



JURUSAN
TEKNIK LINGKUNGAN

TUGAS AKHIR

SEBARAN MIKROPLASTIK DI PERAIRAN LAUT KABUPATEN KENDAL, JAWA TENGAH

Aldo Putra Dahvitama
20513078

Dosen Pembimbing:
Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

Universitas Islam Indonesia
2025



DEPARTMENT
ENVIRONMENTAL ENGINEERING

BACHELOR THESIS

Distribution of Microplastics in The Sea Waters of Kendal, Central Java

Aldo Putra Dahvitama

20513078

Supervisor:

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

**Environmental Engineering Bachelor Program Faculty of
Civil Engineering and Planning**

Universitas Islam Indonesia

2025

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**Sebaran Mikroplastik di Perairan Laut Kabupaten Kendal,
Jawa Tengah**

Tugas akhir ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi Teknik Lingkungan Program Sarjana Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

**Aldo Putra Dahvitama
20513078**

Tugas akhir ini telah diuji pada tanggal 13 November 2025 dan disetujui oleh:

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

(Pembimbing 1)

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

(Penguji 1)

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

(Penguji 2)

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan Program Sarjana

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

PERNYATAAN

Saya, penyusun tugas akhir ini, 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 merupakan gagasan, rumusan, dan studi 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. Perangkat lunak atau program komputer yang digunakan dalam tugas akhir ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya. Bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.
5. Tidak ada penggunaan kecerdasan buatan (*artificial intelligence*, AI) dalam penyusunan karya tugas akhir ini kecuali:
 - a. untuk membantu dalam kadar yang wajar (seperti membantu mengoreksi, mencari ide, dan mencari referensi), dan
 - b. tercantum dan dijelaskan perihal penggunaannya secara eksplisit di dalam karya tugas akhir ini.Implikasi dari penggunaan AI tersebut menjadi tanggung jawab saya sepenuhnya.
6. Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya. Apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, tanggal submit TA
Yang membuat pernyataan,

Meterai Rp
10000 dan
tanda

Aldo Putra Dahvitama
20513078

PRAKATA

Segala puji dan Syukur atas kehadiran Allah SWT dengan segala rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian **Tugas Akhir dengan judul “Sebaran Mikroplastik di Perairan Laut Kabupaten Kendal, Jawa Tengah”**. Penyusunan laporan tugas akhir ini bertujuan untuk memenuhi syarat akademik dan memperoleh gelar sarjana strata-1 (S1) program studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini penulis banyak mendapatkan pelajaran dari setiap rintangan dan prosesnya, dengan semangat dan dukungan dari banyak pihak. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan Rahmat-nya berupa kesehatan dan pikiran yang tenang, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan semaksimal mungkin.
2. Kedua orang tua penulis yakni Bapak Dahroni dan Ibu Movi Afriyanti yang selalu memberikan semangat, motivasi, doa yang selalu dipanjatkan, dan kepercayaan penuh kepada penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
3. Kedua adik penulis yakni Vito Putra Dahvitama dan Kaiser Dahvitama yang telah menjadi semangat penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si., selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan arahan, masukan, dan bimbingan bagi penulis untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. selaku dosen penguji 1 dan Ibu Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku dosen penguji 2.
6. Seluruh Dosen, staf dan pengajar Program Studi Teknik Lingkungan yang memberikan ilmu dan fasilitas yang baik selama proses menempuh pendidikan di Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Indonesia.
7. Bapak Tasyono dan Mba Tika selaku pembimbing lapangan dan laboratorium yang telah memberikan pengarahan selama sampling dan pengujian sampel selesai.
8. Teman – teman kelompok seperjuangan Tugas Akhir Yusril, Rais, Yolani, Higen, Laila turut membantu selama Tugas Akhir.
9. Rekan – rekan berdiskusi yakni Khairi, Granit, Jaelani, Dimas, Apip, Shidqi, dan Tama.
10. Rekan – rekan Teknik Lingkungan Angkatan 2020.

Sleman, 30 Juli 2025

Aldo Putra Dahvitama

Sebaran Mikroplastik di Perairan Laut Kabupaten Kendal, Jawa Tengah

Mahasiswa : Aldo Putra Dahvitama
NIM : 20513078
Program Studi : Teknik Lingkungan - Program Sarjana
Pembimbing : Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Abstrak

Sampah plastik menjadi permasalahan internasional yang diteliti oleh banyak ilmuan di Dunia. Pembuangan sampah plastik saat ini tidak hanya dibuang ke daratan akan tetapi sudah banyak dibuang menuju ke badan air hingga akhirnya menuju ke wilayah pesisir hingga ke lautan. Hal yang menyebabkan sampah plastik banyak ditemukan di lingkungan perairan laut adalah aktivitas manusia seperti membungan sampah sungai yang kemudian aliran dari sungai menuju ke laut, kegiatan wisata yang tidak memperdulikan lingkungan seperti membuang sampah di pantai, kegiatan nelayan menangkap ikan, dan tindakan industri dalam membuang limbah secara sembarangan. Sampah plastik yang terakumulasi di dalam lautan perlahan mulai mengalami proses degradasi akibat dari faktor biologi, fisik, dan kimia, hasil degradasi dari sampah plastik tersebut berupa partikel-partikel kecil dari plastik yang saat ini disebut mikroplastik. Ukuran dari partikel mikroplastik senilai 1 μm sampai 5 mm. Upaya dalam mengkaji persebaran mikroplastik di perairan Laut Kendal digunakan metode *National Ocean and Atmospheric Administration* (NOAA), pengamatan dengan mikroskop, dan analisis polimer dengan menggunakan FTIR. Dari hasil penelitian didapatkan hasil berupa jumlah kelimpahan mikroplastik paling banyak ditemukan pada LK 2 sejumlah 821 partikel. Bentuk dan jenis mikroplastik yang ditemukan paling banyak adalah bentuk dan jenis *fragmen* dengan persentase sebesar 52%. warna dari mikroplastik yang mendominasi dari warna keseluruhan sampel adalah warna hitam dengan persentase 38% . persebaran tertinggi terdapat pada LK 2. Hasil identifikasi dari FTIR didapati jenis polimer *Nylon*, *Polyurethane* (PU), *Nitrile*, *Ethylene vinyl acetate* (EVA), dan *Polytetrafluoroethylene* (PTFE).

Kata kunci: Bentuk dan Jenis, Kelimpahan, Mikroplastik, Polimer, Warna

Distribution of microplastics in the sea waters of Kendal, Central Java

Student : Aldo Putra Dahvitama
Student Number : 20513078
Study Program : Environmental Engineering – Bachelor Program
Supervisor : Ir. Luqman Hakim, S.T., M.Si.

Abstract

Plastic waste has become an international problem studied by many scientists in the world. Currently, plastic waste is not only dumped on land but has also been dumped into water bodies and eventually into coastal areas and the ocean. The factors that cause plastic waste to be found in marine environments are human activities such as dumping river waste which then flows from the river to the sea, tourism activities that do not care about the environment such as throwing garbage on the beach, fishing activities, and industrial actions in disposing of waste carelessly. Plastic waste that accumulates in the ocean slowly begins to experience a process of degradation due to biological, physical, and chemical factors, the results of the degradation of plastic waste are small particles of plastic currently called microplastics. The size of microplastic particles is 1 μm to 5 mm. Efforts to study the distribution of microplastics in the Kendal Sea waters used the National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) method, observation with a microscope, and polymer analysis using FTIR. From the results of the study, the results were that the highest number of microplastics was found in LK 2, amounting to 821 particles. The most common forms and types of microplastics found were fragments with a percentage of 52%. The dominant color of the microplastics from the overall sample was black with a percentage of 38%. The highest distribution was found in LK 2. The results of FTIR identification found the types of polymers Nylon, Polyurethane (PU), Nitrile, Ethylene vinyl acetate (EVA), and Polytetrafluoroethylene (PTFE).

Key words: Abundance, Color, Microplastics, Polymers, Shape and Type

DAFTAR NOTASI

ZnCL = Zinc Chloride
NOAA = National Oceanic and Atmospheric Administration
PTFE = Polytetrafluoroethylene
EVA = Ethylene vinyl acetate
PU = Polyurethane
LK = Laut Kedal
FTIR = Fourier Transform Infrared Spectroscopy

GPS = *Global Positioning System*

MPS = *Mikroplastik*

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	1
BACHELOR THESIS.....	2
Environmental Engineering Bachelor Program Faculty of Civil Engineering and Planning	2
PRAKATA	5
Abstrak	2
Abstract	3
DAFTAR NOTASI	4
DAFTAR ISI	5
BAB I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	4
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian	5
1.5 Ruang Lingkup	6
1.6 Kerangka Penelitian.....	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	8
2.1 Mikroplastik	8
2.2 Klasifikasi Mikroplastik.....	8
2.3 Dampak Mikroplastik	10
2.4 Mikroskop	11
2.5 FTIR (11	
2.6 Penelitian Terdahulu	12
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Lokasi.....	17
3.2 Deskripsi Lokasi Pengambilan Sampel	18

3.3	Metode Penelitian	19
3.4	Alat dan Bahan	20
3.5	Prosedur Penelitian	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		29
4.1	Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik	29
4.2	Identifikasi Mikroplastik dengan FTIR (51	
BAB V		56
Kesimpulan dan Saran.....		56
5.1	Kesimpulan	56
5.2	Saran	57
DAFTAR PUSTAKA		58
LAMPIRAN		64

Daftar Tabel

<i>Tabel 2. 1</i> Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk	9
<i>Tabel 2. 2</i> Jenis Mikroplastik yang banyak diteukan dan densitasnya	10
<i>Tabel 2. 3</i> Penelitian Terdahulu	12
<i>Tabel 3. 1</i> Koordinat Lokasi Penelitian	18
<i>Tabel 3. 2</i> Alat Pengambilan Sampel	20
<i>Tabel 3. 3</i> Alat Pengujian	20
<i>Tabel 3. 4</i> Bahan Pengujian	21
<i>Tabel 4. 1</i> Data lapangan pengambilan sampel air laut	29
<i>Tabel 4. 2</i> Hasil Identifikasi Polimer Mikroplastik	49
<i>Tabel 4. 3</i> Gugus Fungsi Polimer	50

Daftar Gambar

Gambar 1. 1 Kerangka Penelitian.....	6
Gambar 2. 1 Bentuk Mikroplastik	9
Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian	17
Gambar 3. 2 <i>Flowchart</i> Alur Penelitian	22
Gambar 3. 3 Proses Penurunan Bongo Net	23
Gambar 3. 4 Proses Pembilasan Bongo Net	23
Gambar 3. 5 Proses Penyimpanan Sampel Setelah Pembilasan	24
Gambar 3. 6 Proses Pengayakan Sampel	25
Gambar 3. 7 Proses <i>Water Bath</i>	25
Gambar 3. 8 Proses Penyaringan Menggunakan Kertas 300 Mesh	26
Gambar 3. 9 Proses Penambahan $ZnCl_2$ Pada Sampel	26
Gambar 3. 10 Proses Penyaringan Menggunakan Kertas <i>Whatman</i>	27
Gambar 3. 11 Proses Pengeringan Sampel Menggunakan Oven	27
Gambar 4. 1 Diagram Batang Jumlah Mikroplastik di Setiap Lokasi Pengambilan Sampel	30
Gambar 4. 2 Peta Jumlah Mikroplastik Pada Setiap Titik Pengambilan Sampel	30
Gambar 4. 3 Mikroplastik <i>Fragmen</i>	32
Gambar 4. 4 Mikroplastik <i>Film</i>	33
Gambar 4. 5 Mikroplastik <i>Fiber</i>	33
Gambar 4. 6 Mikroplastik <i>Foam</i>	34
Gambar 4. 7 Mikroplastik <i>Pellet</i>	34
Gambar 4. 8 Persentase Kelimpahan Bentuk Mikroplastik Keseluruhan Sampel	35
Gambar 4. 9 Warna Mikroplastik Teridentifikasi	36
Gambar 4. 10 Warna Mikroplastik Teridentifikasi	36
Gambar 4. 11 Warna Mikroplastik Teridentifikasi	36
Gambar 4. 12 Warna Mikroplastik Teridentifikasi	37
Gambar 4. 13 Diagram Batang Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna	37
Gambar 4. 14 Diagram Kelimpahan Mikroplastik	38
Gambar 4. 15 Integrasi Bentuk, Jenis, dan Warna Mikroplastik	39
Gambar 4. 16 Diagram Kelimpahan Mikroplastik Pada Setiap Titik Lokasi	40
Gambar 4. 17 Kelimpahan Mikroplastik Pada Setiap Titik Lokasi	40

<i>Gambar 4. 18</i> Muara di Sekitar Perairan Laut Kendal	42
<i>Gambar 4. 19</i> Pasang Surut Air Laut	44
<i>Gambar 4. 20</i> Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dan Jenis	45
<i>Gambar 4. 21</i> Peta Persebaran Mikroplastik	46
<i>Gambar 4. 22</i> Persebaran Mikroplastik Berdasarkan Warna	47
<i>Gambar 4. 23</i> Polimer Mikroplastik	54

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik menjadi salah satu produk yang sangat diminati oleh pasar global karena memiliki banyak keunggulan seperti biaya produksi yang terjangkau, penggunaan jangka panjang, dan daya tahan yang kuat. Plastik merupakan produk yang dibutuhkan manusia dalam kegiatan sehari-hari karena dapat memenuhi kebutuhan manusia dari segi fungsi maupun segi estetika. Menurut data yang dipublikasikan pada *Plastics Product Global Manufacturing Global Market 2017*, industri plastik mengalami pertumbuhan 3% setiap tahunnya. Seiring dengan pertumbuhan industri plastik yang secara fungsional berdampak positif bagi manusia, plastik juga memiliki dampak negatif. Dampak negatif dari plastik disebabkan oleh aktivitas manusia yang membuang plastik tanpa melakukan pengolahan yang menyebabkan plastik terakumulasi menjadi sampah yang sulit untuk diolah. Sampah plastik yang tidak diolah dengan baik ataupun dibuang tanpa pengolahan akan mengalami proses degradasi fisik, biologi, maupun kimia, proses ini mengubah plastik menjadi fragmen berukuran lebih kecil yang disebut mikroplastik (Rani et al., 2023)

Selama beberapa dekade terakhir mikroplastik telah menjadi masalah serius bagi ekosistem biota laut, akan tetapi mulai terjadi peningkatan kesadaran oleh manusia untuk meneliti mikroplastik karena dampak yang ditimbulkan kurang dipahami (Thompson et al., 2004). Mikroplastik pertama kali tercatat sebagai *spherules* dalam plankton di sepanjang pantai *New England* pada tahun 1970 (Carpenter et al., 1972). Sejak saat itu mikroplastik banyak ditemukan di wilayah perairan seperti laut, sungai, dan danau. Mikroplastik adalah partikel plastik yang memiliki ukuran kurang dari 5,0 mm (Arthur et al., 2009). Ukuran mikroplastik yang sangat kecil memudahkan mikroplastik untuk mencemari lingkungan dan memungkinkan mikroplastik untuk merusak ekosistem biota laut.

Lingkungan laut merupakan ekosistem rumit yang sangat sensitif terhadap sumber kontaminasi bahan pencemar, seperti industri, perkotaan, dan pertanian. Salah satu masalah terbesar hingga saat ini adalah sampah plastik, menurut program lingkungan hidup Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) lebih dari 300 juta ton sampah plastik dihasilkan setiap tahunnya, yang dimana 1,46% diperkirakan berakhir di lautan, plastik dapat mengalami pelapukan mekanis dan fotodegradasi. Hal ini dapat membuat produk plastik pecah dan menjadi partikel yang

disebut dengan mikroplastik (MPs) (Gutiérrez-Castillo et al., 2023). Fenomena ini menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan, sampah yang tidak dikelola dengan baik akan mencemari lingkungan laut, ekosistem laut, dan juga berdampak pada kesehatan manusia.

Berdasarkan data dari program lingkungan Perserikatan Bangsa-Bangsa atau *United Nations Environment Programme* (UNEP) terdata 3 negara penghasil sampah plastik terbesar di Dunia. Indonesia menduduki peringkat kedua menjadi negara penghasil sampah plastik terbesar di Dunia, urutan pertama di pegang oleh China dan India (Laila et al., 2020). Kendal merupakan wilayah kabupaten di Indonesia Provinsi Jawa Tengah sebagai yang menyandang status sebagai Kawasan Ekonomi Khusus (KEK) berbasis industri di pulau Jawa yang tertuang dalam PP Nomor 85 Tahun 2019. Kegiatan industri yang ada di Kabupaten Kendal bervariasi mulai dari Industri Tekstil, Manufaktur, Furniture, Pangan, dan Industri lainnya. Sampah yang dihasilkan dari banyaknya kegiatan industri menghasilkan jumlah sampah yang besar. Sampah plastik adalah salah satu sampah yang banyak tersebar di Kabupaten Kendal dikarenakan sampah plastik banyak dibuang secara sembarangan oleh masyarakat maupun industri di Kabupaten Kendal. Mikroplastik yang terdapat pada sampah plastik dapat mengkontaminasi perairan laut dan merusak ekosistem. Oleh karena itu, perlunya dilakukan penelitian untuk mengetahui keberadaan mikroplastik di perairan laut Kendal. Hal ini dikarenakan penelitian tentang sebaran mikroplastik di lautan masih sedikit dilakukan.

1.2 Rumusan Masalah

- 1) Bagaimana karakteristik dan kelimpahan mikroplastik di perairan laut Kendal?
- 2) Bagaimana persebaran mikroplastik di perairan laut Kendal?
- 3) Bagaimana polimer mikroplastik di perairan laut Kendal?

1.3 Tujuan Penelitian

- 1) Mengidentifikasi karakteristik dan kelimpahan mikroplastik di perairan laut Kendal.
- 2) Mengidentifikasi persebaran mikroplastik di perairan laut Kendal.
- 3) Mengidentifikasi polimer mikroplastik di perairan laut Kendal.

1.4 Manfaat Penelitian

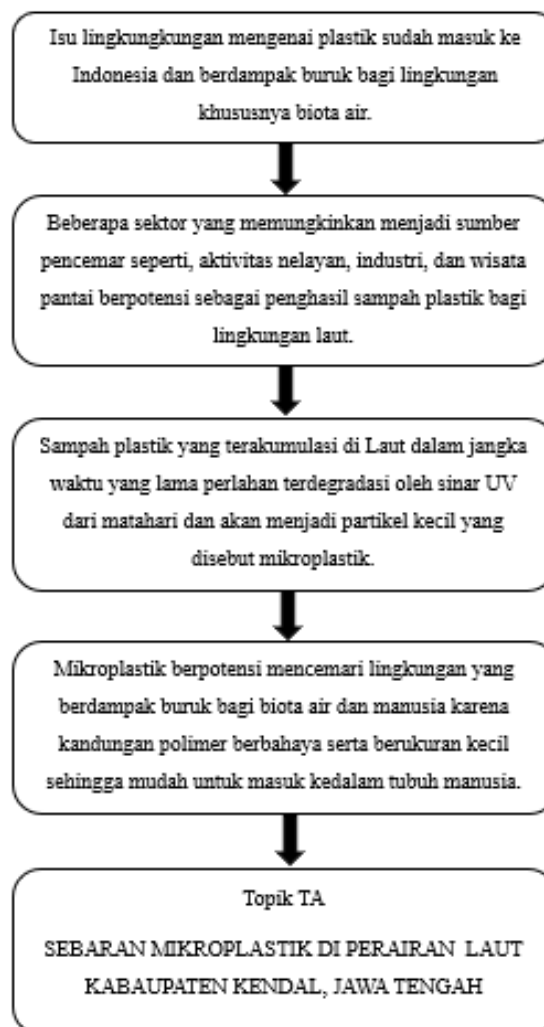
- 1) Memberikan informasi karakteristik dan jumlah kelimpahan mikroplastik di perairan laut Kendal.
- 2) Memberikan informasi persebaran mikroplastik di perairan laut Kendal.
- 3) Memberikan informasi polimer mikroplastik di perairan laut Kendal.

1.5 Ruang Lingkup

- 1) Perairan laut Kabupaten Kendal Jawa Tengah menjadi kawasan yang diteliti.
- 2) Penelitian dilakukan untuk mengetahui kelimpahan dan persebaran mikroplastik.
- 3) Pengambilan sampel dilakukan di 6 lokasi yang telah dipetakan dengan menggunakan *bongo net*.
- 4) Pengujian mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop untuk mengetahui jenis, warna, dan bentuk dari mikroplastik.
- 5) Pengujian terakhir dilakukan dengan menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) untuk mengetahui polimer yang terkandung pada mikroplastik.

1.6 Kerangka Penelitian

Plastik merupakan material yang dibutuhkan manusia, hal yang mendasari pernyataan tersebut dapat dilihat dari aktivitas manusia yang tidak dapat lepas dari material plastik seperti penggunaan kantung perbelanjaan, kemasan minuman, dan lain hal sebagainya. Pemilihan plastik dalam kehidupan sehari-hari karena memiliki sifat material yang kuat, tahan panas, dan lain sebagainya. Penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari yang menyebabkan plastik menjadi salah satu sampah dengan jumlah terbesar di Indonesia sehingga kesulitan dalam pengelolaannya dan menyebabkan sampah plastik terakumulasi pada lingkungan terutama lingkungan laut. Sampah plastik yang terakumulasi kemudian mengalami proses degradasi sehingga memecah partikel plastik menjadi plastik dengan ukuran yang sangat kecil yang disebut mikroplastik. berikut merupakan *flow chart* dari kerangka penelitian mengenai mikroplastik:



Gambar 1. 1 Kerangka Penelitian

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Mikroplastik merupakan partikel kecil dari hasil degradasi fisik, kimia, dan biologi. Menurut *Internasional Organization of Standardization (ISO)* setiap partikel plastik yang tidak larut di dalam air dengan dimensi panjang 1 μm sampai 5 mm dapat didefinisikan menjadi mikroplastik (Sluka, 2018). Mikroplastik dibedakan menjadi dua, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer adalah mikroplastik yang diproduksi dalam bentuk pelet, butiran, serat, atau bubuk yang digunakan dalam produk perawatan, sedangkan mikroplastik sekunder adalah mikroplastik yang terfragmentasi dari plastik yang lebih besar karena beberapa faktor eksternal seperti degradasi UV, angin, dan kegiatan mencuci pakaian (Sluka, 2018). ISO mengklasifikasi mikroplastik sebagai partikel padat tidak larut dalam air yang memiliki ukuran 1 mm hingga 5 mm (Thompson et al., 2004).

Penelitian mengenai mikroplastik saat ini terbatas pada penelitian terhadap lingkungan laut, mempelajari terkait dampak mikroplastik terhadap organisme laut (X. Peng et al., 2018). Mikroplastik di laut tidak hanya terdapat pada air, akan tetapi juga terdapat pada sedimen yang dapat memberikan dampak buruk pada organisme laut. Proses mikroplastik merusak organisme laut secara fisik yaitu dengan cara mikroplastik dikonsumsi oleh organisme laut, sedangkan secara kimiawi kontaminan organik dan anorganik yang terserap oleh organisme laut (Bucci et al., 2020).

2.2 Klasifikasi Mikroplastik

Mikroplastik terbentuk dari pembakaran struktur secara fisik dan kimia dari radiasi matahari, mikroorganisme dan oksidasi termal. Menurut (Sulastri et al., 2023) mikroplastik dikategorikan menjadi 5 bentuk:

1. *Fragmen*

Berasal dari pecahan plastik yang memiliki ukuran tidak beraturan dikarenakan sinar UV, bahan oksidatif berasal dari plastik, dan sifat hidrolitik dari air.

2. *Foam*

Berasal dari bahan pembuatan sterofoam dan memiliki bentuk seperti tumpukan lingkaran yang berbeda warna

3. *Fiber*

Berasal dari degradasi limbah tali yang mengandung plastik, kain sintesis, sisa benang pakaian, dan limbah pencucian baju yang memiliki bentuk seperti tali (Crawford & Quinn, 2017).

4. *Film*

Berasal dari bahan pembungkus tas dan plastik berbentuk transparan yang mudah hancur pada tingkat densitas yang rendah.

5. *Pellet*

Berasal dari bahan produksi industri plastik yang memiliki bentuk lingkaran sempurna (Ismail et al., 2019).

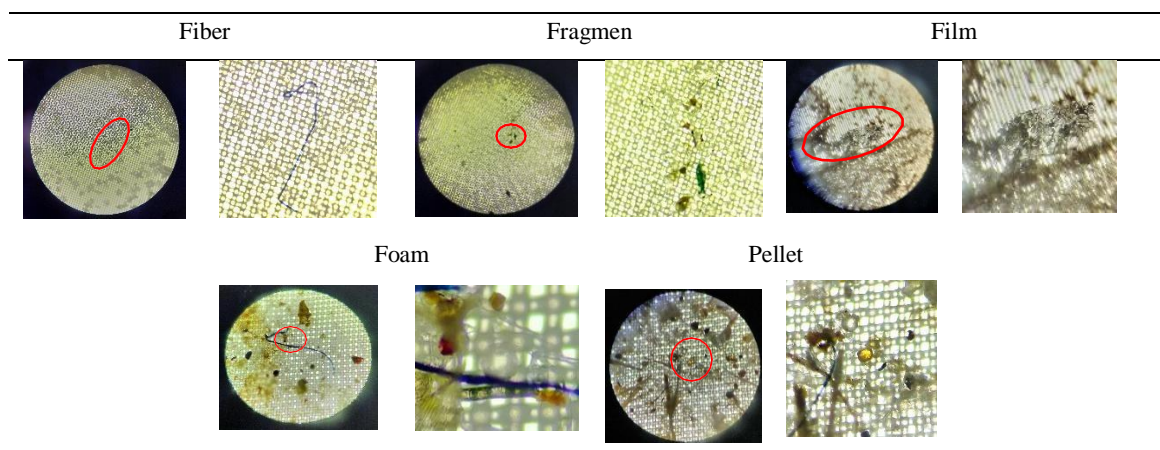
Berikut merupakan tabel klasifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk:

Tabel 2. 1 Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Klasifikasi Bentuk	Istilah lain yang digunakan
Fragmen	Partikel tidak beraturan, kristal bulu, bubuk, granula, potongan, serpihan
Serat	Filamen, mikrofiber, helaian, benang
Manik-manik	Biji, bulatan manik kecil, bulatan mikro
Busa	Poli stiren
Butiran	Butiran resinat, nurdes, nib

Sumber: (Widianarko & Hantoro, 2019)

Berikut merupakan gambar bentuk dari mikroplastik:



Gambar 2. 1 Bentuk Mikroplastik

Sumber: (Sulastrri et al., 2023)

Jenis-jenis plastik yang banyak ditemui pada organisme laut:

Tabel 2. 2 Jenis Mikroplastik yang banyak ditemukan dan densitasnya

Tipe Plastik	Densitas (g/cm⁻³)
<i>Polyethylene</i>	0,917 - 0,965
<i>Polypropylene</i>	0,9 - 0,91
<i>Polystyrene</i>	1,04 - 1,1
<i>Polyamide</i>	1,02 - 1,05
<i>Polyester</i>	1,24 - 2,3
<i>Acrylic</i>	1,09 - 1,2
<i>Polyoximethylene</i>	1,41 - 1,61
<i>Polyvinyl alcohol</i>	1,19 - 1,31
<i>Polyvinyl chloride</i>	1,16 - 1,58
<i>Poly methylacrylate</i>	1,17 - 1,2
<i>Polyethylene terephthalate</i>	1,37 - 1,45
<i>Alkyd</i>	1,24 - 2,1
<i>Polyurethane</i>	1,2

Sumber: (Hidalgo-Ruz et al., 2012)

2.3 Dampak Mikroplastik

Mikroplastik termasuk jenis sampah berbahaya karena memiliki ukuran yang kecil dan memudahkan untuk dikonsumsi oleh organisme laut (Sembiring et al., 2020). Mikroplastik yang dikonsumsi oleh biota air dapat menyebabkan efek fisik dan toksik (G. Peng et al., 2017). Dampak yang ditimbulkan oleh mikroplastik seperti komplikasi reproduksi, stres patologis, stres oksidatif, dan penghambatan laju pertumbuhan pada organisme (Firdaus et al., 2020). Mikroplastik yang dikonsumsi oleh organisme bisa berdampak buruk bagi manusia apabila dikonsumsi, hal ini dikarenakan terjadinya transfer toksik ketika manusia mengonsumsi biota air yang terpapar mikroplastik, beberapa penyakit yang dapat timbul apabila mikroplastik terakumulasi ke dalam tubuh manusia seperti (Carbery et al., 2018): Gangguan pernafasan, gangguan pencernaan, gangguan reproduksi, iritasi kulit, kardiovaskular, dan kanker.

2.4 Mikroskop

Mikroskop merupakan alat optik yang berfungsi untuk melihat dan mengamati suatu zat ataupun senyawa yang berukuran sangat kecil, senyawa ataupun zat yang tidak bisa dilihat secara langsung oleh mata (mikroskopis) (Mardani et al., 2024). Mikroskop diperlukan untuk melihat struktur dan fungsi organisme yang tidak terlihat oleh mata (Dharmawibawa et al., 2023). Mikroskop berperan penting dalam ilmu pengetahuan mengingat banyak penelitian menggunakan mikroskop untuk melihat struktur dan fungsi organisme mikroskopis dengan cara mengambil dokumentasi dan mengamati tingkah laku serta kandungan yang ada pada organisme mikroskopis. Fitur yang digunakan untuk mengambil foto pada mikroskop disebut foto mikroskop, fitur ini menghubungkan mikroskop dengan kamera digital yang dapat dilihat melalui komputer sehingga memudahkan dalam melakukan pengamatan (Susilowati et al., 2016). Selain untuk pengamatan, dokumentasi dari pengamatan mikroskop dapat menjadi bukti dari suatu penelitian.

2.5 FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

FTIR merupakan instrumen spektroskopi inframerah yang dilengkapi dengan transformasi fourier yang berfungsi untuk mendeteksi dan menganalisa hasil dari spektrum (Anam et al., 2007). Spektroskopi inframerah berfungsi untuk mengidentifikasi senyawa organik, hal ini dikarenakan spektrum yang sangat kompleks (Sanjiwani & Sudiarsa, 2021). Spektrum inframerah dihasilkan dari transmisi cahaya dengan detektor dan dilakukan perbandingan antara intensitas tanpa sampel dan intensitas dengan sampel untuk mengetahui fungsi dari panjang gelombang. Hasil dari spektrum inframerah yang didapatkan diurutkan menjadi intensitas fungsi energi dan panjang gelombang (nm)/bilangan gelombang (cm^{-1}) (Anam et al., 2007).

2.6 Penelitian Terdahulu

Dalam melakukan penelitian dibutuhkan beberapa referensi sebagai acuan, berikut merupakan tabel 2.3 yang berisi referensi terkait penelitian yang dilakukan:

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	Monika Rani ,et al	2023	<i>A Complete Guide to Extraction Methods of Microplastics from Complex Environmental Matrices</i>	Memberikan penelitian tentang metode yang digunakan dalam proses ekstraksi mikroplastik berdasarkan dengan jenis matriks lingkungan. Ekstraksi yang dilakukan di beberapa unsur alam seperti tanah, sedimen, dan air limbah. Masih banyak pengembangan untuk metode alternatif dalam menganalisis mikroplastik mengingat belum banyak penelitian mengenai mikroplastik. Namun dalam beberapa tahun terakhir pemahaman tentang relevansi pemrosesan matriks meningkat dengan tujuan mendapatkan hasil dari analisis yang berkualitas tinggi dan kesimpulan yang benar-benar valid.

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
2	Aini Sulastri, et al.	2023	Identifikasi Kelimpahan dan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen Pantai Kalimantan Barat	Mikroplastik yang ada pada sedimen diidentifikasi memiliki 5 bentuk, yaitu fragmen, film, fiber, foam, dan pelet. Hasil identifikasi menunjukkan jenis dari akumulasi mikroplastik didominasi oleh mikroplastik dengan jenis fragmen, hal ini dikarenakan sumber pencemar terbanyak didominasi dengan sampah plastik berbahan dasar fragmen. Dari hasil penelitian disarankan masyarakat mengurangi penggunaan plastik sekali pakai guna mengurangi akumulasi sampah plastik yang dapat terdegradasi menjadi mikroplastik.
3	Yaru Cao, et al	2022	<i>Microplastics: A Major Souce of Phthalate Esters in Aquatic Environments</i>	Mikroplastik sebagai sumber utama dari senyawa phthalate di lingkungan perairan, dengan estimasi perhitungan beban masa selama satu tahun ada diantara 57,8 dan 16.000 kg. Dari 12 sampel uji

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
				<p>mikroplastik, PVC menjadi salah satu penghasil senyawa phthalate dengan konsentrasi yang paling tinggi. Tidak hanya PVC, Polimer lainnya (PA, PE, PP, PET) juga termasuk ke dalam polimer yang menghasilkan senyawa phthalate dengan konsentrasi yang tinggi. Mikroplastik menghasilkan senyawa phthalate yang memiliki dampak toksisitas terhadap organisme laut maupun manusia, disarankan agar manusia lebih mempertimbangkan kegiatan membuang sampah plastik secara sembarangan, dan lakukan tindakan pengelolaan sampah plastik dengan efektif sebelum dibuang menuju lingkungan.</p>
4	Courtney Arthur, et al.	2008	<i>Proceedings of The International Research Workshop on The</i>	Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel plastik yang memiliki ukuran lebih

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			<i>Occurrence, Effects, and Fate of Microplastic Marine Debris</i>	kecil dari 5mm, memiliki sumber primer dan sekunder. Mikroplastik memiliki dampak ekologis, dan berdampak pada organisme laut. Mikroplastik yang terakumulasi dalam lautan berperan sebagai vektor kontaminan dalam rantai makanan di lautan. Selain berdampak terhadap organisme laut mikroplastik juga berpotensi berdampak pada kesehatan manusia.
5	X. Peng, et al.	2018	<i>Microplastics Contaminate The Deepest Part of The World's Ocean</i>	Dari hasil penelitian yang dilakukan dikonfirmasi pada seluruh dasar air dan sedimen di Palung Mariana terdapat akumulasi dari mikroplastik. Mikroplastik berdampak buruk bagi kesehatan seperti penyumbatan internal dan difusi endokrin (Wright et al., 2013). Pada beberapa penelitian mikroplastik ditemukan pada krutasea dari parit yang dalam

No	Nama Penulis	Tahun	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
				(Bersumber dari AJ Jamieson dalam laporan surat kabar <i>The Guardian</i> yang dibuat oleh Taylor pada tahun 2017).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi

Lokasi pengambilan sampel berada di perairan laut kendal dan dilakukan pada 17 Oktober 2024. Pengambilan sampel dilakukan selama 1 hari dimulai dari pukul 07.00 WIB hingga 18.00 WIB. Lokasi pengambilan sampel berada di pesisir Pantai Ngebum, Pantai Mangunharjo, dan Spot Pemancingan, titik lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 3.1 Peta Lokasi Penelitian:



Gambar 3. 1 Peta Lokasi Penelitian

Pantai Ngebum dan Pantai Mangunharjo yang berada di Pesisir Laut Kendal dikenal sebagai wilayah dan tempat mata pencarian masyarakat pesisir Laut Kendal. Pantai Ngebum dan Pantai Mangunharjo merupakan objek wisata sekaligus memiliki kegiatan penangkapan ikan yang berpotensi menjadi sumber pencemar dari mikroplastik. Pemilihan wilayah kabupaten Kendal dipengaruhi oleh beberapa hal, selain dari objek wisata dan kegiatan penangkapan ikan, juga dilihat dari populasi penduduk yang cukup besar di Jawa Tengah, dengan dominasi penduduk berusia produktif lebih banyak menjadi salah satu pertimbangan untuk pemilihan lokasi tersebut. Berikut merupakan 6 titik koordinat pengambilan sampel air laut di Perairan Laut Kendal:

Tabel 3. 1 Koordinat Lokasi Penelitian

No	Kode Lokasi	Koordinat		Jarak (Km)
		S	E	
1	LK1	6°52'31.32 "	110°14'26.28 "	1,60
2	LK2	6°50'40.53 "	110°16'16.51 "	
3	LK3	6°53'29.74 "	110°15'27.47 "	
4	LK4	6°51'31.32 "	110°17'9.69" "	
5	LK5	6°55'35.95 "	110°19'7.68" "	
6	LK6	6°53'6.05" "	110°19'59.76 "	

Lokasi Sampel

Berikut beberapa pemilihan koordinat pengambilan

3.2 Deskripsi Pengambilan

merupakan rasionalisasi terkait lokasi/titik dalam sampel:

1. Kabupaten Kendal

Kabupaten Kendal merupakan wilayah pesisir di Provinsi Jawa Tengah, Indonesia. Ibu kota dari Kabupaten Kendal merupakan Kecamatan Kendal, dan merupakan wilayah Metropolitan Kedungsepur. Kabupaten Kendal secara geografis memiliki wilayah yang beragam, pada bagian utara didominasi oleh wilayah pesisir yang merupakan dataran rendah, sedangkan pada wilayah bagian selatan didominasi oleh pegunungan. Wilayah Pesisir Kabupaten Kendal berbatasan langsung dengan Laut Jawa sehingga menjadikan wilayah pesisir berpotensi untuk kegiatan kelautan dan industri perikanan, selain dari itu wilayah Pesisir Kabupaten Kendal juga memiliki potensi untuk menjadi wisata seperti Pantai Ngebum, Pelabuhan Kendal, dan beberapa lokasi pemancingan yang menjadi daya tarik tersendiri untuk wisatawan dari dalam hingga luar Kabupaten Kendal.

2. Pantai Ngebum, Pelabuhan Kendal, dan Spot Pemancingan

Pantai Ngebum merupakan wisata pantai Kabupaten Kendal yang terletak di Desa Mororejo, Kecamatan Kaliwungu, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah. Pantai Ngebum berbatasan dengan Laut Jawa, Kabupaten Semarang, Kabupaten Temanggung, dan Kabupaten Batang. Daya tarik yang ditawarkan oleh Pantai Ngebum

merupakan pemandangan yang indah, serta ombak yang dapat menenangkan pikiran. Pantai Ngebum memiliki kontur tanah yang landai, tidak disarankan untuk kegiatan berenang bagi anak-anak karena ombak yang relatif tinggi, akan tetapi disediakan penyewaan pelampung ban di sekitar pantai untuk pengunjung yang ingin bermain. Wisatawan yang beraktifitas di Pantai Ngebum menghasilkan berbagai macam sampah terutama sampah plastik yang berpotensi terdegradasi menjadi mikroplastik. Pengambilan sample mikroplastik di Kabupaten Kendal salah satunya dilakukan di sekitar Pantai Ngebum dengan mengambil sample di 4 titik lokasi yang telah ditentukan.

Pelabuhan Kendal dan beberapa spot pemancingan merupakan wilayah di Peisir Laut Kendal yang berpotensi untuk menghasilkan sampah plastik karena kegiatan manusia seperti memancing dan mobilitas perkapalan seringkali menghasilkan sampah. Kegiatan memancing menggunakan senar nylon yang dilakukan sehari-hari sering kali meninggalkan benang nylon yang putus dan sampah dari para pemancing yang berpotensi untuk terdegradasi menjadi mikroplastik. Kegiatan mobilitas perkapalan di sekitar Pelabuhan Kendal sering kali meninggalkan sampah plastik seperti jaring nelayan yang tersangkut, tali pancingan, serta beberapa sampah plastik yang sengaja dibuang ke laut yang kemudian terdegradasi menjadi mikroplastik. Pada wilayah di sekitar spot pemancingan, dan Pelabuhan Kendal ditentukan 6 titik lokasi pengambilan sample mikroplasti guna mengetahui kelimpahan, karakteristik, serta polimer mikroplastik di Perairan Laut Kendal.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode kuantitatif, secara sistematis dimulai dari survei lokasi penelitian, pengumpulan data, hingga metode analisis data. Beberapa ahli mendefinisikan metode kualitatif selalu berkaitan dengan numerik (Waruwu et al., 2025), seperti pendapat dari Creswell dengan judul buku *Research Design Pendekatan Kualitatif*, yang menyebutkan bahwa metode kualitatif merupakan pendekatan secara sistematis dan objektif dalam pengumpulan dan analisis data yang melibatkan data numerik untuk proses analisisnya. Menurut Creswell (Personal & Archive, 2021) setiap variabel yang didapatkan berguna untuk menghasilkan analisis yang menghasilkan data numerik. Pada penelitian yang dilakukan, data yang digunakan merupakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan adalah sampel mikroplastik guna

mengetahui kelimpahan serta identifikasi karakteristik dari sampel mikroplastik dengan alat mikroskop, data sekunder berupa studi literatur yang digunakan sebagai referensi.

3.4 Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan dalam proses pengambilan sampel hingga proses penelitian laboratorium:

1. Alat pengambilan sampel mikroplastik dapat dilihat pada Tabel 3.2 Alat Pengambilan Sampel:

Tabel 3. 2 Alat Pengambilan Sampel

No .	Alat	Keterangan
1	GPS	Penyesuaian lokasi pengambilan sampel dengan koordinat yang sudah ditentukan
2	Aki Motor	Sebagai baterai untuk penggunaan GPS
3	<i>Bongo Net</i>	Alat untuk pengambilan sampel mikroplastik
4	Tali	Sebagai pengikat untuk memudahkan penggunaan <i>Bongo Net</i>
5	<i>Flow Meter</i>	Sebagai alat untuk menentukan kecepatan air
6	<i>Blower Sprayer</i>	Digunakan untuk membilas <i>Bongo Net</i> guna mengambil sampel
7	Botol Kaca	sebagai wadah sampel
8	<i>Container Box</i>	Wadah untuk menaruh botol kaca berisi sampel mikroplastik yang sudah diambil
9	Pelampung	Sebagai alat pelindung diri pada saat proses pengambilan sampel mikroplastik
10	<i>Sepatu Karet</i>	Sebagai alat pelindung diri pada saat proses pengambilan sampel mikroplastik

2. Alat yang digunakan pada proses penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.3 Alat Pengujian:

Tabel 3. 3 Alat Pengujian

No .	Alat	Keterangan
1	Gelas Beaker 100 ml	wadah sampel pada proses destruksi
2	Gelas Beaker 1000 ml	wadah untuk menampung larutan dan mencampur bahan yang dibutuhkan

No .	Alat	Keterangan
3	Gelas Ukur 100 ml	wadah untuk mengukur volume cairan yang akan digunakan
4	Pinset	Alat bantu untuk menyaring mikroplastik dan memindahkan kertas saring
5	Ayakan ukuran 4.75 mm, 1 mm, 0,3 mm	alat untuk menyaring mikroplastik yang akan dianalisis dengan ukuran dibawah 5 mm
6	Timbangan Analitik	Menimbang bahan yang akan digunakan
7	<i>Aluminium Foil</i>	Penutup wadah sampel agar tidak terkontaminasi zat yang tidak diinginkan
8	<i>Wadah Aluminium Foil</i>	Wadah yang digunakan untuk memasukan saringan mikroplastik kedalam oven
9	Kertas mesh 200 mm	Saringan untuk proses penyaringan mikroplastik
10	Kertas Saring <i>Whatman</i> berukuran 1,6 μ m	Saringan untuk proses penyaringan mikroplastik
11	Pipet Volume	Membantu proses pemindahan bahan cairan yang digunakan
12	<i>Vacum Pump</i>	Sebagai alat bantu dalam proses penyaringan mikroplastik
13	<i>Water Bath</i>	Alat untuk proses destruksi bahan organik pada sampel dengan mekanisme mengaduk dan memanaskan sampel
14	Oven	Digunakan untuk mengeringkan sampel
15	Mikroskop	Alat untuk pengamatan dan mendokumentasikan mikroplastik yang mikroskopis
16	FTIR	Sebagai alat untuk mengidentifikasi polimer dari setiap sampel

3. Bahan yang digunakan pada proses penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.4 Bahan Pengujian:

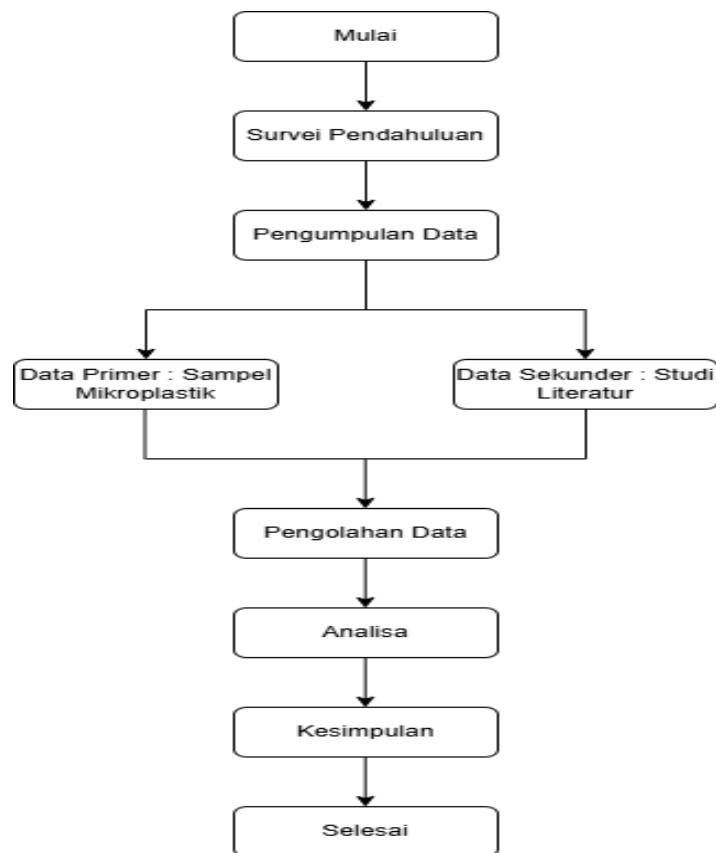
Tabel 3. 4 Bahan Pengujian

No .	Bahan	Keterangan
1	Sample Air Laut	Sampel yang diambil di perairan laut Kendal guna identifikasi kandungan mikroplastik
2	Aquabides	Bahan netralisasi/pembersih sebelum menggunakan alat uji
3	ZnCL ₂	Senyawa yang digunakan untuk memisahkan mikroplastik dengan senyawa organik

No	Bahan	Keterangan
4	H ₂ O ₂ 30%	Senyawa yang digunakan untuk menghilangkan bahan organik pada sampel uji

3.5 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan langkah-langkah ataupun tahapan dalam melakukan suatu penelitian. Prosedur penelitian yang dilakukan dimulai dari survei pendahuluan, pengumpulan data berupa data primer dan data sekunder yang kemudian akan dianalisis sehingga dapat ditarik suatu kesimpulan dari sebuah penelitian. Diagram dari penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.2 *Flowchat* Alur Penelitian:



Gambar 3. 2 *Flowchart* Alur Penelitian

1. Survei Pendahuluan

Pada tahapan awal ini penyusun melakukan survei di beberapa titik lokasi penelitian yang ada di pesisir Laut Kendal setelah menentukan lokasi penelitian, penyusun akan menentukan titik lokasi pengambilan sampel yang dibutuhkan untuk melakukan penelitian.

2. Pengumpulan Data

Pada tahapan pengumpulan terdapat 2 data yang dikumpulkan, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer merupakan data yang didapatkan dari hasil observasi dan pengambilan langsung di lokasi pengambilan sampel yang telah ditentukan, yaitu sampel air yang mengandung mikroplastik dan data penunjang seperti suhu, pH, oksigen terlarut (DO), kekeruhan (*turbidity*), dan daya hantar listrik (DHL), warna, kecerahan, dan salinitas. Berikut merupakan tahapan dalam pengumpulan data primer:

1. Penentuan titik koordinat lokasi pengambilan sampel. Koordinat dapat dilihat pada table 3.1 Koordinat Lokasi Penelitian.
2. Persiapan alat yang akan digunakan untuk kegiatan pengambilan sampel dapat dilihat pada tabel 3.2 Alat Pengambilan Sampel.
3. Mengikat tali ke bongo net sebelum diturunkan ke laut.
4. *Bongo net* diturunkan ke laut dengan kedalaman 1 meter dari permukaan laut dengan posisi horizontal selama 15 menit. Dapat dilihat pada Gambar 3.3 Proses Penurunan *Bongo Net*:



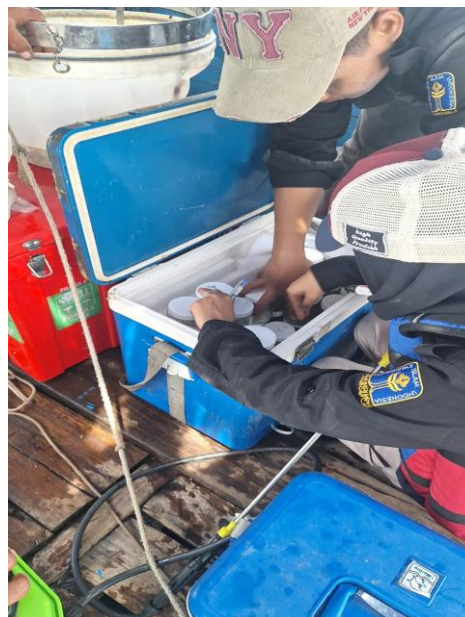
Gambar 3. 3 Proses Penurunan *Bongo Net*

5. *Bongo net* diangkat ke atas kapal kemudian dibilas dengan aquabides guna menyaring mikroplastik yang menempel pada ujung *bongo net*. Dapat dilihat pada Gambar 3.4 Proses Pembilasan *Bongo Net*:



Gambar 3. 1 Proses Pembilasan *Bongo Net*

6. Ujung *bongo net* yang sudah terakumulasi mikroplastik dan senyawa pengotor setelah proses pembilasan dimasukkan ke dalam botol kaca 250 ml.
7. Botol kaca berisi sampel ditempelkan label lokasi sampel kemudian dimasukkan ke dalam *box container* untuk tempat penyimpanan sementara sebelum dibawa ke laboratorium untuk diuji. Dapat dilihat pada Gambar 3.5 Proses Penyimpanan Sampel Setelah Pembilasan:



Gambar 3. 2 Proses Penyimpanan Sampel Setelah Pembilasan

Pengumpulan data sekunder didapatkan dari hasil kegiatan studi literatur terkait senyawa mikroplastik. Data sekunder bisa didapat dari beberapa sumber seperti buku, jurnal penelitian, dokumen negara, peraturan pemerintah, Standar Nasional Indonesia (SNI), dan beberapa sumber lainnya yang menyebutkan tentang senyawa mikroplastik tersebut.

3. Pengolahan Analisis Data

a. Metode pengolahan data primer

Metode pengolahan data primer dilakukan dengan melakukan pengujian terhadap sampel mikroplastik yang sudah didapatkan, pengolahan sampel mengacu pada *Methods for the Analysis of Microplastics in Water Samples* (Masura et al., 2015).

Tahapan yang dilakukan pada pengolahan data primer:

1. Melakukan pengayakan sampel air laut yang sudah didapat dengan ayakan berukuran 4,7 mm, 1 mm, 0,3 mm guna memisahkan mikroplastik dengan partikel asing yang tidak dibutuhkan dalam proses pengujian. Dapat dilihat pada Gambar 3.6 Proses Pengayakan Sampel

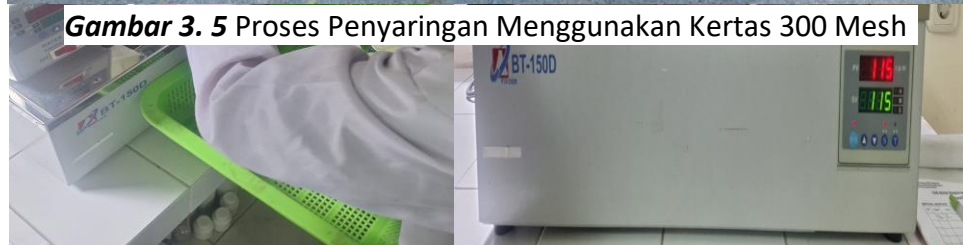


Gambar 3. 3 Proses Pengayakan Sampel

2. Mencampur sampel mikroplastik dengan larutan H_2O_2 30% untuk memisahkan bahan organik dengan mikroplastik yang terdapat di dalam sampel. Dapat dilihat pada Gambar 3.7 Proses *Water Bath*:
3. Memasukkan sampel ke dalam *Water bath* dengan suhu $55^{\circ}C$ selama 24 jam, berguna untuk menghancurkan bahan organik yang sudah terpisah.
4. Lakukan penyaringan menggunakan kertas 300 mesh untuk menyaring padatan dan mikroplastik, kemudian hasil saringan dimasukkan ke dalam gelas beaker 100ml. Dapat dilihat pada Gambar 3.8 Penyaringan dengan kertas 300 mesh:



Gambar 3. 5 Proses Penyaringan Menggunakan Kertas 300 Mesh



Gambar 3. 4 Proses *Water Bath*

5. Tambahkan larutan $ZnCl_2$ untuk memisahkan mikroplastik dengan senyawa organik, mikroplastik yang terpisah akan mengapung pada gelas beaker. Dapat dilihat pada Gambar 3.9 Proses Penambahan $ZnCl_2$:
6. Lakukan proses penyaringan menggunakan kertas *Whatman* dengan ukuran $1,6 \mu m$ untuk menyaring mikroplastik. Dapat dilihat pada Gambar 3.10 Proses penyaringan dengan kertas *Whatman*:



Gambar 3. 7 Proses Penyaringan Menggunakan Kertas *Whatman*



Gambar 3. 6 Proses Penambahan $ZnCl_2$ Pada Sampel

7. Sampel mikroplastik yang sudah tersaring, dimasukan ke dalam wadah alumunium foil untuk proses pengeringan menggunakan oven. Dapat dilihat pada Gambar 3.11 Proses Pengeringan Sampel dengan Oven:



Gambar 3. 8 Proses Pengeringan Sampel Menggunakan Oven

8. Setelah kering sampel yang sudah diuji dapat diamati dan dihitung kelimpahannya menggunakan mikroskop. Pengamatan kandungan polimer yang terkandung dalam sampel dapat dilakukan dengan menggunakan FTIR guna mengetahui karakteristik dari sampel yang telah didapatkan.

b. Pengolahan data sekunder

Pengolahan data sekunder dilakukan dengan mencari informasi terkait mikroplastik di jurnal, buku, artikel, dan beberapa media lainnya untuk menambah wawasan ataupun membangun pemahaman lebih lanjut mengenai mikroplastik, selain itu juga dapat menjadi ide dalam penyusunan laporan terkait analisis kelimpahan mikroplastik yang dilakukan.

4. Analisa

Analisa dilakukan dengan mengamati sampel mikroplastik yang sudah diuji dan mengidentifikasi kelimpahan serta karakteristik berdasarkan bentuk dan warna pada sampel uji, serta mengidentifikasi polimer mikroplastik yang telah diteliti dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared*).

Berikut merupakan rumus yang digunakan pada proses analisa data:

- a. Kelimpahan mikroplastik: $\frac{\text{Jumlah mikroplastik (Partikel)}}{\text{Volume air (L)}}$
- b. Presentase warna: $\frac{\text{Jumlah partikel warna}}{\text{Jumlah keseluruhan warna}} \times 100\%$
- c. Presentase jumlah partikel: $\frac{\text{Jumlah jenis polimer}}{\text{Jumlah keseluruhan polimer}} \times 100\%$

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Identifikasi Kelimpahan dan Karakteristik Mikroplastik

Penelitian yang dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi mikroplastik di Perairan Laut Kendal. Mikroplastik didefinisikan sebagai partikel kecil dari hasil degradasi plastik oleh sinar UV yang memiliki ukuran 1 μm hingga 5,0 mm. Penelitian yang dilakukan pada sampel air laut setelah proses analisis dengan mikroskop dilanjutkan dengan mengidentifikasi terkait bentuk, jenis, warna, dan jumlah mikroplastik pada sampel.

Pada proses identifikasi pada sampel air laut didapatkan bentuk, jenis, dan warna dari mikroplastik. Bentuk dan jenis mikroplastik yang didapatkan dari proses identifikasi yaitu *fragmen*, *fiber*, *film*, *foam*, dan *pellet*. Warna yang didapatkan dari proses identifikasi yaitu transparan, hitam, coklat, biru, ungu, merah, oren, dan kuning. Setelah bentuk, jenis, dan warna mikroplastik didapatkan langkah selanjutnya melakukan analisis pembacaan polimer mikroplastik dengan menggunakan FTIR.

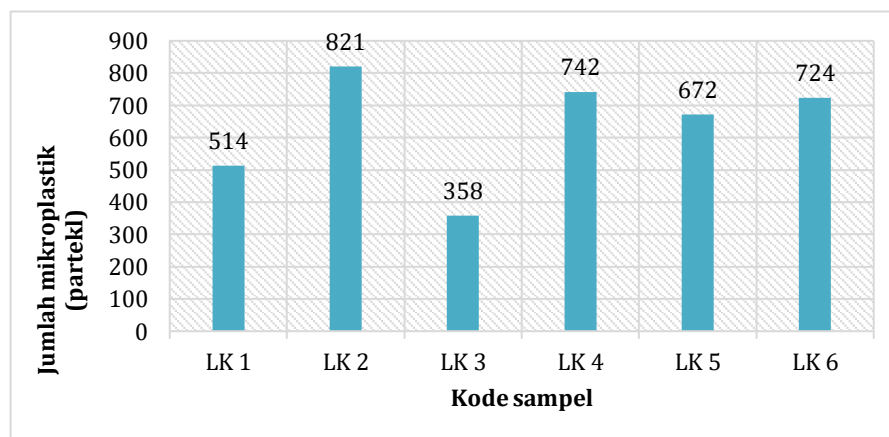
Berikut Tabel 4.1 merupakan data lapangan dari hasil pengambilan sampel air laut yang mengandung mikroplastik di perairan Laut Kendal.

Tabel 4. 1 Data lapangan pengambilan sampel air laut

No	KOORDINAT		Jumlah Putaran propeller	Luas Bongolo (m^2)	Kekeruhan (NTU)	Waktu pengambilan (menit)	Volume air (Liter)
	LS	BT					
1	6°52'31.32" "	110°14'26.28" "	33	0,13	0,77	15	1243,4
2	6°50'40.53" "	110°16'16.51" "	72	0,13	4,5	15	2713,0
3	6°53'29.74" "	110°15'27.47" "	48	0,13	0,3	15	1808,6
4	6°51'31.32" "	110°17'9.69" "	66	0,13	1,8	15	2486,9
5	6°55'35.95" "	110°19'7.68" "	26	0,13	0,4	15	979,7
6	6°53'6.05" "	110°19'59.76" "	49	0,13	2,8	15	1846,3

1. Jumlah Mikroplastik

Pada proses perhitungan mikroplastik dilakukan dengan membagi sampel menjadi 4 kuadran, hal ini dilakukan untuk membantu proses perhitungan mikroplastik agar lebih mudah melakukan perhitungan. Mikroskop yang digunakan untuk proses perhitungan adalah mikroskop Olympus BX53 dengan lensa perbesaran 4 kali dan 10 kali, rasionalisasi dari pemilihan ukuran yang digunakan adalah fokus lensa yang lebih jelas pada saat proses pengamatan sampel mikroplastik. Berikut merupakan diagram batang jumlah dari mikroplastik pada setiap titik lokasi pengambilan sampel:



Gambar 4. 1 Diagram Batang Jumlah Mikroplastik di Setiap Lokasi Pengambilan Sampel

Berikut merupakan peta jumlah mikroplastik yang terdapat pada setiap titik lokasi pengambilan sampel mikroplastik:



Pada Gambar 4.2 ditampilkan data dari jumlah mikroplastik yang ditemukan pada setiap titik lokasi pengambilan sampel, setiap titik pengambilan sampel diberikan kode LK (Laut Kendal). Jumlah mikroplastik terbanyak terdapat pada sampel LK 2 Sebanyak 821 partikel, jumlah partikel paling sedikit terdapat pada LK 4 sebanyak 358 partikel. Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi jumlah dari mikroplastik di setiap lokasi pengambilan sampel seperti, volume air yang masuk ke dalam bongo net, arus gelombang air laut, dan lokasi paling dekat dengan aktivitas manusia. Faktor yang mempengaruhi jumlah dari partikel mikroplastik dapat dilihat pada Table 4.1 yang telah disajikan seperti jumlah putaran debit air yang masuk ke dalam *bongo net*, dan data lapangan lainnya.

Berikut merupakan perbandingan jumlah mikroplastik pada beberapa penelitian mengenai mikroplastik yang terdapat di air.

Wilayah	Rerata Kelimpahan Mikroplastik Perairan (Partikel/m ³)	Referensi
Perairan Banyuurip, Gresik kawasan mangrove - laut lepas	5.711 partikel/m ³	Ayuningtyas dkk., 2019
Hilir DAS Brantas wilayah Pening	4.330 partikel/m ³	Penelitian ini
Hilir DAS Brantas wilayah Wringinanom	3.100 partikel/m ³	Penelitian ini
Hilir DAS Brantas wilayah Pasinan Lemahputih	5.130 partikel/m ³	Penelitian ini
Wilayah Sungai Wonorejo kawasan pemukiman - muara mangrove	17.873 partikel/m ³	Almahdahulhizah, 2019

Sumber : (Pradiptaadi & Fallahian, 2022)

Berikut merupakan cara untuk mendapatkan angka volume air yang masuk ke dalam *bongo net*, contoh perhitungan:

$$\text{Volume air (V)} : v \times A \times T$$

v : Laju alir (Jumlah Putaran)

A : Luas lingkaran

T : Waktu

$$A : 0,25 \times \pi \times d^2$$

Konstanta Alat : 0,3

$$\text{Luas Bongo Net} : A : 0,25 \times \pi \times d^2 : 0,25 \times 3,14 \times 0,4 \text{ m}^2 : 0,13 \text{ m}^2$$

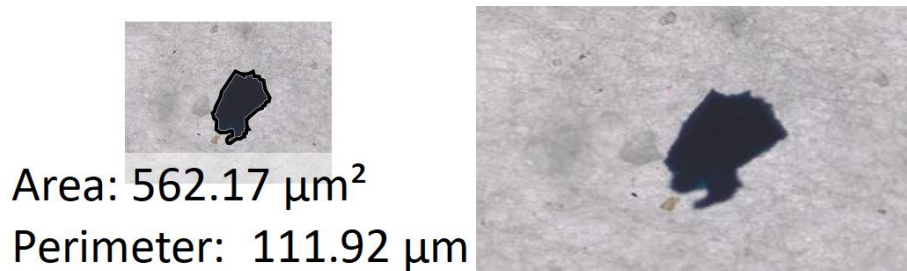
$$\text{Volume air LK 1} : v \times A \times T : 33 \times 0,13 \text{ m}^2 \times 1000 \text{ s} \times 0,3 : 1243,4 \text{ Liter}$$

1. Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Proses identifikasi bentuk mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Hasil yang didapatkan dari proses identifikasi berupa mikroplastik yang berbentuk *fragmen*, *film*, *fiber*, *doam*, dan *pellet*. Bentuk dari mikroplastik yang diamati berbeda akan tetapi memiliki beberapa ciri-ciri untuk setiap bentuknya, berikut merupakan kategori dari bentuk mikroplastik yang sudah diidentifikasi:

A. *Fragmen*

Mikroplastik jenis *fragmen* setelah diidentifikasi cenderung memiliki bentuk yang tidak beraturan, berbentuk lembaran yang memiliki warna beragam dari warna merah, hitam, coklat, transparan, dan kuning. Mikroplastik dengan jenis *fragmen* bersumber dari pecahan plastik dengan densitas yang tinggi akibat dari sinar UV, sifat hidrolitik air, bahan oksidatif dari plastik, dan beberapa sumber lainnya (Sulastri et al., 2023). Pada proses penelitian yang dilakukan mikroplastik dengan jenis *fragmen* mendominasi jumlah mikroplastik terbesar dengan jumlah 2046 partikel dari keseluruhan mikroplastik yang didapatkan.



Gambar 4. 3 Mikroplastik *Fragmen*

B. *Film*

Mikroplastik jenis *film* setelah diidentifikasi memiliki bentuk yang pipih cenderung berantakan seperti *fragmen* akan tetapi memiliki perbedaan di kepadatan warna, warna mikroplastik jenis *film* tidak teralalu padat seperti warna pada mikroplastik dengan jenis *fragmen*. Mikroplastik dengan jenis *film* bersumber dari pecahan plastik dengan densitas yang cukup rendah seperti plastik sekali pakai (Sulastri et al., 2023). Pada proses identifikasi mikroplastik dengan jenis *film* didapatkan hasil berupa dominasi warna mikroplastik yaitu warna merah, hitam, coklat, dan transparan. Hasil dari jumlah mikroplastik jenis *film* yang didapatkan berjumlah 1077 partikel.



Area: 3938.96 μm^2
Perimeter: 372.19 μm



Gambar 4. 4 Mikroplastik *Film*

C. *Fiber*

Mikroplastik jenis *fiber* setelah diidentifikasi memiliki bentuk dengan ciri-ciri seperti sehelai benang dengan beberapa warna merah, hitam, kuning, biru, transparan, dan coklat. Mikroplastik jenis *fiber* yang didapatkan bersumber dari benang pancing, jaring nelayan, dan kain sintetis (Anisa Raihana Malau, 2023). Jumlah partikel yang didapatkan berjumlah 39 partikel dari total keseluruhan mikroplastik.



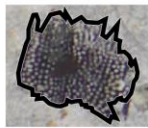
Path: 262.47 μm



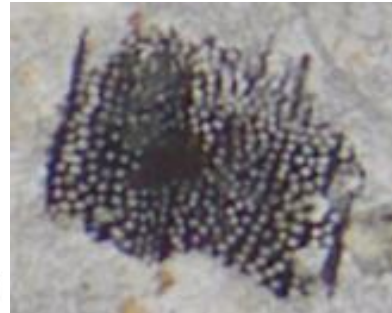
Gambar 4. 5 Mikroplastik *Fiber*

D. *Foam*

Mikroplastik jenis *foam* setelah diidentifikasi memiliki ciri-ciri seperti kumpulan busa yang tidak terlalu padat dan memiliki pori-pori seperti styrofoam. Mikroplastik jenis *foam* memiliki densitas yang sangat rendah sehingga mudah terdegradasi (Anisa Raihana Malau, 2023). Pada proses identifikasi ditemukan mikroplastik jenis *foam* sejumlah 3 partikel dari keseluruhan partikel mikroplastik.



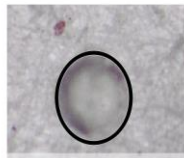
Area: 3828.89 μm^2
Perimeter: 327.48 μm



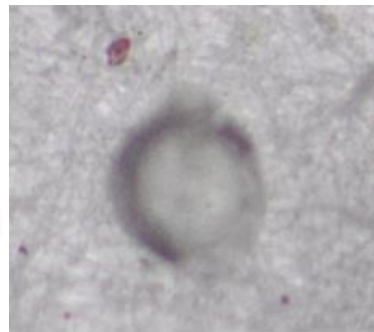
Gambar 4. 3 Mikroplastik *Foam*

E. *Pellet*

Mikroplastik jenis *pellet* setelah diidentifikasi memiliki ciri-ciri bentuk seperti lingkaran dengan warna transparan, hitam, coklat, dan beberapa warna lainnya. Partikel mikroplastik jenis *pellet* yang didapatkan berjumlah 666 partikel dari keseluruhan partikel mikroplastik.

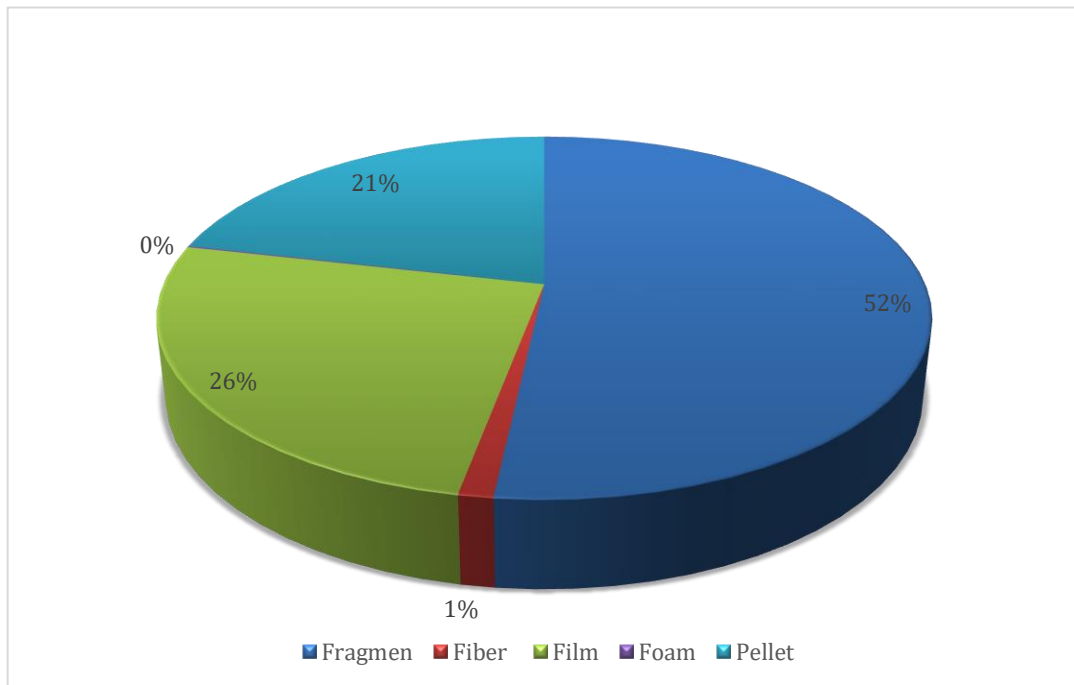


Diameter: 42.30 μm
Area: 1405.61 μm^2



Gambar 4. 4 Mikroplastik *Pellet*

Berikut merupakan grafik persentase bentuk mikroplastik dari keseluruhan sampel:

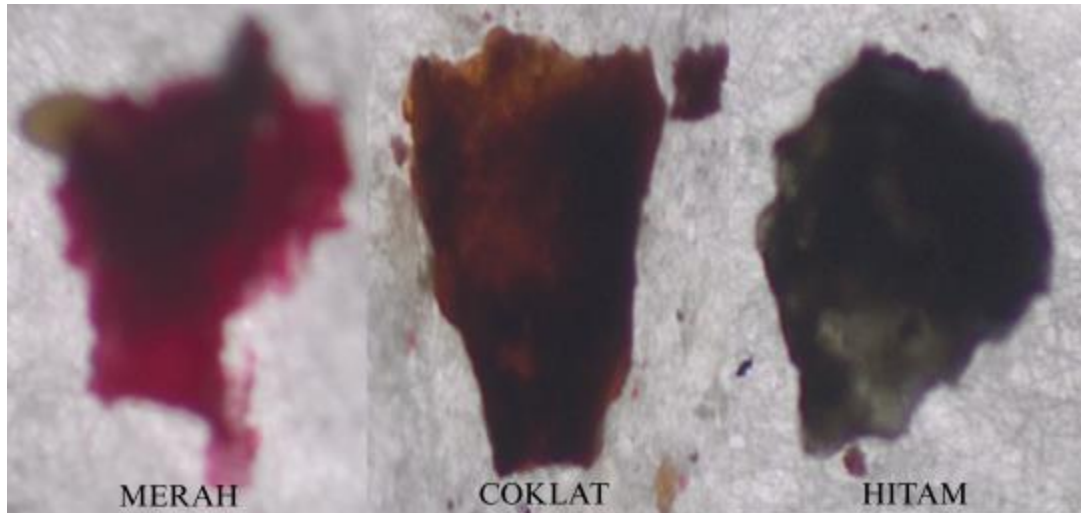


Gambar 4. 5 Persentase Bentuk Mikroplastik Keseluruhan Sampel

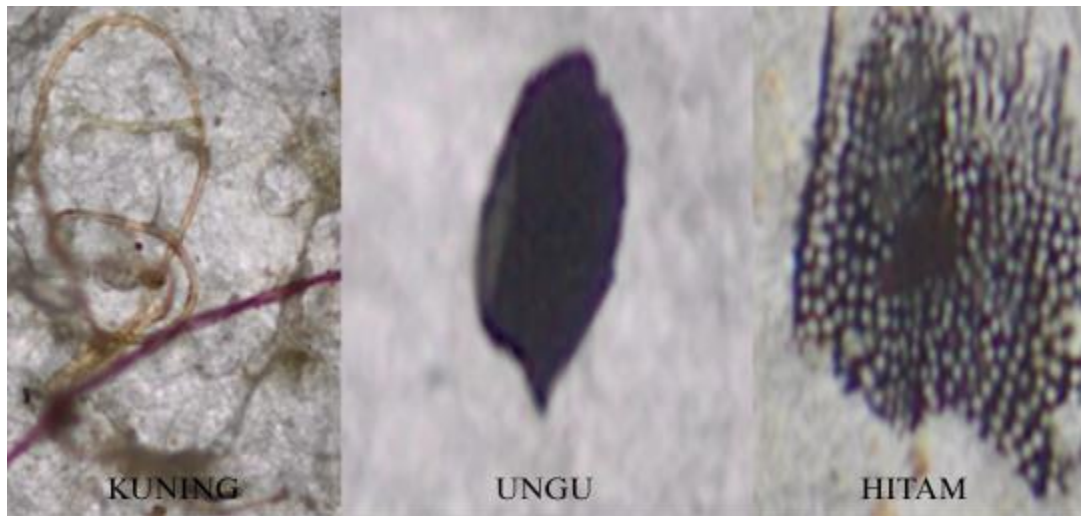
Hasil dari analisis mikroplastik berdasarkan bentuk dan jenis menampilkan hasil berupa grafik persentase dari setiap bentuk dan jenis mikroplastik yang didapatkan. Bentuk dan jenis mikroplastik yang didapatkan berupa *fragmen*, *fiber*, *film*, *foam*, dan *pellet*. Pada grafik yang disajikan dapat dilihat bentuk dan jenis *fragmen* mendominasi jumlah terbanyak dengan persentase sebesar 52%, diikuti *film* sebesar 26%, *pellet* sebesar 21%, *fiber* 1%, dan *foam* 0%. Angka 0% untuk *foam* disebabkan oleh jumlah yang sangat sedikit yaitu hanya berjumlah 3 partikel dari keseluruhan sampel.

2. Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna

Pengamatan yang dilakukan pada sampel air laut terkait identifikasi mikroplastik berdasarkan warna didapatkan warna merah, kuning, hitam, transparan, biru, ungu, hijau, oren, dan coklat. Berikut merupakan mikroplastik dengan warna yang teridentifikasi dari sampel yang diamati:



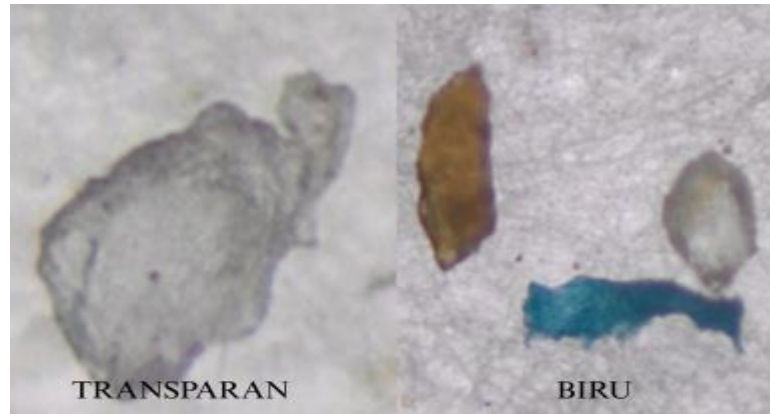
Gambar 4. 9 Warna Mikroplastik Teridentifikasi



Gambar 4. 10 Warna Mikroplastik Teridentifikasi

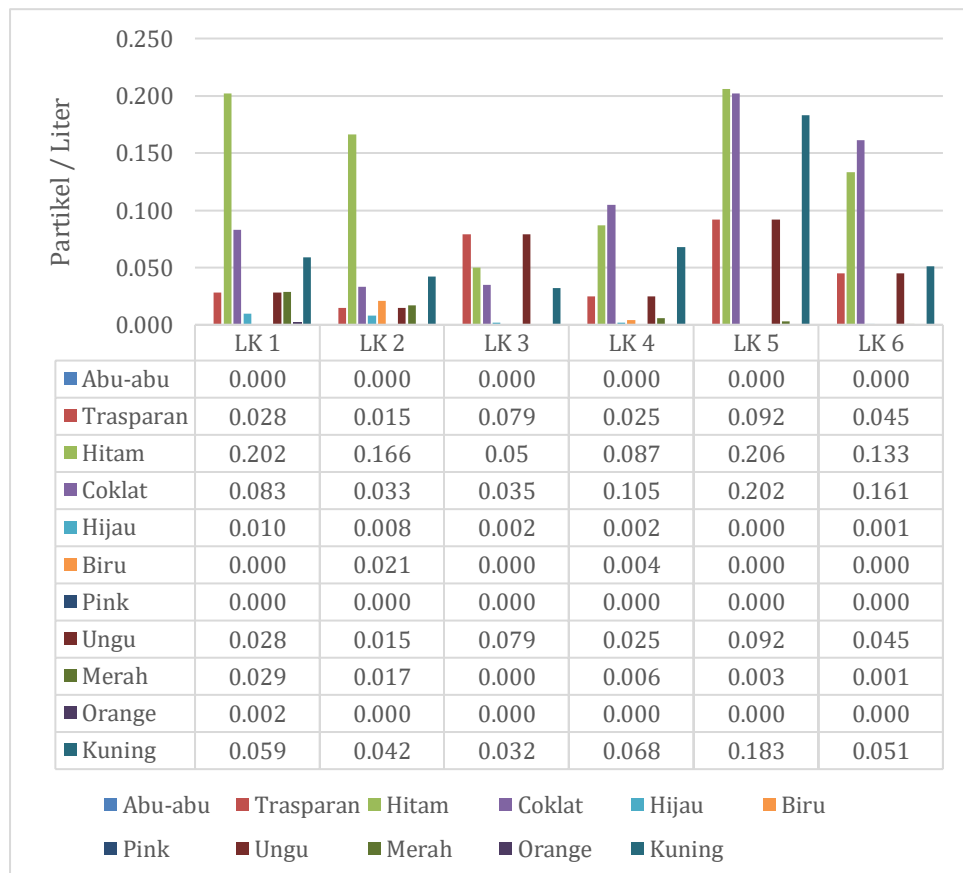


Gambar 4. 11 Warna Mikroplastik Teridentifikasi



Gambar 4. 12 Warna Mikroplastik Teridentifikasi

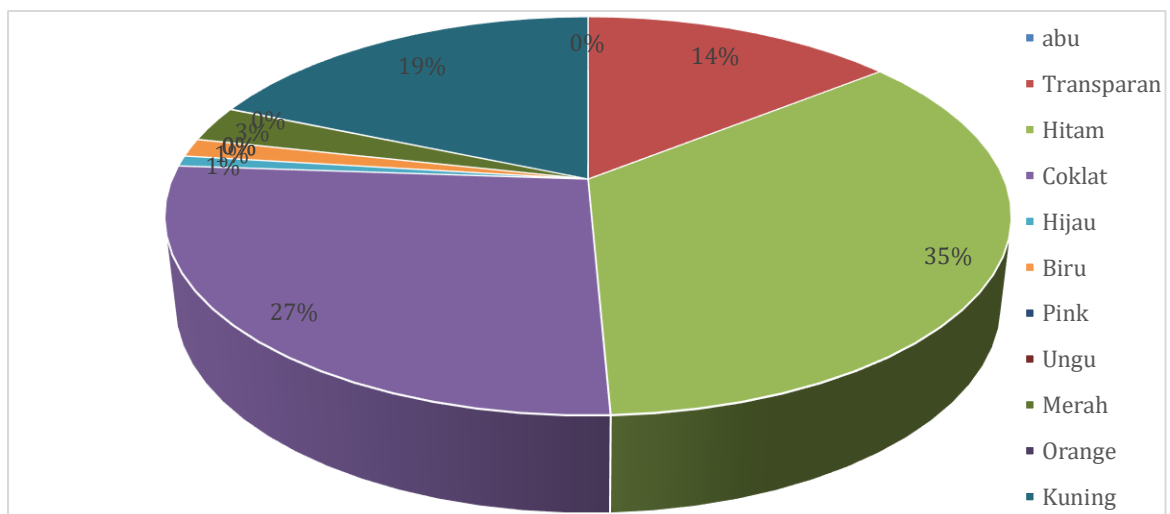
Pada Gambar 4.9, Gambar 4.10, Gambar 4.11, dan Gambar 4.12, merupakan warna yang teridentifikasi pada sampel mikroplastik dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Setiap bentuk dan jenis mikroplastik memiliki warna yang berbeda, akan tetapi memiliki kecenderungan yang mendekati warna pada gambar diatas. Berikut merupakan diagram batang dari kelimpahan mikroplastik berdasarkan warna:



Gambar 4. 6 Diagram Batang Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Warna

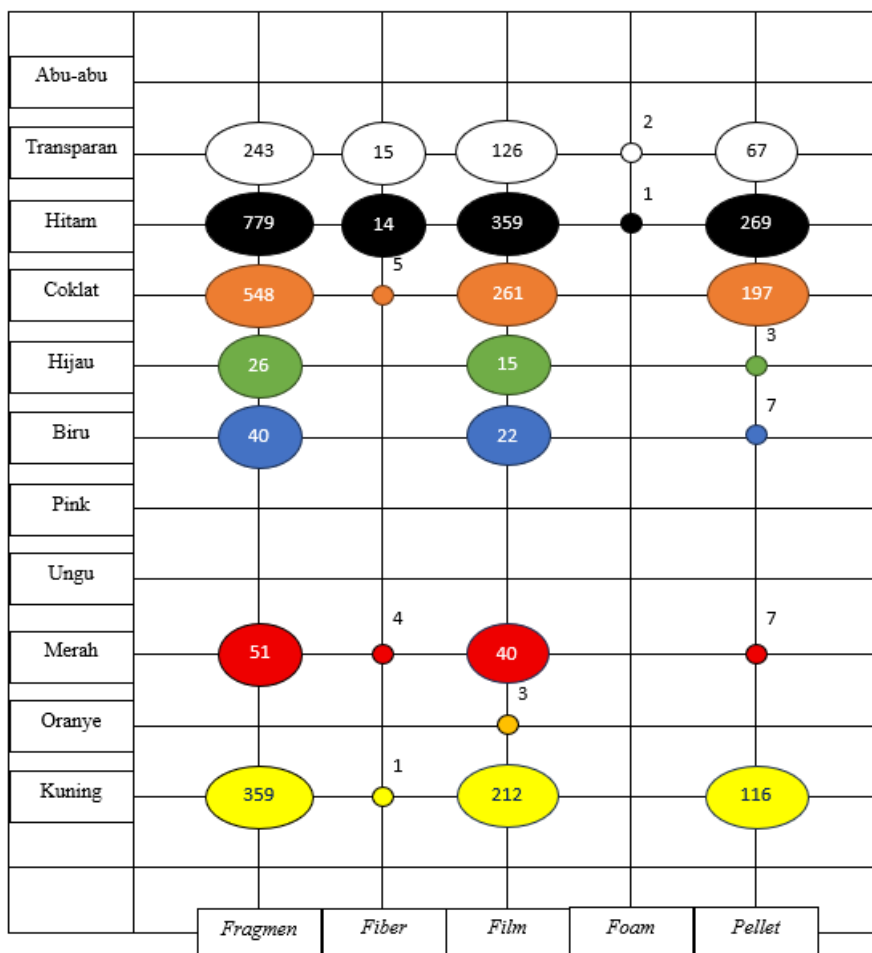
Pada Gambar 4.13 disajikan diagram batang dari kelimpahan mikroplastik yang telah diidentifikasi. Warna hitam mendominasi kelimpahan warna dengan nilai 0,845 Partikel/L, diikuti dengan warna coklat dengan total kelimpahan 0,618 Partikel/L, lalu warna kuning dengan nilai 0,435 Partikel/L, warna transparan dengan nilai 0,285 Partikel/L, dan warna merah dengan nilai 0,056 Partikel/L, 5 warna tersebut mendominasi keseluruhan warna dari sampel mikroplastik. Warna lainnya seperti biru dengan nilai 0,026 Partikel/L, hijau 0,023 Partikel/L, dan oren 0,002 Partikel/L, sangat sedikit ditemukan sehingga dominasi warna dimiliki oleh 5 warna seperti yang bisa dilihat pada diagram kelimpahan mikroplastik. Berikut merupakan persentase dari keseluruhan warna yang telah diamati:

Dari hasil pengamatan warna yang mendominasi adalah warna hitam dengan total keseluruhan 38%, warna coklat 26%, warna transparan 12%, warna kuning 18%, warna warna merah 3%, warna hijau 1% dan warna biru 2%. Warna hitam menjadi warna paling dominan dipengaruhi oleh faktor kimiawi seperti penyerapan polutan di laut oleh sampel mikroplastik yang menyebabkan mikroplastik terkontaminasi dan berubah warna menjadi hitam.



Gambar 4. 7 Diagram Kelimpahan Mikroplastik

Berikut merupakan hasil dari integrasi antara bentuk, jenis, dan warna mikroplastik:

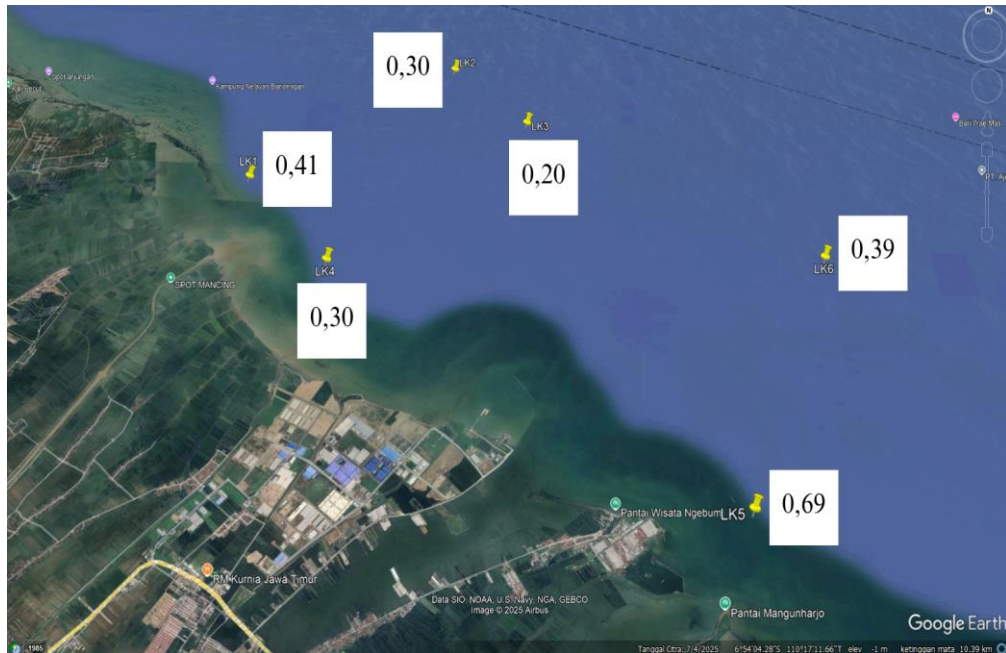


Gambar 4. 15 Integrasi Bentuk, Jenis, dan Warna Mikroplastik

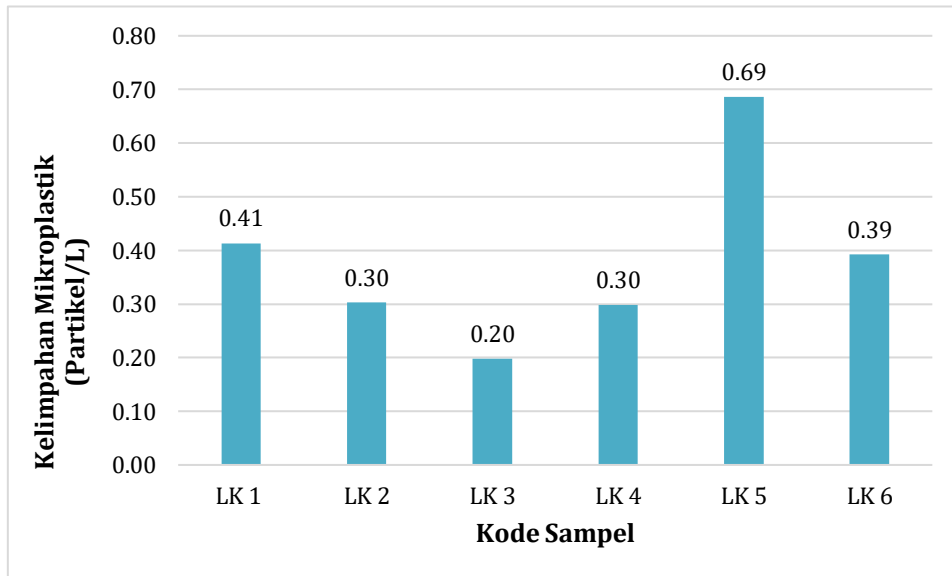
Pada Gambar 4.15 merupakan integrasi dari jumlah mikroplastik berdasarkan bentuk dan warna, yang teridentifikasi dari 6 titik koordinat sampel air laut di perairan Laut Kendal. Dari data yang diperoleh menampilkan data nilai tertinggi dari warna mikroplastik untuk setiap bentuk dan jenisnya seperti pada *fragmen* yang mendapatkan jumlah partikel terbesar pada warna hitam sebanyak 779 partikel/L, pada *fiber* nilai terbesar diperoleh oleh warna hitam dengan jumlah 15 partikel/L, *film* 359 partikel/L dengan warna hitam, *foam* pada warna transparan 2 partikel/L, dan yang terakhir *Pellet* dengan jumlah terbesar terdapat pada warna hitam dengan jumlah 269 partikel/L. Hasil dari keseluruhan sampel diperoleh kesimpulan bahwa warna hitam mendominasi dari keseluruhan sampel mikroplastik untuk disetiap bentuk dan jenisnya.

3. Kelimpahan Mikroplastik

Berikut Gambar 4.16 dan Gambar 4.17 merupakan kelimpahan mikroplastik dari 6 titik lokasi yang telah ditentukan:



Gambar 4. 8 Kelimpahan Mikroplastik Pada Setiap Titik Lokasi



Gambar 4. 9 Diagram Kelimpahan Mikroplastik Pada Setiap Titik Lokasi

Pada Gambar 4.16 ditampilkan data berupa kelimpahan mikroplastik pada 6 titik lokasi sampel di perairan Laut Kendal. Pada gambar 4.16 dapat dilihat kelimpahan mikroplastik terbesar ada pada titik lokasi sampel LK 5 dengan nilai kelimpahan 0,69 partikel/L, tingginya nilai kelimpahan pada titik lokasi sampel LK 5 dikarenakan berdekatan dengan lokasi wisata Pantai Ngebum dan Pantai Mangunharjo yang menjadi salah satu penyumbang sampah plastik terbesar bagi perairan Laut Kendal. Pada urutan ke-2 LK 1 memiliki total nilai kelimpahan 0,41

partikel/ L hal tersebut dikarenakan titik pengambilan sampel LK 1 dan LK 2 berada ditengah-tengah antara Kampung Nelayan dan juga Pelabuhan Kendal hal tersebut menjadi salah satu sumber pencemar mikroplastik di sekitar LK 1 dan LK , setelah itu LK 6 dengan nilai kelimpahan 0,39 partikel/L sedikit jauh dari garis pantai akan tetapi karena pasang surut air laut dan arah gelombang menyebabkan perpindahan plastik dan mikroplastik dari sekitar LK 5 menuju LK 6 dan ketika sudah terakumulasi menjadi sumber pencemar mikroplastik disekitar koordinat LK 6, LK 2 dan LK 4 dengan nilai kelimpahan yang sama sebesar 0,30 partikel/L mengacu pada Tabel 4.1 mengenai data pendukung jumlah debit air yang masuk ke dalam bongo sangat banyak hingga lebih dari 2.400 Liter membuat nilai kelimpahan pada LK 2 dan LK 4 menjadi kecil, dan LK 3 dengan nilai kelimpahan paling kecil dari keseluruhan titik pengambilan sampel dengan nilai kelimpahan 0,20 partikel/L hal ini dipengaruhi oleh jarak yang jauh sehingga menyebabkan nilai kelimpahan pada LK 2 menjadi sangat kecil.

Berikut merupakan cara untuk melakukan perhitungan terkait kelimpahan mikroplastik, contoh dari perhitungan kelimpahan pada sampel LK 5 :

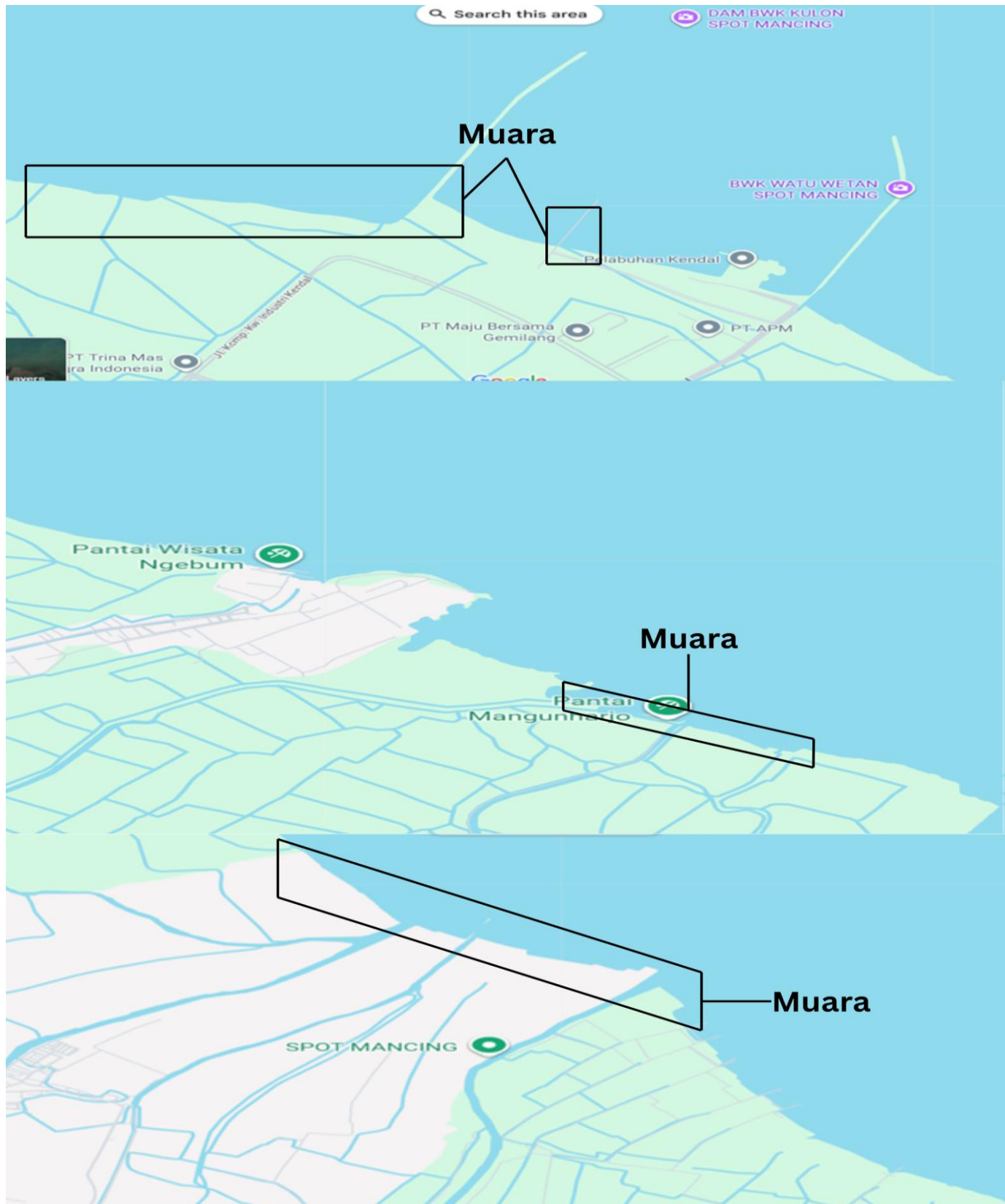
$$\text{Kelimpahan mikroplastik: } \frac{\text{Jumlah mikroplastik (Partikel)}}{\text{Volume air (L)}}$$

Jumlah dari mikroplastik : 672 Partikel

Volume air : 979,7 Liter

$$\text{Kelimpahan mikroplastik LK 5 : } \frac{672 \text{ partikel}}{979,7 \text{ Liter}} : 0,69 \text{ Partikel/L}$$

Berikut Gambar 4.18 merupakan gambaran lokasi muara yang terdapat di sekitar perairan Laut Kendal, tepatnya berdekatan dengan Pantai Mangunharjo, Pantai Ngebum, Pelabuhan Kendal, dan Spot Pemancingan disekitar Perairan Laut Kendal.

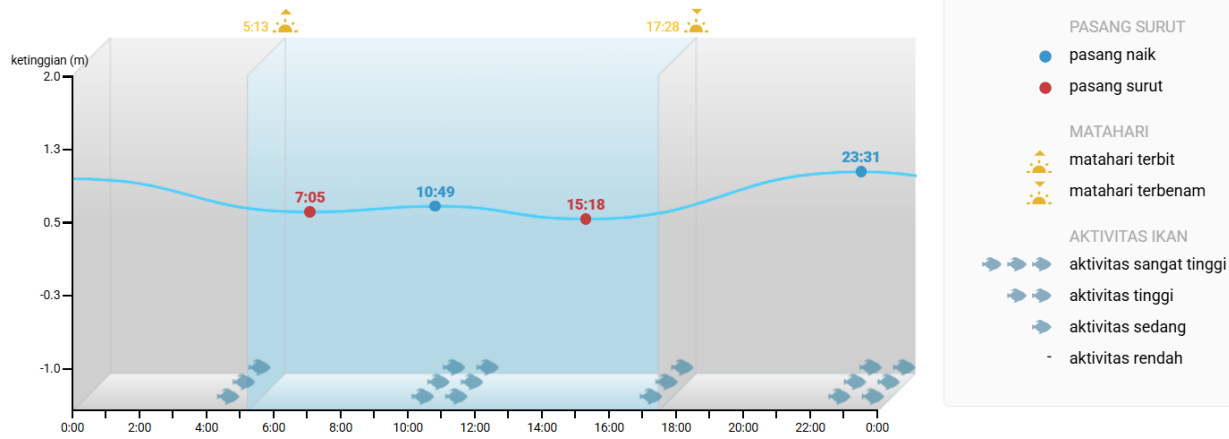
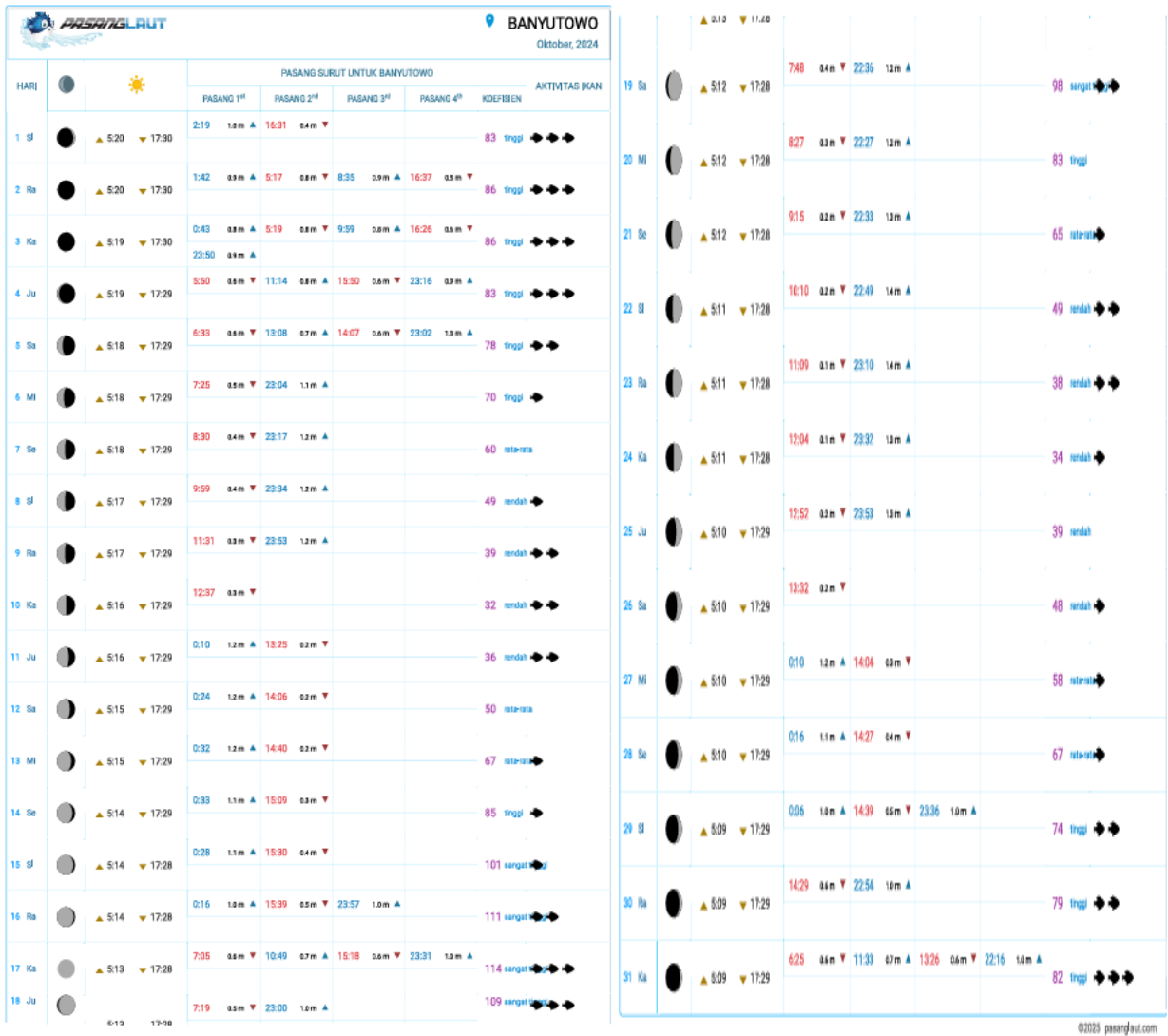


Gambar 4. 10 Muara di Sekitar Perairan Laut Kendal
Sumber : Google Maps (2024)

Pada Gambar 4.18 terlihat beberapa muara yang berpotensi membawa mikroplastik yang bersumber dari sungai menuju ke laut. Hal ini didukung oleh beberapa penelitian, salah satunya merupakan penelitian terkait identifikasi mikroplastik di Sungai Ciwalengke. Pada penelitian yang dilakukan di Sungai Ciwalengke ditemukan mikroplastik dengan jumlah rata-rata 5,85-3,28 partikel/liter pada air permukaan dan 3,03-1,59 pada sedimen (Fitriyah, 2022). Kelimpahan mikroplastik di perairan disebabkan oleh limbah industri (efluen IPAL), kegiatan laundry, limbah domestik dan pertanian (Fitriyah, 2022). Selain Sungai Ciwalengke penelitian juga pernah dilakukan di Kali Surabaya, ditemukan jumlah nilai rata-rata mikroplastik sebesar 1,47 - 43,11 partikel/m³ (Fitriyah, 2022).

Pertumbuhan penduduk di wilayah Kabupaten Kendal setiap tahunnya diiringi dengan penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari di lingkungan masyarakat dapat menimbulkan akumulasi sampah plastik yang dapat mencemari lingkungan sungai yang kemudian berpotensi terdegradasi menjadi mikroplastik. Mengacu pada (Kendal & Tahun, 2021) volume sampah di Kabupaten Kendal meningkat, dapat dilihat pada tahun 2006, volume sampah di Kabupaten Kendal hanya 55,06 m³ per hari dan pada tahun 2009 meningkat menjadi 63 m³ per hari. Peningkatan sampah plastik di sungai Kendal yang mengalir dari darat kelaut dengan panjang 9,5 km, luas DAS (Daerah Aliran Sungai) 40,56 km², dan debit air sungai sebesar 216 m³ /dtk menjadi salah satu sumber pencemar mikroplastik yang akan bermuara ke perairan laut Kabupaten Kendal (Hanif et al., 2021).

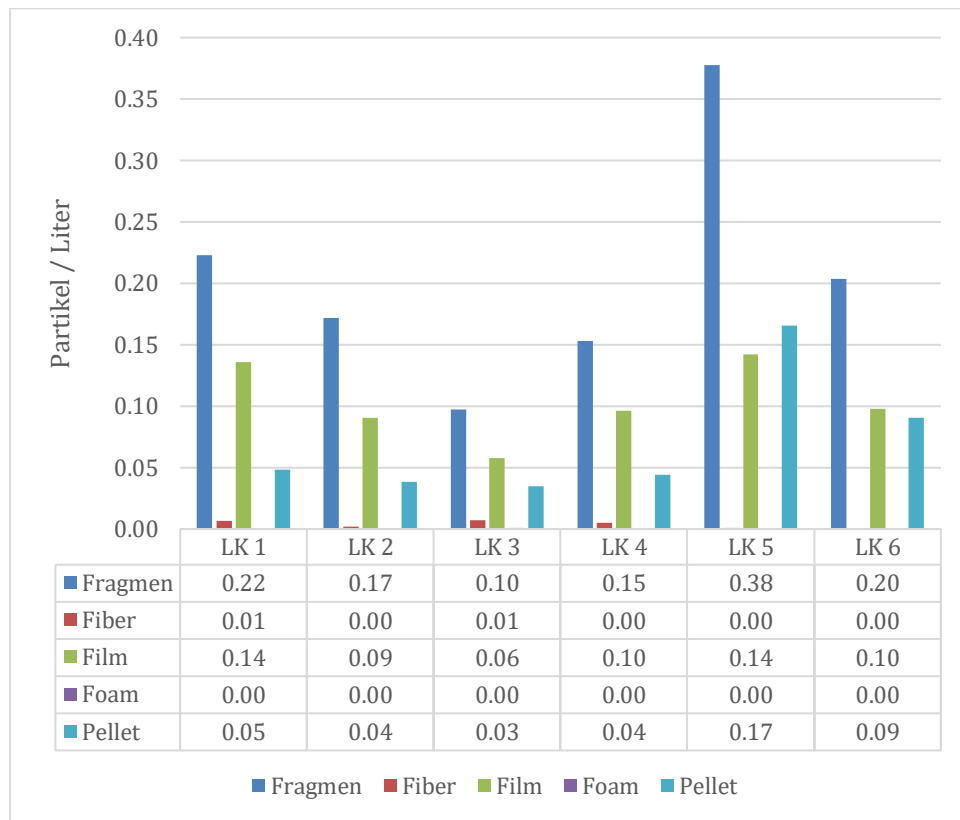
Berikut Gambar 4. 19 merupakan data pasang surut air laut Kabupaten Kendal pada 17 Oktober 2024 pada waktu pengambilan sampel mikroplastik.



Gambar 4. 11 Pasang Surut Air Laut

Sumber : Pasang Laut (2024)

Berikut Gambar 4. 20 merupakan diagram kelimpahan mikroplastik berdasarkan bentuk dan jenis:

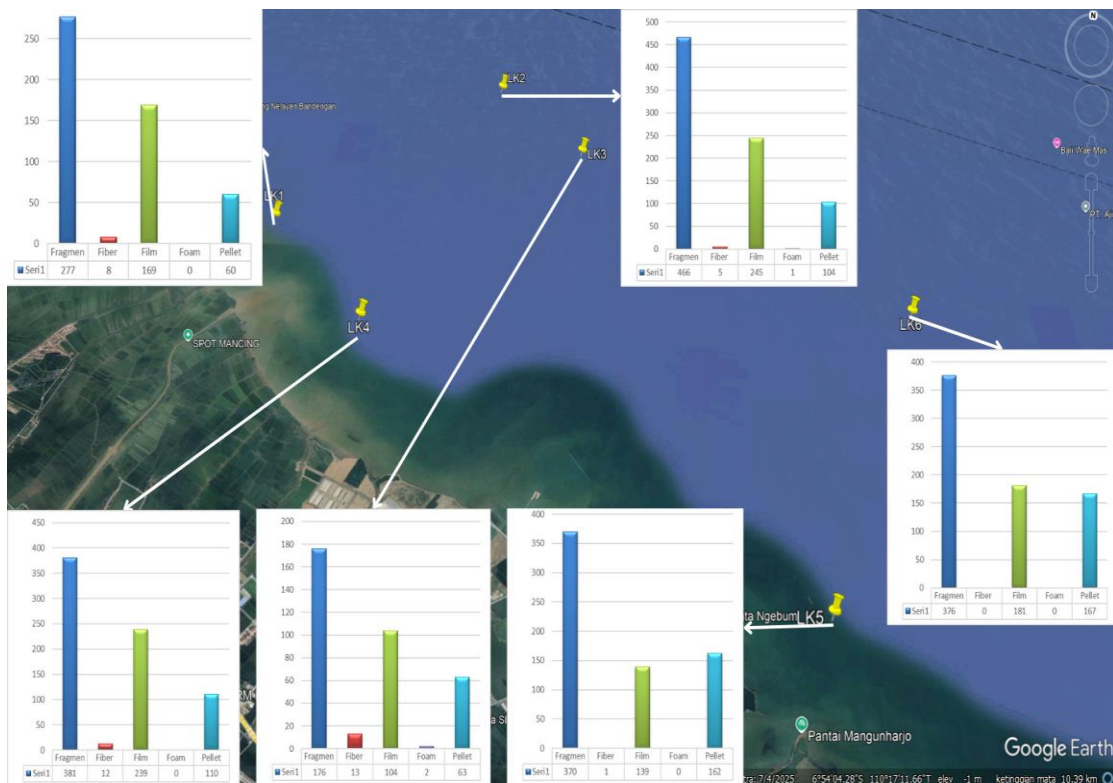


Gambar 4. 12 Kelimpahan Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dan Jenis

Pada Gambar 4. 20 disajikan data berupa kelimpahan mikroplastik berdasarkan bentuk pada 6 lokasi pengambilan sampel berdasarkan bentuk *fragmen*, *fiber*, *film*, *foam*, dan *pellet* untuk bentuk mikroplastik yang mendominasi dari keseluruhan sampel ada pada bentuk *fragmen* dengan total nilai tertinggi sebesar 0,38 partikel pada sampel LK 5, dan nilai kelimpahan terendah ada pada LK 3 dengan nilai kelimpahan sebesar 0,10 prtikel/L. *Fiber* memiliki nilai kelimpahan sebesar 0,01 partikel/L pada sampel LK 1 dan LK 3 dan nilai 0,000 partikel/L pada lokasi lainnya dikarenakan jumlah yang sangat sedikit. *Film* memiliki nilai kelimpahan tertinggi pada sampel LK 1 dan LK 5 dengan jumlah kelimpahan yang sama sebesar 0,14 partikel dan kelimpahan terendah pada sampel LK 3 dengan nilai 0,006 partikel/L. Nilai kelimpahan mikroplastik dengan bentuk dan jenis *foam* berjumlah 0,000 partikel/L pada semua titik lokasi pengambilan sampel, hal ini dikarenakan hanya ditemukan 3 partikel *foam* dari keseluruhan sampel mikroplastik yang diteliti. *Pellet* memiliki nilai kelimpahan pada sampel LK 5 dengan nilai kelimpahan 0,17 partikel/L dan nilai kelimpahan terendah pada sampel LK 3 dengan nilai kelimpahan sebesar 0,03 partikel/L.

4. Persebaran Mikroplastik

Berikut merupakan peta persebaran mikroplastik:



Gambar 4. 13 Peta Persebaran Mikroplastik

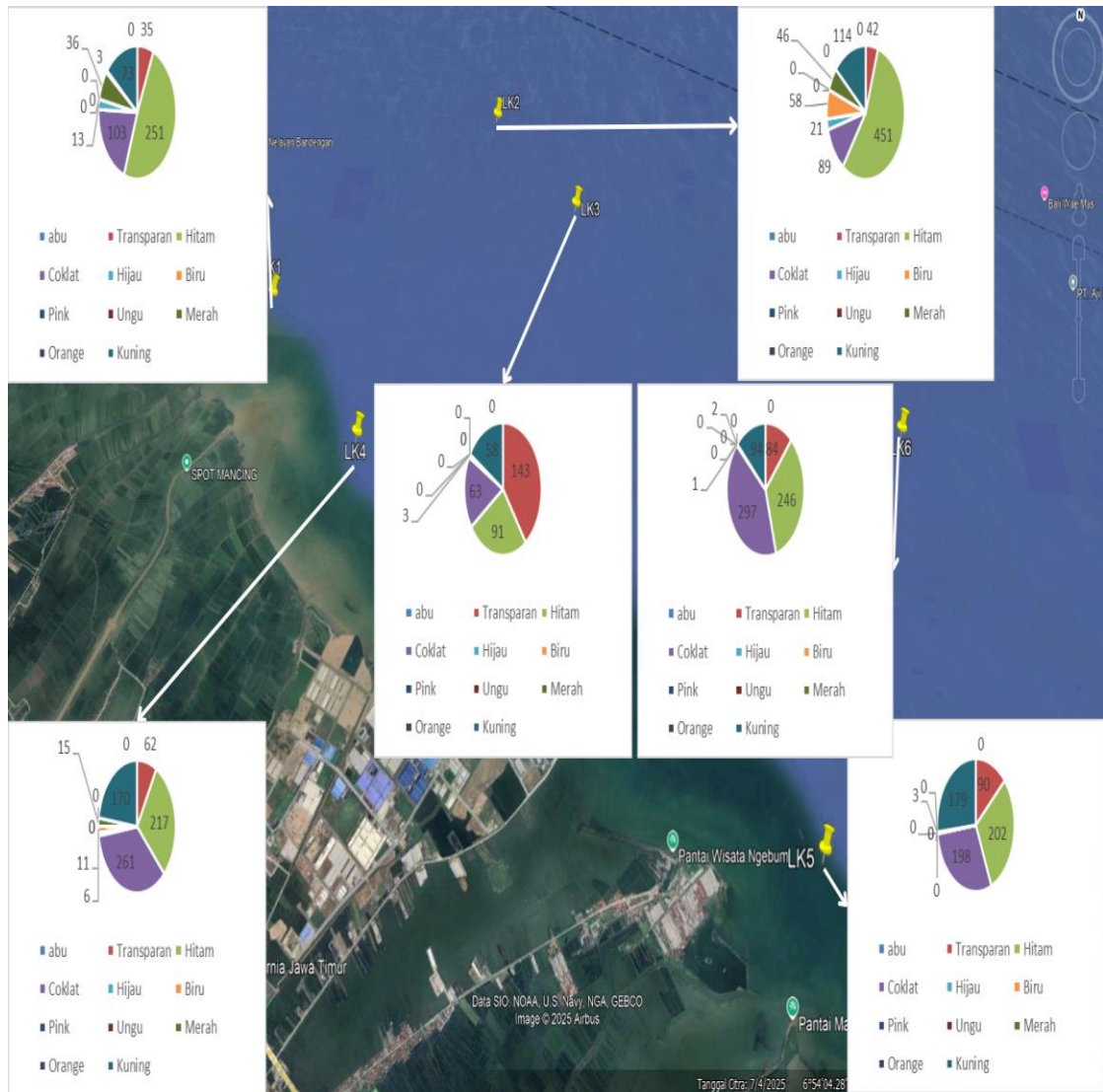
Berikut merupakan peta persebaran mikroplastik di perairan Laut Kendal dengan 6 lokasi titik pengambilan sampel yang diberikan kode LK (Laut Kendal) LK 1 hingga LK 6 dengan jarak setiap pengambilan sampel dari LK 1 menuju LK 2 sejauh 5 km, LK 2 menuju LK 3 sejauh 2 km, LK 3 menuju LK 4 sejauh 5 km, LK 4 menuju LK 5 sejauh 7 km, dan LK 5 menuju LK 6 sejauh 5 km. Persebaran mikroplastik berdasarkan bentuk jenis dapat dilihat pada Gambar 4. 21 sebagai berikut:

Pada Gambar 4. 21 terkait persebaran mikroplastik berdasarkan bentuk dan jenis *fragmen* mendominasi partikel paling banyak di setiap sampel yang diteliti. Mikroplastik dengan bentuk dan jenis *fragmen* ditemukan paling tinggi pada LK 2 sebanyak 466 partikel dan terendah ada pada LK 3 sebanyak 176 partikel. Pada mikroplastik dengan bentuk dan jenis *fiber* nilai tertinggi terdapat pada LK 3 sebanyak 13 partikel dan koordinat yang tidak ditemukannya mikroplastik dengan bentuk dan jenis *fiber* berada pada lokasi LK 6. Mikroplastik dengan bentuk dan jenis *film* yang memiliki jumlah terbanyak ditemukan pada kode lokasi LK 2 dengan keseluruhan jumlah partikel sebanyak 245 partikel dan paling sedikit ditemukan pada kode lokasi LK 3 dengan jumlah sebanyak 104 partikel. Mikroplastik dengan bentuk dan jenis *foam*

hanya ditemukan di LK 2 sebanyak 1 partikel dan di LK 3 sebanyak 2 partikel. Mikroplastik dengan bentuk dan jenis *pellet* paling banyak ditemukan pada kode lokasi LK 6 sebanyak 176 partikel dan paling sedikit terdapat pada LK 1 dengan jumlah keseluruhan 60 partikel.

Berikut Gambar 4. 22 merupakan persebaran mikroplastik berdasarkan warna:

Berikut merupakan tabel 4.1 persebaran mikroplastik berdasarkan warna:



Tabel 4. 1 Persebaran Mikroplastik Berdasarkan Warna

Gambar 4. 14 Persebaran Mikroplastik Berdasarkan Warna

Kelimpahan Warna Mikroplastik											
Kode Lokasi	Abu-abu	Transparan	Hitam	Coklat	Hijau	Biru	Pink	Ungu	Merah	Orange	Kuning
LK 1	0,00	0,028	0,20	0,08	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,06
LK 2	0,00	0,015	0,17	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,04
LK 3	0,00	0,079	0,05	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
LK 4	0,00	0,025	0,09	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07
LK 5	0,00	0,092	0,21	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,18
LK 6	0,00	0,045	0,13	0,16	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05

Pada Gambar 4. 22 dan Tabel 4. 1 ditampilkan hasil analisis persebaran mikroplastik berdasarkan warna. Warna mikroplastik yang mendominasi disetiap lokasi pengambilan sampel merupakan warna hitam dengan total kelimpahan warna sebanyak 1458 partikel mikroplastik berwarna hitam, kemudian warna coklat dengan 1011 partikel mikroplastik berwarna coklat, 688 partikel mikroplastik berwarna kuning, 456 partikel mikroplastik berwarna transparan, 102 partikel mikroplastik berwarna merah, 69 partikel mikroplastik berwarna biru, 44 partikel mikroplastik berwarna hijau, dan 3 partikel mikroplastik berwarna oranye.

4.2 Identifikasi Mikroplastik dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*)

Penggunaan FTIR pada sampel mikroplastik bertujuan untuk mengidentifikasi jenis kandungan polimer yang didapatkan dari mikroplastik setelah dilakukan pengamatan dengan mikroskop. Identifikasi polimer menggunakan FTIR yang dilakukan pada sampel diidentifikasi dari bagian yang paling banyak terakumulasi mikroplastik. Cara untuk mengetahui bagian yang terakumulasi mikroplastik paling banyak dapat dilihat dari kepadatan mikroplastik yang menumpuk di satu titik bagian diantara 4 kuadran yang telah dibagi. Hasil dari identifikasi polimer pada mikroplastik dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Identifikasi Polimer Mikroplastrik

Titik Lokasi	peak	referensi peak	Assesment	Polymer
LK 1	3394,7	3298	N–H stretching	Nylon (all polyamides)
	1627,9	1634	N–H stretching	Nylon (all polyamides)
	513,07	509	CF ₂ bending	Polytetrafluorethylene (PTFE)
LK 2	3545,2	3298	N–H stretching	Nylon (all polyamides)
	1539,2	1531	C–N stretching	Polyurethane (PU)
	528,5	509	CF ₂ bending	Polytetrafluorethylene (PTFE)
LK 3	3525,9	3298	N–H stretching	Nylon (all polyamides)
	2360,9	2237	CN stretching	Nitrile
	459,06	509	CF ₂ bending	Polytetrafluorethylene (PTFE)
LK 4	3525,9	3298	N–H stretching	Nylon (all polyamides)
	1030	1020	C–O stretching	Ethylene vinyl acetate (EVA)
	505,35	509	CF ₂ bending	Polytetrafluorethylene (PTFE)
LK 5	3525,9	3298	N–H stretching	Nylon (all polyamides)
	1026,1	1020	C–O stretching	Ethylene vinyl acetate (EVA)
	513,07	509	CF ₂ bending	Polytetrafluorethylene (PTFE)
LK 6	3610,7	3298	N–H stretching	Nylon (all polyamides)

Titik Lokasi	peak	referensi peak	Assesment	Polymer
	1033,9	1020	C–O stretching	Ethylene vinyl acetate (EVA)
	671,23	687	NH bending, C=O bending	Nylon (all polyamides)

Pada Tabel 4.2 ditampilkan hasil dari analisis FTIR terkait jenis polimer dari setiap titik lokasi pengambilan sampel. Analisis dilakukan dengan rasio antara nilai peak dari setiap sampel yang kemudian dibandingkan dengan gugus fungsi pada Tabel 4.3

Tabel 4. 3 Gugus Fungsi Polimer

No	Polymer	Characteristic peak (cm)	Assigment
1	<i>High density polyethylene (HDPE)</i>	2915	<i>C-H stretching</i>
		2845	<i>C-H stretching</i>
		1472	<i>CH₂ bending</i>
		1462	<i>CH₂ bending</i>
		730	<i>CH₂ rocking</i>
		717	<i>CH₂ rocking</i>
2	<i>Low density polyethylene (LDPE)</i>	2915	<i>C-H stretching</i>
		1845	<i>C-H stretching</i>
		1467	<i>CH₂ bending</i>
		1462	<i>CH₂ bending</i>
		1377	<i>CH₂ bending</i>
		730	<i>CH₂ rocking</i>
3	<i>Polyethylene terephthalate (PET)</i>	1713	<i>C=O stretching</i>
		1241	<i>C-O stretching</i>
		1094	<i>C-O stretching</i>
		720	<i>Aromatic CH out of-plane bending</i>
4	<i>Polypropylene (PP)</i>	2950	<i>C-H stretching</i>
		2915	<i>C-H stretching</i>
		2838	<i>C-H stretching</i>
		1455	<i>CH₂ bending</i>
		1377	<i>CH₃ bending</i>
		1166	<i>CH bending, CH₃ rocking, C-C stretching</i>
		997	<i>C-C stretching</i>

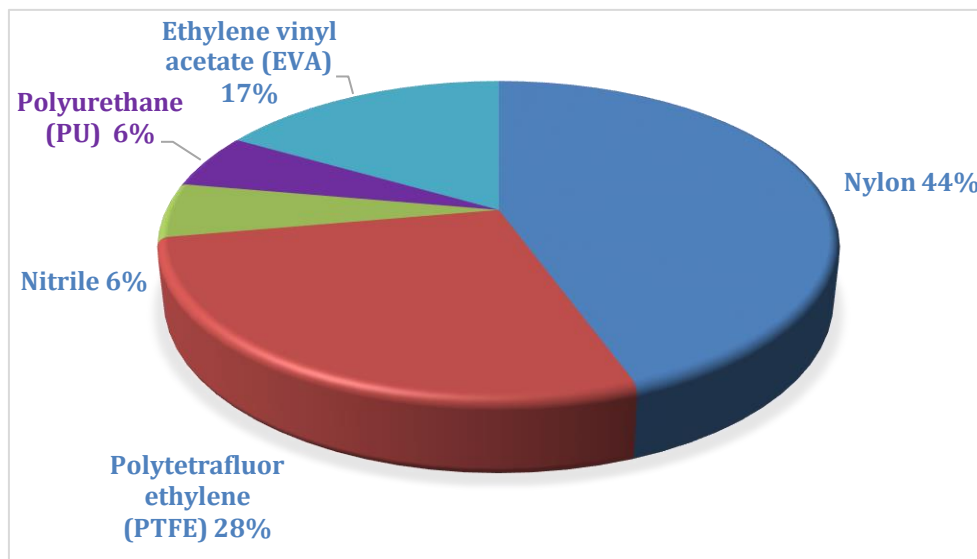
No	Polymer	Characteristic peak (cm)	Assignment
		972	<i>CH₃ rocking, CH₃ bending, CH bending</i>
		840	<i>CH bending</i>
		808	<i>CH₃ rocking, C-C stretching, CH₂ rocking, CH₃ stretching</i>
5	<i>Polystyrene (PS)</i>	3024	<i>Aromatic C-H stretching</i>
		2847	<i>C-H stretching</i>
		1601	<i>Aromatic ring stretching</i>
		1492	<i>Aromatic ring stretching</i>
		1451	<i>CH₂ bending</i>
		1027	<i>Aromatic CH bending</i>
		694	<i>Aromatic CH out-of-plane bending</i>
6	<i>Polyvinyl chloride (PVC)</i>	1427	<i>CH₂ bending</i>
		1331	<i>CH bending</i>
		1255	<i>CH bending</i>
		1099	<i>C-C stretching</i>
		966	<i>CH₂ rocking</i>
		616	<i>C-Cl stretching</i>
7	<i>Polyurethane (PU)</i>	2865	<i>C-H stretching</i>
		1731	<i>C=O stretching</i>
		1531	<i>C-N stretching</i>
		1451	<i>CH₂ bending</i>
		1223	<i>C=O stretching</i>
8	Nylon (all polyamides)	3298	<i>N-H stretching</i>
		2932	<i>CH stretching</i>
		2858	<i>CH stretching</i>
		1634	<i>C=O stretching</i>
		1538	<i>NH bending, C-N stretching</i>
		1464	<i>CH₂ bending</i>
		1372	<i>CH₂ bending</i>
		1274	<i>NH bending, C- N stretching</i>

N o	Polymer	Characteristic peak (cm)	Assignment
9	<i>Polycarbonate (PC)</i>	1199	<i>CH₂ bending</i>
		687	<i>NH bending, C=O bending</i>
		2966	<i>CH stretching</i>
		1768	<i>C=O stretching</i>
		1503	<i>Aromatic ring stretching</i>
		1409	<i>Aromatic ring stretching</i>
		1364	<i>CH₃ bending</i>
		1186	<i>C-O stretching</i>
		1158	<i>C-O stretching</i>
		1013	<i>Aromatic CH in-of-plane bending</i>
828	<i>Aromatic CH out-of-plane bending</i>		
10	<i>Cellulose Acetate (CA)</i>	1743	<i>C=O stretching</i>
		1368	<i>CH₃ bending</i>
		904	<i>Aromatic ring stretching or CH bending</i>
		600	<i>O-H bending</i>
11	<i>Acrylonitrile butadiene styrene (ABS)</i>	2922	<i>C-H stretching</i>
		1602	<i>Aromatic ring stretching</i>
		1494	<i>Aromatic ring stretching</i>
		1452	<i>CH₂ bending</i>
		966	<i>=C-H bending</i>
		759	<i>Aromatic CH out-of-plane bending, =CH bending</i>
		698	<i>Aromatic CH out-of-plane bending</i>
12	<i>Polytetraflourethylene (PTFE)</i>	1201	<i>CF₂ stretching</i>
		1147	<i>CF₂ stretching</i>
		638	<i>C-C-F bending</i>
		554	<i>CF₂ bending</i>
		509	<i>CF₂ bending</i>
13	<i>Poly(methyl methacrylate) (PMMA or acrylic)</i>	2992	<i>C-H stretching</i>
		2949	<i>C-H stretching</i>
		1721	<i>C=O stretching</i>

No	Polymer	Characteristic peak (cm)	Assignment
		1433	<i>CH₂ bending</i>
		1386	<i>CH₃ bending</i>
		1328	<i>C-O stretching</i>
		1189	<i>CH₃ rocking</i>
		1141	<i>C-H bending</i>
		985	<i>CH₂ rocking, CH₃ bending, C(=O)O stretching</i>
		964	<i>C-H bending</i>
		750	<i>CH₂ rocking, C=O bending</i>
14	<i>Ethylene vinyl acetate (EVA)</i>	2917	<i>C-H stretching</i>
		2848	<i>C-H stretching</i>
		1740	<i>C=O stretching</i>
		1469	<i>CH₂ bending, CH₃ bending</i>
		1241	<i>C(=O)O stretching</i>
		1020	<i>C-O stretching</i>
		720	<i>CH₂ rocking</i>
15	<i>Nitrille</i>	2917	<i>=C-H stretching</i>
		2849	<i>=C-H stretching</i>
		2237	<i>CN stretching</i>
		1605	<i>C=C stretching</i>
		1440	<i>CH₂ bending</i>
		1360	<i>CH₂ bending</i>
		1197	<i>CH₂ bending</i>
		967	<i>=C-H bending</i>
16	<i>Latex</i>	2960	<i>C-H stretching</i>
		2920	<i>C-H stretching</i>
		2855	<i>C-H stretching</i>
		1167	<i>C=C stretching</i>
		1447	<i>CH₂ bending</i>
		1376	<i>CH₃ bending</i>

Sumber : (Veerasingam et al., 2021)

Berikut merupakan gambar 4. 23 persentase jenis polimer mikroplastik dari total keseluruhan sampel:



Gambar 4. 15 Polimer Mikroplastik

Hasil identifikasi polimer mikroplastik dari keseluruhan sampel mikroplastik didapati hasil berupa 5 jenis polimer yaitu, *Nylon* dengan persentase 44%, *Polytetrafluoroethylene* dengan persentase 28%, *Ethylene vinyl acetate* dengan persentase 17%, *Nitrile* dengan persentase 6%, dan *Polyurethane* dengan persentase 6%. Adapun penjelasan terkait setiap polimer yang teridentifikasi pada sampel mikroplastik:

1. *Nylon*

Nylon atau senyawa dengan nama *Polyamide* merupakan jenis polimer mikroplastik yang terdiri dari segmen *polyethylene* yang terpisah akibat dari pengaruh senyawa *peptide*. *Polyamide* termasuk kategori dari polimer termoplastik yang berarti dapat mengalami deformasi mekanis secara berulang. *Nylon* pertama kali digunakan sebagai bahan dalam pembuatan kaos kaki di Amerika Serikat pada tahun 1935. *Nylon* memiliki keunggulan sebagai serat sintetik yang dapat digunakan pada berbagai industri tekstil seperti, pembuatan pakaian, benang jahit, perabotan, perahu layar, dan lain sebagainya. Selain itu, keunggulan dari *Nylon* ada pada kualitas bahan yang cukup kedap terhadap gas (CO , CO_2 , O_2 , N_2 , NH_3) serta biaya produksi yang murah menjadi pilihan yang digunakan oleh berbagai industri tekstil (Colombi, 2016).

2. *Polytetrafluoroethylene (PTFE)*

PTFE merupakan plastik yang memiliki densitas 2,0 g/m³ dan 2,3 g/m³ pada bagian amorf dan kristalin. Pada umumnya PTFE digunakan sebagai bahan pelapis peralatan dapur atau yang dikenal sebagai teflon (Lee et al., 2022). Menurut data dari PT. Alvindo Catur Semesta pada 3 Oktober 2024 polimer PTFE merupakan material yang tahan terhadap zat korosif yang terdapat pada air laut, penggunaan PTFE berperan dalam pembentukan struktur seal dan gasket guna menahan sifat korosif dari air laut sehingga mencegah terjadinya kebocoran gas ataupun cairan pada mesin kapal.

3. *Ethylene vinyl acetate (EVA)*

EVA merupakan kopolimer mikroplastik transparan dari senyawa *ethylene* dan *vinyl acetate* (VA) (Schneider et al., 2017). Material EVA dapat digunakan sebagai bahan pembuatan produk film plastik, lem panas dan beberapa produk lainnya, pada umumnya material EVA dipasarkan dalam bentuk resin karet yang digunakan pada industri alas kaki sebagai bahan pembuatan sol karet (Prihaningrum & Ciptandi, 2019).

4. *Nitrile*

Nitrile merupakan material yang memiliki ketahanan tinggi terhadap tekanan dan panas, untuk produk yang dihasilkan dapat beraneka ragam seperti sarung tangan medis dan beberapa keperluan rumah tangga. *Nitrile* karena memiliki keunggulan pada kualitas pertahanan terhadap tekanan dan panas yang tinggi dapat dijadikan alas karet untuk mesin dengan mencampurkan material *Nitril Budatiene Rubber* atau karet sintetis dengan (RSS I) atau karet alam (Bahri & Susanto, 2013).

5. *Polyurethane (PU)*

Polyurethane (PU) merupakan salah satu jenis polimer dengan menggabungkan ciri elastis seperti karet dan memiliki ketahanan seperti logam. Hal yang menjadi daya tarik penelitian dari *polyurethane* adalah sifat termal, biologis, fisik, kimia, dan mekanis yang dimiliki material tersebut sehingga dapat membantu penyesuaian sifat material sesuai dengan produk yang diinginkan. Selain itu *polyurethane* juga banyak digunakan pada industri biomedis, dirgantara, otomotif, tekstil dan industri lainnya karena memiliki ketahanan terhadap lembab, aus, dan korosi sehingga menjadi pilihan yang baik untuk berbagai industri (Ahirwar et al., 2022).

BAB V

Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan

1. Hasil identifikasi karakteristik mikroplastik berdasarkan bentuk dan jenis mikroplastik didapatkan hasil berupa mikroplastik jenis fragmen mendominasi keseluruhan sampel dengan persentase kelimpahan sebesar 52%. Hasil Identifikasi mikroplastik berdasarkan warna didominasi oleh warna hitam sebanyak 38%, hal ini dipengaruhi oleh faktor kimia seperti penyerapan zat kontaminan oleh mikroplastik yang berasal dari aktivitas manusia dan air yang terbawa dari hulu sungai menuju perairan laut Kendal. Dari 6 titik pengambilan sampel didapatkan jumlah kelimpahan yang hampir sama rata, akan tetapi terdapat beberapa lokasi yang memiliki nilai kelimpahan yang cukup tinggi dikarenakan lokasi pengambilan sampel berdekatan dengan pusat aktivitas manusia seperti pada LK 4 dengan nilai kelimpahan sebesar 0,69 partikel, hal ini dikarenakan LK 4 berada ditengah tengah pantai Ngebum yang berdekatan dengan Pantai Mangunharjo dan Pelabuhan Kendal yang menjadi aktivitas masyarakat pesisir laut Kendal.
2. Hasil dari persebaran mikroplastik didapatkan jumlah dari mikroplastik pada setiap sampel berada diantara 514 partikel – 821 partikel, hasil dari persebaran dipengaruhi oleh faktor fisik dari laut seperti pola gelombang dan faktor cuaca seperti arah angin yang dapat membuat mikroplastik mengalami perpindahan karena ukuran dan massa jenis yang nilainya sangat kecil.
3. Hasil identifikasi dari polimer mikroplastik didapati data berupa 5 jenis polimer yaitu, *Nylon* dengan persentase 44%, *Polytetrafluoroethylene* dengan persentase 28%, *Ethylene vinyl acetate* dengan persentase 17%, *Nitrile* dengan persentase 6%, dan *Polyurethane* dengan persentase 6%. Data yang didapatkan dipengaruhi oleh aktivitas manusia di perairan Laut Kendal seperti aktivitas wisata, aktivitas memancing, dan operasional kapal nelayan, selain dari pada itu juga dipengaruhi oleh hilir sungai yang membawa mikroplastik dari sungai menuju perairan Laut Kendal.

5.2 Saran

Setelah dilakukan penelitian, terdapat beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya, hal ini meliputi:

1. Penggunaan aplikasi guna membantu penelitian dalam analisis terkait persebaran seperti aplikasi MIKE 21 yang dapat membantu mensimulasikan berbagai fenomena di perairan pesisir dan laut dalam bentuk dua dimensi.
2. Pada saat proses destruksi dilakukan baiknya dilakukan serentak untuk setiap tahapan proses yang sama, hal ini berguna untuk menjaga akurasi dari sampel.
3. Penting untuk melakukan kegiatan pemantauan dan kontrol sampah yang ada di perairan Laut Kendal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahirwar, D., Telang, A., Purohit, R., & Namdev, A. (2022). A short review on polyurethane polymer composite. *Materials Today: Proceedings*, 62(March), 3804–3810.
<https://doi.org/10.1016/j.matpr.2022.04.481>
- Anam, C., Sirojudin, & Firdausi, K. S. (2007). Analisis Gugus Fungsi pada Sampel Uji, Bensin, dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR. *Berkala Fisika*, 10(1410–9662), 79–85.
http://eprints.undip.ac.id/1888/1/Analisis_Gugus_Fungsi_Pada_Sampel_Uji,_Bensin_dan_Spiritus_Menggunakan_Metode_Spektroskopi_FTIR.pdf
- Anisa Raihana Malau. (2023). *Identifikasi Keberadaan Dan Bentuk Mikroplastik Pada Air Sungai Opak, D.I Yogyakarta*. 30.
- Arthur, C., Baker, J., & Bamford, H. (2009). Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence , Effects , and Fate of Microplastic Marine Debris. *Group, January*, 530.
- Bahri, S., & Susanto, T. (2013). The Effect of Nitrile Butadiene Rubber (NBR) on Engine Mountain Quality. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri* , 24(1), 1–7.
- Bucci, K., Tulio, M., & Rochman, C. M. (2020). What is known and unknown about the effects of plastic pollution: A meta-analysis and systematic review. *Ecological Applications : A Publication of the Ecological Society of America*, 30(2), e02044.
<https://doi.org/10.1002/eap.2044>
- Carbery, M., O'Connor, W., & Palanisami, T. (2018). Trophic transfer of microplastics and mixed contaminants in the marine food web and implications for human health. *Environment International*, 115, 400–409. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2018.03.007>
- Carpenter, E. J., Anderson, S. J., Harvey, G. R., Miklas, H. P., & Peck, B. B. (1972).

- Polystyrene spherules in coastal waters. *Science (New York, N.Y.)*, 178(4062), 749–750.
<https://doi.org/10.1126/science.178.4062.749>
- Colombi, B. L. (2016). Polimerização da Poliamida 6,6: Uma Breve Revisão. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, 11(3), 121–129. www.ufcg.edu.br
- Crawford, C., & Quinn, B. (2017). *The biological impacts and effects of contaminated microplastics* (pp. 159–178). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-809406-8.00007-4>
- Dharmawibawa, I. D., Nofisulastri, N., Royani, I., & Imran, A. (2023). Pelatihan Operasional Dasar Mikroskop dan Pengenalan Alat Laboratorium pada Mahasiswa Pendidikan Biologi Universitas Pendidikan Mandalika. *Nuras : Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2), 78–86. <https://doi.org/10.36312/nuras.v3i2.186>
- Firdaus, M., Trihadiningrum, Y., & Lestari, P. (2020). Microplastic pollution in the sediment of Jagir Estuary, Surabaya City, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 150, 110790. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110790>
- Fitriyah, A. (2022). *Identifikasi Karakteristik Fisik Mikroplastik di Sungai Kalimas , Surabaya , Jawa Timur*. 21(3), 350–357.
- Gutiérrez-Castillo, J. J., Palacios-Rodríguez, A., Martín-Párraga, L., & Serrano-Hidalgo, M. (2023). Development of Digital Teaching Competence: Pilot Experience and Validation through Expert Judgment. *Education Sciences*, 13(1). <https://doi.org/10.3390/educsci13010052>
- Hanif, K. H., Suprijanto, J., Pratikto, I., Kendal, K., & Regency, K. (2021). *Identifikasi Mikroplastik di Muara Sungai Kendal , Kabupaten Kendal*. 10(1), 1–6.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(6), 3060–3075.

<https://doi.org/10.1021/es2031505>

Ismail, M. R., Lewaru, M. W., & Prihadi, D. J. (2019). Microplastics Ingestion by Fish in The Pangandaran Bay, Indonesia. *World News of Natural Sciences*, 23(February), 173–181. www.worldnewsnaturalsciences.com

Kendal, K., & Tahun, K. K. (2021). *PEMERINTAH KABUPATEN KENDAL (Dalam Proses Konsultasi ke Gubernur Jateng)*.

Laila, Q. N., Purnomo, P. W., & Jati, O. E. (2020). Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 28–35. <https://doi.org/10.14710/jpl.2020.30524>

Lee, S., Kang, K. K., Sung, S. E., Choi, J. H., Sung, M., Seong, K. Y., Lee, J., Kang, S., Yang, S. Y., Lee, S., Lee, K. R., Seo, M. S., & Kim, K. (2022). In Vivo Toxicity and Pharmacokinetics of Polytetrafluoroethylene Microplastics in ICR Mice. *Polymers*, 14(11). <https://doi.org/10.3390/polym14112220>

Mardani, R., Papuangan, N., & Yusuf, Y. (2024). Analisis Tingkat Pengetahuan Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Tentang Bagian Dan Fungsi Mikroskop Serta Perawatannya. *Jurnal Bioedukasi*, 7(1), 365–371. <https://doi.org/10.33387/bioedu.v7i1.8026>

Masura, J., Baker, J., Foster, G., & Arthur, C. (2015). Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment. *NOAA Marine Debris Program National*, July, 1–31. https://marinedebris.noaa.gov/sites/default/files/publications-files/noaa_microplastics_methods_manual.pdf

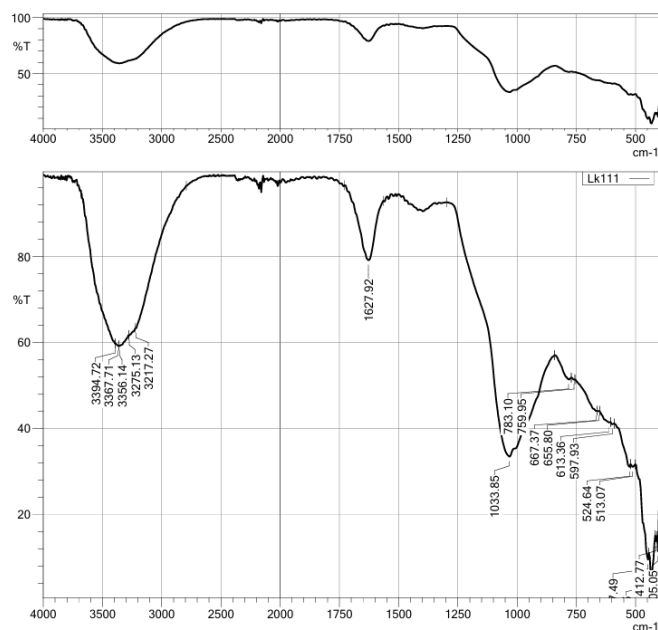
Peng, G., Zhu, B., Yang, D., Su, L., Shi, H., & Li, D. (2017). Microplastics in sediments of the Changjiang Estuary, China. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 225, 283–290. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.12.064>

- Peng, X., Chen, M., Chen, S., Dasgupta, S., Xu, H., Ta, K., Du, M., Li, J., Guo, Z., & Bai, S. (2018). Microplastics contaminate the deepest part of the world's ocean. *Geochemical Perspectives Letters*, 9, 1–5. <https://doi.org/10.7185/geochemlet.1829>
- Personal, M., & Archive, R. (2021). *Quantitative Research : A Successful Investigation in Natural and Social Sciences* *Quantitative Research : A Successful Investigation in Natural and Social Sciences* (Issue 105149).
- Pradiptaadi, B. P. A., & Fallahian, F. (2022). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Kawasan Hilir DAS Brantas. *Environmental Pollution Journal*, 2(1), 344–352. <https://doi.org/10.58954/epj.v2i1.39>
- Prihaningrum, V. B., & Ciptandi, D. F. (2019). Processing of Footwear Industrial Waste EVA (Ethylene Vinyl Acetate) Sponge into Fashion Accessories Product Application. *E-Prociding of Art and Design*, 6(2), 2119–2134.
- Rani, M., Ducoli, S., Depero, L. E., Prica, M., & Tubi, A. (2023). Complex Environmental Matrices. *MDPI, Molecules*, 28, 1–37.
- Sanjiwani, S. M. N., & Sudiarsa, W. (2021). Analisis Gugus Fungsi Obat Sirup Batuk Dengan Fourier Transform Infrared. *Jurnal Emasains: Jurnal Edukasi Matematika Dan Sains*, 11(2), 339–345.
- Schneider, C., Langer, R., Loveday, D., & Hair, D. (2017). Applications of ethylene vinyl acetate copolymers (EVA) in drug delivery systems. *Journal of Controlled Release*, 262, 284–295. <https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2017.08.004>
- Sembiring, E., Fareza, A. A., Suendo, V., & Reza, M. (2020). The Presence of Microplastics in Water, Sediment, and Milkfish (*Chanos chanos*) at the Downstream Area of Citarum River, Indonesia. *Water, Air, & Soil Pollution*, 231(7), 355. <https://doi.org/10.1007/s11270-020-04710-y>

- Sluka, R. (2018). *Guidelines for Sampling Microplastics on Sandy Beaches*. 1–41.
- Sulastri, A., Utomo, K. P., Febriyanti, S. V., & Fakhrana, D. (2023). Identifikasi kelimpahan dan bentuk mikroplastik pada sedimen pantai Kalimantan Barat. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 21(2), 376–380. <https://doi.org/10.14710/jil.21.2.376-380>
- Susilowati, R., Fachiroh, J., Andwi, Y., Sumiwi, A., Kedokteran, F., & Gadjah, U. (2016). *UJIAN PRAKTIKUM HISTOLOGI DENGAN TAYANGAN FOTO*. 5(2), 114–120.
- Thompson, R. C., Olson, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., & Russell, A. E. (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic? *Science*, 304(5672), 838. <https://doi.org/10.1126/science.1094559>
- Veerasingam, S., Ranjani, M., Venkatachalapathy, R., Bagaev, A., Mukhanov, V., Litvinyuk, D., Mugilarasan, M., Gurumoorthi, K., Guganathan, L., Aboobacker, V. M., & Vethamony, P. (2021). Contributions of Fourier transform infrared spectroscopy in microplastic pollution research: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 51(22), 2681–2743. <https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1807450>
- Waruwu, M., Pu`at, S. N., Utami, P. R., Yanti, E., & Rusydiana, M. (2025). Metode Penelitian Kuantitatif: Konsep, Jenis, Tahapan dan Kelebihan. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 10(1), 917–932. <https://doi.org/10.29303/jipp.v10i1.3057>
- Widianarko, B., & Hantoro, I. (2019). Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa. In *Chemosphere* (Vol. 228).
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, 178, 483–492. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>

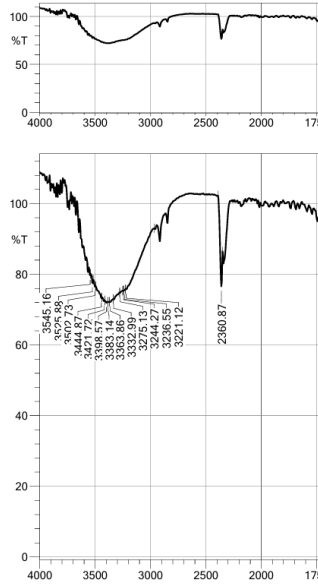
LAMPIRAN

1. Grafik Jenis Polimer Sampel Mikroplastik



Score	Library	Name	Comment
1 762	27 - T-Polymer2	Polycacetylene	Polycacetylene Transmission(Microscope)
2 760	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) DuraSampIR-II
3 760	27 - ATR-Polymer2	D_Polycacetylene	Polycacetylene DuraSampIR-II
4 758	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) Transmission(Microscope)
5 757	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSampIR-II
6 756	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSampIR-II
7 754	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSampIR-II
8 752	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
9 752	12 - T-Polymer2	Rame	Rame Transmission(Microscope)
10 749	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
11 748	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSampIR
12 748	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
13 742	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxy) DuraSampIR-II
14 739	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSampIR-II
15 733	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSampIR-II
16 728	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Rame DuraSampIR-II
17 712	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSampIR-II
18 712	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATRDiamond ATRCorrected
19 706	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
20 697	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSampIR-II
21 694	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSampIR-II
22 692	131 - T-Polymer2	T_Polycacetylene-1	Polycacetylene(non-ionic) Transmission(Microscope)
23 691	138 - ATR-Polymer2	D_Polycacetylene-2	Polycacetylene(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSampIR-II
24 691	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSampIR-II
25 688	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSampIR-II
26 687	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATRDiamond ATRCorrected
27 685	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
28 685	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATRDiamond ATRCorrected
29 677	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose	Methylcellulose Transmission(Microscope)
30 676	137 - ATR-Polymer2	D_Polycacetylene-1	Polycacetylene(non-ionic) DuraSampIR-II
31 674	7 - T-Polymer2	HPC	Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)
32 673	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) Transmission(Microscope)
33 673	8 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATRDiamond ATRCorrected
34 664	37 - T-Polymer2	PVAL	Polyvinyl Alcohol(PVAL) Transmission(Microscope)
35 661	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATRDiamond ATRCorrected
36 658	132 - T-Polymer2	T_Polycacetylene-2	Polycacetylene(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
37 655	107 - T-Polymer2	T_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) Transmission(Microscope)
38 655	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein, Purified DuraSampIR-II
39 651	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSampIR-II
40 645	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
41 644	162 - ATR-Polymer2	D_PVAL-2	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL)(98% hydroxylated) DuraSampIR-II
42 644	37 - ATR-Polymer2	D_PVAL	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL) DuraSampIR-II
43 639	161 - ATR-Polymer2	D_PVAL-1	Poly(Vinyl Alcohol)(PVAL)(100% hydroxylated) DuraSampIR-II
44 634	108 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose Transmission(Microscope)
45 632	36 - T-Polymer2	EVOH	Ethylenevinylalcohol(EVOH) Transmission(Microscope)
46 625	36 - ATR-Polymer2	D_EVOH	Ethylenevinylalcohol(EVOH) DuraSampIR-II
47 622	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSampIR-II
48 620	69 - IRs Polymer2	SKIN	Human skin ATRDiamond ATRCorrected
49 614	14 - ATR-Polymer2	D_Polyamide2	Polyamide(Nylon66) DuraSampIR-II
50 614	67 - IRs Polymer2	SILK	Silk Fiber ATRDiamond ATRCorrected

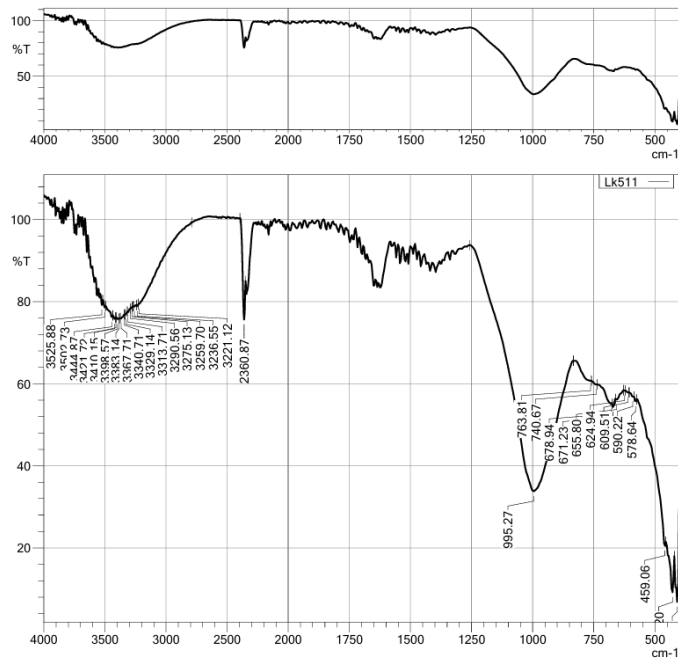
Lampiran 1.1 Hasil Identifikasi Polimer LK 1



31	643	14 - ATR-Polymer2	D_Polyamide2	Polyamide(Nylon6/66) DuraSAMPLIR-II
32	641	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
33	641	121 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-1	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 25%) with TALC Transmission(Microscope)
34	635	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
35	635	101 - T-Polymer2	T_EVA-2	Ethylene(Vinyl Acetate)(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 18%) Transmission(Microscope)
36	634	97 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Triacetate	Cellulose Triacetate(43.6% acetyl content) DuraSAMPLIR-II
37	633	17 - ATR-Polymer2	D_Polyamide5	Polyamide(Nylon11) DuraSAMPLIR-II
38	632	23 - T-Polymer2	PE	Polyethylene(PE) Transmission(Microscope)
39	632	90 - ATR-Polymer2	D_PI4	Polyimide DuraSAMPLIR-II
40	632	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSAMPLIR-II
41	632	107 - ATR-Polymer2	D_HDPE	High Density Polyethylene(HDPE) DuraSAMPLIR-II
42	631	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
43	631	101 - ATR-Polymer2	D_EVA-1	Ethylene(Vinyl Acetate)(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) DuraSAMPLIR-II
44	630	4 - ATR-Polymer2	D_EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) DuraSAMPLIR-II
45	630	122 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-2	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 36%) with KAOLIN Transmission(Microscope)
46	630	99 - T-Polymer2	T_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) Transmission(Microscope)
47	629	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
48	629	146 - ATR-Polymer2	D_Polyethylene_Oxidized	Polyethylene, Oxidized DuraSAMPLIR-II
49	629	100 - ATR-Polymer2	D_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) DuraSAMPLIR-II
50	628	100 - T-Polymer2	T_EVA-1	Ethylene(Vinyl Acetate)(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) Transmission(Microscope)

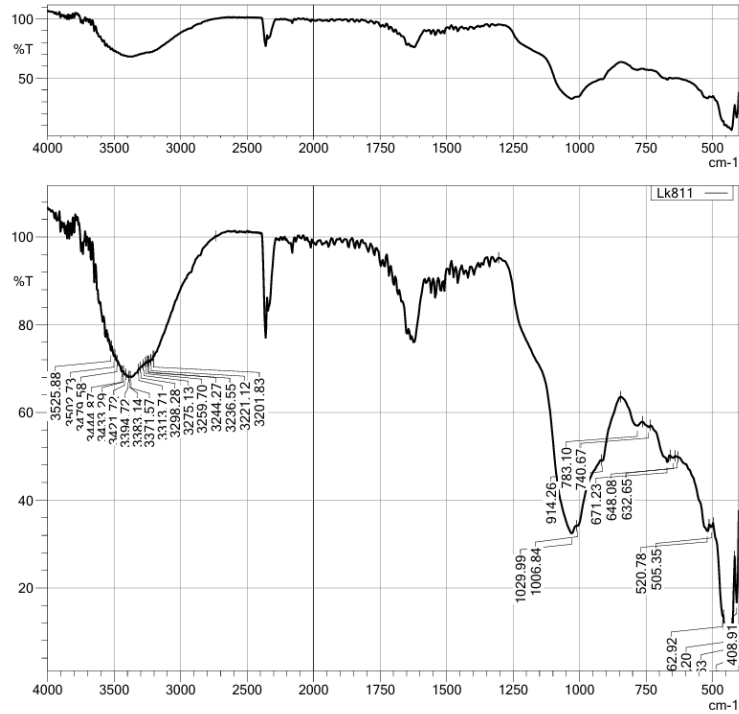
Score	Library	Name	Comment
1	748	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose
2	737	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose
3	736	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose
4	734	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose
5	708	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel
6	704	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4
7	697	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2
8	694	27 - T-Polymer2	Polyacetylene
9	689	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene
10	688	143 - T-Polymer2	T_Tencel
11	685	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA
12	685	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2
13	684	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1
14	683	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose
15	682	11 - T-Polymer2	Cupra
16	680	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1
17	678	12 - T-Polymer2	Ramie
18	676	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3
19	669	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5
20	665	8 - T-Polymer2	Paper
21	663	3 - IRs Polymer2	ARABIC
22	663	10 - T-Polymer2	Cotton
23	660	94 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate
24	659	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder
25	653	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose
26	652	95 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate_Butyrate
27	651	183 - ATR-Polymer2	D_Zein
28	646	63 - IRs Polymer2	RAYON
29	644	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose
30	643	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2

Lampiran 1.2 Hasil Identifikasi Polimer LK 2



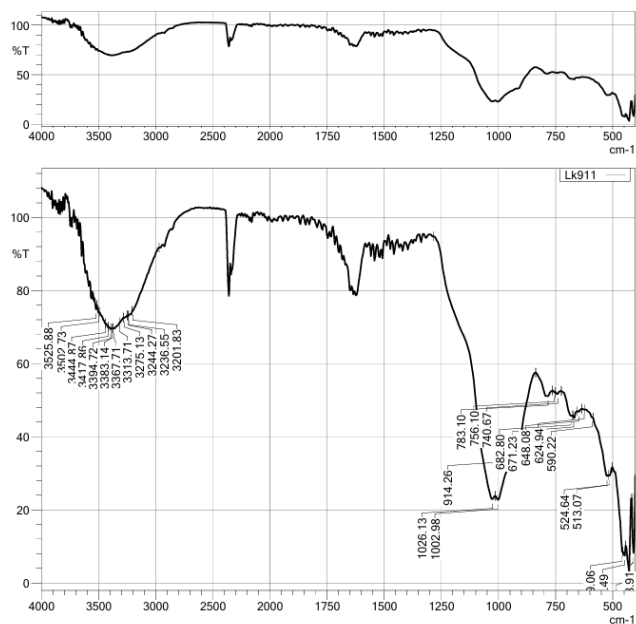
Score	Library	Name	Comment
1 714	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) DuraSampIR-II
2 713	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene DuraSampIR-II
3 707	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSampIR-II
4 705	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSampIR-II
5 689	27 - T-Polymer2	Polyacetylene	Transmission(Microscope)
6 686	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSampIR-II
7 681	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSampIR-II
8 669	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSampIR
9 668	3 - IRs Polymer2	ARABIC	Arabic gum Film
10 662	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSampIR-II
11 659	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSampIR-II
12 658	8 - T-Polymer2	Paper	Transmission(Microscope)
13 657	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) Transmission(Microscope)
14 656	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
15 650	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATR/diamond ATRcorrected
16 650	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSampIR-II
17 646	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
18 644	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSampIR-II
19 636	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
20 632	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
21 631	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
22 630	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
23 629	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
24 626	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSampIR
25 616	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
26 616	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSampIR-II
27 614	175 - ATR-Polymer2	D_Vinyl_Alcohol_Vinyl_Butiral	Vinyl Alcohol(Vinyl Butiral Copolymer(Vinyl Butiral Content 80%)) DuraSampIR-II
28 613	163 - ATR-Polymer2	D_PVB	Poly(Vinyl Butiral)(PVB)(11% Hydroxyl, 1% Acetate, 58% Butiral) DuraSampIR-II
29 613	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSampIR-II
30 612	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
31 609	183 - ATR-Polymer2	D_Zain	Zain_Purified DuraSampIR-II
32 606	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	Ethyl Cellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSampIR-II
33 605	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
34 594	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSampIR-II
35 592	40 - IRs Polymer2	PES	PES Film
36 591	49 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Film(SEKISUI ESTINA P220-P221) Transmission(Microscope)
37 591	74 - T-Polymer2	PAR	Polyarylate(PAR) Transmission(Microscope)
38 588	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
39 587	81 - T-Polymer2	PC/PBT	Polycarbonate/Polybutylene Terephthalate(PC/PBT) Transmission(Microscope)
40 587	86 - T-Polymer2	PBT	Polybutylene Terephthalate(PBT) Transmission(Microscope)
41 587	91 - ATR-Polymer2	D_1_2_Polybutadiene	1,2-Polybutadiene DuraSampIR-II
42 586	154 - ATR-Polymer2	D_POM4	Polyacetal(POM)(Polyoxane) DuraSampIR-II
43 586	73 - ATR-Polymer2	D_POM3	Polyacetal(Electronic Parts-3) DuraSampIR-II
44 585	40 - T-Polymer2	FEP	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene(FEP) Transmission(Microscope)
45 584	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
46 583	79 - T-Polymer2	PET	Polyethylene Terephthalate(PET) Transmission(Microscope)
47 582	47 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Elastomer Transmission(Microscope)
48 581	75 - T-Polymer2	PEI	Polyetherimide(PEI) Transmission(Microscope)
49 581	60 - T-Polymer2	High-cis Polybutadiene	High-cis Butadiene Rubber(High-cis Polybutadiene) Transmission(Microscope)
50 581	20 - ATR-Polymer2	D_Polyamide8	Polyamide(Nylon 66) DuraSampIR

Lampiran 1.3 Hasil Identifiki Polimer LK 3



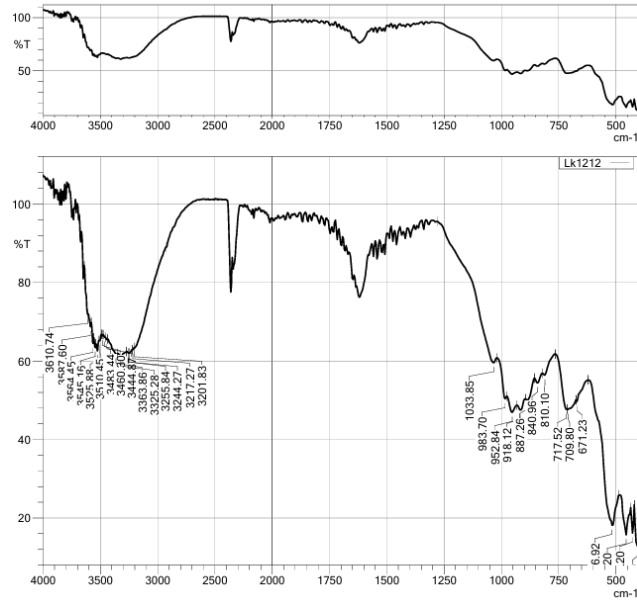
Score	Library	Name	Comment
1	735	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel Tencel(LENZING Cooperation) DuraSAMPLIR-II
2	729	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4 Bemberg(Cupra) DuraSAMPLIR-II
3	725	27 - T-Polymer2	Polyacetylene Polyacetylene Transmission(Microscope)
4	724	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene Polyacetylene DuraSAMPLIR-II
5	723	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSAMPLIR-II
6	722	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2 Paper DuraSAMPLIR-II
7	717	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose Methylcellulose DuraSAMPLIR
8	708	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl 20%Methoxyl) DuraSAMPLIR-II
9	704	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3 Cotton DuraSAMPLIR-II
10	703	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSAMPLIR-II
11	698	143 - T-Polymer2	T_Tencel Tencel(LENZING Cooperation) Transmission(Microscope)
12	698	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5 Ramie DuraSAMPLIR-II
13	694	8 - T-Polymer2	Paper Paper Transmission(Microscope)
14	693	12 - T-Polymer2	Ramie Ramie Transmission(Microscope)
15	693	11 - T-Polymer2	Cupra Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
16	691	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2 Protein(Soy Bean Powder) DuraSAMPLIR-II
17	679	10 - T-Polymer2	Cotton Cotton Transmission(Microscope)
18	674	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1 Protein(Human Hair) DuraSAMPLIR
19	673	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
20	658	96 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSAMPLIR-II
21	653	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
22	652	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1 Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSAMPLIR-II
23	651	94 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate Cellulose Acetate(Acetyl content 39.8%) DuraSAMPLIR-II
24	649	95 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate_Butyrate Cellulose Acetate Butyrate(17% Butyryl, 29.5% Acetyl, 1.5% Hydroxyl) DuraSAMPLIR-II
25	647	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose Hydroxypropyl Cellulose DuraSAMPLIR-II
26	646	5 - IRs Polymer2	BEMBERG Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
27	645	63 - IRs Polymer2	RAYON Rayon Fiber ATR/diamond ATRcorrected
28	645	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
29	643	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSAMPLIR-II
30	643	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSAMPLIR-II
31	641	97 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Triacetate Cellulose Triacetate(43.6% acetyl content) DuraSAMPLIR-II
32	641	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose Methylcellulose Transmission(Microscope)
33	639	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1 Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
34	638	183 - ATR-Polymer2	D_Zein Zein, Purified DuraSAMPLIR-II
35	635	9 - IRs Polymer2	COTTON Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
36	632	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2 Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSAMPLIR-II
37	632	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) Transmission(Microscope)
38	631	7 - T-Polymer2	HPC Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)
39	627	62 - IRs Polymer2	RAMIE Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
40	623	21 - T-Polymer2	Human Hair Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
41	620	107 - T-Polymer2	T_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) Transmission(Microscope)
42	616	58 - ATR-Polymer2	D_SiliconR Silicon Rubber DuraSAMPLIR-II
43	612	66 - IRs Polymer2	SILICON Silicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
44	611	37 - T-Polymer2	PVAL Polyvinyl Alcohol(PVAL) Transmission(Microscope)
45	608	96 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Propanoate Cellulose Propanoate DuraSAMPLIR
46	604	108 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Cellulose Hydroxypropyl Cellulose Transmission(Microscope)
47	603	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2 Silicon Grease DuraSAMPLIR-II
48	603	60 - T-Polymer2	High-cis Polybutadiene High-cis Butadiene Rubber(High-cis Polybutadiene) Transmission(Microscope)
49	602	69 - IRs Polymer2	SKIN Human skin ATR/diamond ATRcorrected
50	602	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2 Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)

Lampiran 1.4 Hasil Identifikasi Polimer LK 4



Score	Library	Name	Comment
1 736	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) DuraSampIR-II
2 730	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSampIR-II
3 723	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSampIR-II
4 719	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene DuraSampIR-II
5 712	27 - T-Polymer2	Polyacetylene	Polyacetylene Transmission(Microscope)
6 706	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSampIR-II
7 701	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSampIR
8 699	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSampIR-II
9 694	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSampIR-II
10 694	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSampIR-II
11 691	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) Transmission(Microscope)
12 686	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSampIR-II
13 686	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
14 685	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
15 685	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
16 673	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSampIR-II
17 671	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
18 656	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
19 654	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSampIR-II
20 652	3 - IRs Polymer2	ARABIC	Arabic gum Film
21 649	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	Ethyl Cellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSampIR-II
22 645	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSampIR-II
23 644	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
24 641	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
25 641	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATR/diamond ATRcorrected
26 637	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSampIR-II
27 631	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
28 630	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSampIR-II
29 630	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
30 626	94 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate	Cellulose Acetate(Acetyl content 39.8%) DuraSampIR-II
31 625	95 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate_Butylate	Cellulose Acetate Butylate(17% Butyl, 29.5% Acetyl, 1.5% Hydroxyl) DuraSampIR-II
32 625	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
33 624	58 - ATR-Polymer2	D_SiliconR	Silicon Rubber DuraSampIR-II
34 621	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein, Purified DuraSampIR-II
35 620	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
36 617	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
37 615	97 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Triacetate	Cellulose Triacetate(43.6% acetyl content) DuraSampIR-II
38 614	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSampIR-II
39 613	7 - T-Polymer2	HPC	Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)
40 611	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2	Silicon Grease DuraSampIR-II
41 606	5 - ATR-Polymer2	D_Silicon1	Silicon Oil DuraSampIR-II
42 604	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
43 603	91 - ATR-Polymer2	D_1_2_Polybutadiene	1,2-Polybutadiene DuraSampIR-II
44 599	86 - T-Polymer2	PBT	Polybutylene Terephthalate(PBT) Transmission(Microscope)
45 597	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSampIR-II
46 596	74 - ATR-Polymer2	D_PAR	Polyarylate(PAR) DuraSampIR-II
47 596	74 - T-Polymer2	PAR	Polyarylate(PAR) Transmission(Microscope)
48 595	69 - IRs Polymer2	SKIN	Human skin ATR/Diamond ATRcorrected
49 593	60 - T-Polymer2	High-cis Polybutadiene	High-cis Butadiene Rubber/High-cis Polybutadiene) Transmission(Microscope)
50 593	49 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Film(SEKISUI ESTINA P320-P321) Transmission(Microscope)

Lampiran 1.5 Hasil Identifiki Polimer LK 5



Score	Library	Name	Comment
1 657	3 - IRs Polymer2	ARABIC	Arabic gum Film
2 644	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene DuraSampIR-II
3 641	27 - T-Polymer2	Polyacetylene	Polyacetylene Transmission(Microscope)
4 627	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
5 620	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSampIR
6 618	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
7 612	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
8 612	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSampIR-II
9 608	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSampIR-II
10 607	60 - ATR-Polymer2	D_Hc-BR2	High-cis Butadiene Rubber(high-cis Polybutadiene)
11 606	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSampIR-II
12 606	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSampIR-II
13 606	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
14 605	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
15 604	67 - IRs Polymer2	SILK	Silk Fiber ATR/diamond ATRcorrected
16 600	60 - T-Polymer2	High-cis Polybutadiene	High-cis Butadiene Rubber(high-cis Polybutadiene) Transmission(Microscope)
17 600	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
18 595	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
19 592	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) Transmission(Microscope)
20 590	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein Purified DuraSampIR-II
21 589	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSampIR-II
22 589	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Cooperation) DuraSampIR-II
23 589	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxy) DuraSampIR-II
24 588	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATR/diamond ATRcorrected
25 588	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
26 587	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(carboxyl modified)(low carboxyl content) DuraSampIR-II
27 587	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSampIR-II
28 586	7 - T-Polymer2	HPC	Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)
29 585	147 - T-Polymer2	T_PVC with PhenolicSulfonicEster	Polyvinylchloride with Phenolic ester of aliphatic sulfonic acid Transmission(Microscope)
30 585	86 - T-Polymer2	PBT	Polybutylene Terephthalate(PBT) Transmission(Microscope)
31 585	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSampIR
32 585	95 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate_Butyrate	Cellulose Acetate Butyrate(17% Butyl, 23.5% Acetyl, 1.5% Hydroxyl) DuraSampIR-II
33 585	78 - ATR-Polymer2	D_Polyethyleneglycol	Polyethylene Glycol 20000 DuraSampIR-II
34 585	45 - ATR-Polymer2	D_Epoxy3	Epoxy Resin(Electronic Parts-3) DuraSampIR-II
35 584	47 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Elastomer Transmission(Microscope)
36 584	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(carboxyl modified)(low carboxyl content) Transmission(Microscope)
37 584	187 - ATR-Polymer2	D_PVC with PhenolicSulfonicEster	Polyvinylchloride with Phenolic ester of aliphatic sulfonic acid DuraSampIR-II
38 584	147 - ATR-Polymer2	D_PolyethyleneOxide	Poly(Ethylene Oxide) DuraSampIR-II
39 583	43 - ATR-Polymer2	D_Epoxy1	Epoxy Resin(Electronic Parts-1) DuraSampIR-II
40 582	155 - ATR-Polymer2	D_PP_Chlorinated	Polypropylene Chlorinated(Chlorine content 65%)
41 582	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSampIR-II
42 580	94 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate	Cellulose Acetate(Acetyl content 39.8%) DuraSampIR-II
43 578	45 - T-Polymer2	Epoxy	Epoxy Resin(Electronic Parts-3) Transmission(Microscope)
44 578	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
45 578	58 - IRs Polymer2	PVC2	Polyvinyl chloride with Phthalate ATR/diamond ATRcorrected
46 578	97 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Triacetate	Cellulose Triacetate(43.6% acetyl content) DuraSampIR-II
47 577	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20% Methoxy) DuraSampIR-II
48 576	38 - IRs Polymer2	PEI	Poly etherimide Film
49 576	20 - ATR-Polymer2	D_Polyamide8	Polyamide(Nylon 66) DuraSampIR
50 576	148 - ATR-Polymer2	D_Polyisoprene_Chlorinated	Polyisoprene, Chlorinated(Chlorine content 65%) DuraSampIR-II

Lampiran 1.6 Hasil Identifiki Polimer LK 6

2. Peta Situasi



Lampiran 2. 1 Posisi Kabupaten Kendal di Pulau Jawa

Sumber : Google Maps (2024)