

TA/TL/2023/1758

TUGAS AKHIR

**Identifikasi Mikroplastik pada Air dan Sedimen di
Perairan Laut Kendal**

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



**RAMADHAN SYUKRI FARHAN
19513232**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

TUGAS AKHIR

Identifikasi Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Perairan Laut Kendal

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



RAMADHAN SYUKRI FARHAN
19513232

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.
NIK. 005130101

Tanggal:

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



Any Juliani, S.T., M.Sc., (Res.Eng.), Ph.D.

NIK. 045130401

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

**Identifikasi Mikroplastik pada Air dan Sedimen di
Perairan Laut Kendal**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Jumat
Tanggal : 19 Januari 2024

Disusun Oleh:

RAMADHAN SYUKRI FARHAN
19513232

Tim Penguji :

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

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D.

Noviani Ima Wantoputri, S.T., M.T.

()
()
()

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 15 Mei

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular postage stamp. The stamp is orange and features the Garuda Pancasila emblem, the number '1000', and the text 'SATU RIBU RUPIAH' and 'METERAL TEMBEL'. A serial number 'F5A545AUX317204510' is visible at the bottom of the stamp.

Ramadhan Syukri farhan

NIM: 19513232

PRAKATA

Segala puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan Rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN DI PERAIRAN LAUT KENDAL**. Penyusunan laporan tugas akhir ini salah satu syarat untuk menyelesaikan program Pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini banyak hambatan yang dihadapi, namun pada akhirnya dengan adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual penulis mampu melaluinya dengan baik. Untuk itu pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kelancaran dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Ibu penulis tersayang, Ibu Reflinda dan Ayah penulis Anton, serta seluruh keluarga yang selalu memberi dukungan, doa, semangat dan kepercayaan kepada penulis untuk menyelesaikan tugas ini.
3. Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing I Tugas Akhir.
4. Seluruh dosen, staf dan Keluarga Besar Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, UII. Terimakasih atas bantuan, pengajaran dan pengalaman yang telah diberikan.
5. Seluruh staf Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan.
6. Teruntuk Firda Rizki yang selalu memberikan dukungan dan semangat untuk menyelesaikan tugas akhir ini.
7. Teman – teman Angkatan 2019 Program Studi Teknik Lingkungan.

8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

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

Yogyakarta, 15 Mei

Ramadhan Syukri Farhan

ABSTRAK

Ramadhan Syukri Farhan. Identifikasi Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Perairan Laut Kendal, Kota Kendal, Jawa Tengah. Dibimbing oleh Ir. Luqman Hakim, S. T., M.Si.

Sifat plastik yang lama terurai meningkatkan penumpukan jumlah plastik diperairan yang dapat membahayakan ekosistem hingga manusia. Plastik yang telah terbagi menjadi bagian yang sangat kecil setelah mengalami degradasi disebut dengan mikroplastik. Mikroplastik adalah sebuah partikel yang memiliki ukuran kurang dari diameter 5 mm. Keberadaan mikroplastik hampir ditemukan di seluruh perairan, tanpa terkecuali di perairan kota Kendal yaitu di perairan Laut Kendal. Perairan ini merupakan tempat pembuangan atau penampungan limbah domestik ataupun industri masyarakat setempat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kelimpahan dan karakteristik mikroplastik yang terdapat pada air dan sedimen di wilayah Laut Kendal, Jawa Tengah. Pengambilan sampel dilakukan di 15 titik yang terbagi dari 3 wilayah pantai. Pengambilan sampel menggunakan metode *grab sampling* dengan alat *water sampler* untuk pengambilan air laut dan *dredge* untuk pengambilan sedimen. Identifikasi karakteristik fisik mikroplastik berdasarkan jenis pada sampel air dan sedimen ditemukan adanya jenis fragmen (28%), film (26%), pellet (7%), foam (17%) dan fiber (22%). Identifikasi berdasarkan warna di dapatkan hasil warna pada sampel air dan sedimen yaitu transparan (16%), merah (13%), hitam (43%), kuning (8%), biru (12%), hijau (4%) dan warna lainnya (4%). Hasil uji FT-IR jenis polimer mikroplastik yang ditemukan adalah *Polyacetylene*, PAF, EVAL, PVAL, PVB, PVFM, PI, PB, PVP, PAT, PPO, EP, PCTEFE, PEI, SI, PS, PBT, PET, PC, SB, POM, PTFE, EVA, VCVAC, PVC dan *Nylon*.

Kata Kunci: air, FT-IR (*Fourier-Transform Infrared Spectroscopy*), mikroplastik, Mikroskop , sedimen

ABSTRACT

Ramadhan Syukri Farhan. Identification of Microplastics in Water and Sediments in Kendal Sea Waters, Kendal City, Central Java. Supervised by Ir. Luqman Hakim, S. T., M.Sc.

The nature of plastic that takes a long time to decompose increases the accumulation of the amount of plastic in waters which can harm ecosystems and humans. Plastics that have been divided into very small parts after experiencing degradation are called microplastics. Microplastic is a particle that has a diameter of less than 5 mm. The existence of microplastics is found in almost all waters, without exception in the waters of the city of Kendal, namely in the waters of the Kendal Sea. These waters are a place for disposal or storage of domestic or industrial waste from the local community. This research was conducted to determine the abundance and characteristics of microplastics found in water and sediments in the Kendal Sea region, Central Java. Sampling was carried out at 15 points divided from 3 coastal areas. Sampling used the grab sampling method with a water sampler for seawater collection and a dredge for sediment collection. Identification of the physical characteristics of microplastics based on the type of water and sediment samples found the types of fragments (28%), film (26%), pellets (7%), foam (17%) and fiber (22%). Identification based on color results in color results in water and sediment samples, namely transparent (16%), red (13%), black (43%), yellow (8%), blue (12%), green (4%) and color others (4%). The FT-IR test results found the type of microplastic polymer found were Polyacetylene, PAF, EVAL, PVAL, PVB, PVFM, PI, PB, PVP, PAT, PPO, EP, PCTEFE, PEI, SI, PS, PBT, PET, PC, SB, POM, PTFE, EVA, VCVAC, PVC and Nylon.

Keywords: *FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy), Microplastics, Microscopes, Sediments, Water*

DAFTAR ISI

ABSTRAK	ix
ABSTRACT	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang.....	2
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Asumsi Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Pencemaran Plastik di Lingkungan	6
2.2 Mikroplastik	7
2.3 Sumber Mikroplastik.....	8
2.3 Mikroplastik di Perairan	9
2.4 Mikroplastik pada Sedimen	10
2.5 FTIR	10
2.7 Penelitian Terdahulu.....	11
BAB III METODE PENELITIAN.....	14
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	14
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Prosedur Pengambilan Data	20
3.3.1 Pengumpulan Data.....	20
3.3.2 Pengambilan Sampel Air	20
3.3.3 Pengambilan Sedimen.....	22

3.3.4 Pengujian Sampel	24
3.3.5 Pengeringan	25
3.3.6 <i>Density Separation</i>	25
3.3.7 WPO (Wet Peroxide Oxidation)	26
3.3.8 Penyaringan	27
3.3.9 Pengujian Sampel Menggunakan Mikroskop	27
3.3.10 Pengujian Sampel dengan FTIR	29
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	30
4.1 Deskripsi Wilayah	30
4.1.1 Lokasi Sampling Pertama	30
4.1.2 Lokasi Sampling Kedua.....	31
4.1.1 Lokasi Sampling Ketiga.....	33
4.2 Identifikasi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Jenis, Jumlah dan Warna	33
4.2.1 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis.....	34
4.2.1.1 Fragment	37
4.2.1.2 Fiber	38
4.2.1.3 Film	39
4.2.1.4 Pellet	39
4.2.1.5 Foam	40
4.2.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah	43
4.2.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna.....	46
4.3 Identifikasi Mikroplastik dengan FT-IR.....	50
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Simpulan.....	54
5.2 Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
RIWAYAT HIDUP.....	60
Lampiran	62

DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Titik koordinat pengambilan sampel.....	16
Tabel 3. 2 Alat di lapangan	18
Tabel 3. 3 Alat di laboratorium	18
Tabel 3. 4 Bahan yang dibutuhkan.....	20
Tabel 4. 1 Rentang ukuran mikroplastik	34
Tabel 4. 2 kelimpahan MPs di perairan Laut Kendal.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis mikroplastik	8
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian	14
Gambar 3. 2 peta lokasi sampling	15
Gambar 3. 3 Pengambilan water sampler.....	21
Gambar 3. 4 Pengambilan manta trawl	22
Gambar 3. 5 Pengambilan sampel sedimen.....	23
Gambar 3. 6 Diagram alir pengujian sampel.....	24
Gambar 3. 7 Proses WPO.....	26
Gambar 3. 8 (a) sampel yang telah disaring, (b) Tahap penyaringann samppel.....	27
Gambar 3. 9 Pengamatan sampel menggunakan mikroskop.....	28
Gambar 3. 10 Pengamatan sampel menggunakan FTIR	29
Gambar 4. 1 Penampakan kegiatan industri dan pelabuhan.....	31
Gambar 4. 2 Terlihat kegiatan pertambakan masyarakat	32
Gambar 4. 3 Terlihat serpihan sampah yang bertebaran di perairan laut.....	32
Gambar 4. 4 Adanya kegiatan nelayan.....	33
Gambar 4. 5 proses degradasi mikroplastik	36
Gambar 4. 6 Jenis Mps pada sampel air	36
Gambar 4. 7Jenis MPs sedimen	37
Gambar 4. 8 Fragment.....	38
Gambar 4. 9 Fiber.....	38
Gambar 4. 10 Film.....	39
Gambar 4. 11 Pellet	40
Gambar 4. 12 Foam	40
Gambar 4. 13 Jumlah MPs berdasarkan lokasi sampling.....	41
Gambar 4. 14 Jumlah MPs air di setiap lokasi sampling	43
Gambar 4. 15 Jumlah MPs sedimen di setiap lokasi sampling	44
Gambar 4. 16. Perbandingan warna mikroplastik	47
Gambar 4. 17 Perbandingan warna mikroplastik keseluruhan.....	47
Gambar 4. 18 Grafik hubungan jenis mikroplastik dan warnanya pada sampel permukaan air.....	49
Gambar 4. 19Grafik hubungan jenis mikroplastik dan warnanya pada sampel sedimen	50
Gambar 4. 20 Grafik FTIR MPs air	51
Gambar 4. 21 Grafik FTIR MPs sedimen	51

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia yang merupakan negara pesisir dengan sumber daya alam air yang melimpah, juga memiliki masalah sampah yang cukup signifikan, khususnya sampah plastik di lingkungan laut. Seperti yang sudah menjadi rahasia umum, plastik merupakan bahan yang sangat sulit terurai, bahkan tidak mungkin. Menurut (Jambeck et al., 2015), Setelah China, Indonesia dianggap sebagai penghasil sampah plastik laut terbesar kedua. Dari operasi di sepanjang pantai, lebih dari 3,2 juta ton sampah plastik dihasilkan setiap tahunnya; 0,48 hingga 1,29 juta ton dari puing-puing ini berakhir di laut.

Kehadiran sampah atau limbah plastik di lingkungan membuat masalah lingkungan semakin menantang (Barnes et al., 2009). (Betts, 2008), mengklaim bahwa karena mikroplastik sangat kecil (5mm), pertama-tama mereka membuat lingkungan tampak bersih tetapi penelitian tambahan tidak menutup kemungkinan adanya mikroplastik. Hal ini menambah kompleksitas persoalan mikroplastik di alam (Andrady, 2011). Mikroplastik mudah masuk ke dalam rantai makanan karena ukurannya yang mikroskopis. Dimulai dari mikroplastik alami, kemudian mikroplastik masuk ke rantai makanan melalui air laut atau pasir. Mikroplastik tersebut secara tidak sengaja masuk ke tubuh hewan yang berukuran kurang dari 0,5 mm. Hewan sebagai konsumen tingkat 1 akan ditangkap oleh konsumen tingkat 2 dan seterusnya. Oleh karena itu, kemungkinan kerusakan akibat akumulasi berbanding terbalik dengan jumlah konsumen dalam rantai makanan (Rochman et al., 2015).

Dengan mempelajari pola penggunaan plastik oleh masyarakat, aktivitas di sepanjang sungai, dan penggunaan pantai setempat untuk wisata dan perdagangan, penyebaran mikroplastik di pantai dapat diketahui dengan akurat. (Manalu, 2017). Selain sampah plastik di pantai, aktivitas di darat seperti limbah yang dibuang ke sungai, limpasan dari kota, dan pertanian menjadi sumber pencemaran mikroplastik

di lingkungan laut. Akuakultur dan operasi maritim lainnya merupakan kontributor tambahan kontaminasi mikroplastik (Zhang, 2017). Mikroplastik diangkut secara berbeda di laut dan wilayah pesisir tergantung arah angin dan gelombang (Kukulka et al., 2012). Elemen signifikan lainnya yang mempengaruhi mobilitas mikroplastik di sedimen dan di saluran air adalah pencampuran air tawar dan air asin di muara sungai (Lima et al., 2015). Durasi residensi dan pergerakan mikroplastik dipengaruhi oleh arus pasang surut yang kuat yang mengelilingi muara (Wolanski, E., Elliot, 2015).

Kabupaten Kendal yang berada di utara Pulau Jawa ini memiliki sejumlah pantai dan muara sungai yang sebagian dimanfaatkan sebagai pelabuhan dan tujuan wisata. Pantai di Kendal memiliki potensi pencemaran mikroplastik karena digunakan sebagai pelabuhan dan tujuan wisata. 109,4ton sampah plastik dihasilkan setiap hari oleh warga Kendal, menurut data. Oleh karena itu, berdasarkan temuan tersebut, wilayah muara sungai dan pesisir Kabupaten Kendal berpotensi terkontaminasi oleh mikroplastik (*SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*, n.d.).

Sektor publik dan industri di wilayah Kabupaten Kendal banyak menggunakan plastik yang akan berdampak pada lingkungan pesisir dan laut disana. Pantai Pelabuhan Kabupaten Kendal merupakan salah satu yang akan terkena dampak pencemaran tersebut. Karena penggunaannya sebagai pelabuhan, tujuan wisata, pusat budidaya air, dan kegiatan ekonomi lainnya, wilayah garis pantai merupakan kontributor utama bagi perekonomian lokal. Kemungkinan ditemukannya mikroplastik di pantai-pantai di Kabupaten Kendal akan meningkat akibat ulah manusia yang akan mengakibatkan tercemarnya sampah plastik dan sampah di sepanjang pantai. Di sisi lain, belum ada penelitian mikroplastik di lingkungan perairan Kabupaten Kendal. Dalam konteks ini, diperlukan penelitian untuk memastikan keberadaan mikroplastik.

1.2 Perumusan Masalah

1. Bagaimana komposisi dan karakteristik fisik mikroplastik pada sampel air laut yang ada di sekitar perairan laut Kendal tersebut?
2. Bagaimana persebaran mikroplastik yang terdapat pada sampel air laut dan sedimennya pada perairan laut Kendal?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi komposisi dan karakteristik fisik mikroplastik pada air dan sedimen di perairan Kendal.
2. Mengidentifikasi persebaran mikroplastik yang terdapat pada sampel air laut dan sedimennya pada perairan laut Kendal.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Tingkatkan keahlian dan pengetahuan tentang analisis mikroplastik.
2. Hasil penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk mempelajari lebih lanjut tentang keadaan pantai yang terkontaminasi mikroplastik. Temuan studi ini juga dapat digunakan untuk memperluas pemahaman kita tentang bagaimana kontaminasi mikroplastik memengaruhi ekosistem. Selain itu dapat dimanfaatkan sebagai sumber informasi untuk kajian jumlah mikroplastik di pesisir Kabupaten Kendal.
3. Sebagai sumber informasi bagi pemerintah untuk berkonsultasi dalam melakukan perbaikan upaya penghentian pencemaran air.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi-asumsi yang mungkin digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Mikroplastik akan ditemukan baik dalam air maupun sedimen di perairan Laut Kendal. Asumsi ini didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan keberadaan mikroplastik di berbagai perairan di seluruh dunia.
2. Tingkat keberadaan mikroplastik akan bervariasi di berbagai lokasi di perairan Laut Kendal. Asumsi ini didasarkan pada kemungkinan adanya sumber-sumber mikroplastik yang berbeda, seperti industri, kegiatan nelayan, pariwisata, atau pemukiman di sekitar perairan.
3. Jumlah mikroplastik yang ditemukan dalam air dan sedimen akan berbeda. Asumsi ini didasarkan pada kemungkinan adanya perbedaan dalam mekanisme transportasi dan deposisi mikroplastik di air dan sedimen.
4. Keberadaan mikroplastik dalam perairan Laut Kendal akan memiliki potensi dampak negatif pada organisme laut. Asumsi ini didasarkan pada penelitian sebelumnya yang menunjukkan bahaya potensial mikroplastik terhadap kehidupan laut, seperti akumulasi dalam organisme dan paparan terhadap zat kimia yang terikat pada mikroplastik.
5. Sumber utama mikroplastik di perairan Laut Kendal berasal dari aktivitas manusia, seperti pembuangan limbah plastik, penggunaan produk plastik sekali pakai, dan proses abrasi plastik dari barang konsumsi.

Perlu diingat bahwa asumsi-asumsi ini hanya bersifat spekulatif dan harus diuji secara empiris melalui penelitian yang mendalam. Penelitian ini mungkin melibatkan pengambilan sampel air dan sedimen dari berbagai lokasi di perairan Laut Kendal, analisis laboratorium untuk mengidentifikasi dan menghitung jumlah mikroplastik,

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Plastik di Lingkungan

Karena kemudahan pembuatannya, ringan, murah, dan tahan terhadap kerusakan, plastik merupakan bahan dengan beberapa aplikasi (Ivar do Sul et al., 2009). Mulai tahun 1940-an, plastik telah diproduksi dalam jumlah besar. Pada tahun 2009, 230 juta ton plastik telah diproduksi (Cole et al., 2011). Akhiran sampah plastik akan meningkat berbanding lurus dengan jumlah plastik yang diproduksi, serta jumlah barang lain yang diproduksi dari plastik. Produksi tahunan jutaan ton plastik telah menyebabkan penumpukan yang signifikan baik di zona pelagis maupun demersal laut (Jambeck et al., 2015).

Salah satu bahan organik yang memiliki ciri khas adalah plastik. Bahan plastik memiliki manfaat ekstra karena mudah dibentuk saat dipanaskan dan dikompresi. Polimer dan banyak bahan kimia tambahan membentuk bagian penyusun plastik; setiap polimer terdiri dari sejumlah monomer yang dihubungkan oleh rantai kimia. Menurut beberapa penelitian, daerah pembuangan di daerah aliran sungai, kepadatan penduduk, dan aktivitas laut semuanya dapat berdampak pada jumlah sampah plastik yang dapat berakhir di lautan (Woodall et al, 2014).

Polusi plastik dapat menyebar ke saluran air melalui drainase atau pembuangan limbah yang akhirnya berakhir di laut. Polusi plastik merupakan jenis sampah manusia yang dominan di area laut. Plastik menyumbang sebagian besar sampah laut di seluruh dunia, mencapai 60% hingga 80% (Eriksen et.al., 2013). Sampah plastik di laut terurai dengan sangat lambat dan membentuk mikroplastik. Penelitian tentang keberadaan mikroplastik di perairan Indonesia telah dilakukan di perairan tawar dan laut seperti utara Surabaya, Pantai Pangandaran, dan Sungai Ciwalengke, Majalaya. Penelitian ini menunjukkan bahwa masalah mikroplastik di perairan Indonesia sangat serius dan harus segera diatasi.

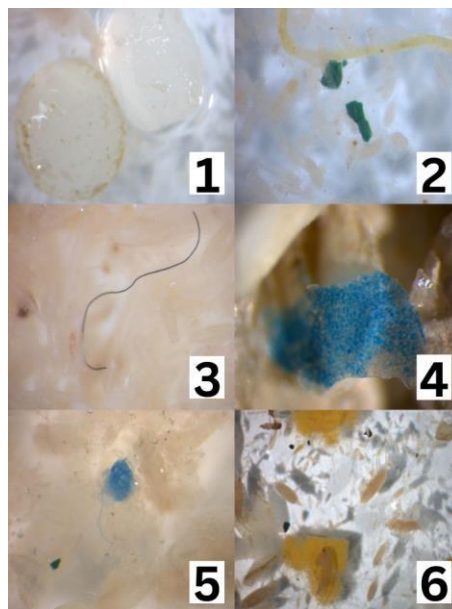
2.2 Mikroplastik

Mikroplastik akan tercipta ketika sampah plastik dibuang di lingkungan alam. Pada 1970-an, sumber mikroplastik ditemukan. Mikroplastik dapat ditemukan di tanah, air tawar, laut, dan atmosfer (Mai et al., 2018). Karena ukurannya yang kecil, mikroplastik kurang dari 5 mm tidak dapat dideteksi dengan mata telanjang. Mikroplastik yang ada di lingkungan mengandung bahan berbahaya dan mampu menarik zat hidrofobik beracun dari bawah permukaan ke permukaan. Sedimen pantai, garis pantai, dan badan air semuanya mungkin mengandung mikroplastik. Apalagi, zat berbahaya yang terkandung dalam mikroplastik yang mengganggu ekologi laut telah lama ditemukan pada tubuh ikan di laut (Dilara Atas & Makkonen-Craig, 2019).

Mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder adalah dua subkategori mikroplastik. Fakta bahwa plastik diproduksi dalam ukuran kecil memunculkan istilah "mikroplastik primer". Produk untuk penggunaan kosmetik dapat mencakup mikroplastik primer (Cole et al., 2011). Mikroplastik primer sering berbentuk pelet dengan diameter berkisar antara 2 hingga 5 mm. Scrubber umum digunakan dalam produk kosmetik dan sering digunakan dalam prosedur perawatan kulit (Van Cauwenberghe & Janssen, 2014). Tergantung pada barang yang disediakan, mikroplastik ini dipasarkan dalam berbagai bentuk, ukuran, dan komposisi di pasaran (Fendall & Sewell, 2009). (Cole et al., 2011), mengklaim bahwa partikel polietilen dan polipropilen telah ditemukan dalam kosmetik. Mikroplastik sekunder bentuk tipis, kategori yang berbeda, berasal dari potongan plastik besar di darat dan di lautan. Aktivitas fisik, biologis, dan kimia secara bertahap bergabung untuk melemahkan struktur plastik, yang menyebabkan fragmentasi (Browne et al., 2007). Di pantai, paparan sinar matahari, abrasi, pasang surut, dan turbulensi menyebabkan fragmentasi plastik menjadi ukuran mikroplastik, sementara beberapa fragmen ini mungkin pada akhirnya tumbuh menjadi nanoplastik.

Mikroplastik dapat dibagi menjadi beberapa kelompok berdasarkan jenis, warna, dan ukuran morfologinya. Pelet, fiber, fragment, film, dan foam adalah beberapa jenis mikroplastik yang dapat diklasifikasikan. Sedangkan kategori untuk

warna antara lain hitam, biru, merah, bening, putih, hijau, dan sebagainya (Frias et al., 2018). Menemukan sumber pencemaran akan lebih mudah jika diketahui jenis mikroplastiknya. Gambar 2.1 menampilkan beberapa jenis mikroplastik.



Gambar 2. 1 Jenis mikroplastik

2.3 Sumber Mikroplastik

Sumber mikroplastik dibedakan menjadi dua yakni primer dan sekunder. Mikroplastik primer merupakan butiran plastik murni yang menjangkau wilayah laut akibat kelalaian dalam penanganan. Sebaliknya, mikroplastik sekunder adalah mikroplastik yang dihasilkan akibat adanya fragmentasi plastik yang lebih besar (Tankovic, 2015).

Sumber primer meliputi kandungan plastik yang berada di dalam produk kecantikan dan pembersih, pellet untuk pakan hewan, bubuk resin serta umpan produksi plastik. Mikroplastik yang masuk ke dalam perairan melalui saluran limbah rumah tangga, biasanya mencakup polietilen, polipropilen dan polistiren. Sumber sekunder yaitu berupa potongan ataupun serat yang berasal dari pemutusan rantai dari plastik yang lebih besar yang bisa jadi terikat mikroplastik sebelum ke lingkungan. Potongan tersebut dapat berasal dari jala ikan, bahan baku industri, alat

rumah tangga ataupun kantong plastik yang memang dirancang untuk dapat terdegradasi di lingkungan (Victoria, 2017).

2.3 Mikroplastik di Perairan

Karena plastik menyusup ke ekosistem sungai, mikroplastik dapat dengan mudah mencapai lautan. Aktivitas manusia menjadi penyebab utama pencemaran mikroplastik sungai. Sampah dan puing-puing yang dibuang ke sungai akan terbawa arus yang mengalir ke laut (Browne et al., 2008). Selain itu, penyebab utama kontaminasi mikroplastik di air antara lain kegiatan seperti pariwisata, perikanan, akuakultur, dan penggunaan perahu (Zhang, 2017). Kontaminasi mikroplastik di laut juga disebabkan oleh fragmentasi plastik di sepanjang pantai. Mikroplastik akan masuk ke saluran air karena mobilitas berbasis udara dan gelombang (Kukulka et al., 2012).

Tergantung pada kepadatan polimer, mikroplastik yang mengambang di air akan mengapung. Ukuran mikroplastik memainkan peran penting dalam penyebarannya karena lebih mudah melepaskan bahan kimia ke lingkungan saat ukurannya lebih kecil daripada saat volumenya lebih besar (Li et al., 2019). Kehidupan laut atau biota yang secara tidak sengaja mengonsumsi mikroplastik di permukaan laut menderita akibat pencemaran mikroplastik (Fao, n.d.). Dampaknya dapat menyebabkan penurunan asupan gizi yang seharusnya diperoleh melalui makanan (Tourinho et al., 2010). Karena mikroplastik menyumbat insang dan menciptakan bioakumulasi jika terserap ke dalam tubuh ikan, maka berdampak pada ikan berupa gangguan pernapasan (Browne et al., 2007). Selain itu, karena mikroplastik ditransfer ke sistem pencernaan melalui dinding usus, mengonsumsi mikroplastik dapat merusak proses penting tubuh dengan menyumbat saluran pencernaan dan membatasi nutrisi (Thompson et al., 2009).

Akumulasi mikroplastik pada biota laut disebabkan oleh tersebarnya bahan-bahan tersebut dari muara sungai. Mikroplastik yang terurai dalam jangka panjang akan terbawa arus udara dan arus sungai untuk mengendap di sedimen sungai, selanjutnya juga akan terbawa ke muara (Wright et al., 2013). Kehadiran

mikroplastik lebih menonjol di sedimen daripada di perairan laut karena fakta bahwa mikroplastik bergerak melalui air lebih cepat daripada melalui sedimen (Manalu, 2017).

2.4 Mikroplastik pada Sedimen

Sedimen merupakan partikel yang terakumulasi dengan bebas yang biasanya terdiri dari partikel organik dan anorganik (Duxbury et al, 1991 dalam Mukminin, A, 2009). Proses kimiawi yang terjadi di dalam laut akan menyebabkan sedimen yang mengandung mineral dan fragmen batuan dari daratan bercampur dengan tulang – tulang organisme laut membentuk endapan sedimen (Gross, 1993 dalam Mukminin, A, 2009).

Untuk dapat mengetahui kelimpahan mikroplastik yang berada di perairan dapat didasarkan pada kedalaman sampel sedimen yang digunakan pada saat penelitian. Sedimen yang berada pada bagian atas biasanya memiliki kelimpahan mikroplastik yang rendah bila dibandingkan dengan sedimen yang terletak pada bagian yang lebih dalam, karena pada bagian atas banyak mikroplastik yang masih ikut tersapu oleh arus air laut. Tekstur sedimen juga dapat mempengaruhi kelimpahan mikroplastik yang berada di dalamnya. Tekstur sedimen dibagi menjadi dua yaitu, sedimen dengan karakteristik lunak (lumpur dan liat) dan sedimen dengan karakteristik yang keras (batu dan kerikil). Sedimen dengan karakteristik yang lunak lebih mudah untuk menyerap sampah – sampah sehingga kelimpahan mikroplastik yang berada didalamnya jauh lebih banyak dibandingkan dengan yang memiliki karakteristik keras.

2.5 FTIR

Teknik untuk mengidentifikasi mikroplastik yang umum digunakan adalah *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Dibandingkan dengan penyortiran menggunakan mikroskop, *spectroscopy* FT-IR telah terbukti dapat mendeteksi jumlah mikroplastik yang jauh lebih tinggi dalam sampel lingkungan

(Tagg et al., 2015). *Spectroscopy* FT-IR adalah teknik yang sering digunakan untuk mengidentifikasi mikroplastik karena kemudahaan dalam penggunaannya, efisiensi biaya dan keandalan. Selain itu, Teknik tersebut tidak merusak gugus fungsi dari berbagai jenis plastik (Tagg et al., 2015).

Metode *Spectroscopy* FT-IR merupakan metode *spectroscopy* inframerah yang dilengkapi dengan transformasi Fourier untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrumnya (Anam et al., 2007). Analisis FT-IR digunakan untuk mengidentifikasi bahan organik, anorganik dan polimer dengan memanfaatkan sinar inframerah untuk memindai sampel. Spektroskopi FT-IR berguna dalam mengidentifikasi dan mengkarakterisasi bahan yang tidak diketahui, mendeteksi kontaminan dalam bahan, dan mengidentifikasi dekomposisi dan oksidasi (Tituset al.).

Berdasarkan panjang gelombang, wilayah inframerah dipecah menjadi tiga yaitu panjang gelombang dekat ($14000 - 4000 \text{ cm}^{-1}$) yang peka terhadap vibrasi overtone, panjang gelombang sedang ($4000 - 400 \text{ cm}^{-1}$) berkaitan dengan transisi energi vibrasi dari molekul yang membagikan data mengenai gugus fungsi dalam molekul yang berkaitan, serta panjang gelombang jauh ($400 - 10 \text{ cm}^{-1}$) digunakan buat menganalisis molekul yang memiliki atom berat semacam senyawa organik (Sari & Fajri, 2018).

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelitian terdahulu mengenai penelitian mikroplastik

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

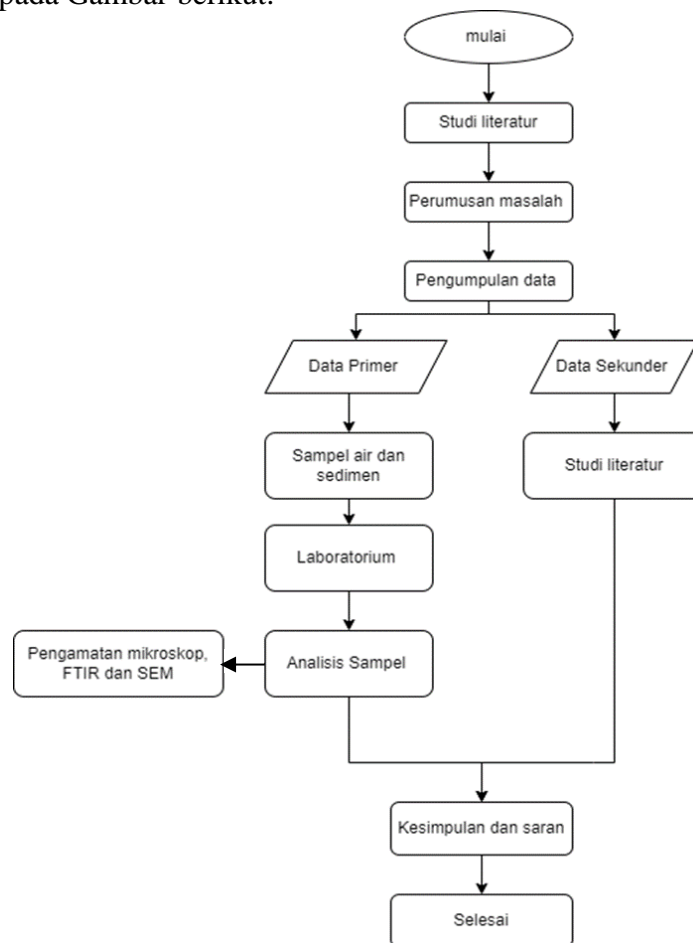
no	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Octarianita & Widiastuti, 2022)	Analisis Mikroplastik pada Air dan Sedimen	Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah fiber, fragment, granula dan film. Pada sampel air dan sedimen memiliki

		di Pantai Teluk Lampung dengan Metode FT-IR (Fourier Transform Infrared)	rata – rata pencemaran mikroplastik yang paling tinggi, yaitu sampel air ditemukan rata – rata 34,5 ind/m ³ dengan bentuk mikroplastik tipe fiber yang memiliki warna bervariasi yaitu hitam, biru, merah dan ungu. Sedangkan, pada sampel sedimen ditemukan rata – rata sebesar 860 ind/kg dengan bentuk mikroplastik paling banyak adalah tipe granula dengan dominan warna hitam, Polimer yang ditemukan pada uji FT-IR yaitu polyethylene (PE), polyethylene terephthalate (PET), polypropylene (PP) dan polystyrene (PS).
2	(Ayuningtyas, 2019)	Kelimpahan Mikroplastik pada Perairan di Banyuwangi, Gresik, Jawa Timur	Secara keseluruhan rata – rata mikroplastik pada perairan sebesar 57,11 x 10 ² partikel/m ³ . Jenis mikroplastik yang ditemukan yaitu fragment, fiber dan film. Jenis mikroplastik jenis fragment paling tinggi ditemukan. Hal ini dikarenakan sumber sampah fragment lebih besar yaitu berasal dari limbah rumah tangga dan kegiatan antropogenik.
3	(Hasibuan et al., 2020)	Analisa Jenis, Bentuk dan Kelimpahan Mikroplastik di Sungai Sei	Berdasarkan penelitian yang dilakukan ditemukan mikroplastik jenis polietilen, polipropilen, politerin dengan bentuk film, fragment, granule, foam dan fiber. Jumlah rata – rata mikroplastik yang

		Sikambing Medan	ditemukan adalah 28,6 partikel/250 ml air sungan dan 32,3 partikel/100 gram berat sedimen kering Sungai Sei Sikambing.
--	--	--------------------	--

BAB III METODE PENELITIAN

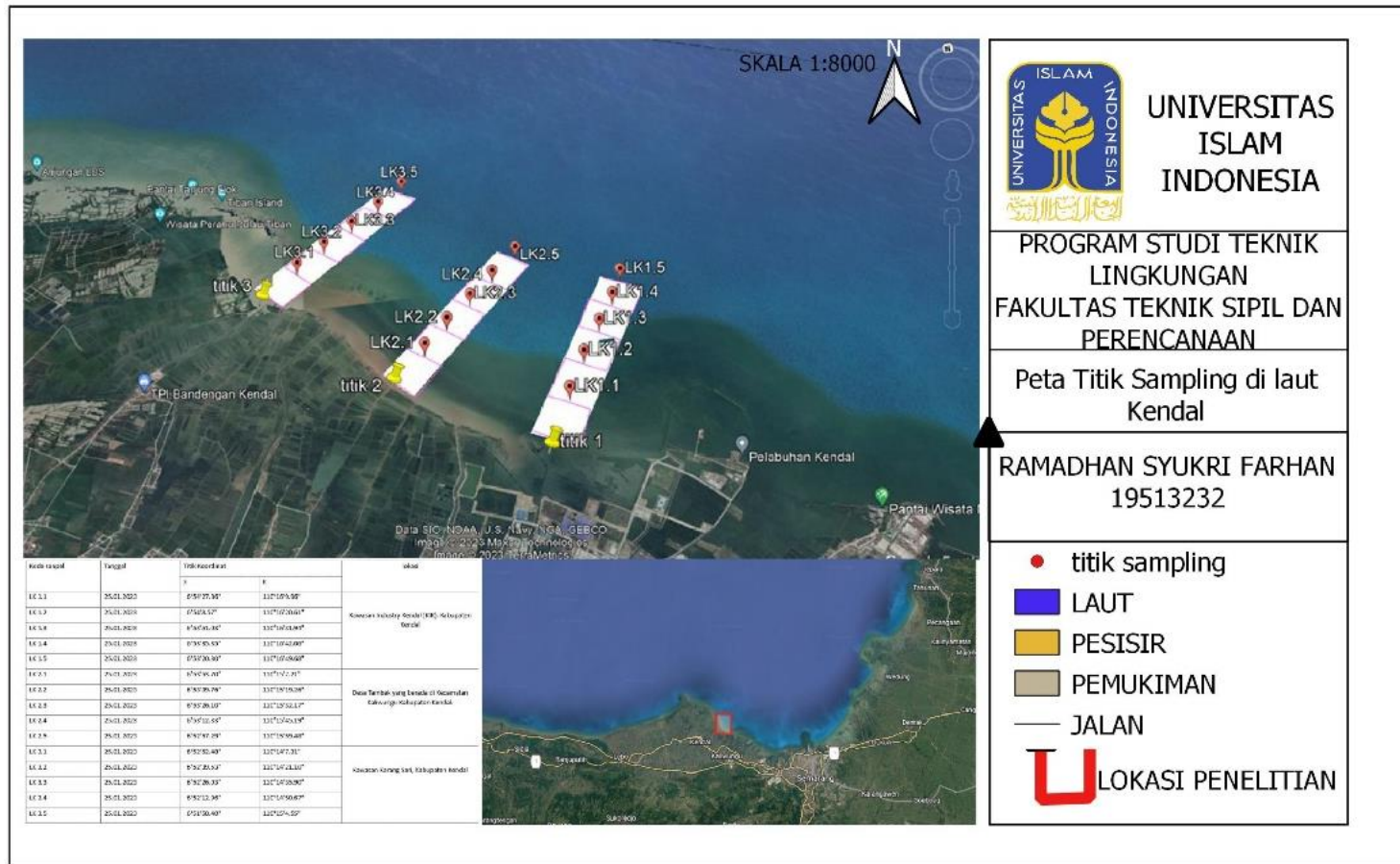
Diagram alir dalam proses penelitian dan metode penelitian dapat dilihat pada Gambar berikut:



Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini direncanakan akan berlangsung kurang lebih 6 bulan dimulai dari persiapan hingga pendadaran pada bulan Januari 2023 – Juni 2023. Pengambilan sampel telah dilakukan pada Januari 2023. Lokasi penelitian dilakukan di laut utara pulau Jawa, dengan kegiatan sampling dilakukan di laut Kabupaten Kendal. Sampel uji yang diambil yaitu air dan sedimen. Kemudian akan dilakukan kegiatan uji laboratorium di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII.



Gambar 3. 2 peta lokasi sampling

Pengambilan sampel terbagi atas 3 lokasi berbeda yang berdasarkan aktivitas tata guna lahan yang berada sekitaran perairan titik tersebut. Untuk titik 1 itu aktivitas tata guna lahannya adalah area industri dan Pelabuhan. Untuk titik 2 itu aktivitas tata guna lahannya adalah area industri dan pertambakan. Untuk titik 3 itu aktivitas tata guna lahannya adalah area pertambakan. Untuk setiap titik diambil sampel air laut dan sedimen dibagi menjadi 5 titik. Pengambilan sampel air laut dan sampel sedimen dilakukan berdasarkan beberapa pertimbangan (purposive sampling), yaitu, akses pengambilan sampel yang memungkinkan sehingga tidak berbahaya dari segi keamanan dan keselamatan.

Koordinat lokasi titik pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel dan peta titik pengambilan sampel air laut, dan sedimen di perairan laut Kendal pada Tabel 3.1 dan Gambar 3.2 .

Tabel 3. 1 Titik koordinat pengambilan sampel

No	nama titik sampel	lokasi atau tata guna lahan	Latitude	Longitude
1	LK 1.1	industri	6°54'27.86"S	110°16'9.96"E
2	LK 1.2		6°54'8.57"S	110°16'20.61"E
3	LK 1.3		6°53'51.03"S	110°16'31.94"E
4	LK 1.4		6°53'35.35"S	110°16'42.06"E
5	LK 1.5		6°53'20.30"S	110°16'49.68"E
6	LK 2.1	industri dan pertambakan	6°53'53.70"S	110°15'7.21"E
7	LK 2.2		6°53'39.76"S	110°15'19.26"E

8	LK 2.3		6°53'26.10"S	110°15'32.17"E
9	LK 2.4		6°53'12.33"S	110°15'45.19"E
10	LK 2.5		6°52'57.29"S	110°15'59.48"E
11	LK 3.1	pertambahan	6°52'52.48"S	110°14'7.31"E
12	LK 3.2		6°52'39.53"S	110°14'21.10"E
13	LK 3.3		6°52'26.03"S	110°14'35.90"E
14	LK 3.4		6°52'12.96"S	110°14'50.67"E
15	LK 3.5		6°51'58.40"S	110°15'4.55"E

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan selama pelaksanaan penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3. 2 Alat di lapangan

No	Nama Alat	Jumlah	Fungsi
1	Wadah sampel	15 buah	Sebagai media penyimpanan sementara sampel sedimen
2	Botol kaca ukuran 1Liter	15 buah	Sebagai media penyimpanan sementara sampel air .
3	Grabber	1 buah	Mengambil sampel sedimen laut
4	Coolbox	1 buah	Untuk menyimpan sampel dengan suhu yang tetap
5	Multimeter	1 buah	Untuk menguji parameter di lapangan yang berupa
6	Kertas pH	1 box	Untuk mengukur pH pada sampel
7	Water Sampler	1 buah	Untuk mengambil air permukaan
8	Manta Trawl	1 Buah	Untuk mengambil mikroplastik di air permukaan laut

Tabel 3. 3 Alat di laboratorium

No	Nama Alat	Jumlah	fungsi
1	Oven	1 buah	Untuk mengeringkan sampel sedimen
2	Jar Test	1 buah	Untuk mengaduk sampel yang telah diberikan NaCl
3	Magnetic Stirrer	1 buah	Untuk pengadukan dan pemberian suhu pada proses WPO
4	Neraca Analitik	1 buah	Untuk mengukur massa sampel sedimen
5	Vacuum	1 buah	Untuk menyaring sampel yang telah di-WPO
6	Gelas Beaker ukuran 500 ml	3 buah	Untuk wadah sampel yang akan diberikan NaCl
7	Erlenmeyer ukuran 250 mL	3 buah	Untuk wadah sampel yang akan di-WPO
8	Pipet tetes ukuran 10 mL	1 buah	Untuk pemberian H ₂ O ₂ pada sampel
9	Preparet	1 buah	Landasan sampel untuk pengamatan mikroskop
10	Mikroskop	1 buah	Mengetahui bentuk, jenis, ukuran dan warna mikroplastik
11	FTIR (Fourier TransformInfrared)	1 buah	Mengetahui gugus fungsi kimia pada mikroplastik

Bahan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 3. 4 Bahan yang dibutuhkan

No	Nama Bahan	Jumlah	fungsi
1	HNO3	Secukupnya	Pengawetan sampel air
2	NaCl	Secukupnya	Agar mikroplastik dapat mengapung di permukaan
3	H2O2 30%	Secukupnya	Penghancuran zat organik pada saat WPO
4	Aquades	Secukupnya	Untuk membilas alat
5	Kertas saring <i>glass micro-fiber (GF/B)</i> Whatman	30 buah	Untuk media pengamatan mikroplastik

3.3 Prosedur Pengambilan Data

3.3.1 Pengumpulan Data

Survei, observasi, pengambilan sampel, dan pengujian sampel digunakan untuk mengumpulkan data, baik di lapangan maupun di laboratorium. Sampel air asin dan lanau digunakan untuk mengumpulkan data di lapangan. Instrumen yang tepat digunakan untuk pengambilan sampel tergantung pada jenis sampel yang diperoleh. Setiap sampel dikumpulkan menggunakan strategi yang berbeda, sesuai dengan prosedur pengambilan sampel yang telah ditentukan. Menggunakan teknik grab sampling, serta manta ialah referensi NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), dan grab sampling untuk sampel sedimen.

3.3.2 Pengambilan Sampel Air

- Teknik *Grab Sampling*

Pengambilan air dilakukan dengan metode *grabsampling*, yaitu sebuah metode pengambilan sampel dengan melakukan sekali pengambilan di titik lokasi yang sudah direncanakan. Pengambilan sampel air memakai alat *horizontal water sampler*. Alat ini memiliki dua katup, saat dimasukkan ke dalam air posisi kedua

katup akan terbuka dan akan tertutup ketika pemberat dilepaskan oleh pengambil sampel. Saat sudah air tertampung alat akan ditarik kepermukaan dan air dipindahkan ke dalam wadah berbahan kaca agar tidak mempengaruhi kandungan mikroplastik di dalamnya.

- Teknik Manta Trawl

Manta trawl, yang dikembangkan untuk mengumpulkan mikroplastik di permukaan air, digunakan dalam teknik pengambilan sampel di permukaan laut. Bagian depan gadget memiliki filter, bagian samping memiliki sayap, dan bagian belakang terpasang jaring jaring 125 mikron. Manta trawling dilakukan dengan memasang alat di permukaan air kemudian menariknya dengan perahu. Bergantung pada kondisi tanah, pukatan manta dilakukan dengan kecepatan 1.852 km/jam dan memakan waktu rata-rata sekitar 10 menit (Kova Virek, et al., 2016). Setelah pembilasan air laut, sampel yang diperoleh dari pukatan manta dimasukkan ke dalam vial penyimpanan sampel kaca.

Proses pengambilan sampel air dapat di lihat pada **Gambar 3.3** dan **Gambar 3.4**.



Gambar 3. 3 Manta



Gambar 3. 4 Pengambilan manta trawl

3.3.3 Pengambilan Sedimen

Pengambilan sampel sedimen dilakukan menggunakan metode grab sampling dengan alat *dredge sampler*. *Dredge sampler* memiliki pengigit yang dibuka ketika pengambilan sampel sedimen. Instrumen ini harus secara fisik menyentuh dasar laut untuk mengumpulkan sampel, dan secara otomatis akan menutup dengan cara yang memungkinkan lumpur mengisinya. Kapal keruk diseret ke permukaan saat material telah tertampung, dan sedimen kemudian ditempatkan di wadah.

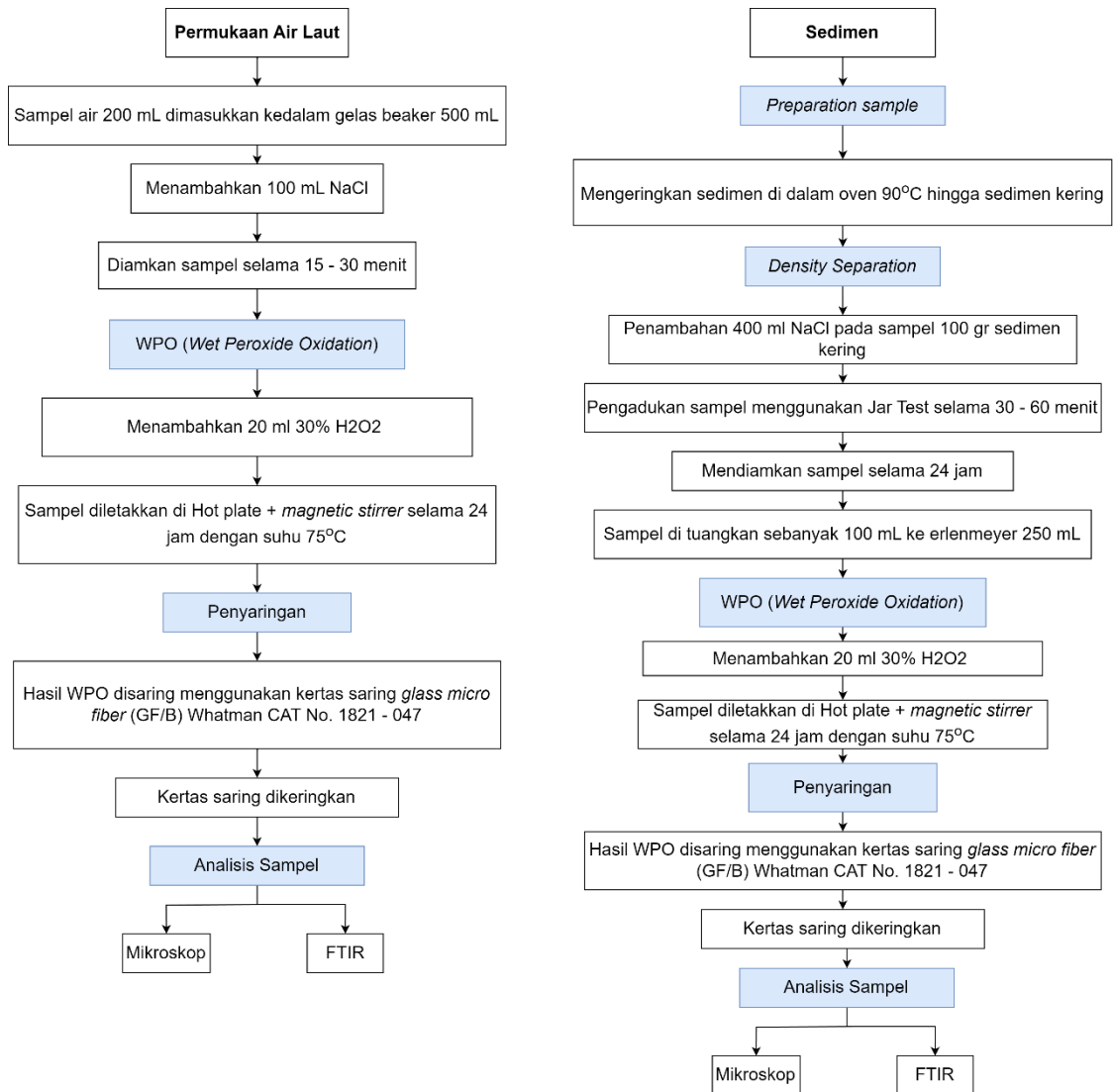
Proses pengambilan sampel sedimen menggunakan *dredge sampler* dapat di lihat pada **Gambar 3.5**.



Gambar 3. 5 Pengambilan sampel sedimen

3.3.4 Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Air FTSP UII.
Alur pengujian sampel dapat dilihat pada **Gambar 3.6**.



Gambar 3. 6 Diagram alir pengujian sampel

Selesainya pengambilan sampel maka selanjutnya dilakukan pengujian sampel menggunakan metode yang di tentukan. Sebelum melakukan pengujian sampel, perlu dilakukan preparasi sampel antara lain pengeringan, *Density Separation*, serta WPO (*Wet Peroxiide Oxidation*). Tahap pengeringan hanya dilakukan untuk sampel sedimen. Sementara itu, untuk sampel air tidak perlu melewati tahap pengayakan dan pengeringan melainkan dapat langsung ke tahap WPO.

3.3.5 Pengeringan

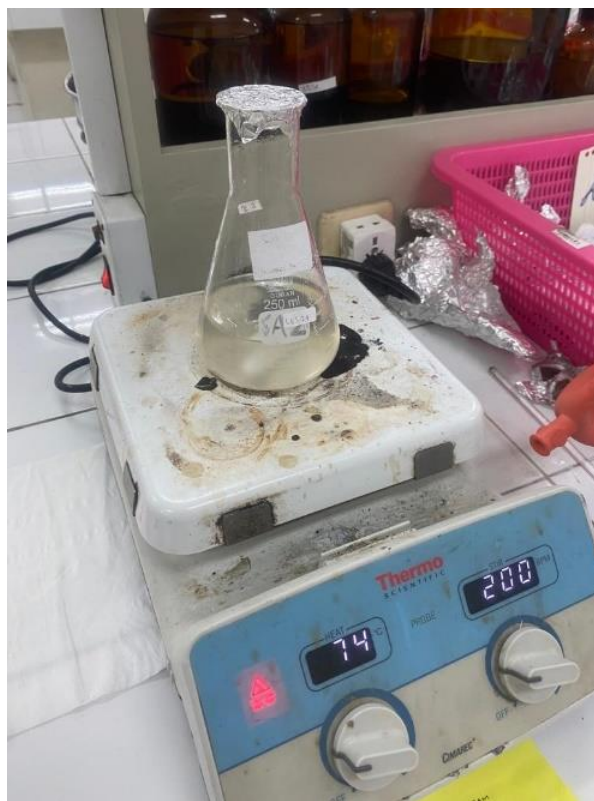
Pada sampel sedimen, langkah pengeringan selesai. Pengeringan digunakan untuk menghilangkan air dalam sedimen. Selama 24 jam, oven dengan suhu 90°C digunakan untuk memanggang sampel sedimen yang terukur. Nilai berat kering dihitung dengan menimbang sedimen kering.

3.3.6 *Density Separation*

Sampel sedimen mengalami tahap pemisahan densitas setelah dikeringkan. Gelas kimia 500 mL diisi dengan 400 mL NaCl setelah 100 gram sampel sedimen ditimbang dan dimasukkan. Setelah penambahan NaCl, sampel diaduk dalam jar test selama satu jam sebelum didiamkan selama 24 jam. NaCl ditambahkan ke sampel dalam upaya membuat mikroplastik mengapung di permukaan air. Semenetera itu, pada sampel permukaan air laut dilakukan penambahan NaCl sebanyak 100 ml pada 200 ml sampel. Lalu sampel didiamkan selama 15-30 menit

3.3.7 WPO (Wet Peroxide Oxidation)

Kandungan organik sampel dapat dihilangkan menggunakan langkah WPO (Wet Peroxide Oxidation). Hal ini dilakukan untuk menghancurkan bahan organik agar prosedur analisis sampel lebih mudah. Sampel yang telah di Erlenmeyer ditambahkan 20 ml H₂O₂ 30% selama prosedur ini. Bahan-bahan tersebut kemudian dipanaskan hingga suhu 75 derajat Celcius dan diaduk menggunakan magnetic stirrer selama 24 jam.



Gambar 3. 7 Proses WPO

3.3.8 Penyaringan

Langkah penyaringan sangat membantu untuk menghilangkan mikroplastik dari sampel uji. Kertas saring glass microfiber (GF/B), Whatman CAT No., digunakan untuk proses filtrasi. 1821-047. Menggunakan vakum dan kertas saring diletakkan di atas vakum, filtrasi tercapai. Untuk mencegah agar larutan tidak berhamburan, sampel selanjutnya ditambahkan ke dalam vakum, diikuti corong penutup yang diletakkan di atas kertas saring. Prosedur penyaringan sampel kemudian diluncurkan saat tombol diaktifkan. Setelah disaring, kertas saring dikeringkan dengan cara diangin-anginkan di atas cawan petri.



Gambar 3. 8 (a) sampel yang telah disaring, (b) Tahap penyaringann samppel

3.3.9 Pengujian Sampel Menggunakan Mikroskop

Mikroplastik memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat langsung menggunakan mata, maka diperlukan pengamatan menggunakan mikroskop. Pengoperasian mikroskop dilakukan dengan cara menghidupkan alat dan pencahayaan disesuaikan dengan kebutuhan. Kemudian, sampel ditempatkan di meja pengamatan menggunakan preparate dan pada mikroskop dilakuakn perbesaran hingga 10 kali. Fokus mikroskop dapat diatur hingga lensa dapat memperlihatkan sampel dengan jelas. Pengamatan menggunakan mikroskop bertujuan untuk melihat kelimpahan pada sampel mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk dan warna. Adapun jenis mikroplastik yang dapat terlihat meliputi *pellet*, *fragmen*, *fiber*, *film* ataupun *foam*. Sedangkan, warna mikroplastik yang dapat terlihat yaitu hitam, biru, transparan, merah atau multicolor.



Gambar 3. 9 Pengamatan sampel menggunakan mikroskop

3.3.10 Pengujian Sampel dengan FTIR

Komponen kimia yang ada dalam mikroplastik akan dipastikan dengan pengamatan FTIR. Sampel ditempatkan di tengah bantalan besi untuk memulai prosedur pembacaan sampel. Intan ATR, kristal kecil yang digunakan dalam FTIR, digunakan untuk memeriksa material. Hasil yang di dapatkan akan terekam dan di simpan pada software computer berupa grafik dan unsur kimia yang terbaca.



Gambar 3. 10 Pengamatan sampel menggunakan FTIR

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Wilayah

Penelitian identifikasi keberadaan mikroplastik di pantai Kabupaten Kendal dilakukan pada 3 lokasi berbeda. Identifikasi ini dilakukan pada perairan laut lepas dipantai wilayah Kabupaten Kendal. Wilayah laut ini berbatasan langsung dengan laut Jawa. Ombak pada perairan memiliki ketinggian sekitar 1-4 meter tergantung dari gelombang laut, pasang surut air laut dan arah angin. Dari hasil observasi terdapat kapal nelayan ramai melintasi perairan untuk kegiatan penangkapan ikan.

Lokasi sampling ini terdapat aktivitas tata guna lahan yang berada sekitaran perairan titik tersebut. Untuk titik 1 itu aktivitas tata guna lahannya adalah area industri dan Pelabuhan. Untuk titik 2 itu aktivitas tata guna lahannya adalah area industri dan pertambakan. Untuk titik 3 itu aktivitas tata guna lahannya adalah area pertambakan. Untuk setiap titik diambil sampel air laut dan sedimennya, penelitian dibagi menjadi 3 lokasi berbeda dan diambil 5 titik pengambilan sampel di setiap lokasi tersebut dengan tujuan untuk memastikan bahwa sampel yang diambil dapat memberikan gambaran yang representatif tentang distribusi mikroplastik di perairan laut Kendal. Dengan mengambil sampel di beberapa lokasi dapat mencakup variasi dalam kondisi lingkungan dan distribusi mikroplastik di perairan yang lebih luas.

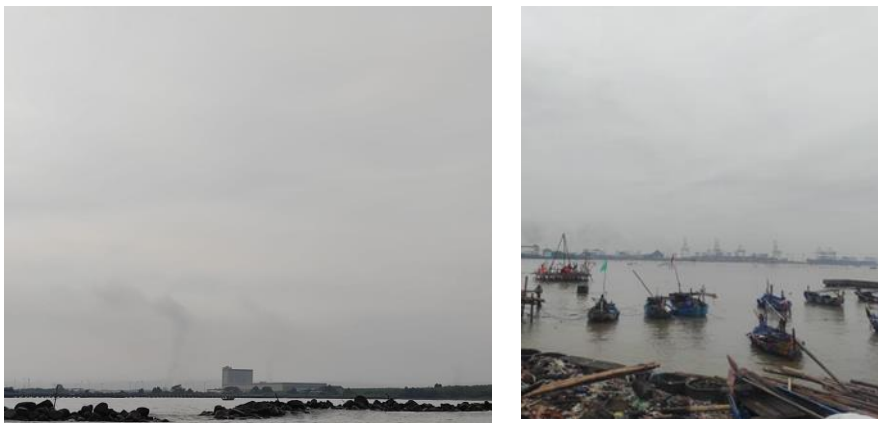
4.1.1 Lokasi Sampling Pertama

Lokasi pengambilan sampel pertama dilakukan di pantai Pelabuhan Kendal wilayah Kawasan Industri Kendal (KIK), Kabupaten Kendal. Kawasan Industri Kendal (KIK) merupakan proyek pemerintah daerah Jawa Tengah yang bertujuan untuk meningkatkan pertumbuhan ekonomi daerah dan kesejahteraan masyarakat. KIK diproyeksikan menjadi kawasan industri terbesar di Jawa Tengah.

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ngadireggo merupakan sumber muara sungai di pantai ini. Pertemuan aliran sungai dan aliran laut (muara) menghasilkan arus

kedalaman (dasar) yang tidak beraturan di laut, yang mengakibatkan perbedaan tekanan akibat perbedaan densitas muara dan laut (Azis, 2006). Sungai Ngadireggo memiliki peranan penting dari kegiatan masyarakat area Kawasan Industri Kendal (KIK). Banyak ditemukan kegiatan industri yang sedang beraktivitas di sepanjang Sungai Waridin.

Operasi penangkapan ikan dan wisata di daerah Pelabuhan Kendal ini telah melahirkan usaha-usaha termasuk warung di sepanjang pantai. Di sepanjang tepi pantai dapat ditemukan baik sampah dari laut yang terbawa ombak maupun sampah plastik yang dihasilkan oleh aktivitas manusia. Penemuan tumpukan sampah di pantai yang terkena ombak dapat digunakan untuk mengidentifikasi sampah plastik yang berasal dari laut. Vegetasi pepohonan juga berada di sepanjang Pantai menyebabkan banyaknya dedaunan yang berjatuhan dan berserakan tidak teratur. Di wilayah Kawasan industri ini merupakan salah satu faktor yang menyebabkan tercemar laut, Air laut akan tercemar jika limbah industri dibuang ke laut.



Gambar 4. 1 Penampakan kegiatan industri dan pelabuhan

4.1.2 Lokasi Sampling Kedua

Lokasi pengambilan sampel kedua dilakukan pada perairan laut lepas di pantai wilayah Desa Tambak yang berada di Kecamatan Kaliwungu Kabupaten Kendal.

Pada Pantai ini memiliki muara sungai yang berasal dari (DAS) Daerah Aliran Sungai Glagah Waridin. Sungai Waridin memiliki peranan penting dari kegiatan masyarakat Kendal. Banyak ditemukan kegiatan industri dan pertambakan yang sedang beraktivitas di sepanjang Sungai Waridin.

Pada lokasi sampling ini terdapat kegiatan pertambakan, kegiatan industri, dan kegiatan pertanian. Pada perairan laut ini banyak ditemukan sampah berupa plastik yang berasal dari kegiatan manusia. Sampah plastik yang berada ditengah laut ini dapat dilihat dengan ditemukannya sampah plastic yang menumpuk di tengah lautan yang terkena ombak.



Gambar 4. 2 Terlihat kegiatan pertambakan masyarakat



Gambar 4. 3 Terlihat serpihan sampah yang bertebaran di perairan laut

4.1.1 Lokasi Sampling Ketiga

Lokasi pengambilan sampel ketiga dilakukan pada perairan laut lepas di pantai wilayah Karang Sari, Kabupaten Kendal.

Pada Pantai ini memiliki muara sungai yang berasal dari (DAS) Daerah Aliran Sungai Kendal. Sungai Kendal memiliki peranan penting dari kegiatan masyarakat Kendal. Banyak ditemukan sampah domestik yang berserakan di aliran sungai. Banyak nya kegiatan masyarakat yang sedang beraktivitas di sepanjang Sungai Kendal.

Pada lokasi sampling ini terdapat aktivitas nelayan dan kegiatan pertambakan. Pada wilayah perairan ini lebih bersih dibandingkan dari lokasi sampling sebelumnya. Pada pesisir pantai ditemukan beberapa sampah berupa plastik yang berasal dari kegiatan manusia maupun sampah berasal dari laut yang terbawa ombak. Sampah plastik yang berasal dari laut, dapat dilihat dengan ditemukannya menumpuknya sampah pada pasir yang terkena ombak. Vegetasi pepohonan juga berada di sepanjang Pantai menyebabkan banyaknya dedaunan yang berjatuhan dan berserakan tidak teratur.



Gambar 4. 4 Adanya kegiatan nelayan

4.2 Identifikasi Jenis Mikroplastik Berdasarkan Jenis, Jumlah dan Warna

Pengamatan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 4 kali dan 10 kali pada sampel air permukaan laut dan sedimen. Pada laut Kendal ini didapatkan data yang digunakan untuk identifikasi mikroplastik berdasarkan jenis, jumlah dan warna. Dalam pengamatan jenis mikroplastik menggunakan mikroskop, juga dilakukan pengukuran menggunakan aplikasi *ImageRaster3*. Pengukuran dilakukan

untuk mengetahui rentang ukuran mikroplastik yang di temukan, hasil pengukuran sebagai berikut:

Tabel 4. 1 Rentang ukuran mikroplastik

Jenis Mikroplastik	Ukuran	
	Panjang (mm)	Luas (μm^2)
<i>Fragment</i>	-	500
<i>Fiber/filament</i>	1 - 2	-
<i>Film</i>	-	400
<i>Pellet</i>	-	100
<i>Foam</i>	-	400

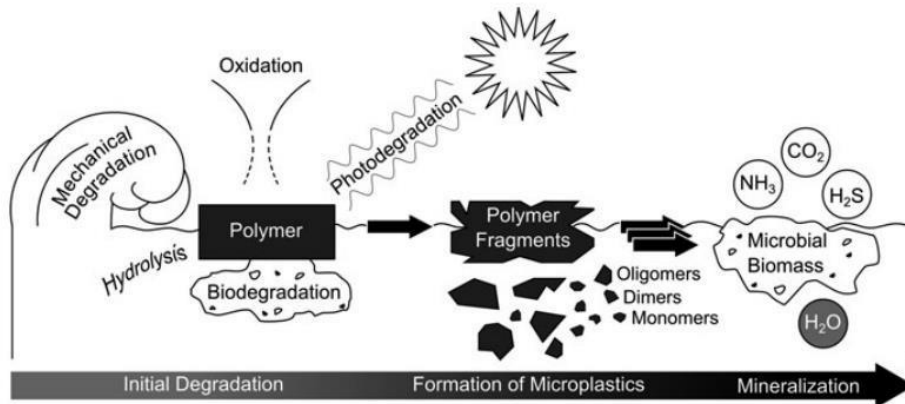
Dalam analisis mikroplastik, ukuran partikel menjadi faktor penting karena mikroplastik dapat bervariasi dari fraksi sangat kecil hingga ukuran yang lebih besar. Rentang ukuran yang umumnya digunakan adalah partikel mikroplastik dengan ukuran kurang dari 5 milimeter (mm). Dengan memperhitungkan rentang ukuran, dapat memperoleh informasi tentang distribusi ukuran mikroplastik dalam sampel air permukaan laut atau sedimen laut. Hal ini penting untuk memahami sejauh mana partikel-partikel tersebut dapat tersebar dalam lingkungan laut. perhitungan mikroplastik dengan rentang ukuran yang bervariasi dan tidak seluruhnya diukur dalam sampel.

4.2.1 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Bentuk mikroplastik yang ada di lingkungan sebagai akibat dari penguraian plastik. Ada beberapa elemen yang berkontribusi terhadap proses ini. Penyebab fisik, seringkali dari dampak abrasi, gelombang, dan udara, menyebabkan degradasi (Azizah et al., 2020). Meskipun penguraian plastik cukup lama, pelapukan yang terjadi di lingkungan dapat menyebabkan kerusakan pada plastik yang

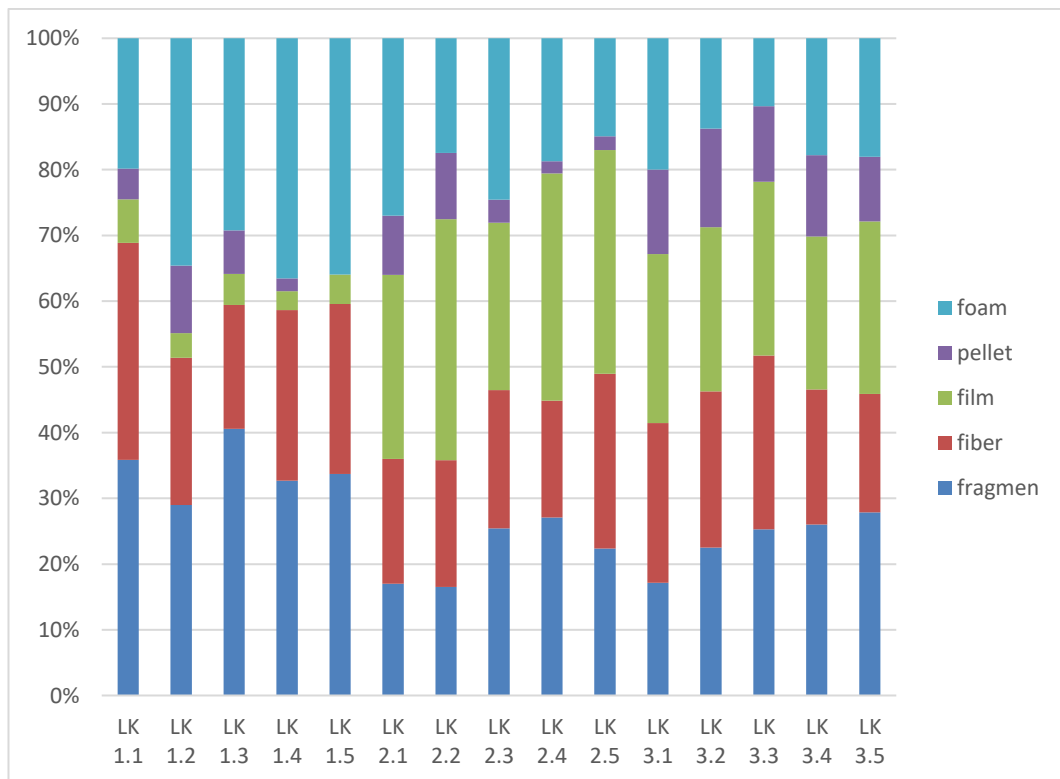
mengakibatkan perubahan sifat polimer secara biologi atau abiotic (Zhang et al., 2021). Degradasi mikroplastik dibagi menjadi 5 seperti:

1. Paparan sinar matahari (radiasi ultraviolet): Sinar ultraviolet (UV) dalam radiasi matahari dapat menyebabkan degradasi mikroplastik. Proses ini dikenal sebagai fotodegradasi. Paparan sinar UV menyebabkan ikatan kimia pada mikroplastik menjadi lemah, sehingga menyebabkan pecahnya partikel menjadi fragmen yang lebih kecil.
2. Suhu: Pemanasan mikroplastik dapat mempercepat proses degradasi. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan plastik menjadi lebih rapuh dan rentan terhadap retakan dan pemecahan. Pemanasan juga dapat meningkatkan laju reaksi kimia dalam mikroplastik, mempercepat degradasi secara keseluruhan.
3. Gelombang mekanik: Aksi gelombang mekanik seperti arus laut, angin, dan gerakan gelombang dapat menyebabkan gesekan dan tekanan pada mikroplastik. Hal ini dapat menghasilkan pemecahan dan pengikisan fisik pada partikel plastik, menyebabkan fragmen yang lebih kecil terbentuk.
4. Oksidasi: Mikroplastik dapat mengalami oksidasi akibat paparan oksigen di udara atau dalam air. Proses oksidasi melibatkan reaksi kimia antara oksigen dan molekul-molekul plastik, yang mengakibatkan perubahan struktur dan sifat fisik plastik, serta menyebabkan degradasi.
5. Aktivitas biologis: Organisme seperti bakteri dan jamur dapat berperan dalam degradasi mikroplastik. Beberapa mikroorganisme memiliki kemampuan untuk menghasilkan enzim yang dapat memecah ikatan plastik. Proses biodegradasi ini dapat mempengaruhi tingkat degradasi mikroplastik terutama dalam lingkungan yang kaya akan aktivitas biologis, seperti perairan laut.

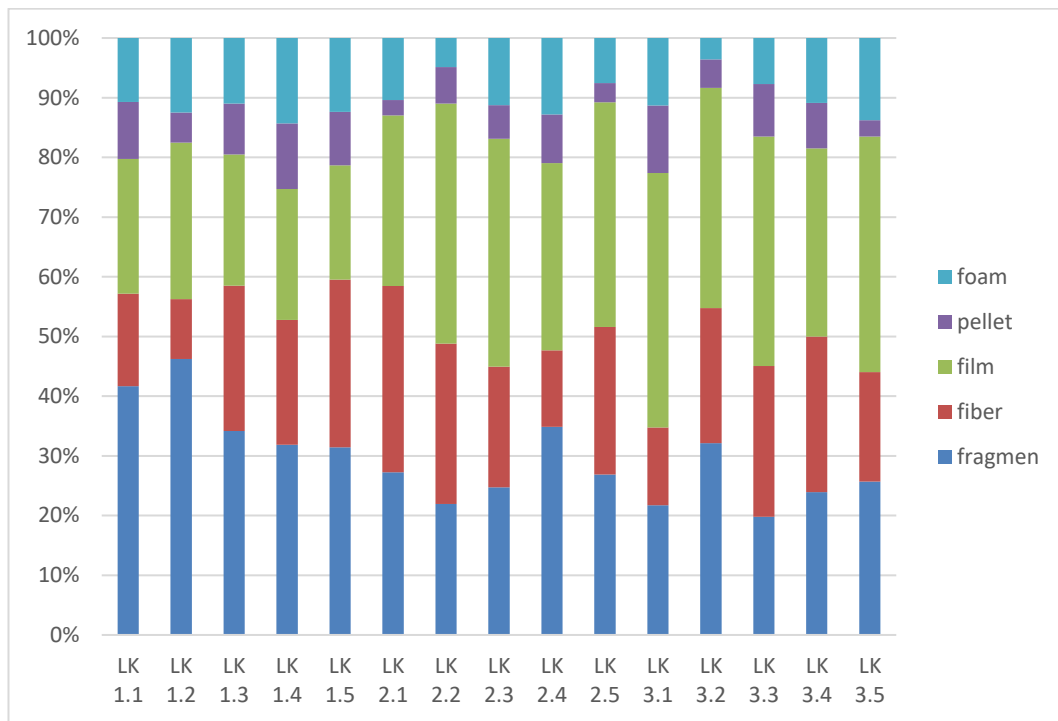


Gambar 4. 5 proses degradasi mikroplastik

Dalam identifikasi menggunakan mikroskop, ditemukan 5 jenis mikroplastik dalam sampel pasir, sedimen, air laut, dan air muara. Jenis-jenis mikroplastik tersebut meliputi pellet, fragment, fiber/filament, foam, dan film. Hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan jenis disajikan sebagai berikut:



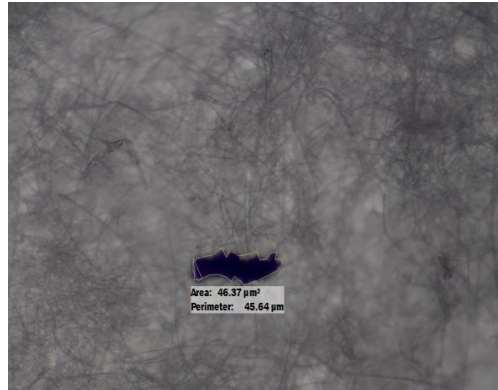
Gambar 4. 6 Jenis Mps pada sampel air



Gambar 4. 7Jenis MPs sedimen

4.2.1.1 Fragment

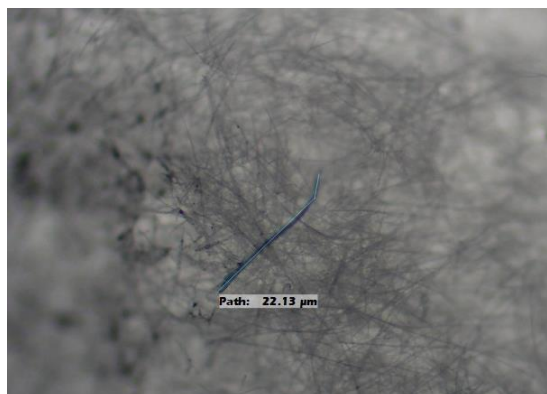
Mikroplastik jenis *fragment* memiliki karakteristik keras, kaku, memiliki densitas yang tinggi dan berwarna . Sumber dari mikroplastik ini dapat berasal dari hasil aktivitas masyarakat setempat yaitu kawasan pemukiman, perdagangan, perkantoran, Pendidikan dan perikanan (Miftahul Reski Putra Nasjum, 2020). Mikroplastik berbentuk *fragment* memiliki bentuk seperti pecahan – pecahan plastik yang ukurannya lebih besar daripada mikroplastik bentuk lainnya, hal ini di karenakan bentuk *fragment* berasal dari pecahan kantong plastik dan botol – botol plastik akibat dari proses degradasi (Shafani et al., 2022). Selain itu, banyaknya mikroplastik jenis *fragment* dikarenakan adanya sumber mikroplastik seperti botol minuman, potongan benda-benda plastik, sisa toples yang terbuang, kepingan galon dan potongan kecil pipa paralon yang berasal dari aktivitas domestik (Hiwari et al., 2019).



Gambar 4. 8 Fragment

4.2.1.2 Fiber

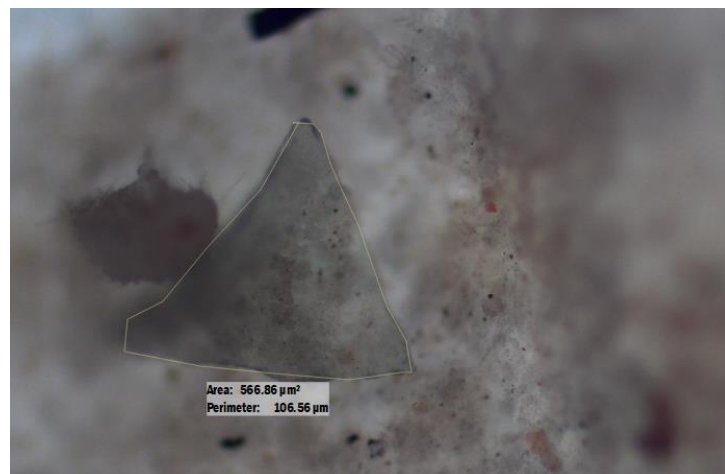
Mikroplastik jenis *fiber* memiliki bentuk serabut atau serat yang memanjang, pada umumnya *fiber* yang berwarna hijau banyak ditemukan di sedimen pantai (Miftahul Reski Putra Nasjum, 2020). Sumber dari mikroplastik jenis *fiber* di duga dapat berasal dari kain sintesis, limbah kapal nelayan dan alat tangkap nelayan seperti jaring ikan dan tali pancing (Ayuningtyas, 2019). Selain itu, sumber dari fiber juga dapat dari limbah pencucian berupa serat – serat pakaian (Hiwari et al., 2019). Namun, di lokasi ini tidak banyak dilakukan aktivitas memancing atau penangkapan, sehingga mikroplastik jenis ini di duga berasal dari limbah cucian masyarakat setempat. Pada lokasi penelitian teridentifikasi jenis mikroplastik fiber pada sampel air dan sedimen, dapat dilihat pada Gambar 4.7



Gambar 4. 9 Fiber

4.2.1.3 Film

Mikroplastik jenis *film* memiliki karakteristik transparan, halus dan memiliki densitas partikel yang rendah (Azizah et al., 2020). Sumber dari mikroplastik jenis ini dapat berasal dari adanya sampah kantong plastik kemasan yang sudah mengendap pada sedimen. Densitas partikel yang sangat rendah membuat mikroplastik jenis *film* mudah mengapung di perairan, sehingga menjadi lebih mudah ditransportasikan (Ayuningtyas, 2019). Pada lokasi penelitian teridentifikasi jenis mikroplastik *film* pada sampel air dan sedimen, pada dilihat pada **Gambar 4.8**.



Gambar 4. 10 Film

4.2.1.4 Pellet

Mikroplastik jenis pellet termasuk ke dalam mikroplastik primer karena merupakan bahan baku pembuatan plastik yang di buat langsung oleh pabrik (Hiwari et al., 2019). Sumber dari mikroplastik ini berasal dari aktivitas pabrik plastik, produk – produk pembersih dan kecantikan, bubuk resin dan umpan produksi plastik (Laksono et al., 2021). Ukuran mikroplastik jenis pellet sangat kecil dan memiliki bentuk bulat seperti granule (Shafani et al., 2022). Pada umumnya mikroplastik jenis pellet berwarna putih namun dapat berubah warna jika sudah mengapung lama di perairan (Shafani et al., 2022). Mikroplastik jenis

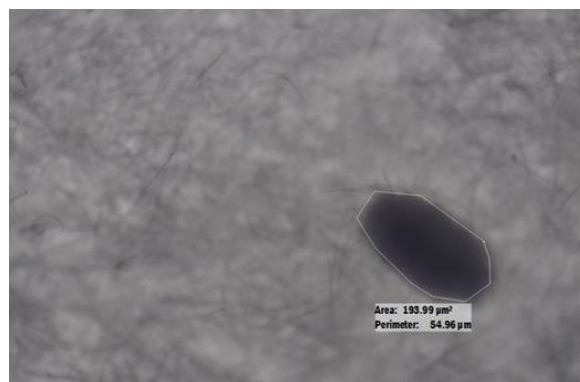
pellet sering banyak ditemukan mengapung di permukaan perairan karena memiliki massa jenis yang rendah (Hiwari et al., 2019).



Gambar 4. 11 Pellet

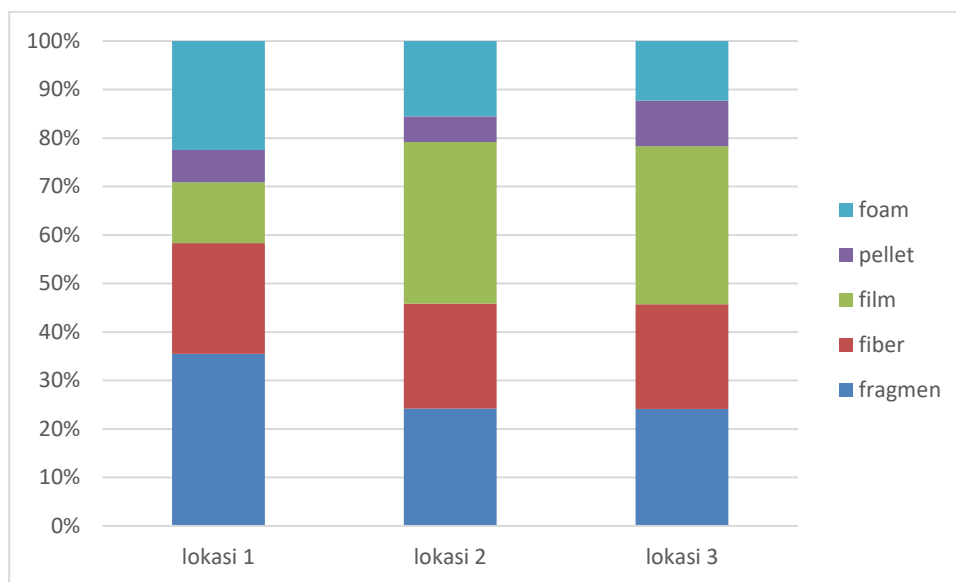
4.2.1.5 Foam

Mirkoplastik jenis *foam* memiliki karakteristik berpori, berwarna putih dan densitas partikel yang tinggi dibandingkan dengan mikropplastik jenis *film* (Miftahul Reski Putra Nasjum, 2020). Sumber dari mikropplastik jenis ini dapat berasal dari potongan atau serpihan sampah makro yang berbahan *Styrofoam*, seperti kemasan makanan (*disposable cups*), potongan pelampung jaring (*buoy*), potongan pembungkus elektronik dan potongan penyimpanan hasil tangkapan (Miftahul Reski Putra Nasjum, 2020).



Gambar 4. 12 Foam

Identifikasi jenis mikroplastik dilakukan dengan perhitungan mikroplastik berdasarkan jenis menggunakan mikroskop. Mikroplastik dihimpun secara keseluruhan berdasarkan jenis. Jumlah ini dibuat untuk melihat perbandingan kelimpahan mikroplastik di setiap lokasi penelitian dan jumlah total mikroplastik yang ditemukan pada gambar berikut.



Gambar 4. 13 Jumlah MPs berdasarkan lokasi sampling

Berdasarkan data yang diperoleh secara keseluruhan jenis mikroplastik yang banyak ditemukan adalah jenis fragmen dan film baik pada sampel air maupun sedimen. Dengan presentase fragmen 28% pada sampel air dan 26% pada sampel sedimen. Secara keseluruhan pada kedua sampel jenis mikroplastik yang sedikit ditemukan adalah jenis pellet. Dengan persentase jenis pellet pada sampel sebesar 7 % dan 1 %. Pada sampel air dominasi yang ditemukan adalah fragment sedangkan pada sampel sedimen didominasi oleh film.

Penelitian mengenai mikroplastik di permukaan air laut sering menunjukkan bahwa jenis fragment plastik mendominasi dalam sampel yang diambil. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor utama. Pertama, fragment plastik merupakan hasil degradasi dan pemecahan dari berbagai jenis plastik yang telah

terpapar sinar matahari, oksidasi, dan gaya mekanis di lingkungan laut. Fragmen ini lebih mudah terbentuk daripada jenis plastik lainnya karena ketahanan fisik yang lebih rendah. Kedua, aktivitas manusia seperti pembuangan limbah, kegiatan pelayaran, dan kegiatan industri menyebabkan banyaknya plastik berukuran besar yang mencemari laut. Seiring waktu, paparan terhadap sinar matahari dan proses abrasi fisik mengakibatkan pecahan plastik menjadi lebih kecil dan membentuk fragmen mikroskopis. Akibatnya, fragmen plastik menjadi jenis yang paling umum ditemukan di permukaan air laut. Faktor lain yang berkontribusi adalah mobilitas fragmen plastik di permukaan air laut yang lebih tinggi dibandingkan dengan jenis plastik lainnya, seperti serat. Fragmen plastik dapat dipindahkan oleh arus air dan angin, sehingga lebih mudah terdistribusi secara luas di permukaan laut. Secara keseluruhan, kombinasi dari degradasi fisik, aktivitas manusia, dan mobilitas fragmen plastik menjadikannya jenis yang mendominasi dalam penelitian mikroplastik di permukaan air laut. Sedangkan, mikroplastik di sedimen laut menemukan bahwa jenis film plastik mendominasi. Film plastik cenderung mendominasi karena memiliki karakteristik fisik yang memudahkan degradasi menjadi fragmen kecil. Penggunaan luas film plastik dalam berbagai aplikasi dan produk konsumen juga menyebabkannya menjadi jenis plastik yang paling sering digunakan dan dibuang. Sifat higroskopis film plastik memungkinkannya menyerap zat-zat kimia dan menjadi habitat bagi organisme laut. Keawetan film plastik membuatnya tetap ada dalam lingkungan laut dalam jangka waktu yang lama. Faktor-faktor ini menyebabkan film plastik mendominasi dalam penelitian mikroplastik di sedimen laut.

Berdasarkan grafik, pada sampel air di lokasi pertama itu dapat disimpulkan bahwa jenis fragmen, fiber, dan foam merupakan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan. Jenis fragment pada lokasi ini umumnya berasal dari fragmentasi cat. Di lokasi ini ditemukan banyak kapal yang digunakan untuk aktivitas menangkap ikan dan Pelabuhan. Di lokasi pertama ini merupakan Kawasan Industry Kendal (KIK) maka juga menghasilkan foam dan fiber yang lumayan banyak ini dihasilkan dari pembuangan air limbah. Begitu pula yang

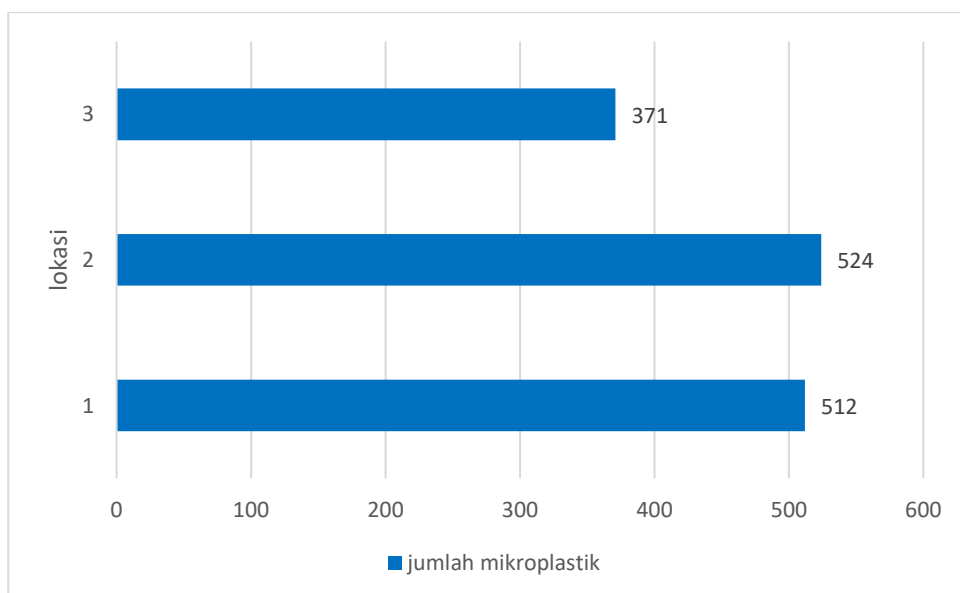
terjadi pada sampel sedimen di lokasi pertama ini menghasilkan fragmen yang paling banyak.

Pada lokasi kedua, sampel air dan sedimen menghasilkan jenis film yang paling banyak ditemukan, ini terjadi karena pada lokasi kedua ini berada pada wilayah pertambakan. penyebaran mikroplastik film juga bisa disebabkan karena penggunaan plastik di bidang pertanian.

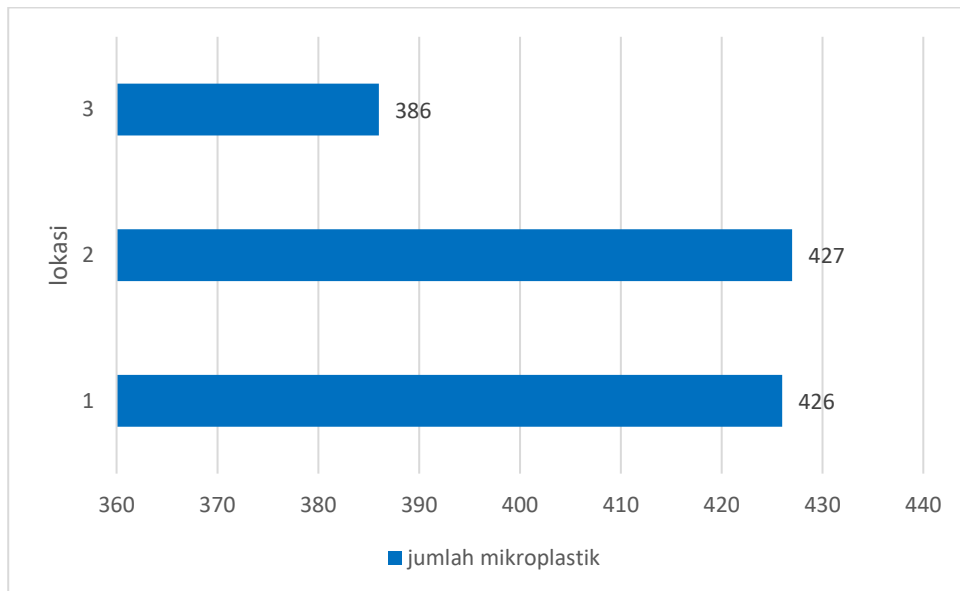
Pada lokasi ketiga, sampel air dan sedimen menghasilkan jenis mikroplastik yang berkurang jumlahnya dari lokasi sebelumnya. Terdapat yang paling banyak adalah jenis film dikarenakan masih terdapat beberapa daerah pertanian. Transportasi mikroplastik jenis film di ekosistem pantai berasal dari pencemaran yang dibuang ke sungai dan bermuara di laut.

4.2.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

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



Gambar 4. 14 Jumlah MPs air di setiap lokasi sampling



Gambar 4. 15 Jumlah MPs sedimen di setiap lokasi sampling

Berdasarkan grafik jumlah sampel mikroplastik, ditemukan bahwa lokasi sampling dengan jumlah mikroplastik terbanyak secara berurutan adalah lokasi kedua, lokasi pertama, dan lokasi ketiga. Lokasi kedua menunjukkan tingkat kehadiran mikroplastik yang paling tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya. Hal ini dapat dijelaskan oleh penggunaan tata guna lahan yang luas di area tersebut, seperti penggunaan wilayah sebagai pertambakan, pertanian, dan pusat industri. Aktivitas manusia di lokasi kedua, yang melibatkan produksi dan pengolahan material plastik, mungkin berkontribusi pada pelepasan mikroplastik ke lingkungan.

Sementara itu, lokasi pertama juga menunjukkan jumlah mikroplastik yang signifikan. Hal ini terkait dengan keberadaan Pelabuhan Kendal di lokasi tersebut. Selain itu, Kawasan Industri Kendal (KIK) yang berlokasi di lokasi pertama juga dapat menjadi sumber mikroplastik. Kegiatan transportasi, penanganan barang, dan proses produksi di pelabuhan dan kawasan industri tersebut dapat menghasilkan limbah plastik yang kemudian berpotensi menjadi mikroplastik.

Di sisi lain, lokasi ketiga, meskipun berada di sepanjang pantai, menunjukkan jumlah mikroplastik yang relatif rendah. Hal ini menandakan bahwa pantai tersebut masih terjaga keasliannya dengan sedikitnya sumber pencemar di wilayah tersebut. Kondisi ini dapat dikaitkan dengan kurangnya aktivitas manusia dan urbanisasi di sekitar pantai tersebut. Dalam konteks urbanisasi, daerah perkotaan cenderung memiliki jumlah mikroplastik yang lebih tinggi karena adanya pembuangan limbah domestik, sampah, aliran air hujan yang membawa mikroplastik, serta endapan-endapan di tanah atau badan air yang menjadi sumber potensial pencemaran mikroplastik.

Secara keseluruhan, hasil penelitian ini memberikan gambaran mengenai distribusi dan tingkat kehadiran mikroplastik dalam lingkungan berdasarkan lokasi sampling. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas manusia dan faktor-faktor seperti penggunaan tata guna lahan, pelabuhan, dan urbanisasi memainkan peran penting dalam peningkatan jumlah mikroplastik di lingkungan. Dengan pemahaman ini, diharapkan langkah-langkah pengelolaan limbah plastik dan perlindungan lingkungan dapat ditingkatkan untuk mengurangi dampak negatif mikroplastik terhadap ekosistem dan kesehatan manusia.

Jumlah mikroplastik ini menjadi acuan untuk menentukan kelimpahan mikroplastik yang berada di setiap titik di Kabupaten Kendal, perhitungan untuk mendapatkan kelimpahan dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{kelimpahan MPs Air} = \frac{\text{jumlah partikel mikroplastik pada sedimen (partikel)}}{600 \text{ meter penarikan manta (meter)}}$$

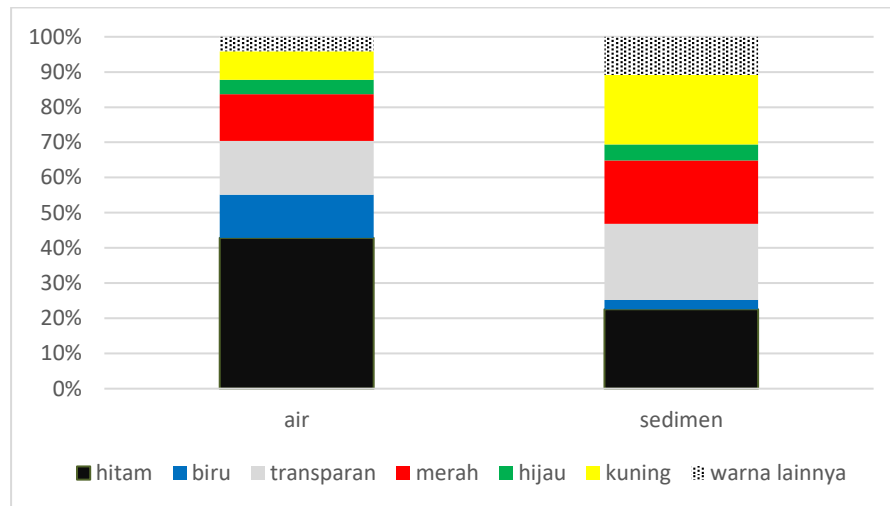
$$\text{kelimpahan MPs sedimen} = \frac{\text{jumlah partikel mikroplastik pada sedimen (partikel)}}{100 \text{ gram sedimen kering (gram)}}$$

Tabel 4. 2 kelimpahan MPs di perairan Laut Kendal

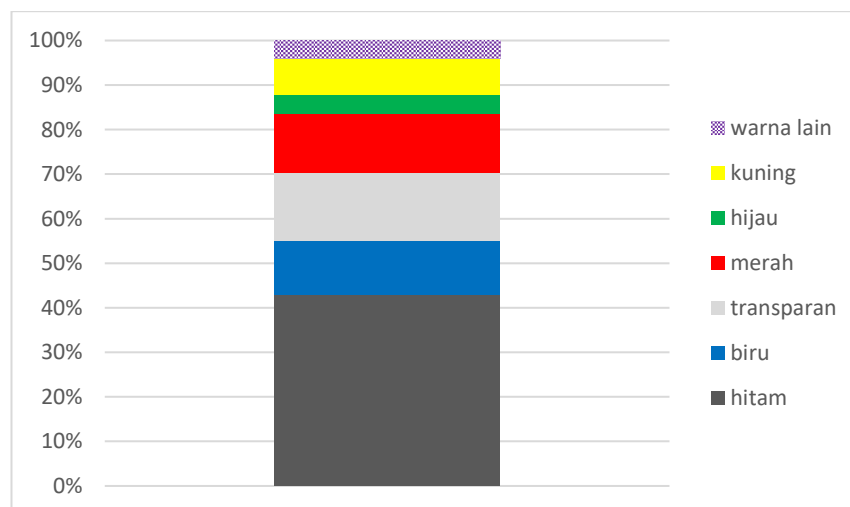
titik sampling	jumlah partikel		kelimpahan MPs	
	air permukaan laut	sedimen	air permukaan laut (partikel/600m)	sedimen (partikel/100gr)
LK 1.1	106	84	0.2	0.8
LK 1.2	107	80	0.2	0.8
LK 1.3	106	82	0.2	0.8
LK 1.4	104	91	0.2	0.9
LK 1.5	89	89	0.1	0.9
LK 2.1	100	77	0.2	0.8
LK 2.2	109	82	0.2	0.8
LK 2.3	114	89	0.2	0.9
LK 2.4	107	86	0.2	0.9
LK 2.5	94	93	0.2	0.9
LK 3.1	70	115	0.1	1.2
LK 3.2	80	84	0.1	0.8
LK 3.3	87	91	0.1	0.9
LK 3.4	73	92	0.1	0.9
LK 3.5	61	109	0.1	1.1

4.2.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna

Identifikasi mikroplastik berdasarkan warna menggunakan mikroskop. Mikroplastik memiliki berbagai macam warna. Untuk mengetahui berapa lama plastik terpapar oleh sinar matahari dapat melihat dari warna mikroplastik tersebut. Misalnya warna cokelat diakibatkan oleh mikroplastik yang sudah lama terpapar oleh sinar matahari sehingga mengalami oksidasi polimernya, warna bening atau transparan disebabkan fragmentasi pada plastik belum lama terpapar oleh sinar matahari sehingga mikroplastik dapat mengalami perubahan warna (Laksono et al., 2021). Hasil identifikasi warna pada sampel air dan sedimen dapat dilihat pada gambar berikut.



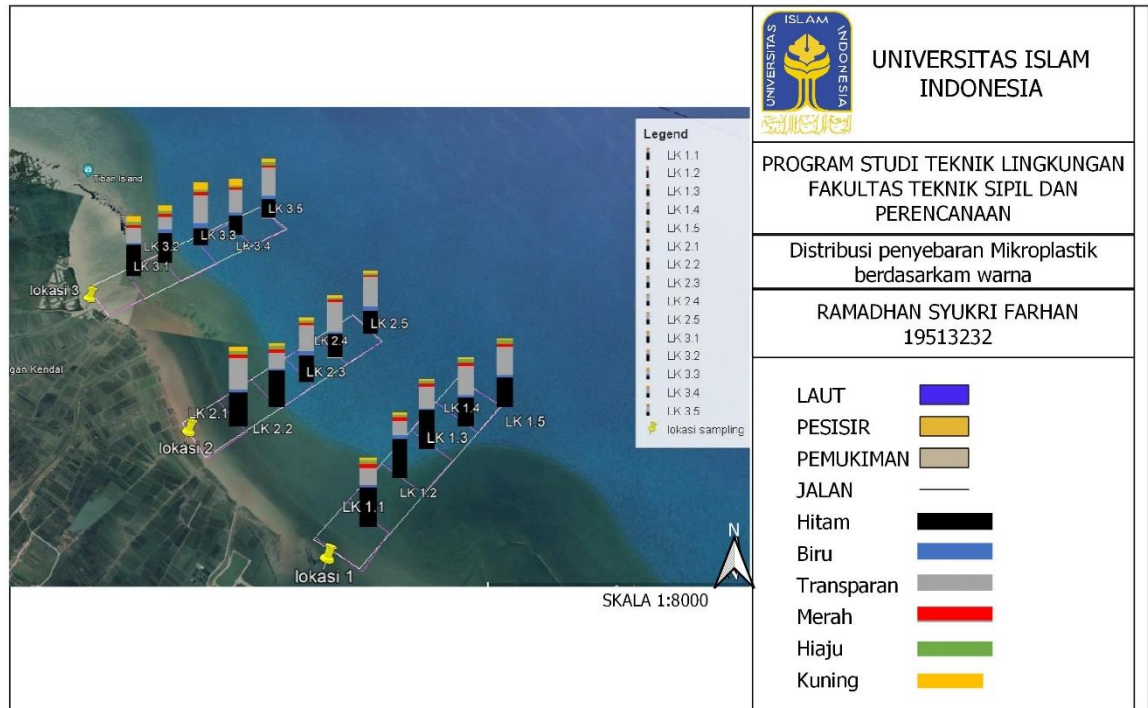
Gambar 4. 16. Perbandingan warna mikroplastik



Gambar 4. 17 Perbandingan warna mikroplastik keseluruhan

Gambar diatas menunjukkan persentase warna mikroplastik yang ditemukan pada sampel di seluruh lokasi dari perairan laut Kendal. Pengamatan yang dilakukan mendapatkan hasil bahwa warna mikroplastik yang banyak ditemukan adalah warna hitam dengan persentase 43% diikuti oleh warna transparan dengan persentase 16%. Lalu warna merah dengan persentase 13%, serta warna biru dengan persentase 12%. Sedangkan warna mikroplastik yang sedikit ditemui adalah warna hijau dengan persentase 4%.

Secara keseluruhan berikut adalah peta distribusi dari warna mikroplastik di setiap titiknya :

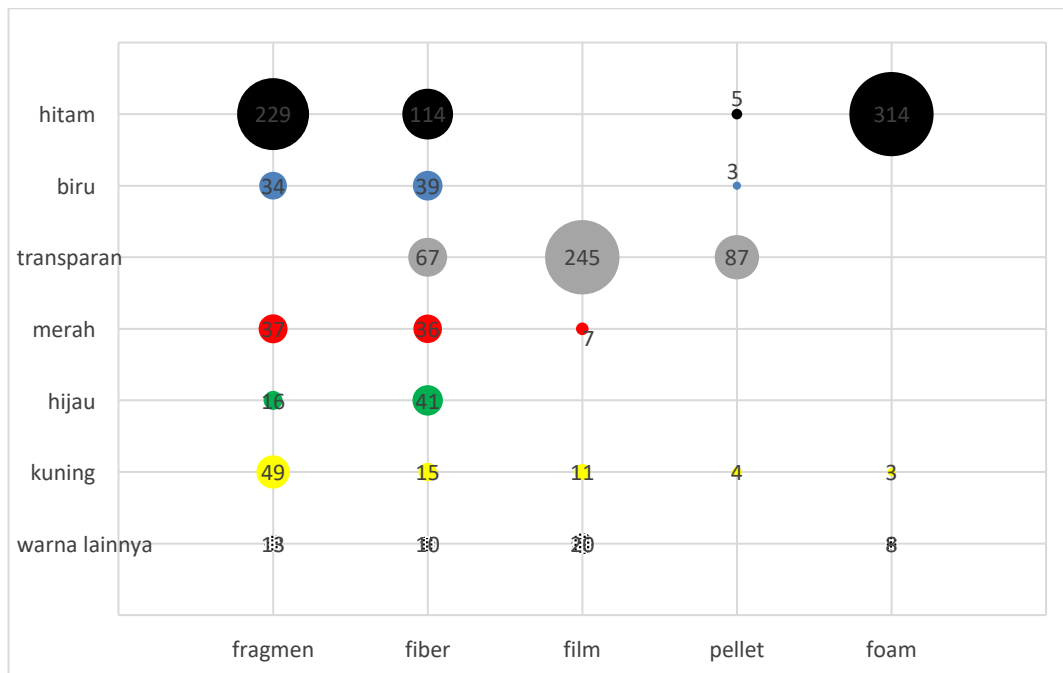


Gambar 4. 18 Peta Distribusi Warna Mikroplastik di Perairan Laut Demak

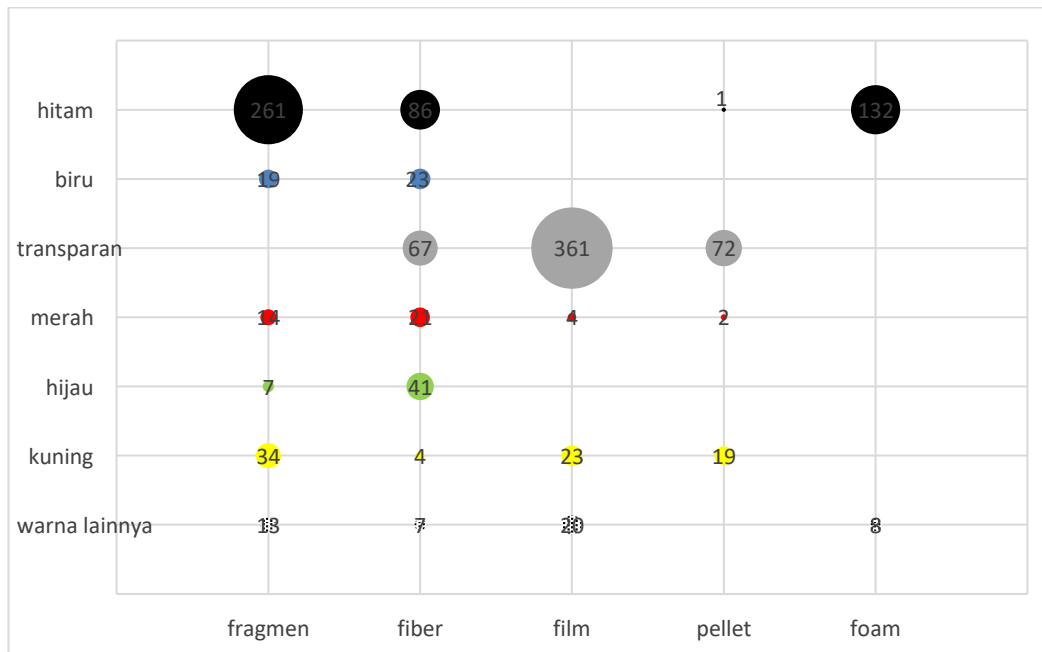
Warna mikroplastik bisa bervariasi tergantung pada bahan pembuatannya. Plastik umumnya memiliki warna yang berbeda-beda seperti putih, transparan, kuning, hijau, biru, merah, atau hitam. Namun, setelah terpapar sinar matahari dan lingkungan laut, warna mikroplastik dapat memudar atau berubah. Oksidasi dan proses degradasi dapat menyebabkan perubahan warna menjadi lebih pucat atau bahkan tidak berwarna. mikroplastik dalam laut tersebar di berbagai lokasi dan dapat mengalami perjalanan yang panjang. Hal ini dapat menyebabkan berbagai interaksi dengan lingkungan, seperti endapan sedimen dan mikroorganisme laut, yang juga dapat mempengaruhi warna dan karakteristik mikroplastik.

Pada penelitian mikroplastik ini, warna hitam sangat mendominasi dalam sampel yang diambil. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor. Pertama, banyak produk plastik yang menggunakan pewarna hitam untuk memberikan tampilan yang menarik atau untuk melindungi plastik dari sinar UV. Ketika produk plastik

yang mengandung pewarna hitam terurai dan menjadi mikroplastik, warna hitam tersebut tetap ada dan dapat ditemukan dalam sampel laut. Kedua, Plastik yang teroksidasi atau terdegradasi cenderung menghasilkan partikel kecil berwarna hitam. Ketiga, warna hitam dapat berasal dari fragmen plastik atau serpihan plastik yang telah mengalami penguraian dan fragmentasi dalam lingkungan laut. Semua faktor ini menyebabkan warna hitam menjadi jenis warna yang sering ditemukan dan mendominasi dalam mikroplastik di laut. Berikut adalah grafik hubungan warna dan jenis mikroplastik di perairan laut Kendal.



Gambar 4. 19 Grafik hubungan jenis mikroplastik dan warnanya pada sampel permukaan air



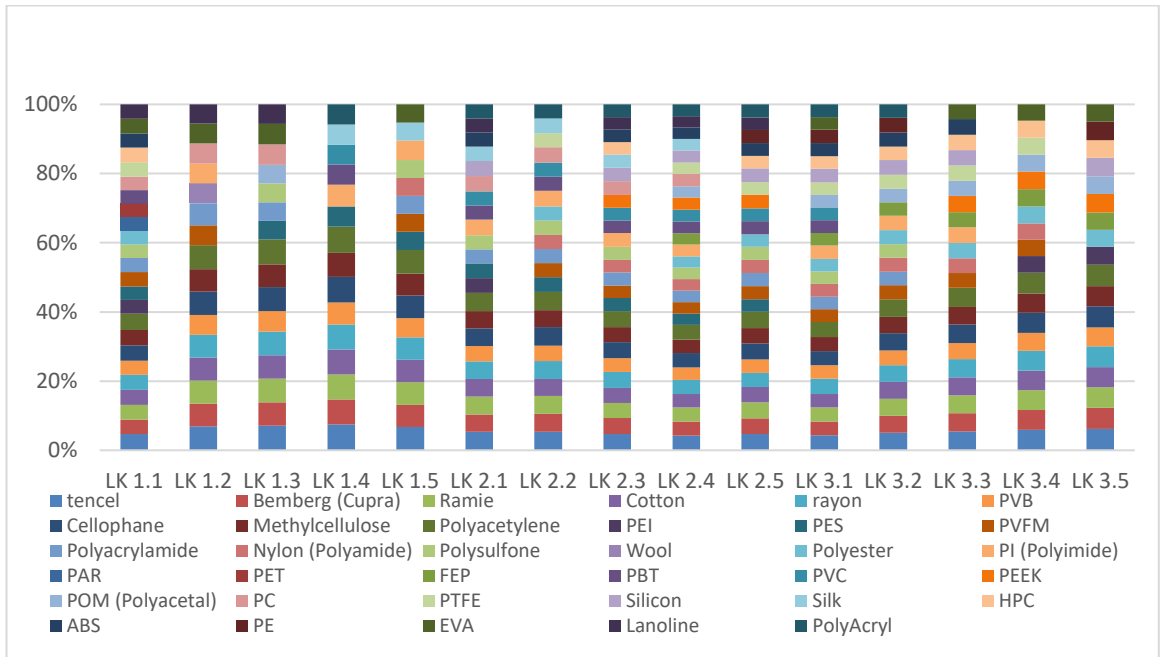
Gambar 4. 20 Grafik hubungan jenis mikroplastik dan warnanya pada sampel sedimen

4.3 Identifikasi Mikroplastik dengan FT-IR

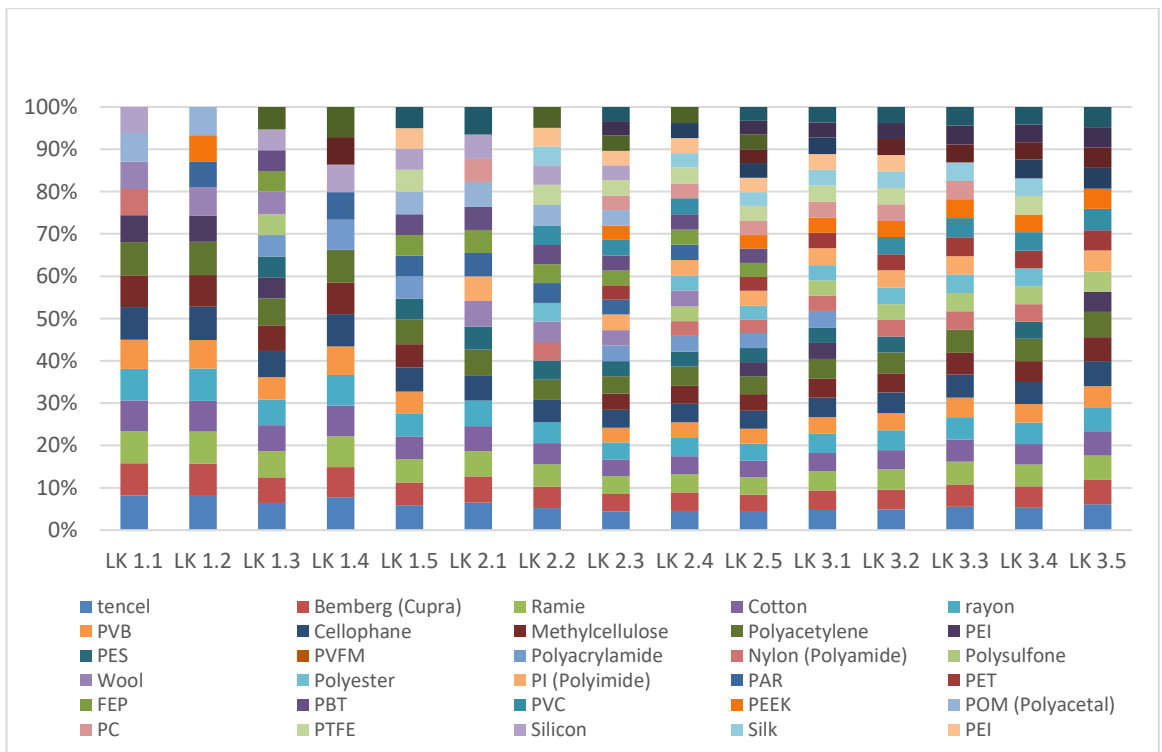
Setelah melakukan identifikasi jumlah, jenis dan warna menggunakan mikroskop, selanjutnya diidentifikasi karakteristik kimianya menggunakan *Fourier Transform InfraRed* (FTIR). Sampel yang akan diidentifikasi berjumlah 30 sampel.

Sebelum dilakukan analisis sampel penelitian menggunakan FT-IR, dilakukan analisis pada kertas saring. Hal ini dilakukan untuk mengetahui adanya senyawa bawaan yang terkandung pada kertas saring tersebut agar meminimalisir analisis mikroplastik berdasarkan senyawa kimianya.

Identifikasi jenis polimer mikroplastik menggunakan FT-IR di lihat berdasarkan skor kemiripan. Skor kemiripan paling tinggi adalah 1000, Apabila senyawa yang terbaca mendapatkan nilai mmendekati 1000 artinya senyawa tersebut memiliki nilai kemiripan yang akurat. Hasil pembacaan FT-IR pada setiap lokasi sebagai berikut:



Gambar 4. 21 Grafik FTIR MPs air



Gambar 4. 22 Grafik FTIR MPs sedimen

Hasil Pembacaan FTIR pada sampel air dan sedimen di setiap lokasi penelitian ditemukan sejumlah polimer sintetis, semi-sintetis dan alami. Polimer sintetis merupakan polimer yang terbuat dari polimerisasi dari monomer – monomer polimer, polimer semi-sintetis merupakan polimer yang diperoleh dari modifikasi polimer alam dan bahan kimia. Sedangkan, polimer alam merupakan polimer yang terjadi secara alami seperti Cellulose dan protein (Admadi H & Arnata, 2015). Pada pembacaan FT-IR polimer sintetis yang ditemukan pada sampel air dan sedimen berupa *Polyacetylene*, PAF, EVAL, PVAL, PVB, PVFM, PI, PB, PVP, PAT, PPO, EP, PCTEFE, PEI, SI, PS, PBT, PET, PC, SB, POM, PTFE, EVA, VCVAC, PVC dan *Nylon*. Polimer semi-sintesis berupa *Tencel*, *Cellophane*, *Bemberg*, *Rayon*, *Methyl Cellulose*, dan *Ethyl Cellulose*. Selain itu, juga ditemukan polimer alami seperti protein dan *Cellulose*. Polimer yang paling dominan pada sampel air dan sedimen pada setiap lokasi seperti berikut:

a. Tencel

Tencel merupakan serat sintesis alami atau serat selulosa yang di regenerasi. Tencel memiliki struktur yang bersifat homogen dan padat. Penampang Tencel berbentuk bulan dan memiliki tampilan memanjang yang lebih halus. Tencel memiliki sifat yang serbaguna dan dapat dikombinasikan dengan berbagai serat seperti poliester, katun, akrilik dan sutra. Kebutuhan tencel seperti estetika, fungsional, penampilan dan kenyamanan. Tencel dapat digunakan untuk membuat handuk, gaun, kemeja, dan pakaian dalam. Kegunaan Tencel tidak hanya sebagai bahan tambahan dalam industri pakaian tetapi juga dapat digunakan untuk tekstil teknis dan non tenun. Selain itu, tencel dapat digunakan dalam pembalut medis sebagai komponen kertas khusus sebagai bahan filtrasi.

b. Polyacetylene

Poliacetylene (IUPAC nama polyethene) merupakan bahan yang digunakan untuk pembuatan kemasan (kantong plastik, film plastil, dll) (Azizah et al., 2020). Biasanya poliacytlen digunakan untuk pembuatan pengemasan plastik makanan.

c. *Cellulose*

Cellulose yang berasal dari kayu dapat digunakan sebagai pengganti minyak bumi dalam hal bahan baku pembuatan plastik. Jenis *Cellulose* yang biasanya digunakan untuk pembuatan bioplastic adalah *Cellulose Asetat*. *Cellulose Asetat* memiliki sifat hidrofobik, mudah dibentuk, cepat kering, larut dalam aseton, memiliki stabilitas yang tinggi sehingga banyak dipakai sebagai lembaran plastik, film dan tekstil (Gupta et al., 2022).

d. *Bemberg*

Bemberg merupakan benang *filament* yang terbuat dari serat cupro. *Cupro* adalah serat yang berasal dari selulosa yang diregenerasi yang berasal dari serat – serat pendek yang berasal dari kapas yang masih mengandung minyak. Serat *Bemberg* ketika ditarik filamennya menjadi berkilau seperti sutra dan lembut. Kelebihan *Bemberg* yaitu sejuk dan nyaman sehingga cocok untuk dibuat busana di negara tropis (Safitri & Affanti, 2022).

e. Rayon

Royan dapat terbuat dari serat selulosa yang diregenarasi dan biasanya digunakan untuk bahan tekstil (Suliyanthini, 2016). Serat rayon merupakan serat yang diperoleh dari adanya proses pembuatan selulosa xanthat (viskosa) ataupun selulolas karbamat (Biantoro et al., 2019). Rayon memiliki sifat mengkilap dari benang sutera asli yang menyerupai kilap logam, halus, kuat, mulur dan memiliki daya tutup yang lebih rendah (Biantoro et al., 2019).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terkait penelitian ini, di dapatkan kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat komposisi dan karakteristik fisik mikroplastik yang signifikan pada air dan sedimen di perairan Kendal. Analisis menunjukkan bahwa mikroplastik yang ditemukan terutama terdiri dari serat plastik dan fragmen plastik dengan ukuran yang bervariasi. Selain itu, variasi warna dan bentuk juga diamati, menunjukkan sumber yang beragam dan kemungkinan adanya degradasi. Temuan ini mengindikasikan adanya pencemaran mikroplastik yang signifikan di perairan Kendal, yang dapat berdampak negatif pada ekosistem perairan dan kesehatan manusia. Oleh karena itu, langkah-langkah yang efektif harus diambil untuk mengurangi masukan mikroplastik ke perairan dan menjaga kelestarian lingkungan laut yang penting ini. Identifikasi karakteristik fisik mikroplastik berdasarkan jenis pada sampel air dan sedimen ditemukan adanya jenis fragmen (28%), film (26%), pellet (7%), foam (17%) dan fiber (22%). Identifikasi berdasarkan warna di dapatkan hasil warna pada sampel air dan sedimen yaitu transparan (16%), merah (13%), hitam (43%), kuning (8%), biru (12%), hijau (4%) dan warna lainnya (4%).
2. Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa terdapat persebaran mikroplastik yang signifikan pada sampel air laut dan sedimen di perairan laut Kendal. Penemuan ini menunjukkan adanya kontaminasi mikroplastik yang telah mencapai lingkungan perairan tersebut. Mikroplastik yang ditemukan berasal dari berbagai sumber, termasuk limbah plastik dari aktivitas manusia di sekitar wilayah pesisir. Persebaran mikroplastik ini dapat berdampak negatif pada ekosistem laut, termasuk organisme laut dan kesehatan manusia. Adanya kelimpahan

mikroplastik di perairan Laut Kendal menunjukkan pencemaran mikroplastik. Kelimpahan mikroplastik paling banyak berada di lokasi sampling kedua atau terletak di desa tambak, Kab Kendal, Jawa Tengah. Sedangkan, kelimpahan mikroplastik paling sedikit berada di lokasi sampling ketiga atau terletak di Kawasan Karang Sari Kab Kendal, Jawa Tengah.

3. Pengamatan yang telah dilakukan menggunakan FT-IR ditemukan jenis polimer sintesis berupa *Polyacetylene*, PAF, EVAL, PVAL, PVB, PVFM, PI, PB, PVP, PAT, PPO, EP, PCTEFE, PEI, SI, PS, PBT, PET, PC, SB, POM, PTFE, EVA, VCVAC, PVC dan *Nylon*. Polimer semi-sintesis berupa *Tencel*, *Cellophane*, *Bemberg*, *Rayon*, *Methyl Cellulose*, dan *Ethyl Cellulose*. Selain itu, juga ditemukan polimer alami seperti protein dan *Cellulose*.

5.2 Saran

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variable yang berbeda seperti biota laut.
2. Dilakukan penelitian lebih lanjut terkait risiko mikroplastik pada kesehatan manusia.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596–1605.
<https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2011.05.030>
- Azizah, P., Ridlo, A., Adhi, C., Departemen, S., Kelautan, I., & Perikanan, F. (2020). Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332.
<https://doi.org/10.14710/JMR.V9I3.28197>
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., & Barlaz, M. (2009). Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 1985–1998. <https://doi.org/10.1098/RSTB.2008.0205>
- Betts, K. (2008). Why small plastic particles may pose a big problem in the oceans. *Environmental Science and Technology*, 42(24), 8996.
https://doi.org/10.1021/ES802970V/ASSET/IMAGES/MEDIUM/ES-2008-02970V_0001.GIF
- Biantoro, R., Apriana, C., & Balai Besar, P. (2019). Review: Pembuatan Serat Rayon. *JURNAL SELULOSA*, 9(02), 51–64.
<https://doi.org/10.25269/JSEL.V9I02.273>
- Browne, M. A., Dissanayake, A., Galloway, T. S., Lowe, D. M., & Thompson, R. C. (2008). Ingested microscopic plastic translocates to the circulatory system of the mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science and Technology*, 42(13), 5026–5031. <https://doi.org/10.1021/ES800249A>
- Browne, M. A., Galloway, T., & Thompson, R. (2007). Microplastic--an emerging contaminant of potential concern? *Integrated Environmental Assessment and Management*, 3(4), 559–561. <https://doi.org/10.1002/IEAM.5630030412>
- Cole, M., Lindeque, P., Halsband, C., & Galloway, T. S. (2011). Microplastics as contaminants in the marine environment: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 62(12), 2588–2597. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2011.09.025>
- Dilara Atas, D., & Makkonen-Craig, S. (2019). *Sampling Microplastics in Beach Sediments and Analysis Using FTIR Spectroscopy*.
<http://www.theseus.fi/handle/10024/173029>
- Fao. (n.d.). *Microplastics in fisheries and aquaculture Status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*.

- Fendall, L. S., & Sewell, M. A. (2009). Contributing to marine pollution by washing your face: Microplastics in facial cleansers. *Marine Pollution Bulletin*, 58(8), 1225–1228. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2009.04.025>
- Frias, J., Pagter, E., Nash, R., O'Connor, I., Carretero, O., Filgueiras, A., Viñas, L., Gago, J., Antunes, J., Bessa, F., Sobral, P., Goruppi, A., Tirelli, V., Pedrotti, M. L., Suaria, G., Aliani, S., Lopes, C., Raimundo, J., Caetano, M., & Gerdtts, G. (2018). *Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. Deliverable 4.2*. <https://doi.org/10.25607/OBP-723>
- Gupta, D. K., Choudhary, D., Vishwakarma, A., Mudgal, M., Srivastava, A. K., & Singh, A. (2022). Microplastics in freshwater environment: occurrence, analysis, impact, control measures and challenges. *International Journal of Environmental Science and Technology* 2022 20:6, 20(6), 6865–6896. <https://doi.org/10.1007/S13762-022-04139-2>
- Ivar do Sul, J. A., Spengler, Â., & Costa, M. F. (2009). Here, there and everywhere. Small plastic fragments and pellets on beaches of Fernando de Noronha (Equatorial Western Atlantic). *Marine Pollution Bulletin*, 58(8), 1236–1238. <https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2009.05.004>
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., & Law, K. L. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), 768–771. https://doi.org/10.1126/SCIENCE.1260352/SUPPL_FILE/JAMBECK.SM.PDF
- Kukulka, T., Proskurowski, G., Morét-Ferguson, S., Meyer, D. W., & Law, K. L. (2012). The effect of wind mixing on the vertical distribution of buoyant plastic debris. *Geophysical Research Letters*, 39(7). <https://doi.org/10.1029/2012GL051116>
- Li, J., Lusher, A. L., Rotchell, J. M., Deudero, S., Turra, A., Bråte, I. L. N., Sun, C., Shahadat Hossain, M., Li, Q., Kolandhasamy, P., & Shi, H. (2019). Using mussel as a global bioindicator of coastal microplastic pollution. *Environmental Pollution*, 244, 522–533. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.10.032>
- Lima, A. R. A., Barletta, M., & Costa, M. F. (2015). Seasonal distribution and interactions between plankton and microplastics in a tropical estuary. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 165, 213–225. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2015.05.018>
- Mai, L., Bao, L. J., Shi, L., Wong, C. S., & Zeng, E. Y. (2018). A review of methods for measuring microplastics in aquatic environments. *Environmental Science*

and Pollution Research 2018 25:12, 25(12), 11319–11332.
<https://doi.org/10.1007/S11356-018-1692-0>

Manalu, A. A. (2017). *Kelimpahan Mikroplastik di Teluk Jakarta*.
<http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/91278>

Rochman, C. M., Browne, M. A., Underwood, A. J., Van Franeker, J. A., Thompson, R. C., & Amaral-Zettler, L. A. (2015). The ecological impacts of marine debris: unraveling the demonstrated evidence from what is perceived. *Ecology*, 97(2), 302–312. <https://doi.org/10.1890/14-2070.1>

Safitri, D. D., & Affanti, T. B. (2022). PERANCANGAN TEKSTIL PAKAIAN DENGAN PEWARNA DARI SAMPAH MANGROVE DAN PENERAPAN MOTIFNYA DENGAN PADUAN TEKNIK IKAT CELUP DAN ECO PRINTING. *Ornamen*, 19(2), 121–131.
<https://doi.org/10.33153/ORNAMEN.V19I2.4590>

SIPSN - Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional. (n.d.). Retrieved May 19, 2023, from <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

Suliyanthini. (2016). *Ilmu Tekstil - Rajawali Pers - Dewi Suliyanthini - Google Books*.
[https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=iM8aEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Suliyanthini,+D.+\(2016\).+Ilmu+Tekstil.+PT+RajaGrafindo+Persada,+290\(1&ots=5q5cHgziML&sig=R3SL1N8u-mtE-O-Cd1FnSFa9ZIO&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=iM8aEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA1&dq=Suliyanthini,+D.+(2016).+Ilmu+Tekstil.+PT+RajaGrafindo+Persada,+290(1&ots=5q5cHgziML&sig=R3SL1N8u-mtE-O-Cd1FnSFa9ZIO&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)

Thompson, R. C., Moore, C. J., Saal, F. S. V., & Swan, S. H. (2009). Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 364(1526), 2153–2166. <https://doi.org/10.1098/RSTB.2009.0053>

Tourinho, P. S., Ivar do Sul, J. A., & Fillmann, G. (2010). Is marine debris ingestion still a problem for the coastal marine biota of southern Brazil? *Marine Pollution Bulletin*, 60(3), 396–401.
<https://doi.org/10.1016/J.MARPOLBUL.2009.10.013>

Van Cauwenberghe, L., & Janssen, C. R. (2014). Microplastics in bivalves cultured for human consumption. *Environmental Pollution*, 193, 65–70.
<https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2014.06.010>

Wolanski, E., Elliot, M. (2015). *Estuarine Ecohydrology: An Introduction - Eric Wolanski, Michael Elliott - Google Books*.
<https://books.google.co.id/books?hl=en&lr=&id=HRZ0AwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=Wolanski,+E.,+Elliot,+M.+2015.+Estuarine+Ecohydrology:+An+Introduction.+Elsevier&ots=UHS0fGGGL3&sig=BUxks6OivZkW->

zbWgQUwNk_Kd8M&redir_esc=y#v=onepage&q=Wolanski%2C E.%2C
Elliot%2C

Zhang, H. (2017). Transport of microplastics in coastal seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 199, 74–86. <https://doi.org/10.1016/J.ECSS.2017.09.032>

RIWAYAT HIDUP

Saya Ramadhan Syukri Farhan, lahir pada tanggal 25 Desember 2000 di Sidoarjo. Saya adalah putra pertama dari Ibu Reflinda dan Bapak Anton Eriyanto. Saya adalah seorang yang memiliki latar belakang pendidikan SMA dari SMAN 5 Bukittinggi Sumatera Barat.

Selama pendidikan saya, saya aktif terlibat dalam berbagai kegiatan ekstrakurikuler dan organisasi mahasiswa. Hal ini membantu saya mengembangkan keterampilan kepemimpinan, kerjasama tim, dan komunikasi yang baik. Selain itu, saya juga meluangkan waktu untuk menjalankan hobi saya. Demikianlah sebagian riwayat hidup singkat saya.

Lampiran

