktor penting dalam jangkauan pengaruh dari mikroplastik pada organisme maupun lingkungan. Jenis mikroplastik di lingkungan sangat beragam. Beberapa jenis mikroplastik antara lain yaitu *pellet*, *fragment*, *fiber*, *film*, *filament*, dan *foam* (Juao Frias *et al*, 2018). Masih menurut Juao Frias (2018), mikroplastik memiliki warna yang bervariasi, seperti hitam, biru, putih, transparan, merah, dan *multicolor*. Jenis mikroplastik menurut Juao Frias (2018) ditampilkan pada Gambar 2. 1 berikut.



Gambar 2. 1 Jenis Mikroplastik: 1. *Pellet*; 2. *Fragment*; 3. *Fiber*; 4. *Film*; 5. *Filament*; 6. *Foam*

Sumber: Juao Frias *et al.*, 2018

Fragment merupakan salah satu jenis mikroplastik yang terbentuk dari perubahan fragmentasi mikroplastik melalui proses fisik, fotolisis, termo-oksidasi, termo-degradasi, dan degradasi (Zhao et al., 2015). *Fragment* memiliki polimer kuat, jenis mikroplastik ini terbentuk dari produk berbahan dasar plastik. Menurut Virsek (2016) mikroplastik jenis *film* memiliki morfologi seperti lembaran dan fleksibel. *Film* merupakan mikroplastik sekunder yang berasal dari fragmentasi plastik seperti kemasan makanan atau minuman (Lassen et al, 2015). *Pellet* merupakan mikroplastik primer, yang sengaja diproduksi pada ukuran mikro pada ukuran 1-55 mm. *Fiber* dan *filament* mikroplastik yang berbentuk seperti serat atau benang yang berasal dari alat penangkap ikan, serat pakaian, tali, dan sebagainya. *Foam* jenis mikroplastik yang berasal dari plastik *foam* yang terdegradasi berasal dari plastik jenis busa yang terdegradasi seperti tempat makanan, wadah kontainer, dan lain-lain.

2.2 Dampak Buruk Mikroplastik di Perairan Laut

Mikroplastik merupakan campuran kompleks dari polimer yang mengandung bahan kimia, bahan organik yang dapat terpapar ke biota laut maupun abiotik di laut. Mikroplastik ini dapat disebut sebagai salah satu zat xenobiotik bagi ekosistem laut. Pada sub sel mikroplastik dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim dan gen, dan terjadi luka oksidatif. Pada sel mikroplastik dapat menyebabkan apoptosis oksidatif dan peradangan sel (Guzzetti et al, 2018).

Secara umum organisme laut berinteraksi dengan berbagai partikel nano maupun mikro di alam termasuk mikroplastik. Mikroplastik dapat menyerap kandungan logam seperti *polycyclic aromatic hydrocarbons (PAH)*, *polychlorinated biphenyls (PCB)* dan *dichloro-diphenyl-trichloroetane (DDT)* (Bowmer and Kershaw, 2010). Mikroplastik ini ketika diserap oleh biota laut dapat menyebabkan keracunan dan kerusakan selaput tisu/organ makhluk hidup tersebut. Penelitian yang dilakukan Green (2016) ditemukan bahwa kerang laut yang terpapar mikroplastik mengalami penurunan proses respirasi, terjadi beberapa radang dibagian selaput tisu serta pada bagian sel mengalami *oxidative stress*. Selain itu pada sampel ikan, akumulasi mikroplastik menyebabkan radang, akumulasi lipid dan gangguan reproduksi.

Pada keseluruhan ekosistem laut, mikroplastik dapat menyebabkan tidak hanya keracunan pada biota laut, namun juga terjadinya penurunan proses menelan makanan dan penurunan penyerapan nutrisi, kesuburan, keberlangsungan hidup, dan perkembangan biota laut (Guzzetti *et al*, 2018). Selain itu menurut Rossi *et al* (2013) keberadaan mikroplastik dapat mempengaruhi penurunan jumlah oksigen dan siklus nutrient di ekosistem laut.

2.3 Kondisi Garis Pantai Kabupaten Pangandaran dan Tasikmalaya

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di dua kabupaten yang berada di Provinsi Jawa Barat, yaitu Kabupaten Pangandaran dan Tasikmalaya. Kedua kabupaten ini merupakan daerah pantai selatan yang berbatasan langsung dengan Samudera Hindia. Dikutip melalui Kabupaten Pangandaran Angka (2019) tercatat di Kabupaten Pangandaran dihuni oleh 397.000 jiwa penduduk. Kabupaten Pangandaran menjadi salah satu daerah di Jawa Barat dengan garis pantai terpanjang dan luas pantai terbesar dengan luas total pantai mencapai 67.340 ha dan garis pantai sepanjang 91 km. Hal ini menjadikan Kabupaten Pangandaran salah satu daerah pesisir dengan aktivitas pariwisata dan daerah penangkapan ikan terbesar di Jawa Barat.

Kabupaten Tasikmalaya berbatasan langsung dengan Kabupaten Pangandaran. Bersama dengan Kabupaten Pangandaran, kabupaten ini menjadi daerah dengan garis pantai terpanjang di Provinsi Jawa Barat. Kabupaten Tasikmalaya memiliki jumlah penduduk sebesar 1.751.000 jiwa, dengan garis pantai mencapai 54,5 km (Kabupaten Tasikmalaya dalam Angka, 2019). Bagian pesisir pantai yang panjang menjadikan Kabupaten Tasikmalaya salah satu daerah dengan potensi pariwisata dan kegiatan penangkapan ikan yang tinggi.

Pada daerah administratif Kabupaten Pangandaran terdapat 4812 industri kecil dan menengah yang menjadi salah satu sumber timbulan mikroplastik di perairan laut, selain itu terdapat dua teluk yaitu Teluk Penanjung Timur dan Teluk Pangandaran. Dengan garis pantai secara umum sebagai wisata bahari dan pemukiman masyarakat. Selain itu terdapat aktivitas Pelabuhan Pangandaran, akuakultur budidaya ikan, dan aktivitas nelayan. Sementara pada Kabupaten Tasikmalaya sepanjang garis pantai menjadi wisata bahari, pemukiman



Gambar 2. 3 Peta Administrasi Kabupaten Tasikmalaya
(Sumber: Kabupaten Tasikmalaya dalam Angka, 2019)

2.4 Mikroskop

Mikroskop merupakan instrumen pada bidang sains dengan berbagai jenis bentuk, pemanfaatan mikroplastik digunakan mulai dari bidang biomedis hingga teknik. Mikroplastik menghasilkan tidak hanya gambar namun juga informasi yang disajikan dalam format visual. Gambar hasil mikroskopis merupakan representasi dua dimensi dari sebuah struktur tiga dimensi, interpretasi gambar mikroskopis memerlukan pertimbangan antara sifat tiga dimensi aslinya dengan gambar dua dimensi yang dihasilkan (McMillan, 2018).

2.5 *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

FTIR adalah instrument yang menggunakan prinsip spektroskopi. FTIR merupakan salah satu teknik analitik yang sangat baik dalam proses identifikasi struktur molekul suatu senyawa (Kusumasutri, 2011). FTIR mampu memancarkan sinar *infrared* yang akan diserap polimer plastik dan dipancarkan kembali dalam bentuk spektrum. Spektrum ini nantinya dapat digunakan untuk mengidentifikasi

jenis polimer plastik (Baalkhuyur *et al*, 2018). Panjang gelombang inframerah yang digunakan memiliki panjang gelombang (λ) berkisar 0,78 μm sampai 100 μm .

FTIR merupakan metode spektroskop yang paling akurat dalam pembacaan gugus fungsi senyawa pada mikroplastik. Pengukuran getaran di instrumen ini dapat mendeteksi karakteristik sampel yang diujikan. Gugus fungsi akan melewati proses pengukuran dan komparasi dengan spektrum. Hasil pengujian akan direpresentasikan oleh *software* pada komputer, hal ini membuat hasil uji memiliki nilai akurasi yang lebih tinggi (Kappler, 2016).

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian mikroplastik dilakukan selama 7 bulan dari Maret hingga September 2021. Jenis sampel yang diambil adalah sampel pasir pantai, air laut, sedimen muara, dan air muara. Pengambilan sampel dilakukan di dua titik pada Kabupaten Pangandaran dan satu titik Kabupaten Tasikmalaya. Titik pertama di Kabupaten Pangandaran terletak di Pantai Karapyak untuk pengambilan sampel pasir pantai, sementara sampel air laut, air muara dan sedimen muara dilakukan di Muara/Pantai Palataran Agung. Titik kedua pengambilan sampel dilakukan di Pantai Bojongsalawe untuk pasir pantai dan air laut, sementara air muara dan sedimen muara diambil di Muara Bojongsalawe. Titik ketiga pengambilan sampel dilakukan di Kabupaten Tasikmalaya, air laut dan pasir pantai diambil di Pantai Pamayang Sari. Sementara air muara dan sedimen muara diambil di Muara Cidadap. Titik pengambilan sampel mikroplastik secara rinci ditampilkan pada

Tabel 3. 1 dan Gambar 3. 1

Tabel 3. 1 Titik Koordinat Pengambilan Sampel Mikroplastik

NO	Lokasi Pengambilan	Jenis Sampel (Kode Samper	Titik Koordinat
1.	<ul style="list-style-type: none"> Pantai Karapyak, Desa Bagolo, Kecamatan Kalipucang, Kabupaten Pangandaran Muara dan Pantai Palataran Agung, Desa Pamotan, Kecamatan Kalipucang, Kabupaten Pangandaran 	Pasir 1 (P PK 1)	7°41'46.29"S 108°45'46.69"E
		Pasir 2 (P PK 2)	7°41'47.37"S 108°45'45.43"E
		Pasir 3 (P PK 3)	7°41'47.42"S 108°45'43.68"E
		Sedimen 1 (SED PA 1)	7°41'41.64"S 108°47'28.95"E
		Sedimen 2 (SED PA 2)	7°41'40.16"S 108°47'20.61"E
		Sedimen 3 (SED PA 3)	7°41'39.23"S 108°47'13.97"E
		Air Muara 1 (AM PA 1)	7°41'41.64"S 108°47'28.95"E
		Air Muara 2 (AM PA 2)	7°41'40.16"S

NO	Lokasi Pengambilan	Jenis Sampel (Kode Samper	Titik Koordinat
			108°47'20.61"E
		Air Muara 3 (AM PA 3)	7°41'39.23"S 108°47'13.97"E
		Air Laut 1 (AL PA 1)	7°43'31.06"S 108°46'23.04"E
		Air Laut 2 (AL PA 2)	7°43'8.90"S 108°46'36.16"E
		Air Laut 3 (AL PA 3)	7°42'8.88"S 108°46'40.61"E
2.	<ul style="list-style-type: none"> • Pantai Bojongsalawe, Desa Karang Jaladri, Kecamatan Parigi, Kabupaten Pangandaran • Muara Bojongsalawe, Desa Karang Jaladri, Kecamatan Parigi, Kabupaten Pangandaran 	Pasir 1 (P BS 1)	7°42'47.96"S 108°30'7.74"E
		Pasir 2 (P BS 2)	7°42'48.95"S 108°30'7.70"E
		Pasir 3 (P BS 3)	7°42'50.34"S 108°30'7.87"E
		Sedimen 1 (SED BS 1)	7°42'21.96"S 108°29'34.49"E
		Sedimen 2 (SED BS 2)	7°42'22.18"S 108°29'34.36"E
		Sedimen 3 (SED BS 3)	7°42'22.45"S 108°29'34.26"E
		Air Muara 1 (AM BS 1)	7°42'21.96"S 108°29'34.49"E
		Air Muara 2 (AM BS 2)	7°42'22.18"S 108°29'34.36"E
		Air Muara 3 (AM BS 3)	7°42'22.45"S 108°29'34.26"E
		Air Laut 1 (AL BS 1)	7°42'48.18"S 108°30'8.22"E
		Air Laut 2 (AL BS 2)	7°42'49.60"S 108°30'8.04"E
		Air Laut 3 (AL BS 3)	7°42'50.81"S 108°30'8.07"E
3.		Pasir 1 (P PS 1)	7°46'19.76"S 108° 5'36.16"E

NO	Lokasi Pengambilan	Jenis Sampel (Kode Samper	Titik Koordinat
	<ul style="list-style-type: none"> • Pantai Pemayangsari, Desa Sindangkerta, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya • Muara Cidadap, Desa Sindangkerta, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya 	Pasir 2 (P PS 2)	7°46'19.67"S 108° 5'34.87"E
		Pasir 3 (P PS 3)	7°46'19.38"S 108° 5'33.42"E
		Sedimen 1 (SED PS 1)	7°46'28.27"S 108° 6'53.91"E
		Sedimen 2 (SED PS 2)	7°46'28.94"S 108° 6'55.31"E
		Sedimen 3 (SED PS 3)	7°46'29.71"S 108° 6'56.83"E
		Air Muara 1 (AM PS 1)	7°46'28.27"S 108° 6'53.91"E
		Air Muara 2 (AM PS 2)	7°46'28.94"S 108° 6'55.31"E
		Air Muara 3 (AM PS 3)	7°46'29.71"S 108° 6'56.83"E
		Air Laut 1 (AL BS 1)	7°46'20.35"S 108° 5'35.88"E
		Air Laut 2 (AL BS 2)	7°46'20.30"S 108° 5'34.11"E
		Air Laut 3 (AL BS 3)	7°46'19.99"S 108° 5'32.40"E



(a) Lokasi Pengambilan Sampel Mikroplastik di Pantai Karapyak, Muara dan Pantai Palataran Agung Kabupaten Pangandaran



(i) Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air Laut dan Pasir Pantai



(ii) Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air dan Sedimen Muara

(b) Lokasi Pengambilan Sampel Mikroplastik di Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe, Kabupaten Pangandaran



(i) Titik Koordinat Pengambilan Sampel Pasir dan Air Laut



(ii) Titik Koordinat Pengambilan Sampel Air dan Sedimen Muara

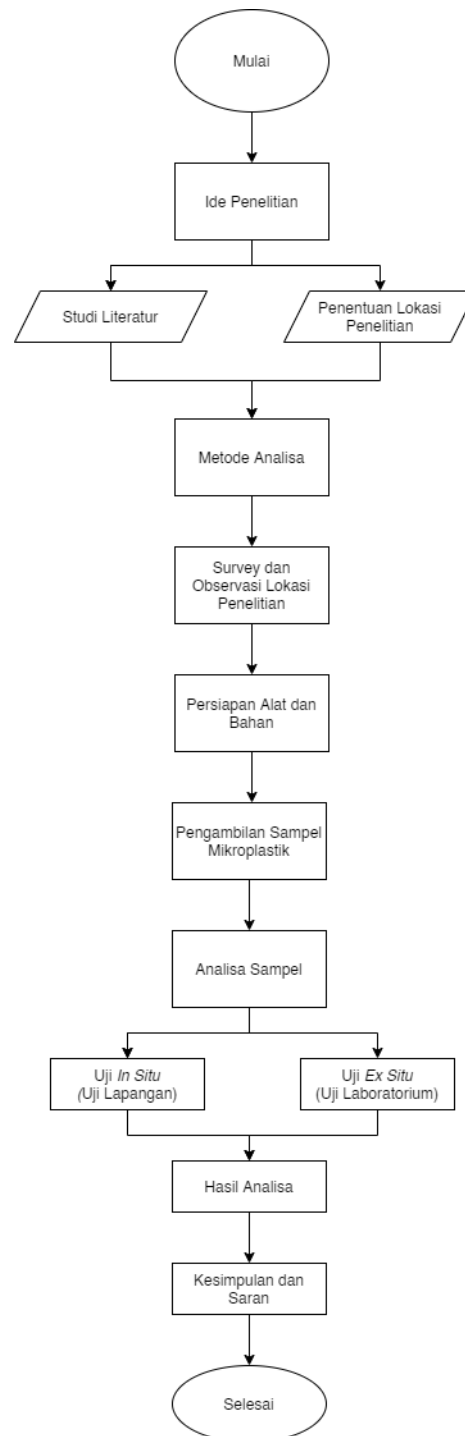
(c) Lokasi Pengambilan Sampel Mikroplastik di Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadak, Kabupaten Tasikmalaya

Gambar 3. 1 Titik Pengambilan Sampel Mikroplastik

(Sumber: olah data pribadi)

3.2 Prosedur Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian ini disajikan dalam Gambar 3. 2 berikut



Gambar 3. 2 Diagram Alir Proses Penelitian
(Sumber: olah data pribadi)

Proses penelitian diawali dengan melakukan pencarian ide dilakukan dengan *brainstorming* dan mencari isu-isu. Selanjutnya setelah ditentukan penelitian terkait mikroplastik, dilanjutkan dengan mempelajari literatur dan referensi yang berkaitan dengan mikroplastik. Bersamaan dengan mempelajari literatur dan penelitian sebelumnya, dilakukan penentuan lokasi pengambilan sampel. Penentuan lokasi didasari dengan latar belakang dan kondisi lokasi tersebut. Penentuan lokasi penelitian berkaitan dengan data sekunder dan referensi yang berkaitan dengan ide penelitian mikroplastik. Proses penentuan lokasi selanjutnya secara lebih rinci ditentukan dengan penentuan titik pengambilan sampel dan observasi secara sekunder. Setelah ditentukan lokasi penelitian, titik pengambilan sampel. dan penelitian tentang mikroplastik dilanjutkan dengan pengumpulan data yang telah didapatkan.

Selanjutnya dilakukan proses penentuan metode yang akan digunakan selama proses analisa sampel. Setelah penentuan metode analisa, selanjutnya dilakukan proses observasi dan survey kondisi lingkungan lokasi penelitian. Kemudian, tahap selanjutnya adalah persiapan untuk alat dan bahan yang akan digunakan selama proses pengambilan sampel. Sampel yang diambil adalah sampel pasir pantai, air laut, air muara, dan sedimen muara. Proses pengambilan sampel mengacu pada penelitian sebelumnya dan melalui literatur terkait. Sampel air laut, air muara, dan sedimen muara diuji secara *in situ* di lapangan menggunakan multiparameter di lokasi. Selanjutnya sampel yang telah didapatkan diuji secara lebih mendalam di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII. Adapun proses yang dilakukan selama pengujian di laboratorium adalah pengeringan sampel, *density separation*, *Wet Peroxide Oxidation* (WPO), filtrasi, analisa sampel menggunakan mikroskop dan *Fourier Transform Infrared* (FTIR).

3.3 Jenis dan Variabel Penelitian

3.3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan berupa pengambilan sampel pasir pantai, air laut, air muara, dan sedimen muara. Pengambilan sampel dilakukan di Pantai Karapyak, Muara dan Pantai Palataran Agung di Kabupaten Pangandaran; Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe, Kabupaten Pangandaran; Pantai Pemayangsari dan Muara Cidadap Kabupaten

Tasikmalaya. Pengambilan sampel dilakukan menggunakan metode *grab sampling* untuk sampel pasir, air laut, air muara, dan sedimen muara.

3.3.2 Variabel Penelitian

Variabel penelitian pada penelitian ini adalah pengamatan kondisi fisik mikroplastik menggunakan instrumen mikroskop berdasarkan jumlah, jenis, serta warna pada mikroplastik yang berada pada sampel pasir, air laut, air muara, dan sedimen muara. Kemudian dilakukan pengamatan unsur kimia pada mikroplastik menggunakan instrumen FTIR. 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 proses penelitian disajikan pada Tabel 3. 2 berikut.

Tabel 3. 2 Tabel alat dan bahan

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1	Alat pengambilan sampel dan uji <i>in situ</i>	Wadah sampel pasir dan sedimen	15 buah	Tempat penyimpanan sampel pasir dan sedimen
2		Botol kaca ukuran 1 Liter	9 buah	Tempat penyimpanan sampel air laut dan air muara
3		Sekop	1 buah	Alat pengambilan sampel pasir
4		<i>Grab Sampler</i>	1 buah	Alat pengambilan sampel sedimen muara
5		<i>Coolbox</i>	2 buah	Tempat penyimpanan sampel air laut dan air muara
6		Multiparameter	1 buah	Pengujian <i>in situ</i> kondisi air parameter DO, Salinitas, pH, TDS, dan kekeruhan
7		Kertas pH	1 box kecil	Mengukur kondisi pH sedimen
8		Tongkat <i>sampling</i> air	1 buah	Pengambilan sampel air permukaan
9		<i>Water sampler horizontal</i>	1 Buah	Pengambilan sampel air muara

No	Jenis Alat	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
10		<i>Frame</i> 1 m x 1 m	1 buah	Pengambilan sampel pasir dengan metode transek
11		Ayakan ukuran 5 mm, 1 mm dan 0,03 mm	1 buah	Penyaringan sampel pasir pantai
12	Alat pengujian laboratorium	<i>Oven</i>	1 buah	Pengeringan sampel sedimen
13		<i>Jar Test</i>	1 buah	Pengadukan sampel setelah ditambahkan NaCl
14		<i>Magnetic Stirrer</i>	1 buah	Pengadukan dan menjaga kondisi suhu selama tahap WPO
15		Neraca Analitik	1 buah	Pengukuran massa sedimen
16		<i>Vacuum</i>	1 buah	Penyaringan sampel setelah proses WPO
17		Gelas Beaker ukuran 500 mL	3 buah	Wadah sampel saat pemberian NaCl
18		Erlenmeyer ukuran 250 mL	3 buah	Wadah sampel saat proses WPO
19		Pipet tetes ukuran 10 mL	1 buah	Penambahan H ₂ O ₂ pada sampel
20		Prepareset	1 buah	Tempat untuk peletakan sampel saat proses penggunaan mikroskop
21		<i>Jar test</i>	1 buah	Pengadukan NaCl pada sampel pasir dan sedimen
22		Mikroskop	1 buah	identifikasi bentuk, jenis, ukuran dan warna mikroplastik
23		FTIR	1 buah	identifikasi gugus fungsi kimia pada mikroplastik
24	Bahan pengujian laboratorium	HNO ₃	Secukupnya	Pengawetan sampel air laut dan air muara
25		NaCl	secukupnya	Mengapungkan mikroplastik ke permukaan sampel
26		H ₂ O ₂ 30%	Secukupnya	Eliminasi zat organik pada proses WPO
27		Aquades	secukupnya	Pembersihan alat setelah proses analisa
28		Kertas saring <i>glass micro-fiber</i> (GF/B) Whattman CAT No. 1821-047	15 buah	Media pengamatan sampel mikroplastik

3.4 Pengumpulan Data

3.4.1 Pengumpulan Data Primer

Data primer didapatkan melalui kegiatan observasi, survei, pengambilan dan pengujian sampel secara langsung di lapangan dan laboratorium. Data primer yang didapatkan pada penelitian ini berupa pasir pantai, air laut, air muara, dan sedimen muara. Kondisi sampel pada saat diambil, hasil uji, serta analisa sampel di laboratorium termasuk data primer yang dikumpulkan selama proses penelitian. Metode pengambilan dan metode uji berbeda-beda sesuai dengan jenis sampel.

3.4.1.1 Pengambilan Sampel Pasir

Proses pengambilan sampel pasir pantai menggunakan metode transek kuadran yang terbuat dari *frame* dengan ukuran 1 m x 1 m. pengambilan sampel dilakukan satu kali pada setiap transek kuadran. Pengambilan sampel dilakukan dengan memperhatikan pasir yang terkena proses pasang surut air laut. Hal ini dilakukan karena pada titik ini menjadi akumulasi mikroplastik yang terbawa air laut maupun yang terdapat di pasir. Pengambilan sampel ditentukan dengan pengambilan 3 titik sampel dan 1 titik kontrol. Jarak masing-masing titik berkisar 50-100 meter. Pengambilan sampel menggunakan *frame* transek kuadran 1 m x 1 m sebagai penanda lingkup pasir yang akan diambil. Selanjutnya pengambilan pasir ke wadah menggunakan sekop besi. Pengambilan pasir dilakukan dengan kedalaman 5-10 cm. Pasir yang telah diambil kemudian disaring menggunakan ayakan dengan ukuran masing-masing 5 mm, 1 mm, dan 0,3 mm. Proses ini bertujuan untuk memisahkan pasir dengan benda-benda asing yang tidak berkaitan dengan penelitian. Selanjutnya, ketiga titik pasir yang telah didapatkan dihomogenkan. Pasir yang telah disaring dan dihomogenkan selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah dan diberikan label kode sampel. Proses pengambilan sampel pasir ditampilkan dalam Gambar 3. 3 berikut.



(a) Pemasangan *Frame*



(b) Pengambilan Sampel
dengan Sekop



(c) Proses Pengayakan Sampel Pasir

Gambar 3. 3 Proses Pengambilan Sampel Pasir Pantai

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.4.1.2 Pengambilan Sampel Air Laut dan Air Muara

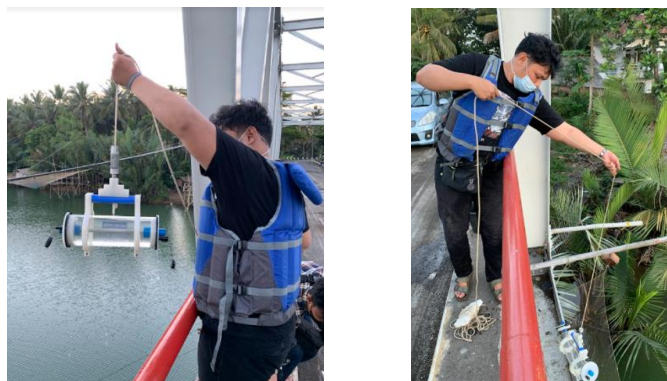
Proses pengambilan sampel air laut dan air muara menggunakan teknik *grab sampling*. Metode ini merupakan proses pengambilan sampel dengan melakukan sekali pengambilan di titik tertentu sesuai perencanaan. Pengambilan sampel air laut menggunakan tongkat *water sampler*. Sementara pada sampel air muara proses pengambilan sampel air menggunakan alat *water sampler horizontal*. Proses pengambilan sampel air mengacu SNI 6964-8:2015 tentang Metode Pengambilan Contoh Uji Air Laut. Alat pengambilan harus memenuhi beberapa kriteria tertentu yaitu,

tidak terbuat dari zat yang mampu mempengaruhi sifat air yang diambil, mudah dibersihkan, aman dan praktis serta kemudahan dalam penuangan air dari alat ke tempat penyimpanan sampel.

Pengambilan sampel air laut dilakukan di tiga titik dengan memasukan alat ke dalam air. Air yang masuk ke dalam alat pengambil sampel selanjutnya dipindahkan ke dalam wadah botol dan disimpan ke dalam *cool box* untuk menjaga sifat air. Air dari ketiga titik yang telah didapatkan selanjutnya dihomogenkan di lapangan. Sementara pada sampel air muara proses yang dilakukan sama dengan pengambilan di tiga titik pada bagian paling kiri, tengah, dan kanan muara. Setelah air didapatkan sampel air tidak dihomogenkan di lapangan, tetapi dihomogenkan pada saat uji di laboratorium. Proses pengambilan sampel air laut dan air muara disajikan pada Gambar 3. 4 dan Gambar 3. 5.



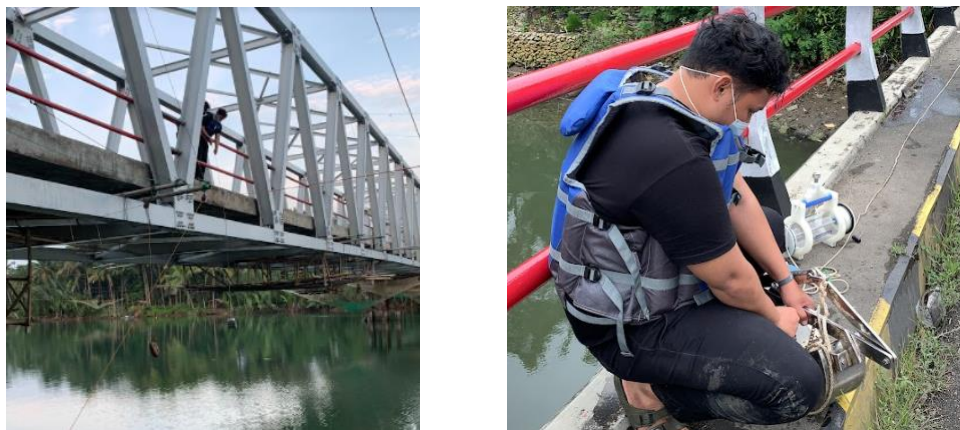
Gambar 3. 4 Proses Pengambilan Sampel Air Laut menggunakan *Water Sampler*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 3. 5 Proses Pengambilan Sampel Air Muara Menggunakan *Water Sampler Horizontal*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.4.1.3 Pengambilan Sampel Sedimen Muara

Pengambilan sampel sedimen pada muara menggunakan metode *grab sampling*. Sampel diambil satu kali pada masing-masing titik pengambilan. Pada proses pengambilan sampel menggunakan alat *dredger* untuk mengambil sedimen pada dasar muara. Cara kerja *dredger* adalah alat ini dijatuhkan dari atas jembatan ke dalam air. Ketika menyentuh dasar muara, tali yang menghubungkan *dredger* akan meregang sehingga katup yang membuat *dredger* tetap terbuka akan terlepas dan *dredger* menutup sehingga lumpur/sedimen pada dasar muara tertangkap pada *dredger*. Selanjutnya sedimen yang didapatkan dimasukan ke dalam wadah yang sudah disiapkan. Proses pengambilan sampel disajikan pada Gambar 3. 6.



Gambar 3. 6 Proses Pengambilan Sampel Sedimen Muara Menggunakan *Dredger*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.4.2 Pengumpulan Data Sekunder

Data sekunder digunakan sebagai data pendukung selama penelitian. Data sekunder didapatkan melalui studi literatur dari penelitian terdahulu, buku, jurnal, dan lainnya. Proses studi literatur ini dilakukan dalam penyusunan rumusan masalah, proses pengambilan sampel, data pendukung kondisi wilayah studi, dan lain-lain. Data sekunder di sini berfungsi sebagai penguat dari hasil data primer.

3.5 Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan di lapangan (*in situ*) dan pengujian laboratorium (*ex situ*). Pengujian *in situ* dilakukan untuk mengetahui kondisi dan sifat sampel saat pengambilan. Sementara pengujian *ex situ* dilakukan untuk melakukan analisa lebih mendalam lagi pada sampel.

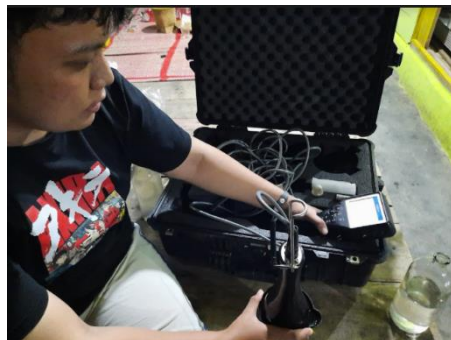
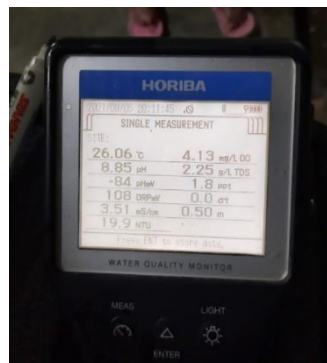
3.5.1 Pengujian *In situ*

Pengujian sampel secara *in situ* dilakukan untuk mendapatkan data pH, TDS, DO, salinitas, kekeruhan, dan suhu. Pengujian di lapangan ini bertujuan sebagai bentuk catatan sampel mengalami perubahan pada parameter tersebut atau tidak.

3.5.1.1 Uji Sampel dengan Multiparameter dan Kertas pH

Pengujian menggunakan multiparameter dilakukan pada sampel air laut dan air muara. Proses ini dilakukan langsung setelah sampel diambil. Proses pengujian dilakukan dengan menuangkan air yang akan diuji pada wadah yang telah tersedia pada alat multiparameter. Selanjutnya multiparameter dan ujung sensor alat. sensor multiparameter dimasukkan ke dalam sampel air yang sudah disiapkan, selanjutnya lakukan proses uji dengan menekan *run* pada multiparameter. Kemudian hasil akan keluar dan catat hasil, dan lakukan pada seluruh sampel. Multiparameter digunakan untuk menguji parameter pH, TDS, suhu, salinitas, kekeruhan, dan DO.

Selanjutnya kertas pH digunakan untuk mengukur parameter pH pada sampel sedimen. Kertas pH dimasukkan ke dalam sampel, selanjutnya didiamkan beberapa saat. Kemudian dibersihkan secara hati-hati dan dicocokkan warna pada kertas pH pada warna yang ada pada kotak wadah kertas pH untuk mengetahui besaran pH pada sampel uji. Proses uji sampel dengan multiparameter dan kertas pH disajikan pada Gambar 3. 7 dan Gambar 3. 8 berikut.



Gambar 3. 7 Proses Pengujian Menggunakan *Multiparameter*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

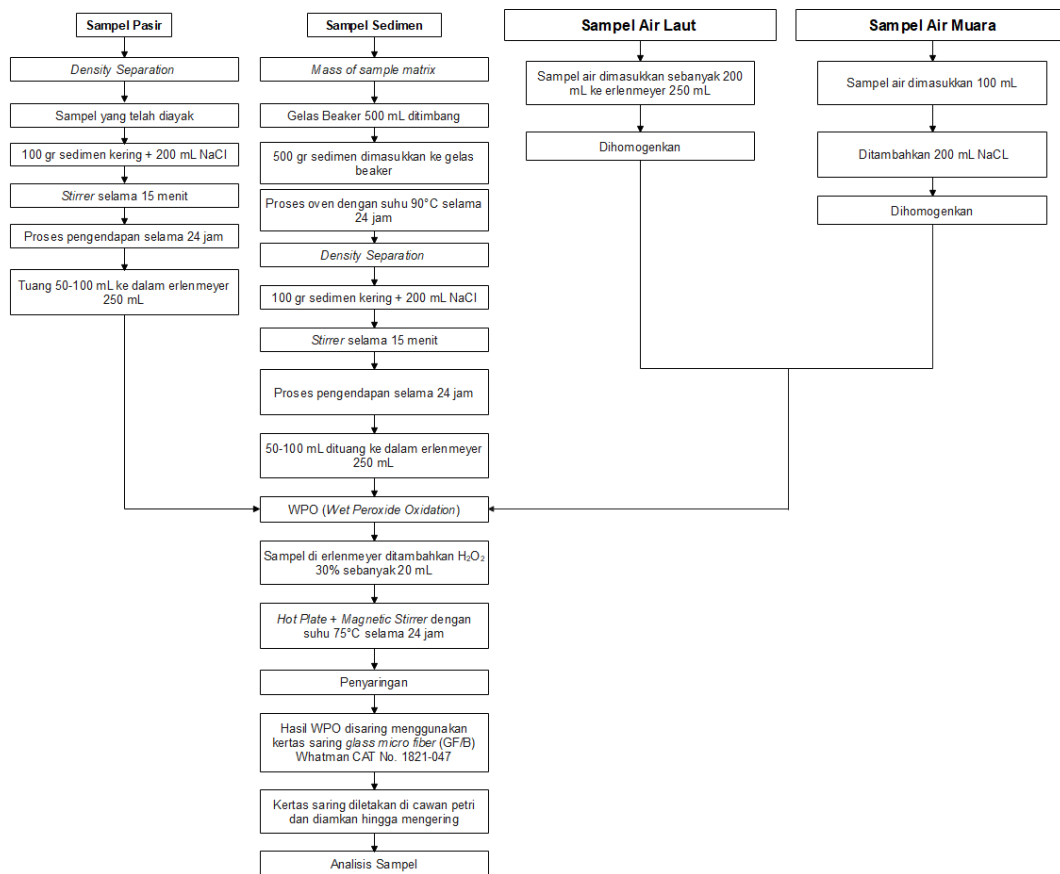


Gambar 3. 8 Proses Pengujian Menggunakan Kertas pH

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.5.2 Proses Pengujian *Ex Situ*

Pengujian sampel *ex situ* dilakukan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII. Pengujian ini dilakukan dalam beberapa tahap. Pada sampel sedimen dan pasir dilakukan pengeringan, *density separation*, WPO, dan penyaringan. Sementara pada sampel air laut dan air muara dilakukan proses WPO, dan penyaringan. Selanjutnya sampel dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop dan FTIR. Proses pengujian *ex situ* secara rinci disajikan pada Gambar 3. 9 berikut.



Gambar 3. 9 Diagram Alir Pengujian Sampel Sedimen, Pasir, Air Laut, dan Air Muara di Laboratorium
(Sumber: Olah Data Pribadi)

Proses pengeringan hanya dilakukan pada sampel sedimen dan pasir menggunakan oven. *Density separation* dilakukan pada sedimen dan pasir untuk memisahkan mikroplastik dengan kandungan lain pada sampel, pada proses ini mikroplastik akan mengapung ke permukaan air. Selanjutnya tahap WPO dilakukan untuk mengeleminasi bahan organik pada sampel. Penyaringan dilakukan untuk memisahkan mikroplastik dari air menggunakan kertas saring Whattman.

3.5.2.1 Pengeringan

Pengeringan hanya dilakukan pada sampel sedimen dan sampel pasir yang masih mengandung air. Proses ini bertujuan untuk menurunkan kadar air pada sampel. Sampel basah ditimbang sebanyak 500 gram dengan

neraca analitik. Selanjutnya dimasukkan ke dalam oven suhu 90°C selama 24 jam. Setelah kering ditimbang untuk mendapatkan nilai berat kering.

3.5.2.2 *Density Separation*

Proses ini dilakukan pada sampel yang telah tersaring melalui ayakan 5 mm, 1 mm, dan 0,3 mm. sampel kemudian ditimbang sebesar 100 gram. Selanjutnya ditambahkan NaCl sebesar 200 mL di gelas beaker 1000 mL. sampel yang sudah diberikan NaCl, diaduk pada *jar test* selama kurang lebih 1 jam. Kemudian dibiarkan selama 24 jam. Proses ini bertujuan untuk memisahkan mikroplastik, penambahan NaCl mempercepat proses pemisahan dengan cara mengapungkan mikroplastik ke permukaan sampel. Proses penambahan NaCl disajikan pada Gambar 3. 10 berikut.



Gambar 3. 10 Proses Penambahan Larutan NaCl menggunakan *Jar Test*

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.5.2.3 *Wet Peroxide Oxidation (WPO)*

Proses WPO bertujuan untuk mengeleminasi bahan organik pada sampel. Pada sampel pasir dan sedimen proses ini dilakukan saat setelah proses *density separation*. Sementara pada sampel air dan muara sampel langsung masuk ke tahap WPO. Proses ini dilakukan dengan memasukkan sampel ke dalam erlenmeyer 250 mL. Selanjutnya ditambahkan H₂O₂ 30% sebanyak 20 mL. Sampel kemudian diaduk pada *magnetic stirrer* dan *hot*

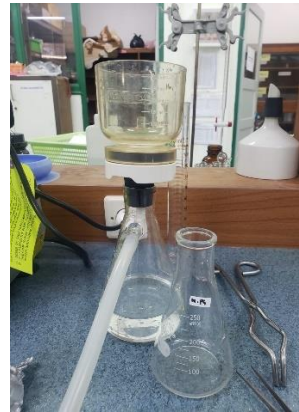
plate dengan suhu 75 °C selama 24 jam. Proses WPO disajikan pada Gambar 3. 11 berikut.



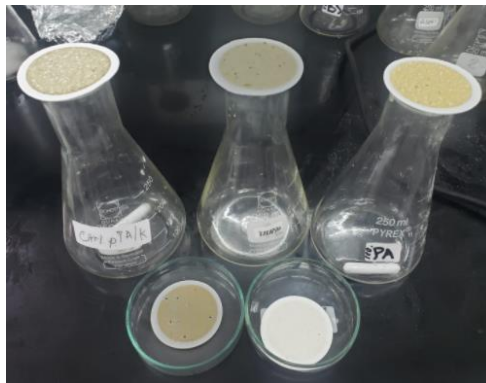
Gambar 3. 11 Proses WPO pada Sampel dengan *Magnetic Stirrer*
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.5.2.4 Penyaringan

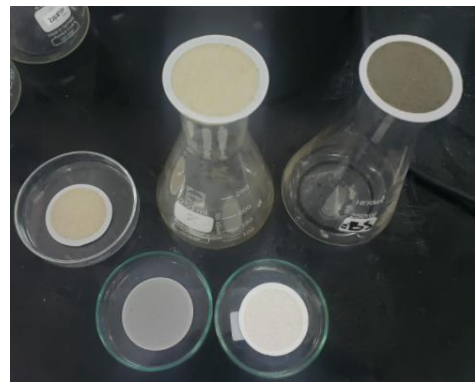
Penyaringan dilakukan setelah sampel melalui proses WPO. Proses penyaringan menggunakan alat *vacuum* dan kertas saring *Glass Micro Fiber (GF/B) Whattman CAT No. 1821-047* sebagai media penyaring sampel. Setelah kertas saring dileatkkkan pada *vacuum*. Proses penyedotan dilakukan, air akan tersedot ke bawah. Sementara mikroplastik akan tertahan pada kertas saring. Kertas saring kemudian diletakkan pada cawan petri dan didiamkan hingga kering. Kemudian buat kuadran pada kertas saring untuk mempermudah pengamatan. Penyaringan ini bertujuan untuk menyiapkan media untuk proses pengamatan menggunakan mikroskop dan FTIR. proses penyaringan dan hasil saringan disajikan pada Gambar 3. 12 dan Gambar 3. 13.



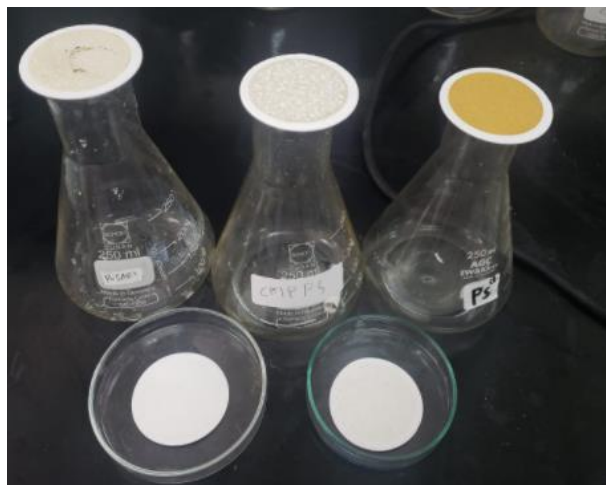
Gambar 3. 12 Proses Penyaringan Sampel Menggunakan Vacuum
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



(a) Hasil Sampel Palataran Agung



(b) Hasil Sampel Bojongsalawe

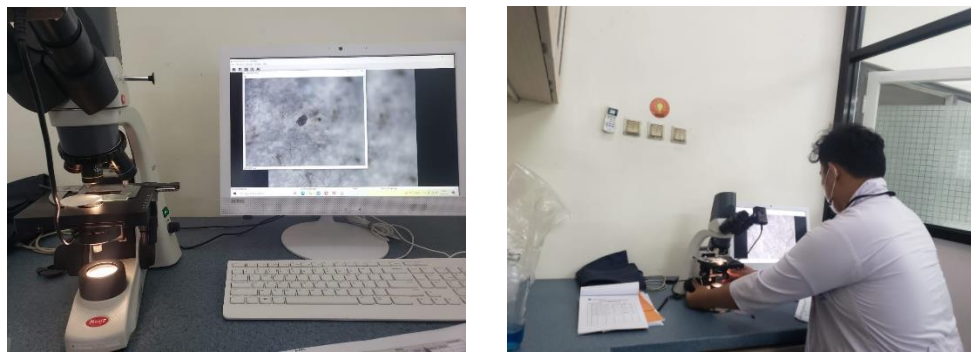


(c) Hasil Sampel Pamayangsari

Gambar 3. 13 Hasil Penyaringan Sampel Mikroplastik
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.5.2.5 Analisa Menggunakan Mikroskop

Pengamatan menggunakan mikroskop bertujuan untuk mengetahui sifat fisik dari mikroplastik yaitu kuantitas, jenis, dan warna. penggunaan mikroskop dilakukan dengan cara menyiapkan mikroskop dan mengatur pencahayaan sesuai penggunaan. Pasang sampel pada meja pengamatan menggunakan preparat dan pada mikroskop diatur dengan perbesaran 10 kali. Fokus mikroskop diatur sampai lensa dapat memperlihatkan sampel dengan jelas. Pengamatan dilakukan dengan mengamati sampel secara horizontal dari sisi kiri ke sisi kanan sampel atau sebaliknya. Sampel dibagi menjadi 4 kuadran untuk memudahkan proses pengamatan. Tahap pengamatan menggunakan mikroskop disajikan pada Gambar 3. 14 berikut.



Gambar 3. 14 Proses Pengamatan Sampel Mikroplastik Menggunakan Mikroskop
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.5.2.6 Analisa Sampel Menggunakan FTIR

Analisa menggunakan FTIR dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui gugus kimia pada sampel mikroplastik. Proses pembacaan menggunakan FTIR dilakukan dengan cara meletakkan sampel di tengah alas besi. FTIR terdapat kristal kecil (ATR *diamond*) yang terdapat pada alas besi yang digunakan untuk analisa sampel. Hasil dari analisa ini akan direkam dan disimpan pada *software* di komputer berupa grafik dan unsur kimia yang terbaca. Proses analisa menggunakan FTIR disajikan pada Gambar 3. 15 berikut.



Gambar 3. 15 Proses Pengamatan Sampel Mikroplastik Menggunakan FTIR
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

3.6 Analisa Data

3.6.1 Analisa Data 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 100gram sedimen akan diperoleh hasil analisis. Rumus untuk menghitung kuantitas mikroplastik sebagai berikut:

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

Kelimpahan mikroplastik dapat dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kelimpahan Mikroplastik} \left(\frac{\text{Partikel}}{\text{kilogram}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik Pada Sedimen (Partikel)}}{100 \text{ Gram Sedimen Kering (Gram)}} \times 10$$

Pengamatan menggunakan mikroskop selain mengamati kuantitas mikroplastik, juga dilakukan pengamatan jenis dan warna mikroplastik. Adapun jenis mikroplastik berupa *pellet*, *fibre/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 presentase. Perhitungan presentase pada jenis dan warna mikroplastik dapat dilihat 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 Analisa Data FTIR

Analisa FTIR didapat dari hasil pembacaan sampel pasir pantai, air laut, air muara, dan sedimen muara. Hasil FTIR berupa grafik dan gugus fungsi kimia. Pada grafik diperoleh grafik puncak (*peak*) unsur kimia yang diserap dengan nilai penyerapan paling tinggi ke rendah. Sementara hasil serapan gugus fungsi didapatkan hasil *list* nama gugus fungsi yang terbaca. Hasil ini akan disesuaikan dengan referensi yang bertujuan untuk mencari turunan senyawa tersebut. Turunan senyawa akan ditelusuri berasal dari sumber kegiatan yang menimbulkan pencemaran mikroplastik.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel

Penelitian identifikasi mikroplastik di perairan laut Kabupaten Pangandaran dan Tasikmalaya dilakukan di 3 titik lokasi pantai dan 3 muara. Secara umum lokasi pantai merupakan daerah wisata bahari yang cukup ramai aktivitas di garis pantai. Sepanjang garis pantai ditemukan berbagai jenis usaha masyarakat sekitar yang didominasi oleh usaha kuliner. Selain itu aktivitas nelayan juga cukup masif di ketiga pantai. Sementara pada kondisi muara, secara umum di sekitar muara merupakan pemukiman masyarakat. Aktivitas masyarakat di sekitar muara didominasi kegiatan usaha warung, kegiatan domestik masyarakat, nelayan/mencari ikan. Hampir seluruh muara menjadi tempat pembuangan sampah oleh masyarakat sekitar, hal ini diperkuat dengan ditemukan beberapa tumpukan sampah di pinggir muara.

4.1.1 Pantai Karapyak

Titik pertama pengambilan sampel mikroplastik berada di Pantai Karapyak, Desa Bagolo, Kecamatan Kalipucang, Kabupaten Pangandaran. Pantai Karapyak terletak di timur Kabupaten Pangandaran. Pantai ini merupakan pantai dengan aktivitas wisatawan yang cukup tinggi, sehingga di beberapa titik ditemukan tumpukan sampah yang berasal dari deburan ombak maupun dari aktivitas wisatawan. Berdasarkan data pengunjung Pantai Karapyak pada tahun 2015 hingga 2017 yang dilansir dari Dokumen Kabupaten Pangandaran dalam Angka Tahun 2019, terdapat total wisatawan hingga 123.867 total pengunjung, dengan rata-rata pertahun 42.289 jiwa total pengunjung. Hal ini menjadi salah satu faktor munculnya timbunan sampah pada area sekitar Pantai Karapyak. Jenis pasir di pantai ini berupa pasir putih dengan didominasi karang-karang kecil hampir di sepanjang hamparan bibir pantai. Pada lokasi ini dilakukan pengambilan sampel pasir pantai sebanyak tiga titik dan satu titik kontrol. Kondisi Eksisting Pantai Karapyak disajikan pada Gambar 4. 1 berikut.



Gambar 4. 1 Kondisi Eksisting Pantai Karapyak
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.1.2 Muara dan Pantai Palataran Agung

Muara dan Pantai Palataran Agung terletak di Desa Pamotan, Kecamatan Kalipucang, Kabupaten Pangandaran. Muara ini menjadi salah satu tempat pemberhentian kapal ikan milik nelayan setempat. Akses ke muara ini cukup jauh dan sulit dikarenakan akses jalan yang kecil. Di sekitar muara ini terdapat Tempat Pelelangan Ikan (TPI) dan warung makan. Kondisi aliran muara ini sendiri cukup besar, hulu dari muara ini berasal dari Kabupaten Pangandaran dan Kabupaten Cilacap, yang mencakup beberapa aliran sungai, sehingga aliran muara cukup besar. Bagian dari daerah aliran sungai di hulu muara ini didominasi oleh pemukiman masyarakat dan lahan pertanian. Aktivitas masyarakat pada muara ini secara umum adalah nelayan dan bertani. Kondisi muara secara umum dikelilingi oleh vegetasi pepohonan rapat dan beberapa lahan sawah masyarakat. Bagian sisi pantai dan muara dipenuhi oleh tumpukan sampah yang sudah tertimbun sebagian oleh tanah, hal ini mengindikasikan bahwa wilayah muara ini dijadikan menjadi tempat pembuangan sampah oleh masyarakat sekitar. Lokasi ini menjadi tempat dilakukannya pengambilan sampel air muara pada titik kanan, titik tengah, dan titik kiri muara, sedangkan pada sampel air laut dilakukan pengambilan sampel pada tiga titik dengan berlayar sejauh kurang lebih 3-5 mil dari tepian muara. Kondisi eksisting dan hasil pengujian *in situ* sampel air muara dan air laut di Muara Palataran Agung ditampilkan pada Gambar 4. 2 dan Tabel 4. 1 berikut.



Gambar 4. 2 Kondisi Eksisting Muara dan Pantai Palataran Agung

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

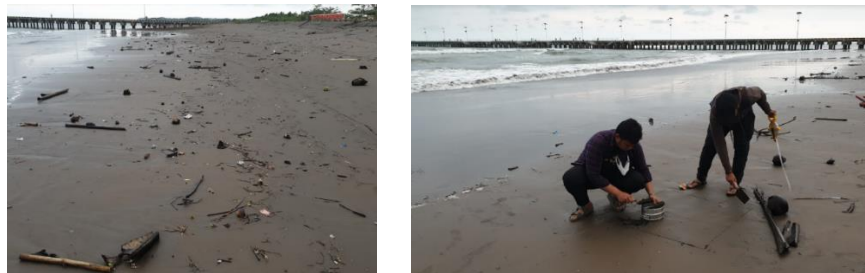
Tabel 4. 1 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Palataran Agung

MUARA		pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	TDS (g/L)	Kekeruhan (NTU)	Suhu (°C)
Air Muara	M1	8,70	28,9	4,47	27,3	20,4	27,51
	M2	8,53	7,0	9,02	7,46	45,0	27,36
	M3	9,96	23,2	5,21	21,4	77,4	27,33
Air Laut		8,45	17,3	4,60	18,9	18,5	26,98
Sedimen		8					

4.1.3 Pantai Bojongsalawe

Pantai Bojongsalawe terletak di Desa Karang Jaladri, Kecamatan Parigi, Kabupaten Pangandaran. Pantai ini memiliki garis pantai yang cukup panjang, dengan kondisi pasir hitam sepanjang bibir pantai. Pantai ini merupakan salah satu destinasi wisata kuliner dengan banyaknya warung yang menyediakan berbagai jenis kuliner. Hal ini menjadi salah satu sumber

tumpukkan sampah. Selain itu di pantai ini terdapat *jetty* dan pelabuhan namun belum beroperasi. Kondisi vegetasi di pantai ini relatif jarang, dan sepanjang jalan masuk ke pantai terdapat beberapa lahan sawah masyarakat. Selain menjadi objek wisata, pantai ini dimanfaatkan masyarakat untuk memancing maupun sebagai tempat parkir kapal pada barat pantai. Hal ini menjadi indikasi adanya sumber timbulan sampah yang cukup besar di sekitar Pantai Bojongsalawe. Deburan ombak di pantai ini relatif tinggi dan juga pada garis deburan ombak terdapat sampah yang terbawa ombak. Pada lokasi ini dilakukan pengambilan sampel pasir pantai pada tiga titik dan satu kontrol, sementara air laut diambil di tiga titik dan dihomogenkan di lapangan. Kondisi eksisting dan hasil pengujian *in situ* disajikan pada Gambar 4. 3 dan tabel Tabel 4. 2 berikut.



Gambar 4. 3 Kondisi Eksisting Pantai Bojongsalawe

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

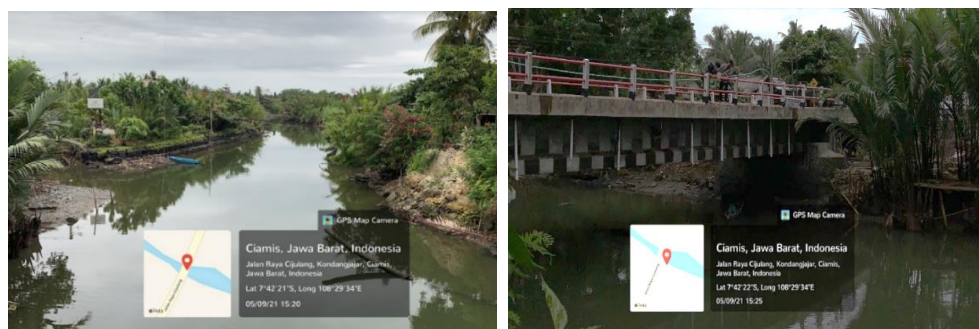
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Pantai Bojongsalawe

MUARA	pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	TDS (g/L)	Kekeruhan (NTU)	Suhu (°C)
Air Laut	8,50	28,4	3,11	26,8	15,5	26,62

4.1.4 Muara Bojongsalawe

Muara Bojongsalawe terletak di Desa Karang Jaladri, Kecamatan Parigi, Kabupaten Panandaran. Muara Bojongsalawe berada tepat bersebalahan dengan Pantai Bojongsalawe. Proses pengambilan sampel dilakukan melalui salah satu anak sungai yang mengalir ke Muara Bojongsalawe. Kondisi titik pengambilan sampel secara umum merupakan

Jalan Lintas Pantai Selatan dengan didominasi perumahan masyarakat dan beberapa vegetasi pohon. Kondisi sungai beberapa terdapat tumpukan sampah pada tepiannya. Kondisi hulu muara melintasi pemukiman masyarakat dan lahan pertanian di sepanjang daerah aliran sungai. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel air muara pada kedua ujung dan titik tengah dari lebar muara dan sedimen muara. Kondisi eksisting dan hasil pengujian *in situ* Muara Bojongsalawe ditampilkan pada Gambar 4. 4 dan tabel Tabel 4. 3 berikut.



Gambar 4. 4 Kondisi Eksisting Muara Bojongsalawe
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

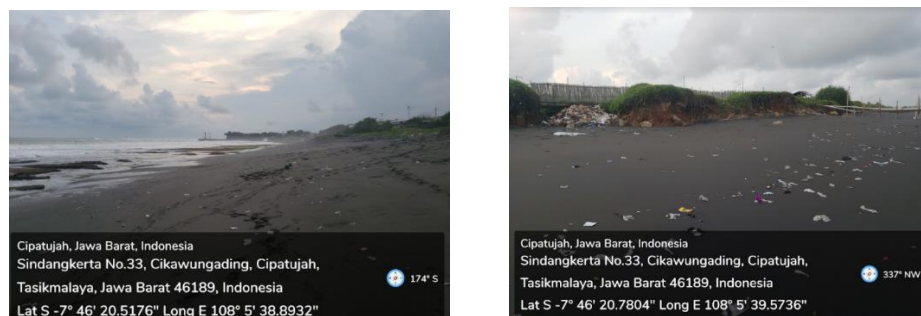
Tabel 4. 3 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Muara Bojongsalawe

MUARA		pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	TDS (g/L)	Kekeruhan (NTU)	Suhu (°C)
Air Muara	M1	8,73	11,7	3,66	12,2	21,1	26,30
	M2	8,46	11,0	3,79	11,6	18,1	26,26
	M3	8,29	11,0	3,22	11,5	14,9	26,28
Sedimen		8					

4.1.5 Pantai Pamayangsari

Pantai Pamayangsari terletak di Desa Sindangkerta, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya. Pantai ini memiliki garis pantai yang cukup panjang dengan kondisi pasir hitam. Pada ujung barat pantai ini terdapat pelabuhan kapal nelayan yang cukup besar dan TPI. Sepanjang garis pantai ditemukan warung makan. Pantai ini berada tepat di tepi Jalan

Lintas Pantai Selatan. Kondisi vegetasi di pantai ini relatif jarang. Kondisi ombak di pantai ini relatif tinggi dan meninggalkan sampah pada bekas deburan ombak di pasir pantai. Pada beberapa titik ditemukan karang di pinggir bibir pantai ini. Berdasarkan data yang dilansir melalui Kabupaten Tasikmalaya dalam Angka 2019, di Kecamatan Cipatujah pada tahun 2017 terdapat total 793 usaha kecil termasuk industri makanan, tekstil, barang kayu, dan industri lainnya. Hal ini menjadi salah satu indikasi sumber mikroplastik yang berasal dari aktivitas industri tersebut. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel pasir pantai di tiga titik dan satu kontrol, sementara air laut pada tiga titik dengan dihomogenkan di lapangan. Kondisi eksisting dan hasil uji *in situ* Pantai Pamayangsari dapat dilihat pada Gambar 4. 5 dan tabel Tabel 4. 4 di bawah ini.



Gambar 4. 5 Kondisi Eksisting Pantai Pamayangsari

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

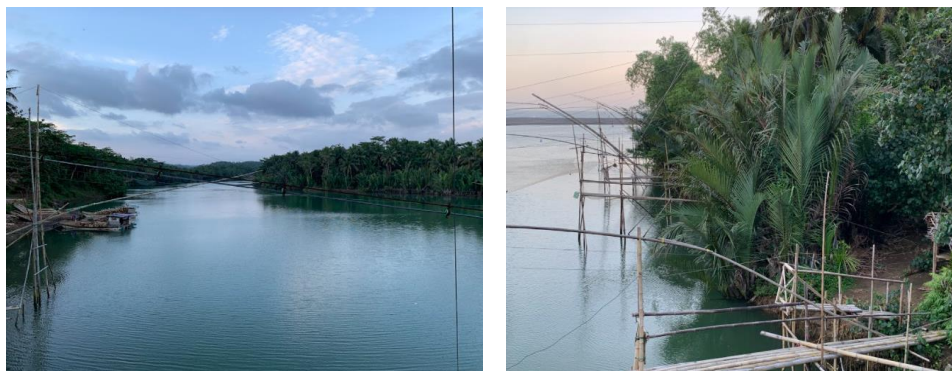
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Pantai Pamayangsari

MUARA	pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	TDS (g/L)	Kekeruhan (NTU)	Suhu (°C)
Air Laut	8,78	34,0	4,68	31,0	23,1	25,33

4.1.6 Muara Cidadap

Muara Cidadap terletak di Desa Sindangkerta, Kecamatan Cipatujah, Kabupaten Tasikmalaya. Muara Cidadap memiliki aliran yang cukup besar dan mengalir tepat di timur Pantai Pamayangsari. Muara ini terletak tepat di Jalan Lintas Pantai Selatan. Kondisi vegetasi yang cukup

rapat dan kondisi aliran air yang relatif bersih. Sepanjang muara terdapat banyak jaring-jaring besar milik masyarakat untuk menangkap udang dan ikan-ikan di muara. Kondisi di sekitar muara sangat jarang ditemukan tumpukan maupun sampah yang terbawa aliran air. Menurut Kabupaten Tasikmalaya dalam Angka 2019, terdapat 793 usaha kecil di Kecamatan Cipatujah pada tahun 2017, hal ini menjadi indikasi adanya sumber polutan mikroplastik yang berasal dari aktivitas industri. Selain itu, sepanjang hulu Muara Cidada didominasi oleh kondisi hutan dengan sangat minim melewati pemukiman masyarakat. Pada titik ini dilakukan pengambilan sampel air muara dan sedimen muara. Kondisi eksisting muara dapat dilihat pada Gambar 4. 6 dan Tabel 4. 5 di bawah ini.



Gambar 4. 6 Kondisi Eksisting Muara Cidada

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

Tabel 4. 5 Hasil Pengujian In Situ Kualitas Air Laut, Air Muara dan Sedimen di Titik Muara Cidada

MUARA		pH	Salinitas (ppt)	DO (mg/L)	TDS (g/L)	Kekeruhan (NTU)	Suhu (°C)
Air Muara	M1	9,35	3,1	5,04	3,67	24,5	25,92
	M2	8,85	1,8	4,13	2,25	19,9	26,06
	M3	8,69	2,1	4,12	2,56	59,2	26,02
Sedimen		8					

4.2 Identifikasi Sifat Fisika Sampel Mikroplastik

Proses identifikasi sifat fisika mikroplastik menggunakan instrumen mikroskop di Laboratorium Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Tahap ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan jenis, jumlah, dan warna dari masing-masing sampel mikroplastik. Adapun sampel yang diuji total 15 sampel yang terdiri dari sampel air laut, air muara, pasir, dan sedimen muara.

4.2.1. Identifikasi Jenis Sampel Mikroplastik

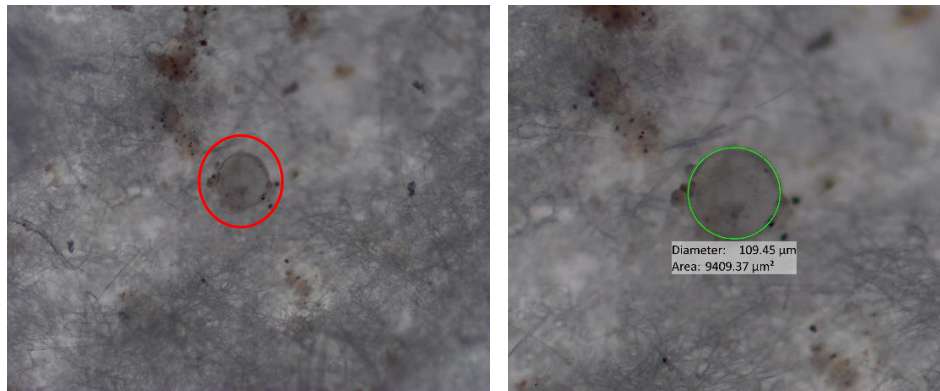
Proses identifikasi jenis mikroplastik dilakukan dengan menggunakan alat mikroskop dengan perbesaran 10 kali dan 4 kali pada sampel tertentu. Selama proses identifikasi ditemukan 5 jenis mikroplastik berupa, *pellet*, *fragment*, *fiber/filament*, *film*, dan *foam*. Hasil identifikasi masing-masing jenis mikroplastik dijelaskan secara rinci sebagai berikut.

4.2.1.1. Jenis Mikroplastik

4.2.1.1.1. *Pellet*

Pellet merupakan mikroplastik jenis primer yang diproduksi dalam ukuran mikro (Browne, 2015). Mikroplastik jenis ini biasanya berasal saat proses produksi, penggunaan ulang, maupun berasal dari produk perawatan/kecantikan pribadi seperti *scrub* wajah (Conkle et al., 2018). Menurut (Brownie, 2015) ukuran mikroplastik primer dibagi dalam empat bagian, yaitu 23-125 μm , 125-250 μm , 250-500 μm , dan 500-2000 μm .

Pada penelitian ini mikroplastik jenis *pellet* ditemukan pada beberapa sampel mikroplastik. Adapun jenis *pellet* ditemukan pada sampel air Muara Palataran Agung, Sedimen Palataran Agung, pasir Pantai Karapyak, air Muara Bojongsalawe, sedimen Muara Bojongsalawe, pasir Pantai Bojongsalawe, kontrol pasir Pantai Bojongsalawe, sedimen Pamayangsari, dan kontrol pasir Pantai Pamayangsari. Salah satu jenis *pellet* yang berhasil diidentifikasi pada sampel air Muara Palataran Agung dilakukan pengukuran diameternya menggunakan aplikasi Image Raster 3, ditemukan bahwa sampel ini berdiameter 109,45 μm dan luas 9409,37 μm^2 . Contoh gambar *pellet* dan ukuran disajikan pada Gambar 4. 7 berikut.

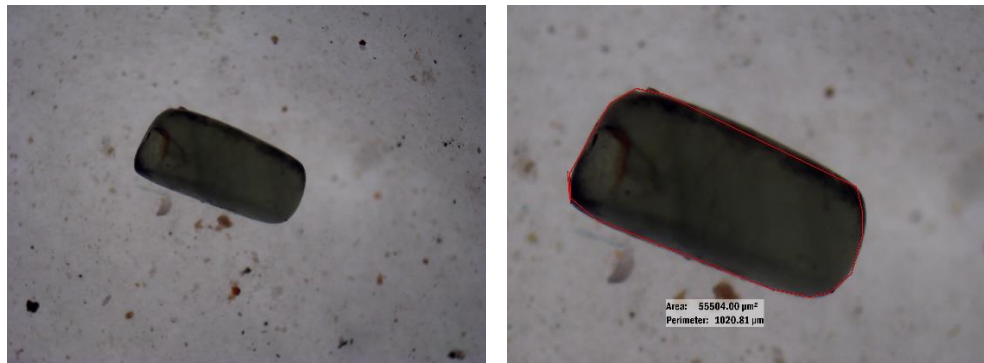


Gambar 4. 7 Ukuran Mikroplastik Jenis *Pellet* Teridentifikasi pada Sampel Air
Muara Palataran Agung
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.2.1.1.2. *Fragment*

Berbeda dengan *pellet* yang merupakan mikroplastik primer, mikroplastik jenis *fragment* merupakan mikroplastik sekunder, yang berasal dari fragmentasi plastik ukuran yang lebih besar. *Fragment* biasanya berasal dari objek berbahan dasar plastik yang kemudian mengalami perubahan/pecah menjadi bagian lebih kecil melalui proses termodegradasi, fotolisis, termooksidasi, dan biodegradasi (Zhao et al., 2015). Jenis *fragment* biasanya memiliki polimer yang kuat, hal ini didasari oleh asal dari jenis mikroplastik ini sendiri yang merupakan pecahan langsung dari objek berbahan dasar plastik.

Pada penelitian ini jenis *fragment* mendominasi pada seluruh sampel uji. Jenis ini ditemukan pada seluruh sampel uji mikroplastik. Pada salah satu *fragment* yang berhasil teridentifikasi pada sampel pasir Pantai Karapyak dilakukan pengukuran menggunakan aplikasi Image Raster 3 untuk mengukur luas dan keliling mikroplastik, ditemukan bahwa *fragment* tersebut berukuran $55504 \mu\text{m}^2$ dan keliling $1020,81 \mu\text{m}$. hasil pengamatan mikroplastik jenis *fragment* dan ukurannya disajikan pada Gambar 4. 8 berikut.

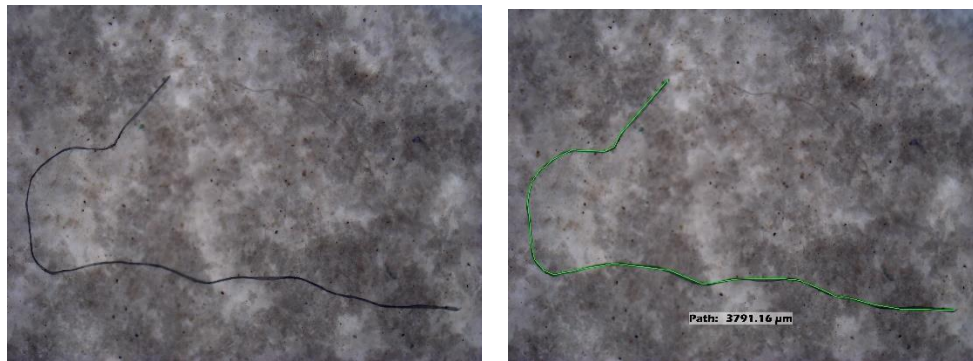


Gambar 4. 8 Ukuran Mikroplastik Jenis *Fragment* Teridentifikasi pada Sampel Pasir Pantai Karapyak
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.2.1.1.3. *Fiber*

Fiber merupakan jenis mikroplastik sekunder yang berasal dari pecahan plastik yang berasal dari objek berukuran lebih besar. *Fiber* dapat berasal dari *fiber* sintesis, kegiatan laundry, jaring ikan nelayan, dan sebagainya (Browne, 2015). Seperti namanya, *fiber* memiliki bentuk yang cenderung memanjang berbentuk seperti benang/senar.

Jenis *fiber* ditemukan pada seluruh sampel uji mikroplastik. Jenis *fiber* mendominasi jenis mikroplastik yang ditemukan bersama dengan jenis *fragment*. Pada salah satu jenis *fiber* yang berhasil teridentifikasi pada sampel air laut di Palataran Agung, dilakukan pengukuran panjang dari jenis *fiber* tersebut. Ditemukan bahwa panjang dari sampel ini adalah 3791,16 µm. hasil pengamatan dan pengukuran mikroplastik jenis *fiber* disajikan pada Gambar 4. 9 berikut.

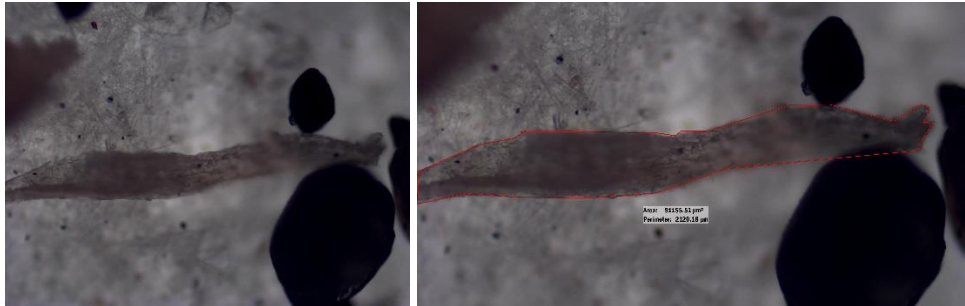


Gambar 4. 9 Ukuran Mikroplastik Jenis *Fiber* Teridentifikasi pada Sampel Air Laut Palataran Agung
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.2.1.1.4. *Film*

Sama seperti *fragment* dan *fiber*, mikroplastik jenis *film* adalah mikroplastik jenis sekunder yang berasal dari pecahan dari objek plastik yang lebih besar seperti kemasan makanan minuman, pembungkus, dan lain-lain (Lassen *et al.*, 2015). Hal yang membedakan *film* dengan *fragment* adalah morfologinya, jika pada *fragment* morfologinya cenderung padat dengan ikatan polimer yang kuat, *film* adalah sebaliknya, mikroplastik jenis ini berbentuk seperti lembaran dan cenderung fleksibel (Virsek, 2016).

Jenis *film* ditemukan pada seluruh sampel uji yang diambil. Keberadaan *film* cenderung lebih sedikit jika dibandingkan dengan *fragment* namun masih lebih banyak jika dibandingkan dengan jenis *pellet*. Pada salah satu jenis *film* yang berhasil teridentifikasi di sampel uji pasir Pantai Pamayangsari, dilakukan pengukuran menggunakan aplikasi Image Raster 3, kemudian didapatkan luas dari jenis *film* ini adalah 91155,51 μm^2 dengan keliling 2120,18 μm . hasil pengukuran dan pemantauan mikroplastik jenis *film* disajikan pada Gambar 4. 10 berikut.

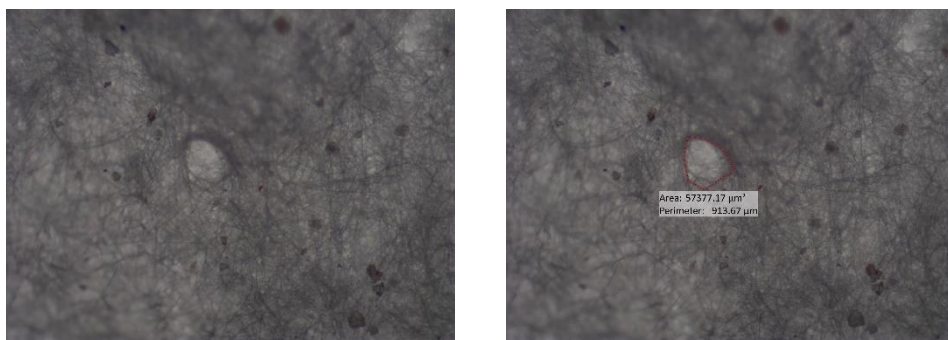


Gambar 4. 10 Ukuran Mikroplastik Jenis *Film* Teridentifikasi pada Sampel Pasir Pantai Pamayangsari
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.2.1.1.5. *Foam*

Foam adalah mikroplastik jenis sekunder yang berasal dari pecahan dari objek plastik dengan ukuran lebih besar seperti kemasan makanan atau minuman berbahan dasar *styrofoam*. *Foam* memiliki kecenderungan morfologi mirip dengan bahan pecahan aslinya. Warna dari *foam* berwarna putih hingga kekuningan (Kovač Viršek et al., 2016).

Jenis *foam* menjadi jenis paling sedikit ditemukan pada seluruh sampel uji. Salah satu jenis *foam* yang berhasil diidentifikasi pada sampel air laut Pamayangsari. Diketahui ukuran luas dan keliling sampel setelah diukur menggunakan aplikasi Image Raster adalah 57377,17 μm^2 untuk luas dan 913,67 μm untuk keliling. Hasil pengukuran dan pemantauan mikroplastik jenis *foam* disajikan pada Gambar 4. 11 berikut.



Gambar 4. 11 Ukuran Mikroplastik Jenis *Foam* Teridentifikasi pada Sampel Air Laut Pamayangsari
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.2.1.1.6. Sumber dan Degradasi Mikroplastik

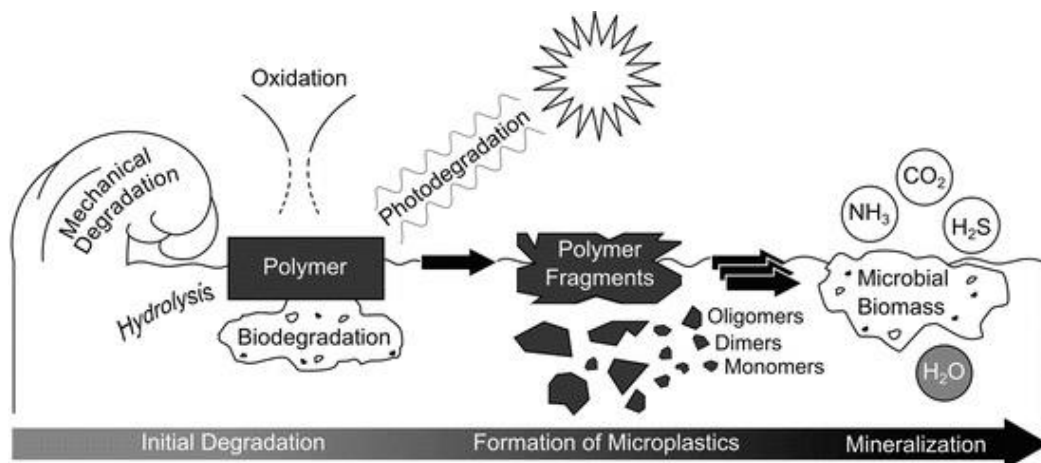
Mikroplastik secara sumber dapat dibedakan menjadi mikroplastik primer dan sekunder. *Pellet* merupakan salah satu mikroplastik primer yang diproduksi dalam ukuran mikro, sementara empat jenis lain merupakan jenis sekunder yang berasal dari pecahan plastik ukuran lebih besar. Setiap lokasi memiliki sumber mikroplastik yang berbeda. Daerah Pantai Karapyak dan Palataran Agung terindikasi memiliki sumber sampah dari kegiatan pembuangan limbah domestik dan limbah cucian dari aktivitas masyarakat dan kegiatan pariwisata, serta kegiatan pertanian yang mendominasi di sepanjang aliran sungai yang bermuara di daerah Palataran Agung. Hal yang sama terjadi pada daerah Bojongsalawe yang diindikasikan mikroplastik berasal dari kegiatan domestik pemukiman masyarakat, aktivitas wisata, keberadaan TPI, nelayan, dan keberadaan lahan pertanian. Sementara pada daerah Pamayangsari sumber mikroplastik diindikasikan berasal dari kegiatan aktivitas wisata, TPI, nelayan, sementara pada hulu sungai tidak ditemui lahan pertanian maupun pemukiman masyarakat. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Wagner (2017) yang menyatakan bahwa mikroplastik bersumber dari sumber yang bervariasi yaitu buangan IPAL, pencucian baju atau kegiatan laundry, bahan dasar kosmetik, penggunaan *biosolid* pada pertanian, kegiatan industri, dan perpindahan mikroplastik melalui udara/terbawa angin melalui atmosfer.

Mikroplastik yang dibuang atau berada di lingkungan dapat menyebabkan ancaman bagi ekosistem maupun lingkungan itu sendiri akibat jumlah yang tidak dapat terkontrol. Proses degradasi material plastik bergantung pada kondisi alam, mulai dari faktor abiotik (matahari, suhu, kelembaban) hingga asimilasi dari mikroorganisme (bakteri dan fungi). Sehingga proses degradasi dapat dibedakan menjadi proses abiotik dan biotik. Proses abiotik antara lain adalah suhu, sinar UV, angin, dan gelombang laut. Sementara pada biotik disebabkan oleh mikroorganisme yang memodifikasi dan mengonsumsi polimer dengan mengganti susunannya.

Plastik pada dasarnya merupakan bahan yang tidak terbiodegradasi. Radiasi sinar UV menjadi poin utama dalam degradasi mikroplastik di lingkungan, hal ini disebabkan mikroplastik mengapung pada permukaan pasir maupun air. Akibat sinar UV struktur plastik dapat melemah dan menyebabkan faktor lain dapat mendegradasi plastik seperti angin, gelombang, suhu, dan lainnya. Proses degradasi abiotik dapat dibagi menjadi termal, mekanikal, dan degradasi kimiawi (foto-degradasi, termo-oksidasi, dan foto-oksidasi) (Olievera, 2020).

Masih berdasarkan penelitian yang sama, Termal degradasi erat kaitannya dengan suhu tinggi yang melebihi dari titik tertinggi dari struktur polimer penyusun plastik, hal ini dapat menyebabkan perubahan struktur kimia pada polimer. Termo-oksidasi berhubungan dengan cahaya, panas, kimia, yang dapat menyebabkan eliminasi pada struktur penyusun polimer yang bereaksi dengan oksigen. Foto-degradasi berkaitan erat dengan modifikasi material terdekomposisi dari radiasi. Proses ini merubah permukaan dari material mikroplastik.

Sementara pada biodegradasi, berhubungan erat dengan aktivitas enzim mikroba. Biodegradasi mengubah senyawa organik menjadi lebih sederhana. Sub produk dari hal ini karbon dioksida, metana, dan sel mikroba yang dihasilkan. Dua jenis mikroba, bakteri dan fungi merupakan jenis mikroorganisme yang berperan dalam proses biodegradasi polimer sintetis. Proses degradasi mikroplastik pada lingkungan disajikan pada gambar berikut.



Gambar 4. 12 Proses Degradasi Mikroplastik di Lingkungan

4.2.1.2. Keberadaan Mikroplastik Berdasarkan Lokasi

Berdasarkan hasil pengamatan mikroplastik pada sampel uji mikroplastik. Selanjutnya dilakukan identifikasi kecenderungan jenis mikroplastik di setiap lokasi penelitian. Penjelasan lebih detail dijelaskan sebagai berikut.

4.2.1.2.1. Pantai Karapyak dan Muara Palataran Agung

Sampel mikroplastik pada lokasi Pantai Karapyak dan Muara Palataran Agung terdiri atas sampel air laut, air muara, pasir pantai, dan sedimen muara. Sampel pasir pantai diambil di Pantai Karapyak, sementara sampel air laut, air muara, dan sedimen muara diambil di lokasi Muara Palataran Agung.

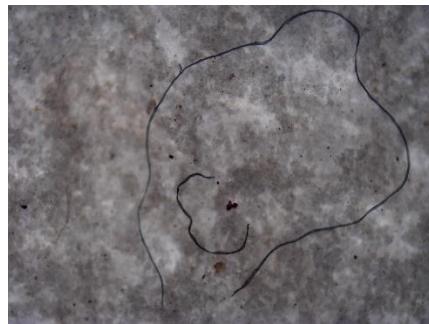
Berdasarkan hasil identifikasi dan pengamatan yang dilakukan pada seluruh titik pengamatan Pantai Karapyak dan Muara Palataran Agung ditemukan 5 jenis mikroplastik. Pada sampel air muara, sedimen, dan pasir pantai ditemukan keberadaan mikroplastik jenis *pellet*, *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam*. Sementara pada sampel air laut ditemukan jenis *fragment*, *fiber*, dan *film*. Kemudian pada sampel kontrol pasir pantai ditemukan 4 jenis mikroplastik berupa *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam*. Jenis mikroplastik ini diperkirakan berasal dari *anthropogenic* atau aktivitas manusia yang menimbulkan polutan pada lingkungan. Hal ini didukung dengan kondisi lokasi penelitian yang merupakan daerah wisata bahari pada Pantai Karapyak dan tempat pemberhentian kapal nelayan, TPI, serta pada hulu terdapat pemukiman dan lahan pertanian milik masyarakat sepanjang aliran sungai hulu Palataran Agung. Hasil pengamatan jenis mikroplastik dan persentase keberadaan mikroplastik di lokasi ini disajikan pada Gambar 4. 13 dan Gambar 4. 14 berikut.



(a) *pellet*



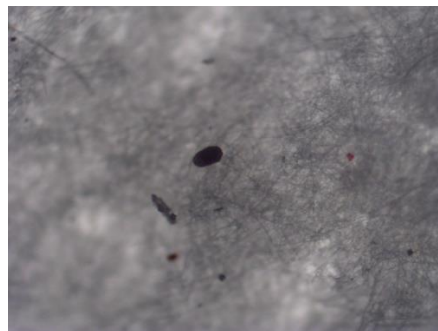
(b) *fragment*



(c) *Fiber*

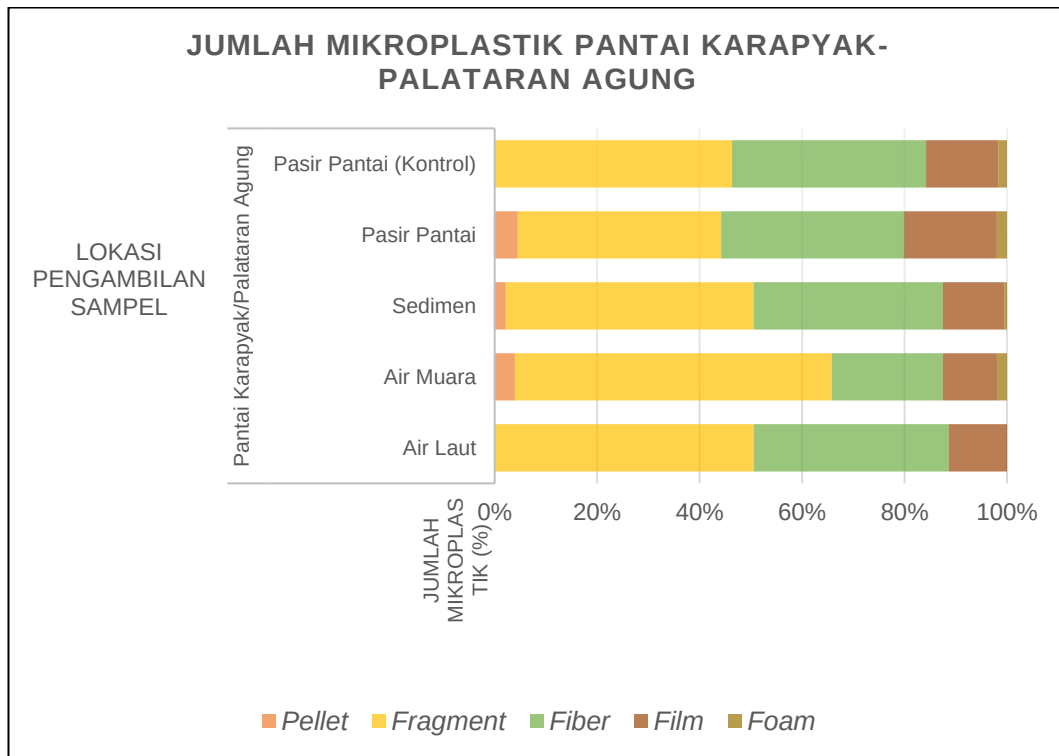


(d) *Film*



(e) *Foam*

Gambar 4. 13 Hasil Pengamatan Jenis Sampel Mikroplastik Pantai Karapyak dan Muara Palataran Agung
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

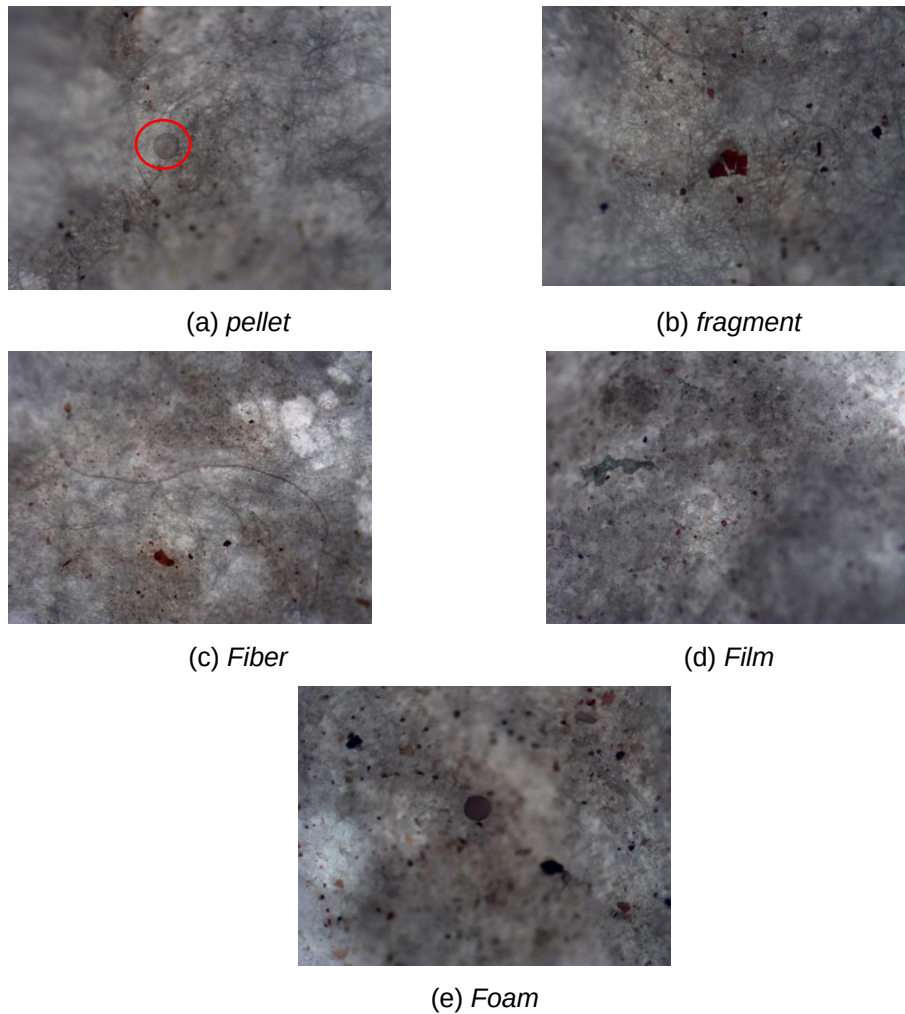


Gambar 4. 14 Persentase Keberadaan Mikroplastik di Pantai Karapyak dan Palataran Agung

4.2.1.2.2. Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

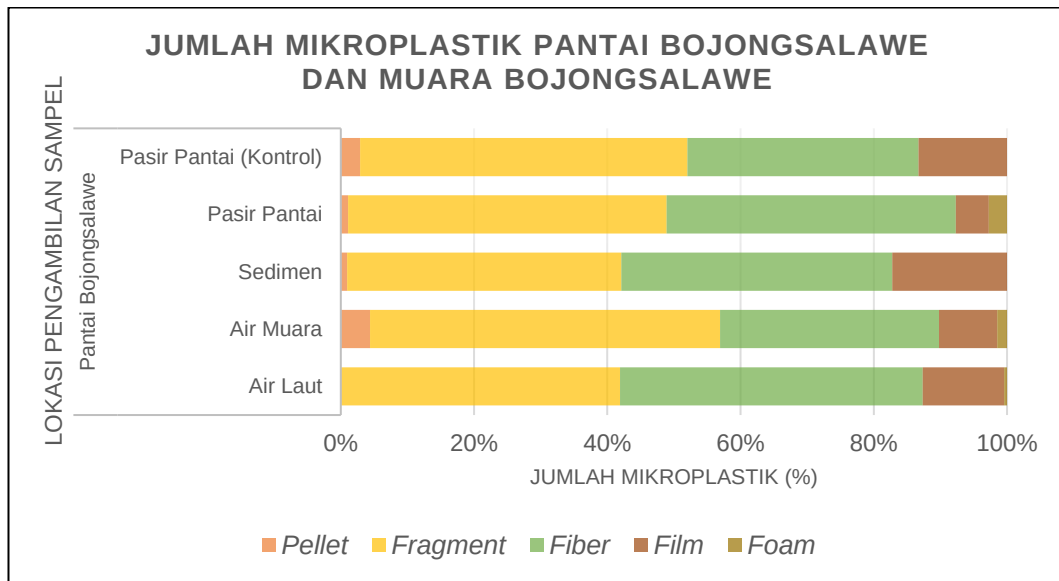
Sampel mikroplastik pada lokasi penelitian Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe terdiri dari sampel air laut dan pasir pantai yang diambil di Pantai Bojongsalawe, dan sampel air muara dan sedimen diambil di Muara Bojongsalawe. Hasil dari pengamatan sampel mikroplastik yang diuji, ditemukan 5 jenis mikroplastik jenis *pellet*, *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam* pada sampel air muara, sedimen, dan pasir pantai. Sementara pada sampel air laut, ditemukan 4 jenis mikroplastik yaitu *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam*. Pada sampel pasir kontrol ditemukan 4 jenis mikroplastik berupa *pellet*, *fragment*, *fiber*, dan *film*. Jenis mikroplastik yang ditemukan diindikasikan berasal dari kegiatan manusia di sekitar lokasi pengambilan sampel uji. Hal ini diperkuat dengan kondisi lokasi pengambilan sampel yang dipenuhi dengan kegiatan manusia yaitu adanya pemukiman di sekitar bibir pantai dan muara, wisata kuliner dan bahari di sepanjang bibir pantai, tempat pemberhentian kapal nelayan setempat, dan aktivitas TPI Bojongsalawe.

Hasil pengamatan sampel mikroplastik disajikan pada gambar Gambar 4. 15 dan Gambar 4. 16 berikut.



Gambar 4. 15 Hasil Pengamatan Jenis Sampel Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 4. 16 Persentase Keberadaan Mikroplastik di Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

4.2.1.2.3. Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

Pengambilan sampel pada Pantai Pamayangsari berupa sampel pasir dan air laut, sementara pada Muara Cidadap dilakukan pengambilan sampel air muara dan sedimen. Berdasarkan hasil pengamatan dan pengujian sampel mikroplastik. Titik pengambilan sampel kontrol pasir ditemukan 5 jenis mikroplastik berupa *pellet*, *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam*. Kemudian pada titik pengambilan sedimen, air muara, dan sedimen ditemukan 4 jenis mikroplastik jenis *pellet*, *fragment*, *fiber*, dan *film*. Sementara pada titik pengambilan sampel air laut dan pasir pantai ditemukan 4 jenis mikroplastik yaitu *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam*. Jenis mikroplastik ini diindikasikan berasal dari kegiatan manusia di sekitar lokasi pengambilan sampel, dimana didominasi oleh kegiatan nelayan termasuk pelabuhan kapal nelayan, kegiatan masyarakat sekitar, dan kegiatan niaga dan warung di sepanjang bibir pantai yang berbatasan langsung dengan Jalan Lintas Pantai Selatan. Hasil pemantauan sampel uji disajikan pada Gambar 4. 17 dan Gambar 4. 18 berikut.



(a) *pellet*



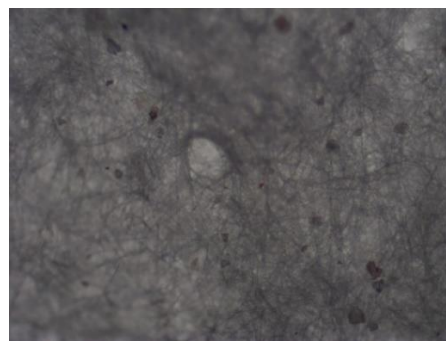
(b) *fragment*



(c) *Fiber*

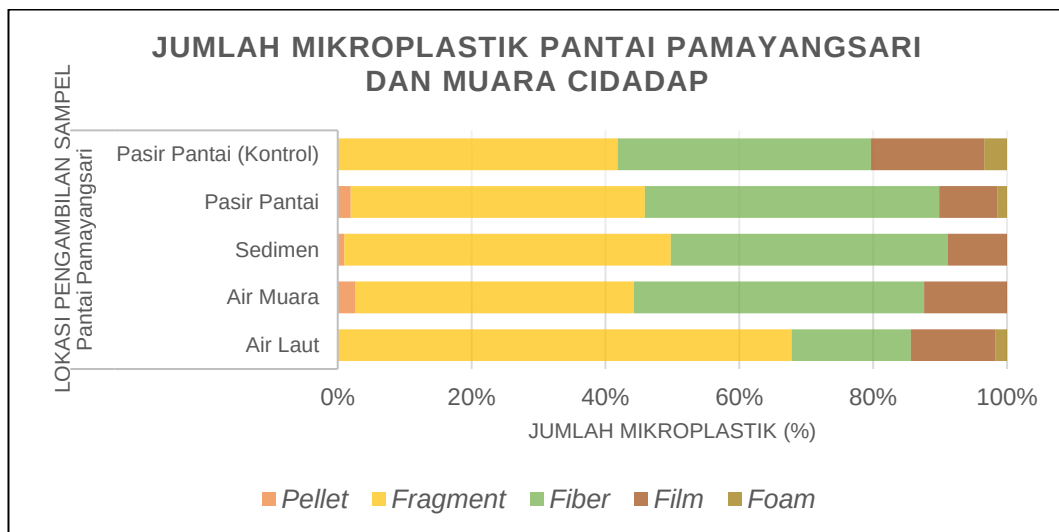


(d) *Film*



(e) *Foam*

Gambar 4. 17 Hasil Pengamatan Jenis Sampel Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)



Gambar 4. 18 Persentase Keberadaan Mikroplastik di Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

4.2.2. Identifikasi Jumlah Mikroplastik

Proses pengamatan dan penghitungan jumlah mikroplastik yang terdapat pada sampel uji dilakukan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10 kali dan 4 kali untuk jenis tertentu. Proses perhitungan jumlah mikroplastik dilakukan dengan membagi sampel pada kertas whattman menjadi 4 bagian kuadran untuk memudahkan proses perhitungan. Perbandingan jumlah mikroplastik pada seluruh lokasi penelitian dan jenis mikroplastik disajikan pada tabel dan gambar berikut.

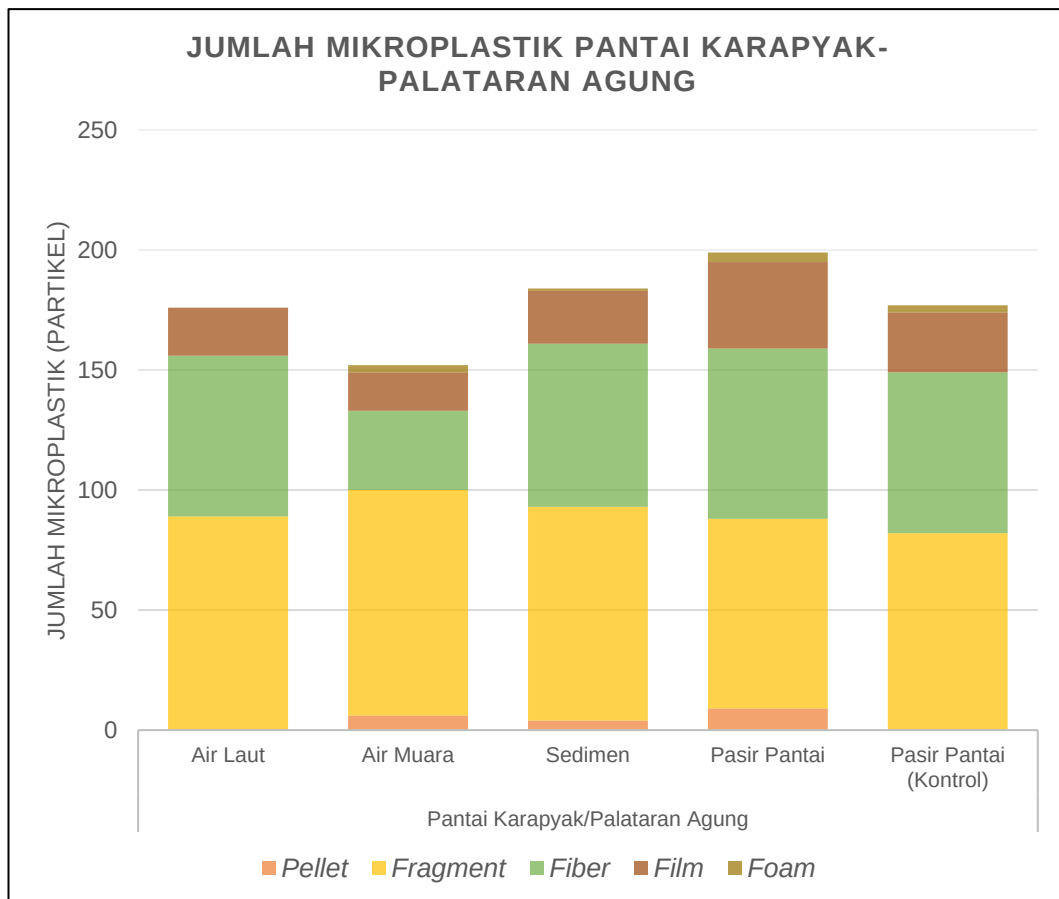
4.2.2.1. Jumlah Mikroplastik Lokasi Pantai Karapyak dan Palataran Agung

Jumlah mikroplastik yang teridentifikasi pada lokasi Pantai Karapyak dan Palataran Agung ditemukan kelimpahan mikroplastik sebesar 176 mikroplastik per-200 mL sampel air laut, 152 per-100 mL sampel air muara, 184 per-100 gram sampel sedimen, 199 per-100 gram sampel pasir pantai, dan 177 per-100 gram sampel kontrol pasir pantai. Total keseluruhan jumlah mikroplastik yang ditemukan pada titik pengamatan Pantai Karapyak-Palataran Agung adalah 888 mikroplastik yang terdiri dari 5 jenis mikroplastik. Kelimpahan mikroplastik ditemukan paling banyak pada sampel jenis pasir pantai di Pantai Karapyak. Hal ini didukung dengan

kondisi pasir pantai pada lokasi penelitian terdapat beberapa tumpukkan sampah dari aktivitas pariwisata dan kegiatan usaha warung milik masyarakat setempat. Hasil pengamatan disajikan pada tabel Tabel 4. 6 dan Gambar 4. 19 berikut.

Tabel 4. 6 Hasil Perhitungan Jumlah Mikroplastik Pantai Karapyak-Palataran Agung

No	Kode Sampel	<i>Pellet</i>	<i>Fragment</i>	<i>Fiber</i>	<i>Film</i>	<i>Foam</i>	Total
1	Air Laut Palataran Agung		89	67	20		176
2	Air Muara Palataran Agung	6	94	33	16	3	152
3	Sedimen Palataran Agung	4	89	68	22	1	184
4	Pasir Pantai Karapyak	9	79	71	36	4	199
5	Pasir Pantai Karapyak (Kontrol)		82	67	25	3	177



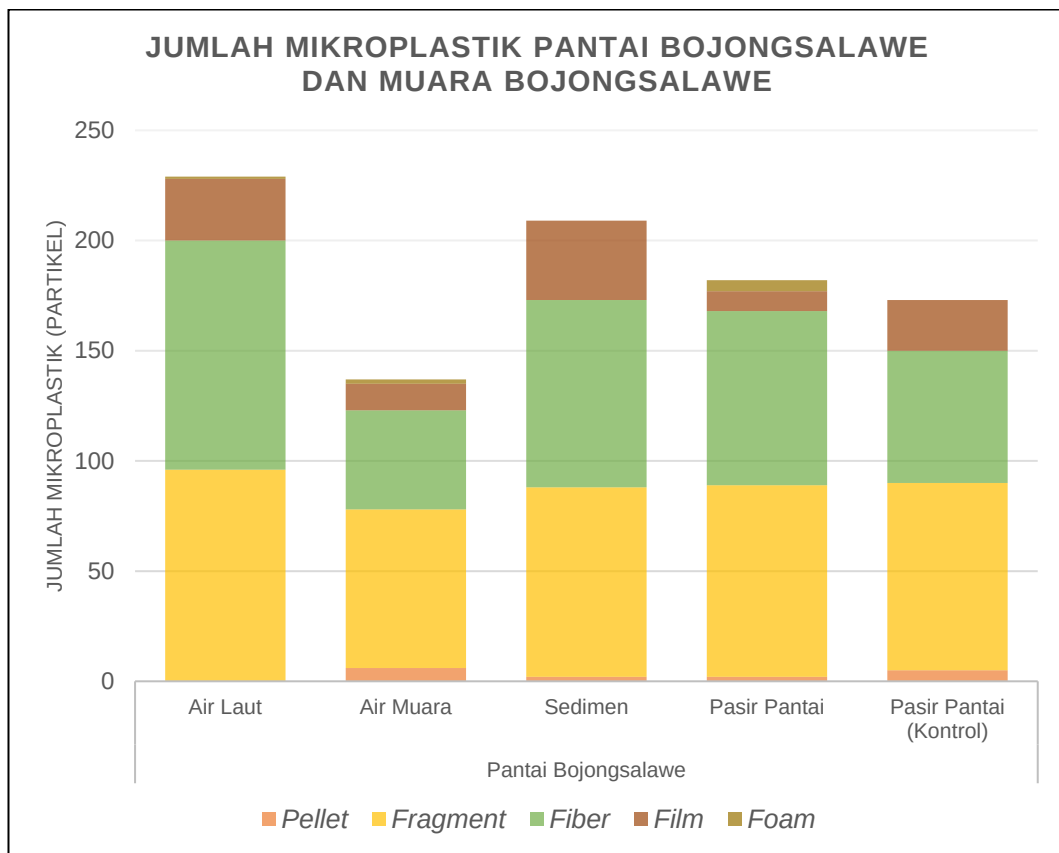
Gambar 4. 19 Persentase Jumlah Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung
(Sumber: Olah Data Pribadi)

4.2.2.2. Jumlah Mikroplastik Lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

Lokasi kedua di Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe ditemukan keberadaan mikroplastik sebanyak 229 per-200 mL sampel air laut, 137 per-100 mL sampel air muara, 209 per-100 gram sampel sedimen, 182 per-100 gram sampel pasir pantai, dan 173 per-100 gram sampel kontrol pasir pantai. Ditemukan total 930 mikroplastik pada lokasi sampel ini dengan 5 jenis mikroplastik berhasil teridentifikasi. Angka mikroplastik tertinggi ditemukan pada sampel jenis air laut. Hal ini diperkirakan berasal dari aktivitas wisata, pemukiman warga, penangkapan ikan, TPI, kegiatan usaha warung, yang seluruh kegiatannya berada di area bibir Pantai Bojongsalawe. Hasil pengamatan jumlah mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe disajikan pada Tabel 4. 7 dan Gambar 4. 20 berikut.

Tabel 4. 7 Hasil Perhitungan Jumlah Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

No	Kode Sampel	Pellet	Fragment	Fiber	Film	Foam	Total
1	Air Laut Bojongsalawe		96	104	28	1	229
2	Air Muara Bojongsalawe	6	72	45	12	2	137
3	Sedimen Bojongsalawe	2	86	85	36		209
4	Pasir Pantai Bojongsalawe	2	87	79	9	5	182
5	Pasir Pantai Bojongsalawe (Kontrol)	5	85	60	23		173



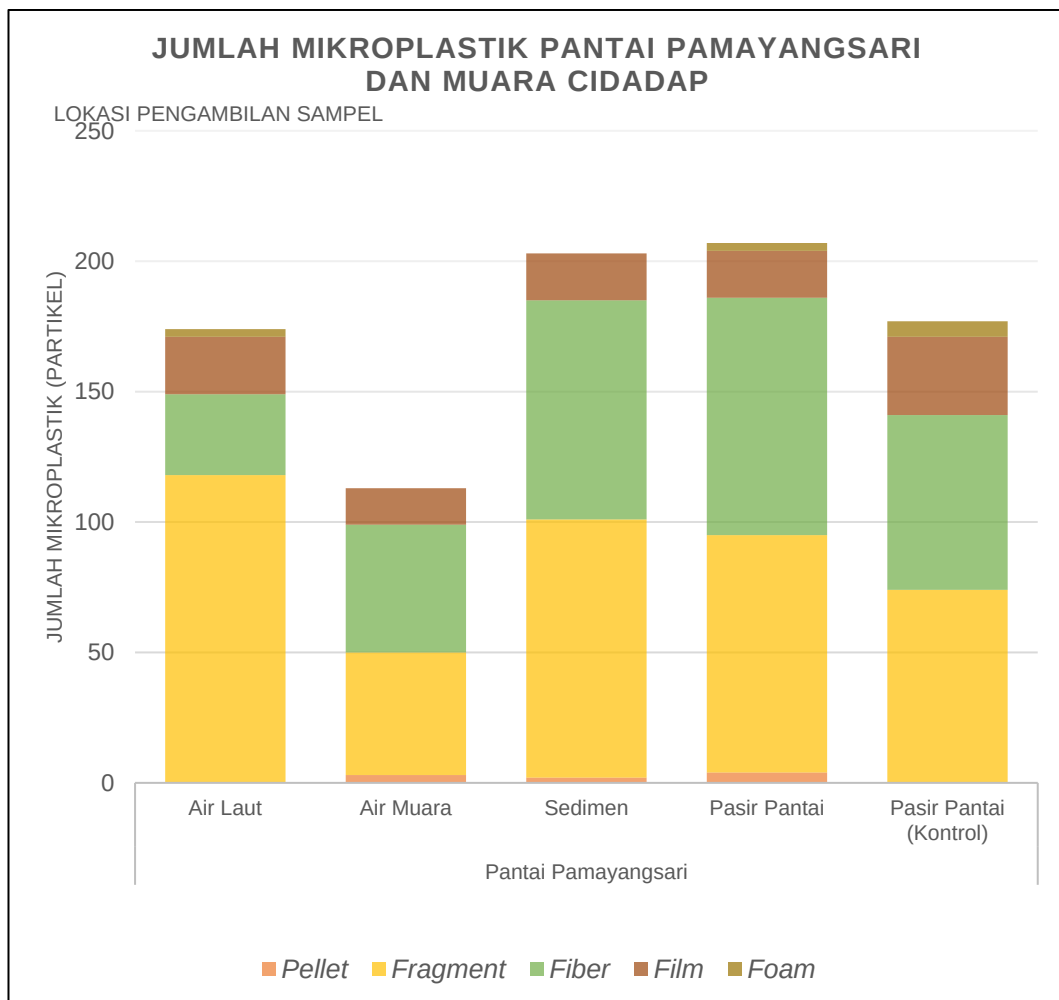
Gambar 4. 20 Persentase Hasil Perhitungan Jumlah Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

4.2.2.3. Jumlah Mikroplastik Lokasi Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

Titik penelitian ketiga Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap teridentifikasi keberadaan mikroplastiknya sebanyak 174 per-200 mL sampel air laut, 113 per-100 mL sampel air muara, 203 per-100 gram sampel sedimen, 207 per-100 gram sampel pasir pantai, dan 177 per-100 gram sampel kontrol pasir pantai. Total keseluruhan partikel mikroplastik yang ditemukan pada lokasi Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap adalah 874 partikel mikroplastik. Jenis sampel dengan kelimpahan mikroplastik ditemukan pada jenis sampel pasir Pantai Pamayangsari. Hal ini diperkirakan akibat aktivitas usaha/warung milik masyarakat sekitar, ditambah adanya aktivitas TPI dan tempat pemberhentian kapal milik nelayan. Hasil analisa disajikan pada Tabel 4. 8 dan Gambar 4. 21 berikut.

Tabel 4. 8 Hasil Perhitungan Jumlah Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

No	Kode Sampel	Pellet	Fragment	Fiber	Film	Foam	Total
11	Air Laut Pamayangsari		118	31	22	3	174
12	Air Muara Pamayangsari	3	47	49	14		113
13	Sedimen Pamayangsari	2	99	84	18		203
14	Pasir Pantai Pamayangsari	4	91	91	18	3	207
15	Pasir Pantai Pamayangsari (Kontrol)		74	67	30	6	177



Gambar 4. 21 Persentase Jumlah Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap
(Sumber: Dokumentasi Pribadi)

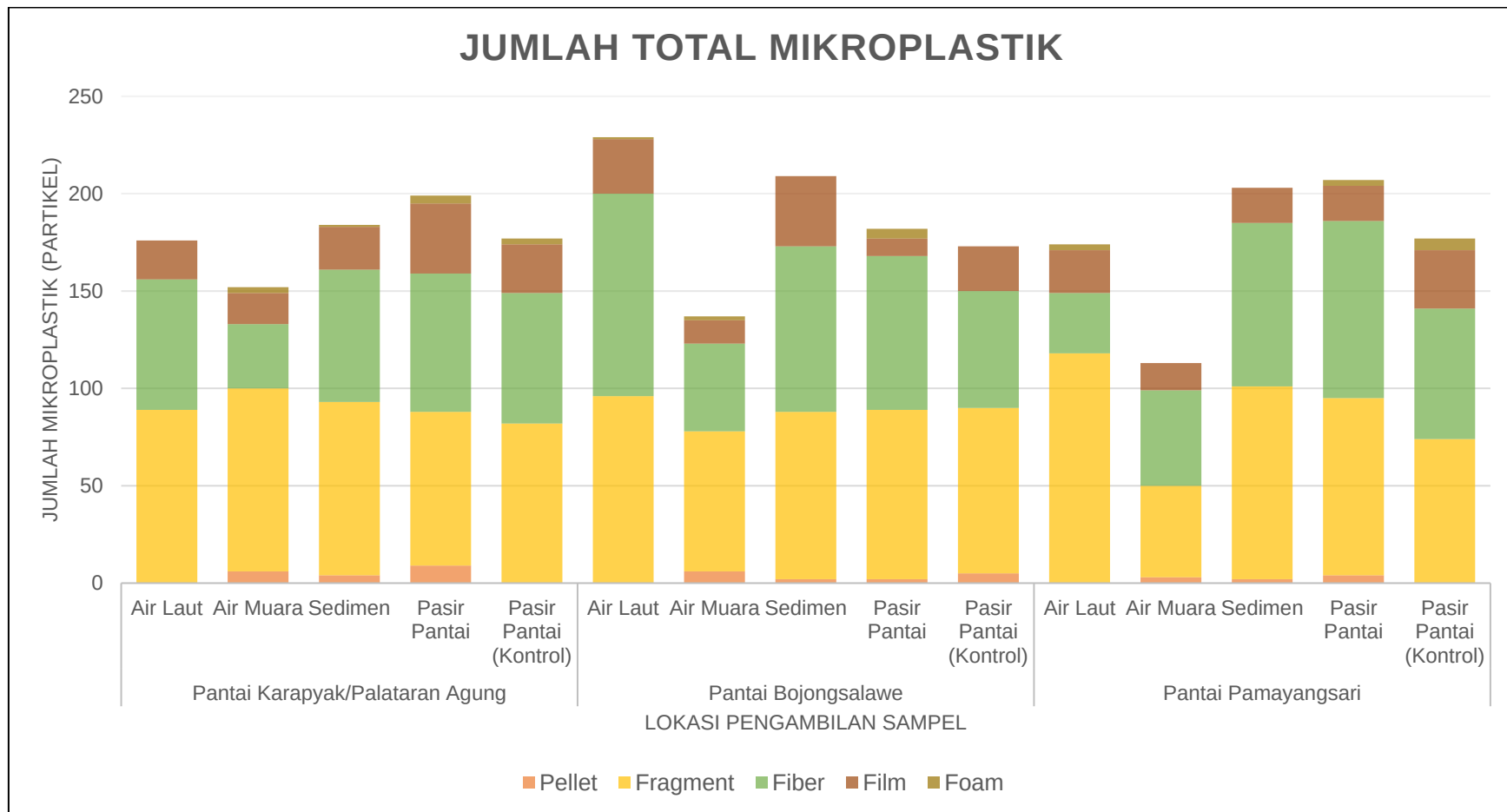
4.2.2.4. Jumlah Total Mikroplastik

Berdasarkan hasil pemantauan dan penghitungan sampel uji mikroplastik pada seluruh lokasi pemantauan, ditemukan persentase dan jumlah mikroplastik yang ditemukan secara keseluruhan. Pengelompokan perhitungan mikroplastik dilakukan berdasarkan jenis mikroplastik yang ditemukan. Selanjutnya jumlah total mikroplastik didapat melalui penambahan keseluruhan jumlah mikroplastik yang ditemukan pada sampel air laut, air muara, pasir pantai, dan sedimen. Total keseluruhan mikroplastik yang teridentifikasi adalah sebesar 2692 partikel mikroplastik. Jenis mikroplastik paling banyak ditemukan adalah jenis *fragment* dan *fiber* dengan total masing-masing 1288 dan 1001. Keberadaan *fragment* dan *fiber* yang cukup masif dapat terpengaruhi oleh beberapa hal, seperti kegiatan *anthropogenic* (Kapo, 2020), tingginya tingkat penangkapan ikan (Yona, 2020), dan degradasi dari bahan dasar alat penangkapan ikan milik nelayan (Mauludy, 2019). Hal yang sama terjadi pada jenis *fragment* yang berasal dari pecahan/degradasi objek berbahan dasar plastik.

Secara keseluruhan kelimpahan mikroplastik paling tinggi ditemukan pada lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe. Temuan ini diindikasikan akibat padatnya aktivitas masyarakat di sekitar bibir pantai dan tepian muara seperti aktivitas nelayan, wisata bahari, lingkungan pemukiman masyarakat, dan aktivitas TPI. Selain berasal dari kegiatan masyarakat, sumber timbunan mikroplastik diperkirakan berasal dari deburan ombak yang membawa *marine debris* (sampah laut). Hasil perhitungan keseluruhan jumlah mikroplastik disajikan pada Tabel 4. 9 dan Gambar 4. 22 berikut.

Tabel 4. 9 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Lokasi Pengambilan Sampel dan Jenis Mikroplastik

No	Kode Sampel	<i>Pellet</i>	<i>Fragment</i>	<i>Fiber</i>	<i>Film</i>	<i>Foam</i>	Total
1	Air Laut Palataran Agung		89	67	20		176
2	Air Muara Palataran Agung	6	94	33	16	3	152
3	Sedimen Palataran Agung	4	89	68	22	1	184
4	Pasir Pantai Karapyak	9	79	71	36	4	199
5	Pasir Pantai Karapyak (Kontrol)		82	67	25	3	177
6	Air Laut Bojongsalawe		96	104	28	1	229
7	Air Muara Bojongsalawe	6	72	45	12	2	137
8	Sedimen Bojongsalawe	2	86	85	36		209
9	Pasir Pantai Bojongsalawe	2	87	79	9	5	182
10	Pasir Pantai Bojongsalawe (Kontrol)	5	85	60	23		173
11	Air Laut Pamayangsari		118	31	22	3	174
12	Air Muara Pamayangsari	3	47	49	14		113
13	Sedimen Pamayangsari	2	99	84	18		203
14	Pasir Pantai Pamayangsari	4	91	91	18	3	207
15	Pasir Pantai Pamayangsari (Kontrol)		74	67	30	6	177
Total		43	1288	1001	329	31	



Gambar 4. 22 Perbandingan Total Jumlah Total Mikroplastik pada Seluruh Titik Lokasi Sampel

(Sumber: Olah Data Pribadi)

4.2.3. Identifikasi Variasi Warna Mikroplastik

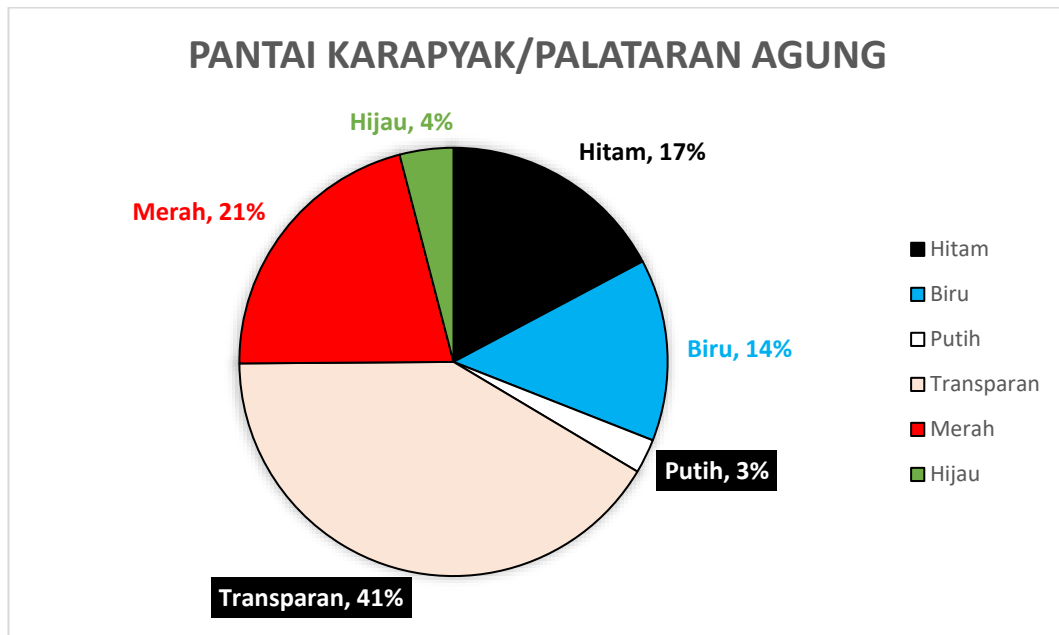
Pengklasifikasian mikroplastik dapat dilakukan berdasarkan warna dari partikel mikroplastik tersebut. Proses identifikasi ini dilakukan menggunakan mikroskop perbesaran 10 kali dan 4 kali sesuai dengan jenis sampel. Warna mikroplastik dipengaruhi oleh berbagai variabel. Mikroplastik sekunder yang merupakan pecahan dari objek plastik yang lebih besar (Frias, 2018). Warna dasar dari objek tersebut mengalami proses pemudaran (Lestari, 2020) yang menyebabkan warna mikroplastik menjadi beragam. Proses pemudaran dipengaruhi oleh proses biodegradasi, termodegradasi, fotolisis, dan sebagainya (Zhao et al., 2015). Hasil klasifikasi mikroplastik berdasarkan warna disajikan sebagai berikut.

4.2.3.1. Identifikasi Warna Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung

Lokasi penelitian Pantai Karapyak dan Palataran Agung ditemukan 6 jenis warna yang berhasil diidentifikasi. Warna yang teridentifikasi adalah hitam, biru, putih, transparan, merah, dan hijau. Hasil pengamatan disajikan pada Tabel 4. 10 dan Gambar 4. 23 berikut.

Tabel 4. 10 Hasil Pengamatan Warna Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung

No	Kode Sampel	Hitam	Biru	Putih	Trans- paran	Merah	Hijau	Total
1	Air Laut Palataran Agung	19	32		82	35	8	176
2	Air Muara Palataran Agung	19	16	12	53	52		152
3	Sedimen Palataran Agung	61	20	1	74	26	2	184
4	Pasir Pantai Karapyak	21	26	7	85	47	13	199
5	Pasir Pantai Karapyak (Kontrol)	33	28	3	73	27	13	177
Total		153	122	23	367	187	36	



Gambar 4. 23 Hasil Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung
(Sumber: Olah Data Pribadi)

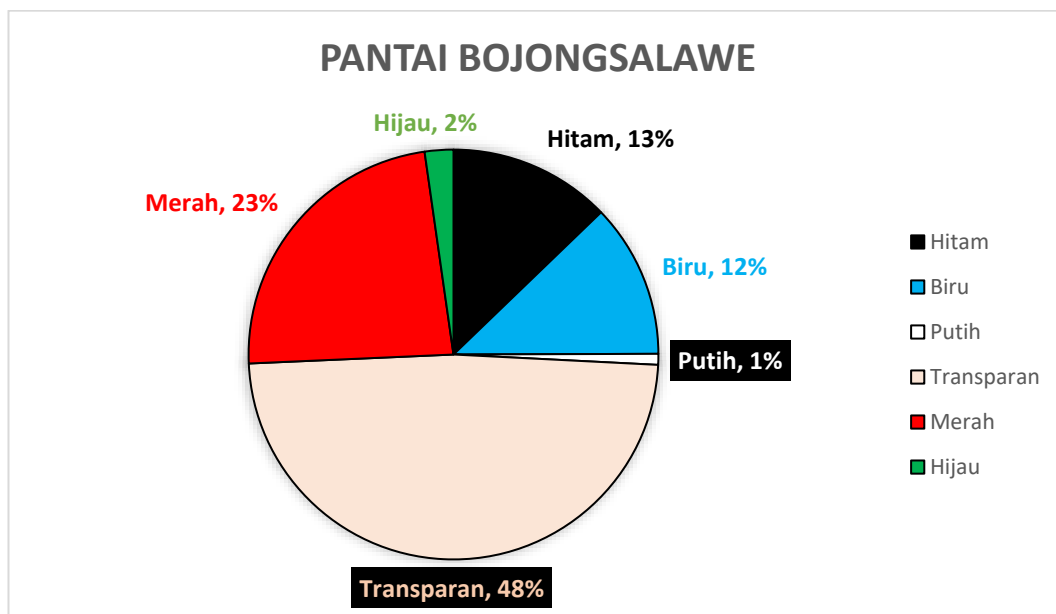
Hasil pengamatan pada lokasi Pantai Karapyak dan Palataran Agung ditemukan bahwa warna transparan mendominasi dengan persentase 41% dari total jumlah sampel di Pantai Karapyak dan palataran Agung. Selanjutnya diikuti oleh warna merah dengan 21%, hitam 17%, dan biru 14 %. Sementara persentase paling sedikit didapatkan adalah mikroplastik warna hijau dan putih dengan masing-masing persentase 4% dan 3%.

4.2.3.2. Identifikasi Warna Mikroplastik Lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

Sama seperti lokasi sebelumnya, pada lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe ditemukan 6 jenis warna mikroplastik. Adapun secara rinci disajikan pada Tabel 4. 11 dan Gambar 4. 24 berikut.

Tabel 4. 11 Hasil Pengamatan Warna Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

No	Kode Sampel	Hitam	Biru	Putih	Trans- paran	Merah	Hijau	Total
1	Air Laut Bojongsalawe	20	45	1	137	26		229
2	Air Muara Bojongsalawe	21	6	2	51	57		137
3	Sedimen Bojongsalawe	35	19		67	84	4	209
4	Pasir Pantai Bojongsalawe	33	25	5	95	20	4	182
5	Pasir Pantai Bojongsalawe (Kontrol)	10	18		101	31	13	173
Total		119	113	8	451	218	21	



Gambar 4. 24 Hasil Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe
(Sumber: Olah Data Pribadi)

Berdasarkan hasil pengamatan pada lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe ditemukan bahwa warna mikroplastik didominasi oleh warna transparan 48% dari total partikel mikroplastik yang ditemukan pada lokasi ini. Diikuti dengan warna merah

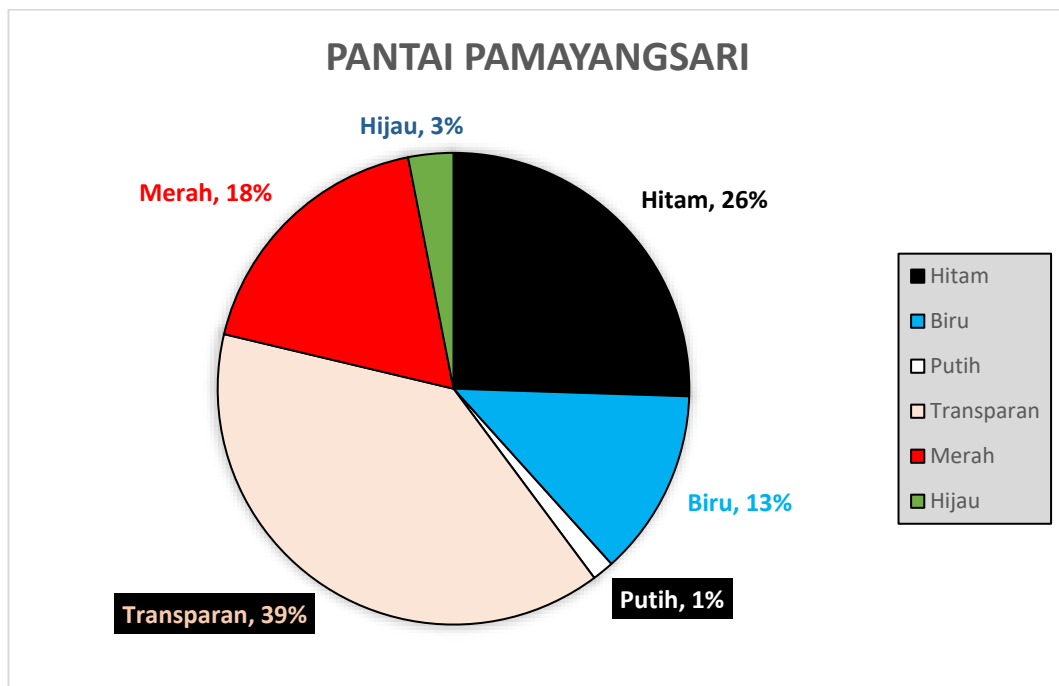
dengan 23%, hitam 13%, biru 12%. Sedangkan untuk persentase paling sedikit ditemukan adalah warna hijau dan putih dengan masing-masing persentase 2% dan 1%.

4.2.3.3. Identifikasi Warna Mikroplastik Lokasi Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

Sampel pada lokasi Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap teridentifikasi keberadaan 6 warna mikroplastik. Warna yang berhasil teridentifikasi adalah hitam, biru, putih, transparan, merah, dan hijau. Hasil pengamatan secara rinci ditampilkan pada Tabel 4. 12 dan Gambar 4. 25 berikut.

Tabel 4. 12 Hasil Identifikasi Warna Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

No	Kode Sampel	Hitam	Biru	Putih	Trans- paran	Merah	Hijau	Total
1	Air Laut Pamayangsari	38	14	1	83	36	2	174
2	Air Muara Pamayangsari	25	16	3	54	15		113
3	Sedimen Pamayangsari	54	24		70	48	7	203
4	Pasir Pantai Pamayangsari	60	36	3	74	30	4	207
5	Pasir Pantai Pamayangsari (Kontrol)	46	22	6	59	30	14	177
Total		223	112	13	340	159	27	



Gambar 4. 25 Hasil Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung
(Sumber: Olah Data Pribadi)

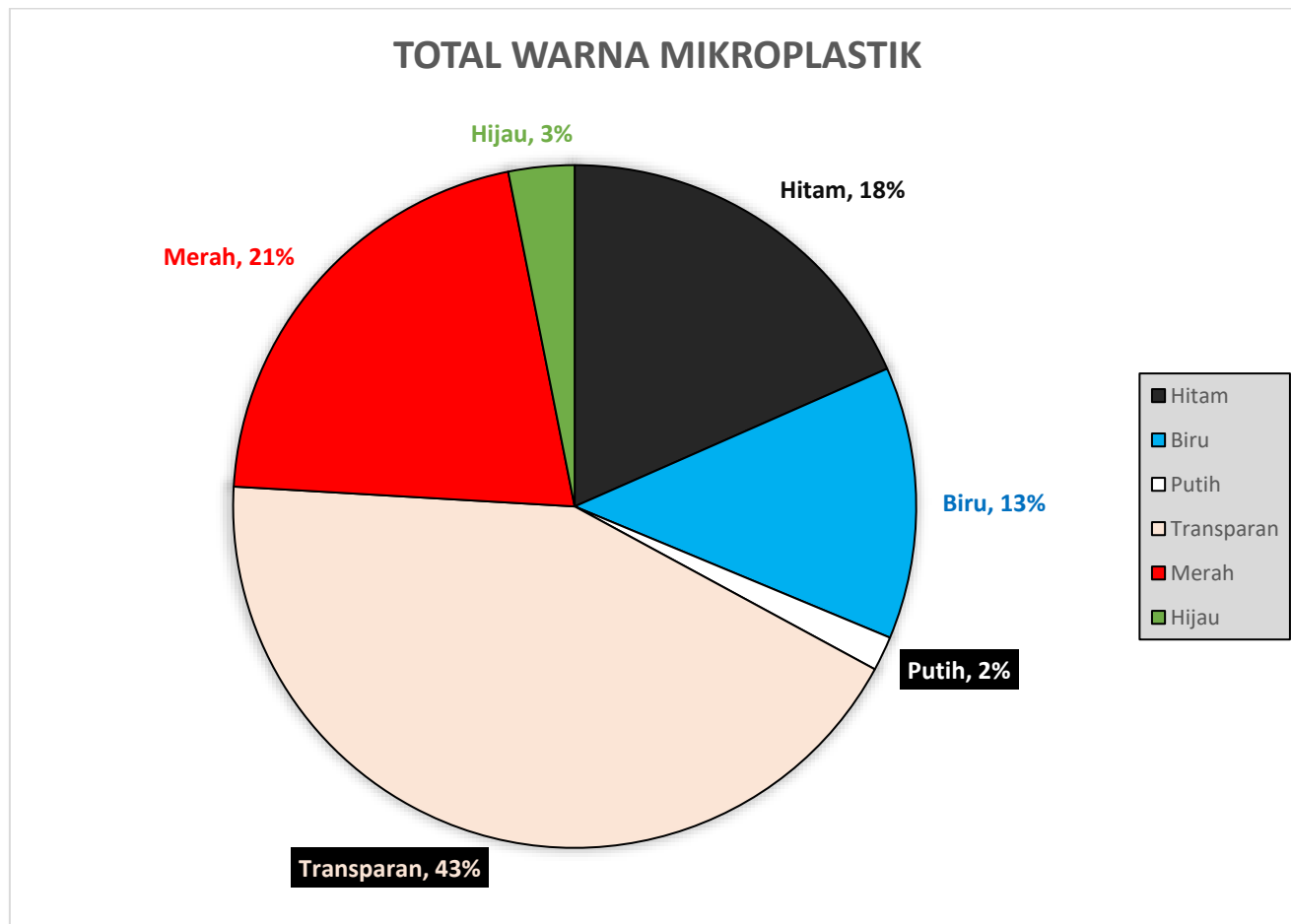
Berdasarkan hasil pengamatan yang telah dilakukan, ditemukan bahwa pada sampel Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap didominasi oleh warna transparan sebesar 39% dari jumlah partikel mikroplastik yang ditemukan di lokasi ini. Kemudian diikuti oleh warna hitam sebesar 26%, merah 18%, biru 13%. Sedangkan warna paling sedikit yang dijumpai adalah hijau dengan 3% dan putih 1%.

4.2.3.4. Identifikasi Total Warna pada Sampel Mikroplastik

Setelah dilakukan pengelompokan jenis warna mikroplastik berdasarkan lokasi pengambilan sampel, selanjutnya dilakukan pengelompokan total untuk mengetahui kecenderungan warna yang didapatkan dari seluruh sampel. Identifikasi ini dilakukan dengan menggabungkan jumlah seluruh sampel yang didapat untuk kemudian dilakukan olah data untuk mengetahui persentase masing-masing warna yang telah berhasil diidentifikasi. Hasil identifikasi keseluruhan sampel disajikan pada Tabel 4. 13 dan Gambar 4. 26 berikut.

Tabel 4. 13 Hasil Total Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik

No	Kode Sampel	Hitam	Biru	Putih	Transparan	Merah	Hijau	Total
1	Air Laut Palataran Agung	19	32		82	35	8	176
2	Air Muara Palataran Agung	19	16	12	53	52		152
3	Sedimen Palataran Agung	61	20	1	74	26	2	184
4	Pasir Pantai Karapyak	21	26	7	85	47	13	199
5	Pasir Pantai Karapyak (Kontrol)	33	28	3	73	27	13	177
6	Air Laut Bojongsalawe	20	45	1	137	26		229
7	Air Muara Bojongsalawe	21	6	2	51	57		137
8	Sedimen Bojongsalawe	35	19		67	84	4	209
9	Pasir Pantai Bojongsalawe	33	25	5	95	20	4	182
10	Pasir Pantai Bojongsalawe (Kontrol)	10	18		101	31	13	173
11	Air Laut Pamayangsari	38	14	1	83	36	2	174
12	Air Muara Pamayangsari	25	16	3	54	15		113
13	Sedimen Pamayangsari	54	24		70	48	7	203
14	Pasir Pantai Pamayangsari	60	36	3	74	30	4	207
15	Pasir Pantai Pamayangsari (Kontrol)	46	22	6	59	30	14	177
Total		495	347	44	1158	564	84	



Gambar 4. 26 Hasil Total Pengamatan Warna Sampel Mikroplastik
(Sumber: Olah Data Pribadi)

Berdasarkan hasil persentase jumlah keseluruhan mikroplastik yang berhasil diidentifikasi yaitu sebesar 2692 partikel. Selanjutnya dijumpai persentase masing-masing warna mikroplastik yang teridentifikasi. Persentase warna mikroplastik paling besar adalah warna transparan dengan persentase 43% dari total keseluruhan mikroplastik yang berhasil diidentifikasi. Kemudian diikuti oleh warna merah dengan persentase 21%, hitam dengan persentase 18%, biru dengan persentase 13%. Sementara warna paling sedikit teridentifikasi adalah hijau dengan persentase 3% dan putih sebesar 2%.

Banyak hal yang mempengaruhi pigmen warna dari hasil pemantauan mikroplastik ini. Menurut Lestari (2020) selama proses mikroplastik berada di alam, mikroplastik dapat mengalami proses pemudaran warna. Hal ini didukung oleh pernyataan Zhao *et al* (2015) yang menyatakan bahwa mikroplastik selama berada di alam akan mengalami proses biodegradasi, termodegradasi, maupun fotolisis. Hal ini dapat menjadi salah satu indikasi tingginya hasil warna transparan pada sampel mikroplastik. Selain itu bahan dasar yang sedari awal telah berwarna transparan juga dapat menjadi indikasi tingginya sumber warna transparan pada sampel uji mikroplastik.

4.3 Identifikasi Sifat Kimia Sampel Mikroplastik

Proses identifikasi sifat kimia dilakukan dengan sistem pencitraan kimia untuk mengetahui spektral dan spasial pada sampel, hal ini nantinya dapat digunakan untuk mengidentifikasi ikatan kimia yang terdapat dalam sampel mikroplastik serta pemetaan sebaran jenis mikroplastiknya (Xu, 2019). Proses identifikasi sampel mikroplastik ini menggunakan instrumen *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* atau FTIR. FTIR adalah instrumen yang menggabungkan antara spektroskopi FTIR dengan mikroskop. Penggunaan FTIR berguna dalam penggunaannya hal ini dikarenakan proses persiapan sampel tidak membutuhkan waktu lama dan dapat digunakan untuk menganalisa mikroplastik langsung pada sampel. Analisa menggunakan FTIR dapat digunakan dalam mode transmisi maupun reflektansi. Mode transmisi menghasilkan spektrum dengan kualitas baik namun membutuhkan substrat transparan inframerah. Sedangkan, mode

reflektansi mampu menganalisis cepat sampel tebal dan buram, dengan demikian sangat cocok untuk digunakan mendeteksi keberadaan mikroplastik (Tagg, 2015). Hasil pengamatan senyawa kimia mikroplastik pada sampel dijelaskan lebih rinci sebagai berikut.

4.3.1 Hasil Uji Kandungan Gugus Fungsi pada Blanko Kertas Whattman

Sebelum dilakukan identifikasi gugus fungsi pada sampel, dilakukan identifikasi kandungan gugus fungsi kimia pada blanko sampel. Adapun hasil uji pada kertas Whattman disajikan pada Tabel 4. 14 berikut.

Tabel 4. 14 Hasil Uji FTIR Kertas Whattman

Score	Library	Name	Comment
60%	11 - ATR-Inorganic2	D_Na3PO4	Na3PO4 12H2O DuraSamplIR
59%	34 - ATR-Inorganic2	D_Na6Al6Si6O24S4	Na6Al6Si6O24S4, DuraSamplIR, Pig No. B-29, Ultramarine, CAS No. 57455-37-5
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-NAPHTHYLAZ O)-2,7-NAPHTHALENEDISULFO NIC ACID DISODIUM SALT

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 C ₁₈ H ₁₄ N ₂ Na ₂ O ₇ S ₂ 3761-53-3 KBr MW: 480.43 © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J29420/ K41859
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 ₁₉ H ₁₆ N ₂ Na ₂ O ₇ S ₂ 3564-09-8 KBr MW: 494.46 © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J29421/ K41860
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 ₆ H ₁₅ NO ₅ S 10191-18-1 KBr MW: 213.25, MP: 152-154 C © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J10200/ K02406
58%	1591 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	LITHIUM CARBONATE	LITHIUM CARBONATE Li ₂ CO ₃ 554-13-2 KBr MW: 337.26, MP: 618 C © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J12694/ K15850
58%	985 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	985 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	D-FRUCTOSE 6-PHOSPHATE BARIUM SALT C ₆ H ₁₁ BaO ₉ P (H ₂ O) 6035-54-7 KBr © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J10466/ K08035

57%	36 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	4-(O-ARSONOPHENYLAZO)-3-HYDROXY-2,7-NAPHTHALENE DISULFONIC ACID DISODIUM SALT	4-(O-ARSONOPHENYLAZO)-3-HYDROXY-2,7-NAPHTHALENE DISULFONIC ACID DISODIUM SALT C ₁₆ H ₁₁ AsN ₂ Na ₂ O ₁₀ S ₂ 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)BENZENEARS ONIC ACID DISODIUM SALT
57%	850 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	BIXIN	BIXIN C ₂₅ H ₃₀ O ₄ 6983-79-5 KBr MW: 394.51 © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J05131/ K05836
57%	2297 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	PHENYL P-TOLUENESULFONATE	PHENYL P-TOLUENESULFONATE C ₁₃ H ₁₂ O ₃ S 640-60-8 KBr MW: 248.30 © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J07194/ K22941
57%	97 - T-Polymer2	T_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) Transmission(Microscope)
57%	31 - ATR-Inorganic2	D_TALC5	TALC(Polyethylene, Chlorosulfonated)
57%	48 - A_FoodAdditives2	A_Butanol-4	Butanol(Product name;1-ButanolCSales origin;Wako Pure Chemical Industries, Ltd.)@DuraSamplIR2(diamond)

57%	580 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404- 1	ADENINE SULFATE	ADENINE SULFATE C ₅ H ₅ N ₅ 1/2H ₂ O ₄ S H ₂ O 34791-69-0, 321-30-2 KBr MW: 184.17 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J01464/ K04287
57%	29 - ATR- Inorganic2	D TALC3	TALC(with Polyethylene, Chlorinated /Chlorine content 42%) DuraSamplIR-II
57%	816 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404- 1	N-(P-DIMETHYLAMINOPHENY L)-1,4-NAPHTHOQUINONE MONOIMINE	N-(P-DIMETHYLAMINOPHENY L)-1,4-NAPHTHOQUINONE MONOIMINE C ₁₈ H ₁₆ N ₂ O 132- 31-0 KBr MW: 276.34, MP: 168- 170 C © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J11187/ K05603 4- (P-DIMETHYLAMINOPHENYLI MINO)-1(4H)-NAPHTHALENON E
57%	1074 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404- 1	3,5-DIBROMO-N-(3-CHLORO- 4- HYDROXYPHENYL)-P- BENZOQ UINONE 1- MONOIMINE SODIUM SALT	3,5-DIBROMO-N-(3-CHLORO- 4- HYDROXYPHENYL)-P- BENZOQ UINONE 1- MONOIMINE SODIUM SALT C ₁₂ H ₅ Br ₂ CINNaO ₂ KBr MW: 413.43 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J05129/ K08986
57%	6631 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404- 1	CYCLOHEPTA(C)PYRAN- 3(1H) -ONE	-ONE CYCLOHEPTA(C)PYRAN-3(1H) -ONE C ₁₀ H ₈ O ₂ 57787-40-3 KBr MW: 160.17 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J30429/ K44512

57%	2712 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	PHOSPHOENOLPYRUVIC ACID MONO(CYCLOHEXYLAMMONIUM) SALT	PHOSPHOENOLPYRUVIC ACID MONO(CYCLOHEXYLAMMONIUM) SALT C ₃ H ₅ O ₆ P C ₆ H ₁₃ N, C ₉ H ₁₈ NO ₆ P 10526-80-4 KBr © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J05273/ K25829 2-(PHOSPHONOOXY)ACRYLIC ACID MONO(CYCLOHEXYLAMINE)
57%	3453 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	(4-BIPHENYLYLOXY)(PHENYLIMINO)METHYL N,N-DIMETHYLDITHIOCARBAMATE	(4-BIPHENYLYLOXY)(PHENYLIMINO)METHYL N,N-DIMETHYLDITHIOCARBAMATE C ₂₂ H ₂₀ N ₂ O ₂ S ₂ 10506-11-3 KBr MW: 392.55 © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J24114/ K30822
57%	5946 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	DL-2-INDOLINECARBOXYLIC ACID	DL-2-INDOLINECARBOXYLIC ACID C ₉ H ₉ NO ₂ 16851-56-2 KBr MW: 163.18 © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J18775/ K41966
57%	1417 - Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	POLY(N-ETHYLMETHACRYLATO-N,N-OCTYL-1-DESOXYMAL TITOL UREA);	POLY(N-ETHYLMETHACRYLATO-N,N-OCTYL-1-DESOXYMAL TITOL UREA); KBr © 2009 STJapan Inc S00279/ HS0279
57%	1545 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	SODIUM P-XYLENE-2-SULFONATE	SODIUM P-XYLENE-2-SULFONATE C ₈ H ₉ NaO ₃ S H ₂ O 827-19-0 KBr © 2011 A.I.S.T.; © 2011 STJapan Inc J12464/ K15348

57%	1123 - Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	poly[oxyoctamethyleneoxy-(hydr ogenphosphinyldene)]	poly[oxyoctamethyleneoxy-(hydr ogenphosphinyldene)] PC8H17O3MONOMER KBr highly viscous, colourless material © 2009 STJapan Inc D02477/ HM9762
57%	146 - IRs ATR Reagent2	146	Hydrazine Sulfate (NH ₂) ₂ H ₂ SO ₄ ATR/diamond molecular weight:130.13 powder
57%	2286 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	2-(2H-BENZOTRIAZOL-2-YL)-PCRESOL	2-(2H-BENZOTRIAZOL-2-YL)-PCRESOL C13H11N3O 2440-22-4 KBr MW: 225.25, MP: 125.5-129.5 C © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J07180/ K22878
57%	5052 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	3B-(6-O-(B-D-XYLOPYRANOSY L)-B-D-GLUCOPYRANOSYLOX Y)DAMMARANE-12B,20-DIOL	3B-(6-O-(B-D-XYLOPYRANOSY L)-B-D-GLUCOPYRANOSYLOX Y)DAMMARANE-12B,20-DIOL
57%	1208 - Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	1-AMINO-3-OXO-4,4-DIMETHY LDECANE-1,1-DIPHOSPHONIC ACID	1-AMINO-3-OXO-4,4-DIMETHY LDECANE-1,1-DIPHOSPHONIC ACID KBr MW: 359.3 © 2009 STJapan Inc S00070/ HS0070
57%	7503 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	B-L-ARABINOPYRANOSE	B-L-ARABINOPYRANOSE C5H10O5 7296-56-2 KBr MW: 150.13 © 2011 A.I.S.T; © 2011 STJapan Inc J31801/ K48085

4.3.2 Hasil Sifat Kimia Mikroplastik Lokasi Pantai Karapyak dan Palataran Agung

Hasil analisa 4 jenis sampel pada Pantai Karapyak dan Palataran Agung ditemukan beberapa jenis ikatan kimia yang diindikasi merupakan

ikatan senyawa mikroplastik. Hasil pengamatan gugus kimia sampel mikroplastik lebih detil disajikan pada Tabel 4. 15 berikut.

Tabel 4. 15 Hasil Identifikasi Ikatan Kimia Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
Air laut	70.0%	Polyvinylpyrrolidone (PVP)	Polivinylpyrrolidone atau PVP merupakan bahan dasar yang digunakan pada industri kosmetik dan kecantikan. Digunakan sebagai pembentuk film, penstabil emulsi, dan sebagainya. Biasanya ditemukan pada maskara, eyeliner, dan sebagainya. Selain itu PVP juga digunakan dalam larutan lensa kontak	https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/povidone
	68.8%	Polyvinyl Alcohol (PVAL)	PVAL digunakan pada berbagai jenis industri seperti tekstil, kertas, pembungkusan makanan, dikarenakan susunan kima dan bahan yang tahan terhadap panas, serta murah.	Gaaz, (2015).
Air muara	76.8%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/
	75,6%	Bemberg (Cupro)	Merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi fiber jenis cupro yang digunakan sebagai bahan dasar pakaian maupun tekstil	https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/
Pasir Homogen	72.9%	Kaolin	Kaolin digunakan pada berbagai jenis objek, seperti bahan dasar cat, karet, plastik sebagai bagian permukaan plastik, penggunaan pada <i>fiberglass</i> , dan sebagainya	Murray (2006) doi:10.1016/S1572-4352(06)02005-8

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
	61.6%	Polybutadiene	merupakan karet sintetis yang terbentuk dari polymerisasi dari monomer 1,3-butadiene. Polybutadiene digunakan sebagai bahan dasar ban, bagian elektronik, bola golf, dan sebagainya	https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polybutadiene
	62.1%	Polytetrafluoroethylene (PTFE)	biasa dikenal dengan nama dagang teflon. PTFE digunakan pada alat masak anti lengket, wadah bahan kimia, kacamata, dan pisau cukur	https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/polytetrafluoroethylene
	61.8%	Polyethylene (PE)	Merupakan jenis plastik paling umum digunakan sehari-hari, beberapa bentuk tipe dari PE adalah <i>high molecular weight polyethylene</i> , <i>ultralow molecular weight polyethylene</i> , <i>high molecular weight polyethylene</i> , HDPE, LLDPE, dan sebagainya	https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polyethylene
	61.3%	Polypropylene copolymer (PE PP)	Polypropylene copolymers digunakan pada bagian dari aplikasi pada manufaktur mobil. Pada industri otomotif biasanya senyawa ini diberi warna untuk kebutuhan kendaraan tersebut.	https://www.sciencedirect.com/topics/chemical-engineering/polypropylene
	61.1%	Ethylene Acrylic Acid (EAA)	Ethylene acrylic acid atau EAA merupakan ethyl ester dari acrylic acid. Senyawa ini tidak berwarna dengan bau yang khas. Senyawa ini biasa digunakan untuk pembuatan film, pembungkusan, pembungkusan makanan beku, lapisan film untuk agrikultural, kantung es, dan kabel	https://nsb-polymers.de/en/eaa-ethylene-acrylic-acid-copolymers/

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
	60.1%	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP)	FEP adalah termoplastik copolymer, dengan karakteristik tarikan yang sudah diturunkan dan menunjukkan kekuatan terhadap korosi, bahan kimia, dan panas. Plastik jenis ini digunakan dalam manufaktur kabel tahan panas, <i>foil</i> , sebagai bahan pelapis tangki, katup, tabung, dan lain-lain	https://www.mecadi.com/en/literature_tools/encyclopedia/categorical/Thermoplastic/Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer_FEP/
Pasir Kontrol	70.3%	Kaolin	Kaolin digunakan pada berbagai jenis objek, seperti bahan dasar cat, karet, plastik sebagai bagian permukaan plastik, penggunaan pada <i>fiberglass</i> , dan sebagainya	Murray (2006) doi:10.1016/S1572-4352(06)02005-8
	66.3%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/
	65.8%	Cotton Cellulose	cotton cellulose digunakan paling banyak pada material dasar pada produk kesehatan (jahitan, bantalan, pembalut, dan perban)	https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cellulose-cotton-fibre
	63.5%	Polyacetal (POM)	Polyacetal adalah semi-kristal termoplastik digunakan pada <i>engineering</i> untuk membuat produk dengan tingkat kedetailan tertentu. Biasanya digunakan pada otomotif, bagian dari elektrikal dan elektronik, industri, dan pengiriman obat	https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyacetal-polyoxymethylene-pom-plastic

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
Sedimen	79.3%	Kaolin	Kaolin digunakan pada berbagai jenis objek, seperti bahan dasar cat, karet, plastik sebagai bagian permukaan plastik, penggunaan pada <i>fiberglass</i> , dan sebagainya	Murray (2006) doi:10.1016/S1572-4352(06)02005-8
	66.3%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/
	64.8%	Bemberg (Cupro)	Merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi fiber jenis cupro yang digunakan sebagai bahan dasar pakaian maupun tekstil	https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/
	61.8%	Polybutadiene	merupakan karet sintetis yang terbentuk dari polymerisasi dari monomer 1,3-butadiene. Polybutadiene digunakan sebagai bahan dasar ban, bagian elektronik, bola golf, dan sebagainya	https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polybutadiene

Berdasarkan Tabel 4. 15 di atas, jenis gugus kimia yang ditemukan adalah jenis tencel, bemberg, kaolin, Polyvinylpyrrolidone (PVP), Polyvinyl Alcohol (PVAL), Polybutadiene, Polytetrafluoroethylene (PTFE), Polyethylene (PE), Polypropylene copolymer (PE PP), *cotton cellulose*, Ethylene Acrylic Acid (EAA), Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP), dan Polyacetal (POM). Hasil analisa gugus kimia yang ditemukan secara umum adalah *fiber* atau bahan dasar tekstil dan pakaian, pelapis pada mesin otomotif atau warna pada bagian otomotif, pembungkus makanan maupun pemaketan makanan beku. Hal ini berbanding lurus dengan ditemukan mikroplastik jenis *pellet*, *fiber*, *fragment*, *film*, dan *foam* yang mendominasi pada sampel ini.

4.3.3 Hasil Sifat Kimia Mikroplastik Lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

Beberapa jenis ikatan kimia yang terindikasi sebagai ikatan mikroplastik ditemukan pada sampel di lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe. Hasil pengamatan ikatan kimia menggunakan FTIR disajikan pada Tabel 4. 16 berikut.

Tabel 4. 16 Hasil Identifikasi Ikatan Kimia Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
Air Laut	72.0%	Bemberg (Cupro)	Merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi fiber jenis cupro yang digunakan sebagai bahan dasar pakaian maupun tekstil	https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/
	71.7%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/
Air Muara	78.4%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/
	77.4%	Bemberg (Cupro)	Merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi fiber jenis cupro yang digunakan sebagai bahan dasar pakaian maupun tekstil	https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/
	73.5%	Cotton Cellulose	cotton cellulose digunakan paling banyak pada material dasar pada produk kesehatan (jahitan, bantalan, pembalut, dan perban)	https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cellulose-cotton-fibre
	72.8%	Cellophane	Cellophane merupakan jenis <i>film</i> yang diproduksi dengan mengurangi sensitifitas kelembaban dan meningkatkan transparansi dan mengkilat sehingga menghasilkan kemampuan biodegradasi yang lebih kecil. Jenis ini digunakan untuk bungkus makanan terutama makanan segar dan makanan dipanggang.	https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/cellophane

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
Pasir Homogen	78.6%	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP)	FEP adalah termoplastik copolymer, dengan karakteristik tarikan yang sudah diturunkan dan menunjukkan kekuatan terhadap korosi, bahan kimia, dan panas. Plastik jenis ini digunakan dalam manufaktur kabel tahan panas, foil, sebagai bahan pelapis tangki, katup, tabung, dan lain-lain	https://www.mecadi.com/en/literature_tools/encyclopedia/categorial/Thermoplastic/Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer_FEP/
	78.6%	Polytetrafluoroethylene (PTFE)	biasa dikenal dengan nama dagang teflon. PTFE digunakan pada alat masaka anti lengket, wadah bahan kimia, kaca mata, dan pisau cukur	https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/polytetrafluoroethylene
	66.9%	Polyacetal (POM)	Polyacetal adalah semi-kristal termoplastik digunakan pada <i>engineering</i> untuk membuat produk dengan tingkat kedetailan tertentu. Biasanya digunakan pada otomotif, bagian dari elektrik dan elektronik, industri, dan pengiriman obat	https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyacetal-polyoxymethylene-pom-plastic
Pasir Kontrol	69.5%	Polytetrafluoroethylene (PTFE)	biasa dikenal dengan nama dagang teflon. PTFE digunakan pada alat masaka anti lengket, wadah bahan kimia, kaca mata, dan pisau cukur	https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/polytetrafluoroethylene
	66.3%	Polyacetal (POM)	Polyacetal adalah semi-kristal termoplastik digunakan pada <i>engineering</i> untuk membuat produk dengan tingkat kedetailan tertentu. Biasanya digunakan pada otomotif, bagian dari	https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyacetal-polyoxymethylene-pom-plastic

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
			elektrikal dan elektronik, industri, dan pengiriman obat	
	65.8%	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP)	FEP adalah termoplastik copolymer, dengan karakteristik tarikan yang sudah diturunkan dan menunjukkan kekuatan terhadap korosi, bahan kimia, dan panas. Plastik jenis ini digunakan dalam manufaktur kabel tahan panas, <i>foil</i> , sebagai bahan pelapis tangki, katup, tabung, dan lain-lain	https://www.mecadi.com/en/literature_tools/encyclopedia/categorial/Thermoplastic/Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer_FEP/
	63.0%	Poly (2,6-Dimethyl-p-Phenylene Oxide) (PPO)	PPO merupakan jenis plastik dengan tingkat ketahanan panas yang tinggi dan tidak bisa dilelehkan. Plastik ini biasa digunakan untuk aplikasi yang berkenaan pada air panas, bagian dari alat elektronik, dan sebagainya	https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/PPO.aspx
	62.0%	Polyvinyl Chloride (PVC)	Polyvinyl Chloride atau biasa dikenal dengan nama PVC adalah jenis plastik paling banyak diproduksi nomor 3 setelah PE dan PP. PVC sangat umum dan dapat digunakan pada berbagai hal, seperti <i>frame</i> , isolasi kabel dan elektrik, membran atap, interior mobil, pakaian dan sepatu, pembungkus, perpipaan, dan banyak lagi kegunaan dari plastik jenis ini.	https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-pvc-plastic https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/pvc.aspx

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
Sedimen	75.6%	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP)	FEP adalah termoplastik copolymer, dengan karakteristik tarikan yang sudah diturunkan dan menunjukkan kekuatan terhadap korosi, bahan kimia, dan panas. Plastik jenis ini digunakan dalam manufaktur kabel tahan panas, <i>foil</i> , sebagai bahan pelapis tangki, katup, tabung, dan lain-lain	https://www.mecadi.com/en/literature_tools/encyclopedia/categorial/Thermoplastic/Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer_FEP/
	75.6%	Polytetrafluoroethylene (PTFE)	biasa dikenal dengan nama dagang teflon. PTFE digunakan pada alat masaka anti lengket, wadah bahan kimia, kacamata, dan pisau cukur	https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/polytetrafluoroethylene
	73.4%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/
	70.5%	Bemberg (Cupro)	Merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi fiber jenis cupro yang digunakan sebagai bahan dasar pakaian maupun tekstil	https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/
	69.5%	Cotton Cellulose	cotton cellulose digunakan paling banyak pada material dasar pada produk kesehatan (jahitan, bantalan, pembalut, dan perban)	https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cellulose-cotton-fibre

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
	66.9%	Kaolin	Kaolin digunakan pada berbagai jenis objek, seperti bahan dasar cat, karet, plastik sebagai bagian permukaan plastik, penggunaan pada <i>fiberglass</i> , dan sebagainya	Murray (2006) doi:10.1016/S1572-4352(06)02005-8

Hasil pada Tabel 4. 16 di atas menunjukkan bahwa pada sampel Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe ditemukan berbagai jenis gugus ikatan kimia yang terindikasi sebagai mikroplastik. Adapun ikatan kimia yang dicurigai sebagai mikroplastik adalah bemberg, tencel, cotton cellulose, cellophane, Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP), Polytetrafluoroethylene (PTFE), Polyacetal (POM), Poly (2,6-Dimethyl-p-Phenylene Oxide) (PPO), kaolin, dan Polyvinyl Chloride (PVC). Gugus kimia yang dicurigai merupakan senyawa penyusun plastik yang berkaitan dengan hasil sifat fisik dari sampel mikroplastik yang diteliti, yaitu pada jenis mikroplastik *pellet, fragment, fiber, film, dan foam*.

4.3.4 Hasil Sifat Kimia Mikroplastik Lokasi Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

Pengamatan gugus kimia dilakukan pada sampel lokasi Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap. berdasarkan sampel mikroplastik yang telah diamati menggunakan FTIR ditemukan beberapa ikatan senyawa yang dicurigai sebagai gugus fungsi penyusun mikroplastik. Hasil analisa menggunakan FTIR disajikan pada Tabel 4. 17 berikut.

Tabel 4. 17 Hasil Identifikasi Ikatan Kimia Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidada

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
Air Laut	76.6%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/
	74.8%	Bemberg (Cupro)	Merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi fiber jenis cupro yang digunakan sebagai bahan dasar pakaian maupun tekstil	https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/
	74.0%	Cellophane	Cellophane merupakan jenis <i>film</i> yang diproduksi dengan mengurangi sensitifitas kelembaban dan meningkatkan transparansi dan mengkilat sehingga menghasilkan kemampuan biodegradasi yang lebih kecil. Jenis ini digunakan untuk bungkus makanan terutama makanan segar dan makanan dipanggang.	https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/cellophane
Air Muara	76.5%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/
	75.7%	Bemberg (Cupro)	Merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi fiber jenis cupro yang digunakan sebagai bahan dasar pakaian maupun tekstil	https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/
	74.6%	Cotton Cellulose	cotton cellulose digunakan paling banyak pada material dasar pada produk kesehatan (jahitan, bantal, pembalut, dan perban)	https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cellulose-cotton-fibre
Pasir Homogen	76.2%	Tencel	Tencel merupakan sebuah <i>brand</i> fiber terkemuka, yang memproduksi berbagai jenis fiber untuk kebutuhan desain pakaian.	https://www.tencel.com/

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
	75.8%	Kaolin	Kaolin digunakan pada berbagai jenis objek, seperti bahan dasar cat, karet, plastik sebagai bagian permukaan plastik, penggunaan pada <i>fiberglass</i> , dan sebagainya	Murray, Haydn H. (2006). [Developments in Clay Science] Applied Clay Mineralogy - Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays Volume 2 Chapter 5 Kaolin Applications., (), 85–109.
	74.6%	Bemberg (Cupro)	Merupakan salah satu perusahaan yang bergerak dalam produksi fiber jenis cupro yang digunakan sebagai bahan dasar pakaian maupun tekstil	https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/
	72.1%	Polytetrafluoroethylene (PTFE)	biasa dikenal dengan nama dagang teflon. PTFE digunakan pada alat masaka anti lengket, wadah bahan kimia, kacamata, dan pisau cukur	https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/polytetrafluoroethylene
	72.0%	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP)	FEP adalah termoplastik copolymer, dengan karakteristik tarikan yang sudah diturunkan dan menunjukkan kekuatan terhadap korosi, bahan kimia, dan panas. Plastik jenis ini digunakan dalam manufaktur kabel tahan panas, <i>foil</i> , sebagai bahan pelapis tangki, katup, tabung, dan lain-lain	https://www.mecadi.com/en/literature_tools/encyclopedia/categorical/Thermoplastic/Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer_FEP/
	66.7%	Cotton Cellulose	cotton cellulose digunakan paling banyak pada material dasar pada produk kesehatan (jahitan, bantalan, pembalut, dan perban)	https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cellulose-cotton-fibre

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
Pasir Kontrol	65.7%	Kaolin	Kaolin digunakan pada berbagai jenis objek, seperti bahan dasar cat, karet, plastik sebagai bagian permukaan plastik, penggunaan pada <i>fiberglass</i> , dan sebagainya	Murray, Haydn H. (2006). [Developments in Clay Science] Applied Clay Mineralogy - Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays Volume 2 Chapter 5 Kaolin Applications. (), 85–109.
	65.3%	Cotton Cellulose	cotton cellulose digunakan paling banyak pada material dasar pada produk kesehatan (jahitan, bantalan, pembalut, dan perban)	https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cellulose-cotton-fibre
	65.2%	Polytetrafluoroethylene (PTFE)	biasa dikenal dengan nama dagang teflon. PTFE digunakan pada alat masaka anti lengket, wadah bahan kimia, kacamata, dan pisau cukur	https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/polytetrafluoroethylene
Sedimen	82.4%	Kaolin	Kaolin digunakan pada berbagai jenis objek, seperti bahan dasar cat, karet, plastik sebagai bagian permukaan plastik, penggunaan pada <i>fiberglass</i> , dan sebagainya	Murray, Haydn H. (2006). [Developments in Clay Science] Applied Clay Mineralogy - Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays Volume 2 Chapter 5 Kaolin Applications. , (), 85–109.

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
	62.5%	Polyamide (Nylon 6/66)	PA66 merupakan termoplastik pada keteknikan, plastik ini digunakan sebagai pengganti metal pada beberapa penerapan. PA6/PA66 biasa digunakan pengganti baja pada otomotif, bagian dari elektrik dan alat elektronik, pewadahan makanan tahan oksigen dan karbon dioksida, wadah obat-obatan yang membutuhkan kondisi tertentu, dan digunakan pengganti plastik jenis PP pada beberapa furnitur rumahan, serta sebagai alat pengikat pada olahraga ski	https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyamide-pa-nylon/key-applications
	62.2%	Polyamide (Nylon 6/10)	Sifat dan karakteristik dari PA 6-10 merupakan semi kristal polyamide dengan ketahanan suhu yang tinggi. Biasa dimanfaatkan pada manufaktur elektronik sebagai bahan isolator	https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyamide-pa-nylon
	62.2%	Polybutadiene	merupakan karet sintetis yang terbentuk dari polymerisasi dari monomer 1,3-butadiene. Polybutadiene digunakan sebagai bahan dasar ban, bagian elektronik, bola golf, dan sebagainya	https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polybutadiene
	62.0%	Polyacetal (POM)	Polyacetal adalah semi-kristal termoplastik digunakan pada <i>engineering</i> untuk membuat produk dengan tingkat ketelitian tertentu. Biasanya digunakan pada otomotif, bagian dari elektrik dan elektronik, industri, dan pengiriman obat	https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyacetal-polyoxymethylene-pom-plastic
	61.8%	Nylon 6/9 (Polyhexamethylenediamide)	Merupakan salah satu termoplastik dengan ketahanan suhu yang tinggi. Biasa dimanfaatkan sebagai bagian dari mekanikal dan mesin pada manufaktur.	https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=752

SAMPEL	SKOR KEMIRIPAN	NAMA SENYAWA	KETERANGAN	SOURCE
	61.7%	Nylon 11(Polyundecanoamide)	PA11 memiliki fleksibilitas yang tinggi, sehingga banyak dimanfaatkan pada manufaktur otomotif sebagai selang rem, garis bhan bakar, dan sebagainya. Selain itu pada olahraga digunakan sebagai bahan dasar sepatu sepak bola dikarenakan rendahnya koefisien gesekan pada bahan ini. Kemudian pada keteknikan digunakan untuk pipa air, udara, selang penyemprotan cat.	https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyacetal-polyoxymethylene-pom-plastic
	60.4%	Trans-Polyisoprene Rubber	Merupakan jenis karet serba guna, sebagai pembungkus makanan dan minuman, sol pada sepatu, dan objek lain berbahan dasar lateks	https://www.kentelastomer.com/what-is-polyisoprene/

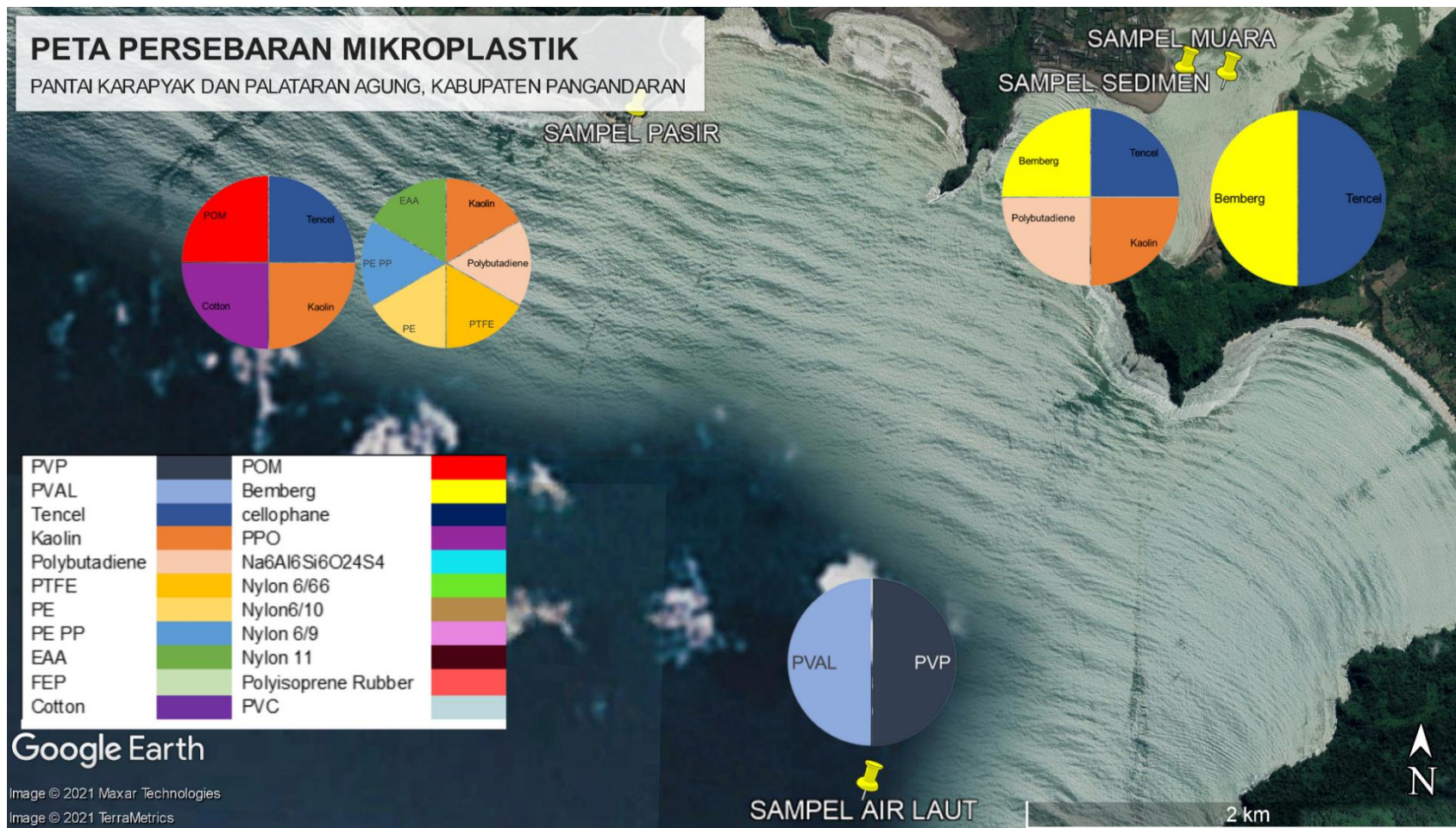
Berdasarkan hasil analisa sampel mikroplastik menggunakan FTIR ditemukan beberapa jenis ikatan kimia yang diindikasikan merupakan senyawa mikroplastik. Adapun pada sampel Pantai Pamayangsari dan Muara Cidada ditemukan senyawa tencel, bemberg, cellophane, cotton cellulose, kaolin, Polytetrafluoroethylene (PTFE), Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP), Polyamide (Nylon 6/66), Polybutadiene, Polyacetal (POM), Nylon 6/9 (Polyhexamethylenenonanediamide), Nylon 6/9 (Polyhexamethylenenonanediamide), Nylon 11(Polyundecanoamide), Trans-Polyisoprene Rubber. Setelah diidentifikasi sifat, karakteristik, dan aplikasi senyawa tersebut ditemukan bahwa ikatan senyawa tersebut merupakan salah satu senyawa penyusun mikroplastik. Hal ini berbanding lurus dengan sifat fisika pada sampel yang ditemukan mikroplastik jenis *pellet, fragment, fiber, film, dan foam*.

4.4 Peta Persebaran Mikroplastik

Setelah dilakukan analisa terkait kandungan mikroplastik pada sampel, selanjutnya dilakukan pemetaan persebaran mikroplastik pada lokasi penelitian berdasarkan ikatan kimia dan jenis plastiknya. Hasil persebaran mikroplastik dalam peta secara rinci adalah sebagai berikut.

4.4.1 Peta Persebaran Mikroplastik Pantai Karapyak dan Palataran Agung

Setelah melalui analisa FTIR, kelima sampel yang terdiri dari sampel air laut, air muara, pasir pantai, kontrol pasir pantai, dan sedimen selanjutnya dipetakan sesuai titik pengambilan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui persebaran mikroplastik pada lokasi penelitian. Hasil persebaran mikroplastik disajikan pada Gambar 4. 27 berikut.

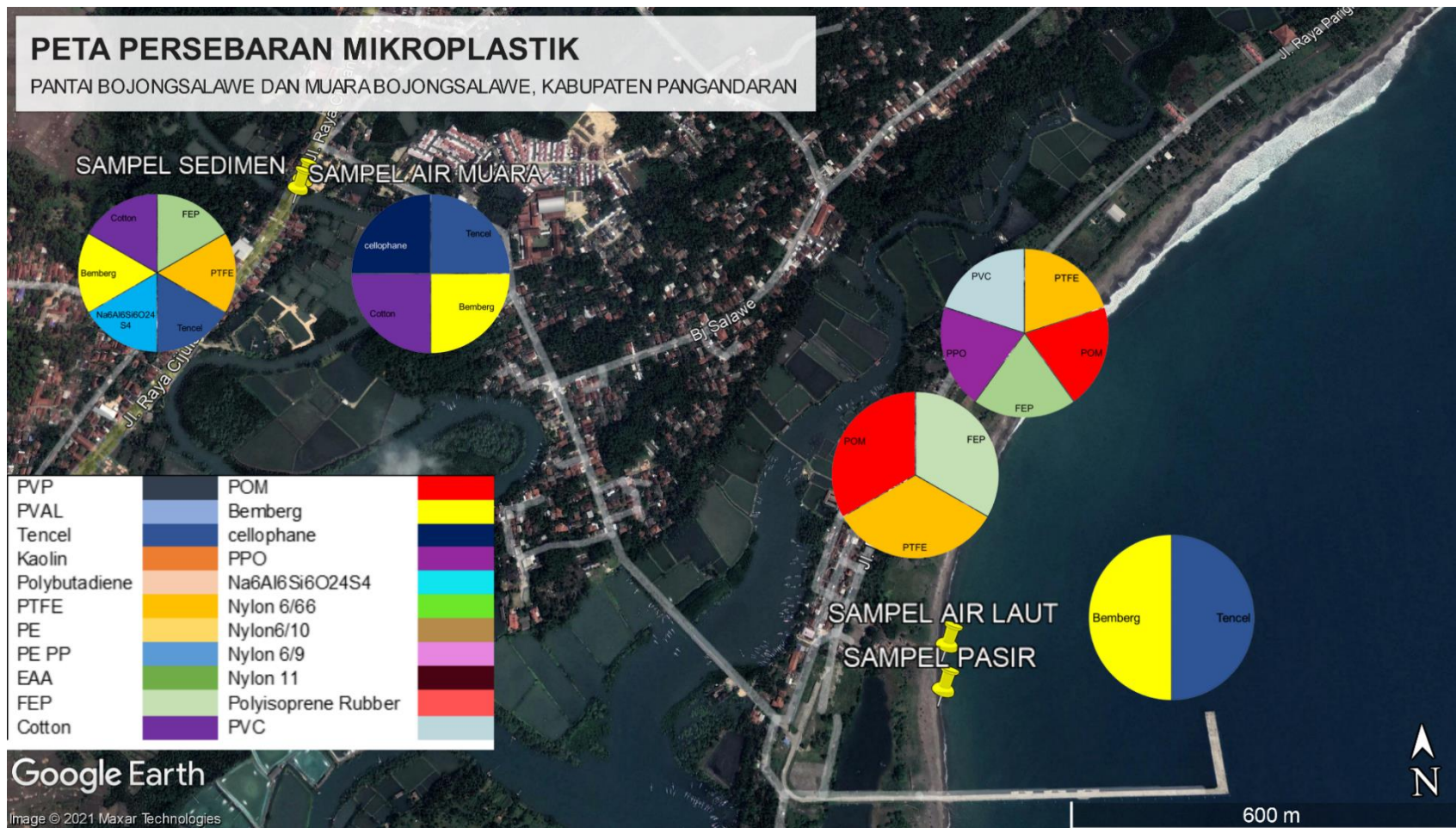


Gambar 4. 27 Peta Persebaran Mikroplastik di Lokasi Pantai Karapyak dan Palataran Agung
(Sumber: Olah Data Pribadi)

Berdasarkan pada Gambar 4. 27 di atas, diketahui bahwa pada sampel air laut Pantai Karapyak dan Palataran Agung ditemui mikroplastik jenis Polyvinylpyrrolidone (PVP) dan Polyvinyl Alcohol (PVAL). Kemudian pada sampel air muara ditemui dua jenis mikroplastik yaitu tencel dan bemberg. Selanjutnya pada sampel pasir homogen ditemukan jenis kaolin, polybutadiene, Polytetrafluoroethylene (PTFE), Polyethylene (PE), Polypropylene copolymer (PE PP), Ethylene Acrylic Acid (EAA), dan Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP). Sampel pasir kontrol ditemukan kandungan kaolin, tencel, cotton cellulose, dan polyacetal (POM). Terakhir pada sampel sedimen ditemukan kandungan kaolin, tencel, bemberg, dan polybutadiene.

4.4.2 Peta Persebaran Mikroplastik Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

Lokasi kedua yang terletak di Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe dilakukan pengambilan 5 jenis sampel yaitu air laut, air muara, pasir pantai, kontrol pasir pantai, dan sedimen. Selanjutnya data hasil FTIR dipetakan sesuai titik pengambilan sampel. Hasil pemetaan persebaran mikroplastik disajikan pada Gambar 4. 28 berikut.



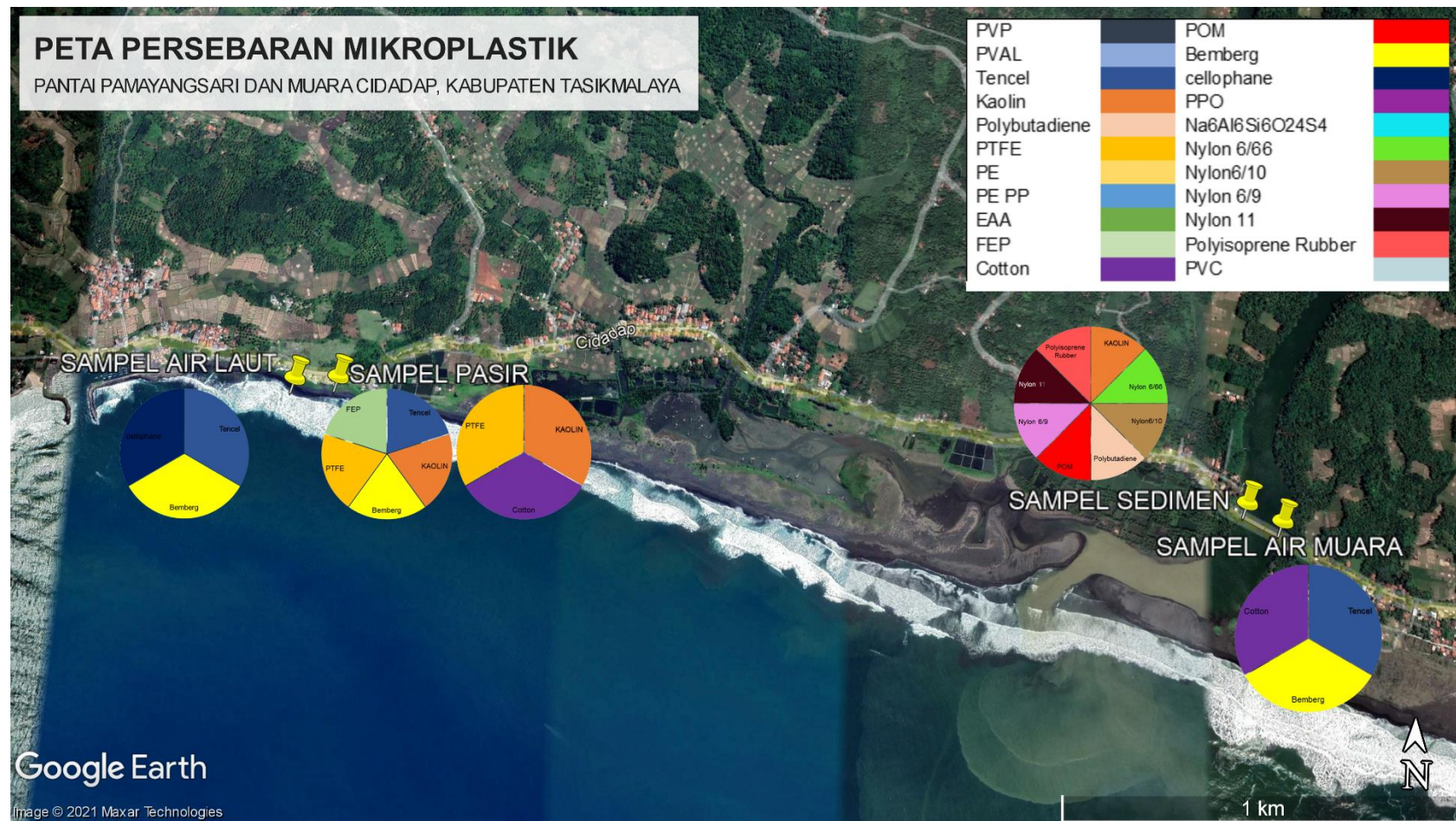
Gambar 4. 28 Peta Persebaran Mikroplastik di Lokasi Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe

(Sumber: Olah Data Pribadi)

Berdasarkan peta persebarannya, diketahui bahwa pada sampel air laut ditemui dua jenis mikroplastik yaitu bemberg dan tencel. Sementara pada sampel air muara ditemukan mikroplastik jenis tencel, bemberg, cotton cellulose, dan cellophane. Kemudian pada sampel pasir ditemukan mikroplastik jenis Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP), Polytetrafluoroethylene (PTFE), dan Polyacetal (POM). Sementara pada kontrol pasir pantai ditemukan Polytetrafluoroethylene (PTFE), Polyacetal (POM), Poly (2,6-Dimethyl-p-Phenylene Oxide) (PPO), dan Polyvinyl Chloride (PVC). Kemudian pada sampel sedimen ditemukan mikroplastik jenis Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP), Polytetrafluoroethylene (PTFE), tencel, bemberg, cotton cellulose, dan kaolin.

4.4.3 Peta Persebaran Mikroplastik Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap dilakukan pengambilan sampel air laut, air muara, pasir pantai, kontrol pasir pantai, dan sedimen. Kemudian hasil analisa FTIR dipetakan berdasarkan titik pengambilan sampel. Hasil persebaran mikroplastik disajikan pada Gambar 4. 29 berikut.



Gambar 4. 29 Peta Persebaran Mikroplastik di Lokasi Pantai Pamyangsari dan Muara Cidadap
(Sumber: Olah Data Pribadi)

Berdasarkan peta persebaran di atas, diketahui bahwa pada air laut ditemukan jenis mikroplastik tencel, bemberg, dan cellophane. Kemudian pada sampel air muara ditemukan jenis mikroplastik tencel, bemberg, cotton cellulose. Sampel pasir ditemukan jenis mikroplastik tencel, kaolin, cotton cellulose, Polytetrafluoroethylene (PTFE), Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP), dan cotton cellulose. Selanjutnya pada sampel pasir kontrol ditemukan jenis kaolin, cotton cellulose, dan Polytetrafluoroethylene (PTFE). Sedangkan pada sampel sedimen ditemukan jenis kaolin, Polyamide (Nylon 6/66), Polyamide (Nylon 6/10), Polybutadiene, Polyacetal (POM), Nylon 6/9 (Polyhexamethylenenonanediamide), Nylon 11 (Polyundecanoamide), dan Trans-Polyisoprene Rubber.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

1. Ditemukannya keberadaan mikroplastik pada seluruh sampel pasir pantai dan kontrol pasir pantai, air laut, air muara, dan sedimen muara di seluruh titik pengambilan sampel di Kabupaten Pangandaran dan Tasikmalaya.
2. Ditemukannya karakteristik fisik mikroplastik pada seluruh sampel yaitu, 2692 partikel mikroplastik, ditemukannya morfologi mikroplastik (*pellet*, *fragment*, *fiber*, *film*, dan *foam*), ditemukannya enam jenis warna mikroplastik (hitam, biru, putih, transparan, merah, dan hijau).
3. Ditemukannya gugus fungsi kimia mikroplastik pada sampel yaitu PVP, PVAL, tencel, Kaolin, polybutadiene, PTFE, PE, PE PP, EAA, FEP, cotton, POM, bemberg, cellophane, PPO, nylon 6/66, nylon 6/10, nylon 6/9, nylon 11, PVC, dan polyisoprene rubber.

5.2 Saran

1. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dilakukan pengujian pada titik lain baik disepanjang Pantai Selatan Jawa maupun di luar Pulau Jawa.
2. Diharapkan pada penelitian selanjutnya variabel yang diambil dapat mencakup variabel biota, dan sedimen laut.
3. Diharapkan dengan tingginya konsentrasi mikroplastik di lingkungan maka ditetapkan regulasi yang mengatur baku mutu, SOP pengambilan sampel, serta regulasi yang mengatur terkait pembuangan sampah ke lautan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Asahi Kasei Corporation. (2021). **Bemberg – The Cupro Fiber from Asahi Kasei.** <https://www.asahi-kasei.co.jp/fibers/en/bemberg/> (Diakses pada 30 Oktober 2021).
- Avio, C.G., Gorbi, S., Regoli, F. (2016). **Plastics and Microplastics in the Oceans: From Emerging Pollutants to Emerged Threat**, *Marine Environmental Research*.
- Azo Materials. (2001). **Polyamide 6/9 - Nylon 6/9 - PA 6/9.** <https://www.azom.com/article.aspx?ArticleID=752> (Diakses pada 30 Oktober 2021).
- Baalkhuyur, FM, Bin Dohaish E-JA, Elhalwagy MEA, Alikunhi NM, Alsuwajilem AM, Rostad A, Coker Dj, Benumen ML, Duarte CM. (2018). **Microplastic in the Gastrointestinal Tract of Fishes along the Saudi Arabian Red Sea Coast.** *Marine Pollution Bulletin*. **131 (Part A)**: 407-415.
- Badan Pusat Statistik. (2019). **Kabupaten Pangandaran dalam Angka 2019.** Pangandaran.
- Badan Pusat Statistik. (2019). **Kabupaten Tasikmalaya dalam Angka 2019.** Tasikmalaya.
- Bowmer, T., Kershaw, P., (2010). **Proceedings of the GESAMP International Workshop on Microplastic Particles as a Vector in Transporting Persistent. Bio-accumulating and Toxic Substances in the Oceans.** UNESCO-IOC, Paris.
- Browne, M. A. (2015). **Sources and Pathways of Microplastics to Habitats.** *Marine Anthropogenic Litter. Springer International Publishing*. 229–244.
- British Plastic Federation. (2021). **Polyphenylene Oxide PPO.** <https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/PPO.aspx> (Diakses pada 30 Oktober 2021).
- British Plastic Federation. (2021). **Polyvinyl Chloride PVC.** <https://www.bpf.co.uk/plastipedia/polymers/pvc.aspx> (Diakses pada 30 Oktober 2021).
- Cordova, Muhammad Reza; Purwiyanto, Anna Ida Sunaryo; Suteja, Yulianto (2019). **Abundance and characteristics of microplastics in the northern coastal waters of Surabaya, Indonesia.** *Marine Pollution Bulletin*, 142, 183–188.

- Creative Mechanism. (2016). **Everything You Need to Know About PVC Plastic**. <https://www.creativemechanisms.com/blog/everything-you-need-to-know-about-pvc-plastic> (Diakses pada 30 Oktober 2021).
- Da Costa J. P., Santos, P. S. M., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2016). **Nano Plastics in the Environment Sources, Fates And Effects**. *Science of the Total Environment*. 566: 15–26.
- Dries, R., J. Gasperi, V. Rocher, M. Saad, N. Renault and B. Tassin (2015). **Microplastic contamination in an urban area: a case study in Greater Paris**. *Environmental Chemistry* 12 (5): 592-599.
- Fiona Murray, Phillip Rhys Cowie (2011). **Plastic Contamination in the Decapod Crustacean Nephrops Norvegicus** (Linnaeus, 1758). 62 (6), 1207–1217.
- Gaaz, Tayser Sumer., Abu Bakar Sulong., Majid Niaz Akhtar., Abdul Amir H. kadhum., Abu Bakar Mohamad., Ahmed A.Al-Amiery. (2015). **Properties and Applications of Polyvinyl Alcohol, Halloysite Nanotubes and Their Nanocomposites**. *MDPI Molecules* 20(12): 22833–22847.
- GESAMP. (2016). **Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: Part 2 of a Global Assessment**. *International Maritime Organization*. London: Micropress Printers Ltd.
- Green DS, Boots B, Sigwart J, Jiang S, Rocha C. (2016). **Effects of Conventional and Biodegradable Microplastics on a Marine Ecosystem Engineer (Arenicola Marina) and Sediment Nutrient Cycling**. *Environ Pollut* 208:426–34.
- Guzzetti, E. Sureda A, Tejada S, Faggio C. 2018. **Microplastic in Marine Organism: Environmental and Toxicological Effects**. *Environmental Toxicology and Pharmacology*.
- Jambeck, J., R., R. Geyer, C. Wilcox, T. R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan and K. L. Law. (2015). **Plastic Waste Inputs from Land into the Ocean**. *Science* 347(6223): 768-771.
- João Frias., Nash, R., Pagter, E., and O'Connor, I. (2018). **Standardised Protocol for Monitoring Microplastics in Sediments**. *JPI-Oceans BASEMAN Project*.
- Kapo FA, Toruan LNL, Paulus CA. (2020). **Permukaan Air Di Perairan Teluk Kupang**. *J Bahari Papadak*. 1(1):10–21.
- Käppler, Andrea; Fischer, Dieter; Oberbeckmann, Sonja; Schernewski, Gerald; Labrenz, Matthias; Eichhorn, Klaus-Jochen; Voit, Brigitte (2016). **Analysis of Environmental Microplastics by Vibrational**

Microspectroscopy: FTIR, Raman or both Analytical and Bioanalytical Chemistry, 408(29), 8377–8391.

Kent Elastomer Product, Inc. (). **Synthetic Polyisoprene**. <https://www.kentelastomer.com/what-is-polyisoprene/> (Diakses pada 30 Oktober 2021).

Kovač Viršek, Manca; Palatinus, Andreja; Koren, Špela; Peterlin, Monika; Horvat, Petra; Kržan, Andrej (2016). **Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis**. *Journal of Visualized Experiments*. (118)

Kusumastuti, A. (2011). **Pengenalan Pola Gelombang Khas dengan Interpolasi**. *Jurnal Matematika Murni dan Aplikasi*, 2 (1): 7-12.

Lassen C, Hansen SF, Magnusson K, Hartmann NB, Rehne Jensen P, Nielsen TG, Brinch A. (2015). **Microplastics: Occurrence, Effects and Sources of Releases to the Environment in Denmark**. *Danish Environmental Protection Agency*. Copenhagen

Lestari P, Trihadiningrum Y, Wijaya BA, Yunus KA, Firdaus M. (2020). **Distribution of Microplastics in Surabaya River, Indonesia**. *Sci Total Environ*. 726:138560.

Masura, Julie., Joel B, Gregory F, Courtney A. (2015). **Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for Quantifying Synthetic Particles in Waters and Sediments**. NOAA Marine Debris Division.

Mauludy MS, Yunanto A, Yona D. (2019). **Microplastic Abundances in the Sediment of Coastal Beaches in Badung, Bali**. *Jurnal Perikan Universitas Gadjah Mada*. 21(2):73.

McMillan, Donald B., Richard J. Harris. (2018). **An Atlas of Comparative Vertebrate Histology**. *Diagnostic and Translational Research Guide*. Academic Press.

Mecadi GmbH. (2021). **Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer (FEP)**. https://www.mecadi.com/en/literature_tools/encyclopedia/categorical/Thermoplastic/Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene-Copolymer_FEP/ (Diakses pada 29 Oktober 2021).

Murray, Haydn H. (2006). **[Developments in Clay Science] Applied Clay Mineralogy - Occurrences, Processing and Application of Kaolins, Bentonites, Palygorskite-Sepiolite, and Common Clays**. Chapter 5 Kaolin Applications. Vol. 2. 285–109.

- National Center for Biotechnology Information. (). **Ultramarine Blue**. <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Ultramarine-Blue#section=Structures> (Diakses pada 30 Oktober 2021).
- NSB Polymers. (2019). **Ethylene Acrylic Acid Copolymers (EAA)**. <https://nsb-polymers.de/en/ea-ethylene-acrylic-acid-copolymers/> (Diakses pada 28 Oktober 2021).
- Omnexus. (). **Applications of Polyamide/Nylon Products**. <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyamide-pa-nylon/key-applications> (Diakses pada 30 Oktober 2021).
- Omnexus. (2021). **Polyacetal: Detailed Information on POM and Its Features**. <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyacetal-polyoxymethylene-pom-plastic> (Diakses pada 29 Oktober 2021).
- Omnexus. (). **Polyamide (PA) or Nylon: Complete Guide (PA6, PA66, PA11, PA12...)**. <https://omnexus.specialchem.com/selection-guide/polyamide-pa-nylon> (Diakses pada 30 Oktober 2021).
- Patang. (2012). **Analisis Strategi Pengelolaan Hutan Mangrove (Kasus di Desa Tongke-Tongke Kabupaten Sinjai)**. *Jurnal Agrisistem*, 8(2), 100-109.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2018). **Peraturan Pemerintah Nomor 83 Tahun 2018 Tentang Penanganan Sampah Laut**. Jakarta.
- Rocha International. (2018). **Guidelines for Sampling Microplastics on Sandy Beachs**. London.
- Rossi, F., Gribsholt, B., Gazeau, F., Di Santo, V., Middelburg, J.J., (2013). **Complex Effects of Ecosystem Engineer Loss on Benthic Ecosystem Response to Detrital Macro-Algae**. *PLOS One* 8 (6).
- Sørensen, Lisbet; Groven, Anette Synnøve; Hovsbakken, Ingrid Alver; Del Puerto, Oihane; Krause, Daniel F.; Sarno, Antonio; Booth, Andy M. (2020). **UV degradation of natural and synthetic microfibers causes fragmentation and release of polymer degradation products and chemical additives**. *Science of The Total Environment*. ().
- Science Direct Team. (2021). **Cellophane**. <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/cellophane> (Diakses pada 29 Oktober 2021).
- Science Direct Team. (2021). **Cellulose Cotton Fibre**. <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/cellulose-cotton-fibre> (Diakses pada 29 Oktober 2021).

- Science Direct Team. (2020). **Classification of Rubbers and Components for Harsh Environmental Systems.** <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polybutadiene> (Diakses pada 29 Oktober 2021).
- Science Direct Team. (2021). **Polybutadiene.** <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polybutadiene> (Diakses pada 29 Oktober 2021).
- Science Direct Team. (2021). **Polyethylene.** <https://www.sciencedirect.com/topics/materials-science/polyethylene> (Diakses pada 28 Oktober 2021).
- Science Direct Team. (2021). **Polytetrafluoroethylene.** <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/polytetrafluoroethylene> (Diakses pada 29 Oktober 2021).
- Science Direct Team. (2021). **Polypropylene.** <https://www.sciencedirect.com/topics/chemical-engineering/polypropylene> (Diakses pada 28 Oktober 2021).
- Science Direct Team. (2018). **Povidone.** <https://www.sciencedirect.com/topics/pharmacology-toxicology-and-pharmaceutical-science/povidone> (diakses pada 30 Oktober 2021).
- Simon, Márta., van Alst, Nikki; Vollertsen, Jes. (2018). **Quantification of Microplastic Mass and Removal Rates at Wastewater Treatment Plants Applying Focal Plane Array (FPA)-Based Fourier Transform Infrared (FT-IR) Imaging.** *Water Research*, 142(), 1–9.
- Singh P, and V. P. Sharma. (2016). **Integrated Plastic Waste Management: Environmental and Improved Health Approaches.** *Procedia Environ. Sci.* 35, 692
- Solomon, Ogunola O, Thava Palanisami. (2016). **Microplastics in the Marine Environment: Current Status, Assessment Methodologies, Impacts and Solutions.** *Journal of Pollution Effects and Control* 4: 161.
- Tagg, Alexander S., Sapp, Melanie, Harrison, Jesse P., Ojeda, Jesús J. (2015). **Identification and Quantification of Microplastics in Wastewater Using Focal Plane Array-Based Reflectance Micro-FT-IR Imaging.** *Analytical Chemistry*. 87(12). 6032–6040.
- Tencel. (2021). **About TENCEL Fibers.** <https://www.tencel.com/> (diakses pada 30 Oktober 2021).
- Vermeiren, P., et al. (2020). **Microplastic identification and quantification from organic rich sediments: A validated laboratory protocol.** *Environmental Pollution*. 262().

- Virsek, M.K., A. Palatinus, S. Koren, M. Peterlin, P. Horvat, A. Krzan. (2016). **Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis**. *J. of Visualized Experiments*, 118: 1-9.
- Wagner, Martin., Scott Lambert. (2017). **Freshwater Microplastics Emerging Environmental Contaminants?**. *The Handbook of Environmental Chemistry*. Vol (58).
- Wright S. L, R. C. Thompson, and T. S. Galloway. (2013). **The Physical Impacts of Microplastics on Marine Organisms: a Review**. *Environ. Pollut.* 178, 483 (2013)
- Xu, Jun-Li., Thomas, Kevin V., Luo, Zisheng., Gowen, Aoife A. (2019). **FTIR and Raman Imaging for Microplastics Analysis: State of the Art, Challenges and Prospects**. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*. 119.
- Yona D, Di Prikah FA, As'adi MA. (2020). **Identifikasi dan Perbandingan Kelimpahan Sampah Plastik Berdasarkan Ukuran pada Sedimen di Beberapa Pantai Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur**. *J Ilmu Lingkungan*. 18(2):375–83.
- Zhao, S.; Zhu, L.; Li, D. (2015). **Microplastic in Three Urban Estuaries, China**. *Environ. Pollut.* 206, 597–604.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

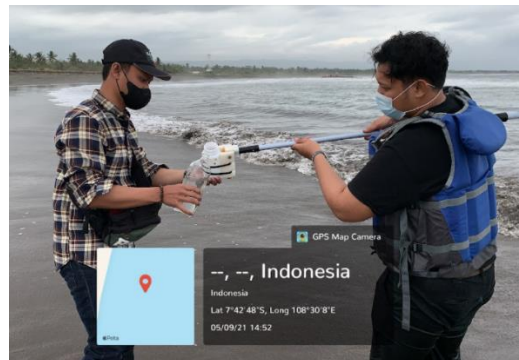
LAMPIRAN

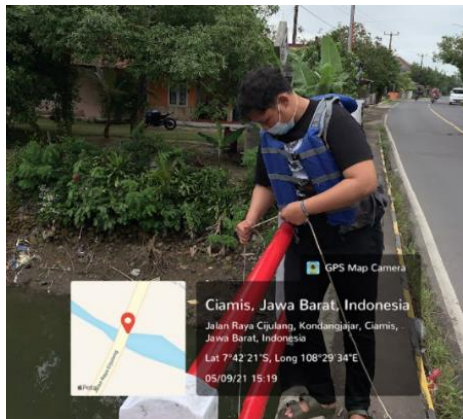
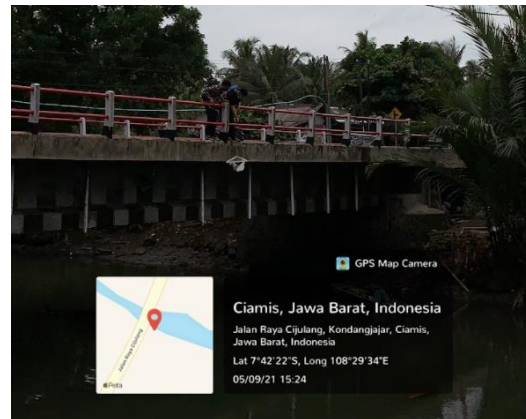
Dokumentasi 1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel pasir, air laut, air muara, dan sedimen Pantai Karapyak dan Palataran Agung



Pengambilan sampel pasir, air laut, air muara, dan sedimen Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe





Pengambilan sampel pasir, air laut, air muara, dan sedimen Pantai Pamayangsari dan Muara Cidadap

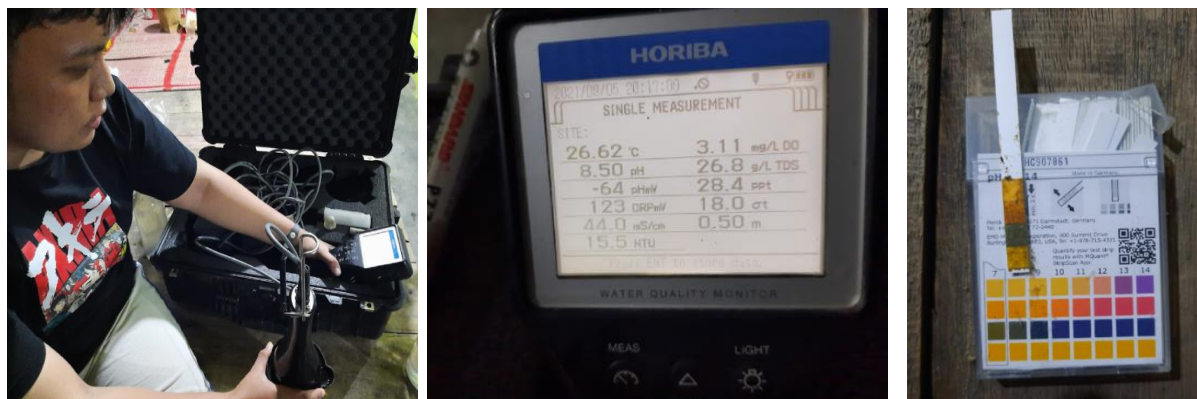


Dokumentasi 2 Pengujian *In Situ*

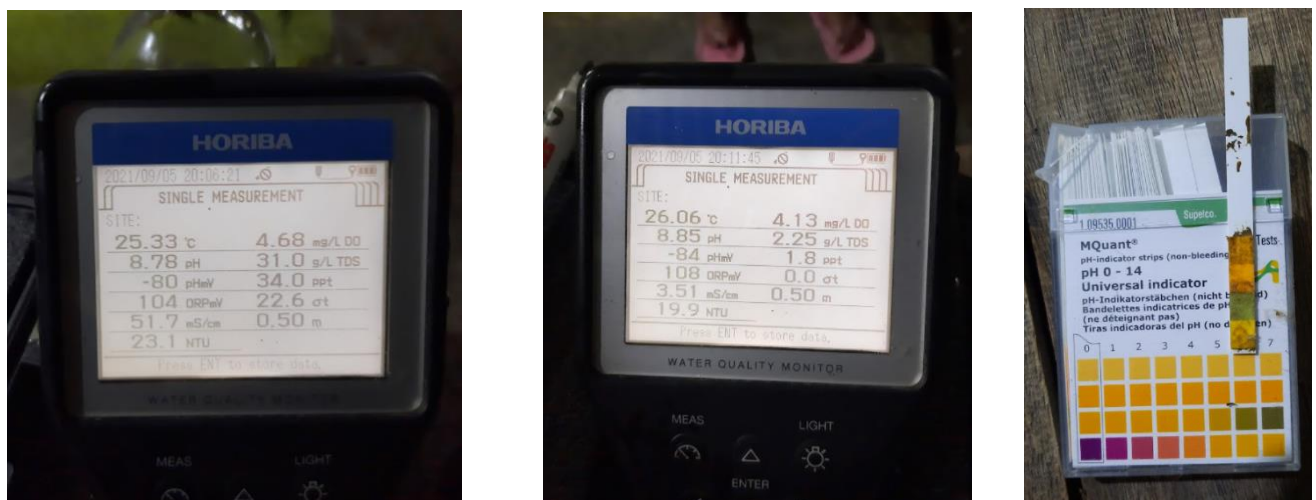
Dokumentasi Pengujian *in situ* sampel air laut, air muara, dan sedimen Pantai Karapyak dan Palataran Agung



Dokumentasi Pengujian *in situ* sampel air laut, air muara, dan sedimen Pantai Bojongsalawe dan Muara Bojongsalawe



Dokumentasi Pengujian *in situ* sampel air laut, air muara, dan sedimen Pantai Pamayangsari dan Muara Cidada



Dokumentasi 3 Pengujian *Ex Situ* (Uji Laboratorium)

Proses penambahan NaCl



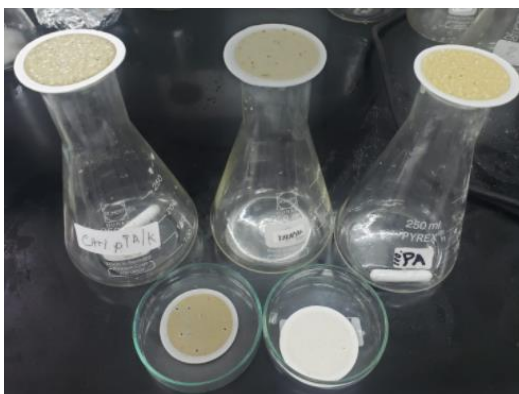
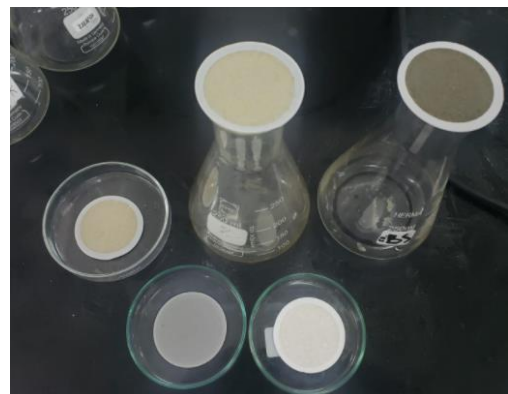
Proses *Wet Peroxide Oxidation* (WPO)



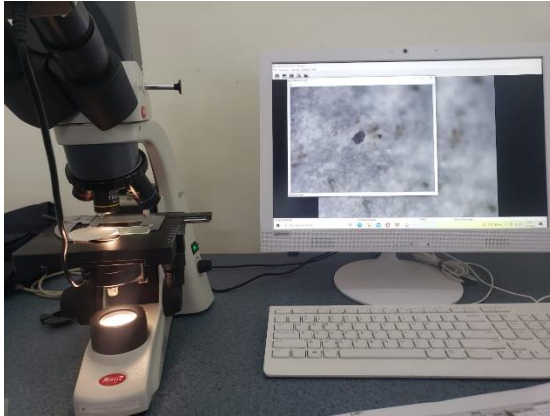
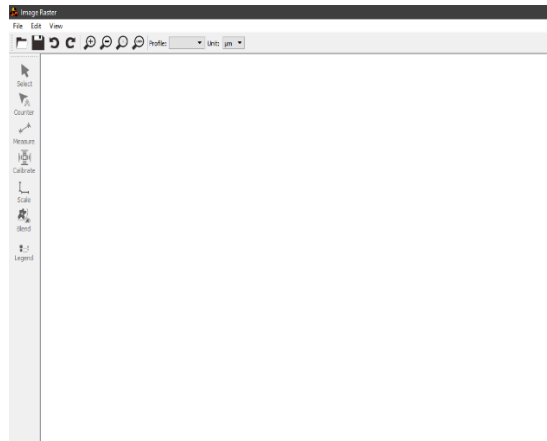
Proses penyaringan menggunakan vacuum



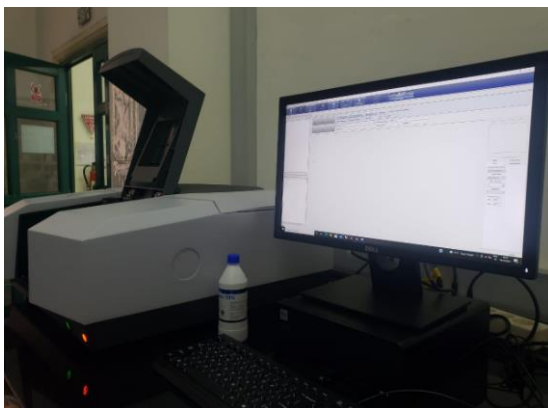
Hasil penyaringan sampel



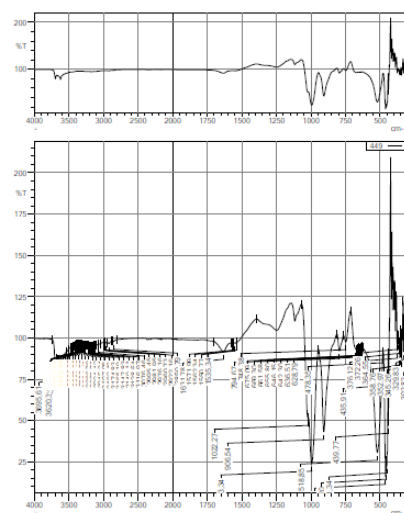
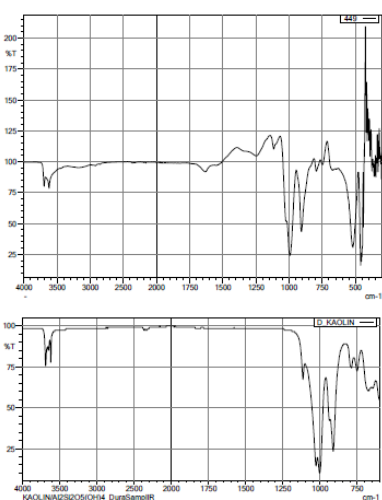
Proses pengamatan menggunakan mikroskop



Proses analisa *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)



1	Score	Library	Name	Comment
2	807	4 - ATR-Inorganic2	D_KAOLIN	KAOLIN/2505(OH)4 DuraSampleR
2	689	28 - ATR-Inorganic2	D_KAOLIN2	KAOLIN(with Polyethylene, Chlorinated)Chlorine content 35% DuraSampleR-II
3	650	4 - T-Inorganic2	KAOLIN	KAOLIN/2505(OH)4 Transmission
4	640	31 - Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	poly(1,4-cyclohexane phosphate)	poly(1,4-cyclohexane phosphate) PC9H11O6MONOMER KBr orange-coloured powder © 2009 ST Japan Inc. D00513/ HM10087
5	638	29 - ATR-Inorganic2	D_TALC3	TALC(with Polyethylene, Chlorinated)Chlorine content 45% DuraSampleR-II
6	632	7 - IRs Reagent2	AL2O3	Aluminum oxide (AL2O3) CRISON Date: 02/04/08 File: AL2O3.DX INFRARED SPECTROPHOTOMETER FTIR-6000 SERIES
7	627	5 - ATR-Inorganic2	D_Glass1	Glass DuraSampleR
8	620	91 - ATR-Polymer2	D_1,3-Polybutadiene	1,3-Polybutadiene DuraSampleR
9	601	7 - ATR-Inorganic2	D_CaCO3	Calcium Carbonate/CaCO3 DuraSampleR
10	599	30 - ATR-Inorganic2	D_TALC4	TALC(Polyethylene, Chlorinated)Chlorine content 48% DuraSampleR-II
11	583	13 - ATR-Polymer2	D_Polyamide1	Polyamide(Nylon6) DuraSampleR-II
12	561	6876 - Shimadzu Standard Library Vol. 1SHIM1404-1	1,3-BIS(O-ACETYL-2-DEOXY-5-O-TRITYL-D-RIBOFURANOSE	1,3-BIS(O-ACETYL-2-DEOXY-5-O-TRITYL-D-RIBOFURANOSE C28H28O6 KBr MW: 480.53 © 2011 A.I.S.T. © 2011 ST Japan Inc. J20738/ K45245



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Alfarizi L. Gaol atau biasa dipanggil Azi/Izi/Alfa/Farizi/Gaol lahir di tengah antah-berantah Pulau Sumatera, tepatnya di Rengat pada 9 Juni 1999. Penulis merupakan anak kelima dari Bapak Muhammad Akhir L. Gaol dan Ibu Supriyati dan merupakan adik bungsu dari lima saudaranya yaitu Ardelia L. Gaol, Anggrian L. Gaol, Fifi Tabarizty L. Gaol, dan Nurul Brida L. Gaol. Hingga penelitian ini ditulis, penulis menghabiskan tiga perempat hidupnya di tanah kelahiran di Rengat, Indragiri Hulu, Riau. Hingga pada usia 18 tahun memutuskan untuk mencoba peruntungan merantau ke Pulau Jawa, tepatnya Daerah Istimewa Yogyakarta.

Penulis telah menempuh pendidikan sekolah dasar pada tahun 2005 di SDN 019 Rengat Barat. Dilanjutkan pendidikan menengah pertama di SMPN 1 Seberida. Hingga pendidikan menengah atas di SMAN 1 Rengat Barat dan lulus pada tahun 2017. Penulis menghabiskan masa pendidikan sekolah dasar hingga menengah atas di tanah kelahiran, sampai di tahun 2017 memutuskan untuk merantau ke Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta dan menjadi mahasiswa jurusan Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia.

Selama masa perkuliahan, penulis cukup aktif mengikuti kegiatan akademik ataupun non-akademik baik kegiatan kepanitiaan maupun organisasi internal kampus. Penulis cukup aktif dalam mengikuti kegiatan kepanitiaan internal fakultas baik sebagai *organizing committee* maupun *steering committee* seperti pada kepanitiaan Kurban, Enviro Championship, Lintas Lingkungan, dan Pekan Ta'aruf FTSP. Kemudian penulis aktif di kelembagaan mahasiswa menjadi pengurus Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) selama dua periode 2018/2019 dan 2019/2020. Kemudian pada periode 2020/2021 melanjutkan di Lembaga Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (LEM FTSP) sebagai Sekretaris Umum. Selain kegiatan non-akademik, penulis cukup aktif dalam kegiatan akademik dengan menjadi asisten lapangan mata kuliah Ilmu Kebumihan pada 2019, dan asisten lapangan mata kuliah Pengelolaan Pencemaran Laut pada 2021. Selain itu penulis juga aktif sebagai tim pengambilan sampel uji di Laboratorium Kualitas Lingkungan FTSP UII selama kurun waktu 2020-2021, serta termasuk dalam bagian tim pemantauan lingkungan hidup PLTU Cilacap pada tahun 2021. Masih di tahun 2021, penulis menjadi asisten, tim survey

sekaligus *drafter* dokumen Amdal di bawah arahan dan bimbingan Bapak Luqman Hakim S.T., M.Si. Kegiatan akademik ini sekaligus menjadi implementasi keilmuan yang telah didapatkan penulis selama masa perkuliahan di Jurusan Teknik Lingkungan.