

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK KIMIA**  
**MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DI SUNGAI**  
**WINONGO YOGYAKARTA**

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



**IVANA SAFA AMADEA SATRIAWANPUTRI**  
**18513084**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**  
**YOGYAKARTA**  
**2022**

**TUGAS AKHIR**  
**ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK KIMIA**  
**MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DI SUNGAI**  
**WINONGO YOGYAKARTA**

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



**IVANA SAFA AMADEA SATTRIAWANPUTRI**  
**18513084**

Disetujui,  
Dosen Pembimbing:

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

**NIK. 155131313**

Tanggal: 20/06/2022

**Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc.**

**NIK. 155130111**

Tanggal: 20/06/2022

Mengetahui,  
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII



**Eko Siswoyo, S.T., M.Sc., ES., Ph.D.**

**NIK. 025100406**

Tanggal: 20/06/2022

**HALAMAN PENGESAHAN**

**ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK KIMIA  
MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DI SUNGAI  
WINONGO YOGYAKARTA**

**Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji**

**Hari : Senin  
Tanggal : 20 Juni 2022**

**Disusun Oleh:**

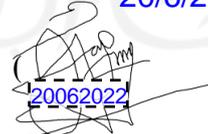
**IVANA SAFA AMADEA SATRIAWANPUTRI  
18513084**

**Tim Penguji :**

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

**Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc.**

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

()  
() 20/6/2022  
() 20/6/2022



## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

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

Yogyakarta, 8 Juni 2022

Yang membuat pernyataan,

A handwritten signature in black ink is written over a rectangular yellow stamp. The stamp is a 'METERAI TEMPEL' (adhesive stamp) for 1000 Rupiah, featuring the Garuda Pancasila emblem and the serial number 4068AAJX014111699.

Ivana Safa Amadea S.

## **PRAKATA**

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah rabbil'alamin segala puji bagi Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan Tugas Akhir yang berjudul **ANALISIS KARAKTERISTIK FISIK KIMIA MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DISUNGAI WINONGO YOGYAKARTA.**

Penyusunan laporan Tugas Akhir adalah sebagai syarat untuk memenuhi persyaratan akademik sehingga penulis mendapatkan gelar Sarjana Teknik dan menyelesaikan aktivitas akademik selama menjadi mahasiswa Universitas Islam Indonesia.

Dalam pengerjaan laporan Tugas Akhir penulis sering mengalami dan menjalani berbagai rintangan suka maupun duka, namun akhirnya penulis dapat melewati semua rintangan tersebut berkat diberikan bimbingan, dukungan, semangat, dan dorongan dari semua pihak, maka dengan ketulusan hati yang paling dalam penulis ingin mengucapkan terimakasih yang tak terhingga kepada :

1. Kepada Allah SWT yang selalu memberikan rahmatNya, Kesehatan, dan kelancaran sehingga penulis bisa mengerjakan dan menyelesaikan penyusunan laporan Tugas Akhir ini dengan lancar.
2. Kepada kedua orangtua dan seluruh keluarga penulis yang selalu tidak lupa memberikan dukungan, semangat, dan doa.
3. Kepada dosen pembimbing Tugas akhir Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T., dan Ibu Lutfia Isna Ardhayanti, S.Si., M.Sc. serta dosen penguji Ibu Adelia Anju Asmara, S.T., M.Eng. atas segala waktu dan kesempatan yang diberikan serta saran dan masukan kepada penulis.
4. Seluruh dosen, staff, dan Keluarga Besar Jurusan Teknik Lingkungan, FTSP, UII yang memerikan bantuan, pengajaran dan berbagi pengalaman yang diberikan kepada penulis.

5. Kepada Mbak Rina dan Mbak Nida selaku staff Laboratorium program Studei Teknik Lingkungan yang selalu memeberikan bantuan, arahan, dan bimbingan selama penulis menggunakan laboratorium.
6. Teman pengerjaan Tugas Akhir Fikri dan Lulu.
7. Kepada teman yang telah memabntu dalam pengambilan sampel Dimas, Aldof, dan Aulia Rahman.
8. Kepada para anggota BTS yang telah memberikan lagu-lagu yang indah sehingga penulis bersemangat ketika mengerjakan dan menjalankan Tugas akhir ini.
9. Pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan namun tidak bisa penulis sebutkan satu-satu.
10. Demikian prakata yang dapat penulis sampaikan, dengan ini penulis menyadari bahwa Laporan tugas akhir ini masih banyak berbagai kekurangan yang terdapat didalamnya. Hal ini tidak lain berasal dari keterbatasan pengetahuan dan kesalahan dari penulis. Oleh karena itu, penulis memerlukan adanya krtitik dan saran yang membangun untuk melengkapi dan memperbaiki laporan ini. Inshaallah laporan Tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan semua pihak.

Yogyakarta, 8 Juni 2022

Penulis,



Ivana Safa Amadea S.

## ABSTRAK

IVANA SAFA AMADEA SATRIAWANPUTRI. Analisis Karakteristik Fisik Kimia Mikroplastik pada Sedimen di Sungai Winongo Yogyakarta. Dibimbing oleh Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. dan Lutfia Isna Ardhayanti S.Si., M.Sc.

Persebaran mikroplastik diperairan khususnya di sedimen sangat berbahaya bagi biota air dan akan masuk ke rantai makanan sehingga memiliki dampak yang berbahaya bagi manusia berupa kerusakan alat vital. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik kimia mikroplastik menggunakan *Spektrofometri* FTIR pada sedimen di Sungai Winongo. Metode perlakuan sampel yang digunakan adalah metode WPO (*Wet Peroxide Oxidation*). Dari hasil penelitian ditemukan mikroplastik jenis *fiber*, *foam*, *fragment*, *film*, dan *granula*. Ditemukan juga warna yang terkandung yaitu transparan, merah, hitam, biru, hijau, ungu, orange, dan kuning. Mikroplastik jenis fiber paling banyak ditemukan sebesar 1250 partikel. Dan warna yang paling banyak adalah transparan sebesar 1355 partikel. Dari hasil penelitian dilakukan uji FTIR untuk mengetahui senyawa kimia dari mikroplastik. Senyawa kimia yang ditemukan pada tiap sampel adalah *Polyacetylene* (PS), *Tencel*, dan *Polypropylene* (PP). Sumber-sumber mikroplastik dan senyawa kimia yang terkandung berasal dari sampah rumah tangga warga sekitar Sungai Winongo, serta mengalami proses pengendapan pada dasar sedimen.

Kata Kunci : Mikroplastik, Sedimen, Sungai Winongo, FTIR

## ABSTRACT

IVANA SAFA AMADEA SATRIAWANPUTRI. Analysis of Physical and Chemical Characteristics of Microplastics on Sediments in the Winongo River Yogyakarta. Supervised by Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. and Lutfia Isna Ardhayanti S.Si., M.Sc.

The spread of microplastics in waters, especially in sediments, is very dangerous for air biota and will enter the food chain so that it has a dangerous impact on humans in the form of damage to vital tools. The purpose of this study was to analyze the chemical characteristics of microplastics using FTIR spectrophotometry on sediments in the Winongo River. The sample treatment method used is the WPO (Wet Peroxide Oxidation) method. From the research results found microplastic types of fiber, fioam, fragments, films, and granules. It was also found that the colors contained were transparent, red, black, blue, green, purple, orange, and yellow. The most fiber type microplastics were found at 1250 particles. And the most transparent color is 1355 particles. From the results of the study, the FTIR test was carried out to determine the chemical compounds of microplastics. The chemical compounds found were Polyacetylene (PS), Tencel, and Polypropylene (PP). Sources of microplastics and chemical compounds originating from household waste of residents around the Winongo River, and undergoing a process of extraction at the bottom of the sediment.

Keywords: Microplastic, Sediment, Winongo River, FTIR

## DAFTAR ISI

DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
<b>BAB I.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
1.5 Ruang Lingkup.....	3
<b>BAB II.....</b>	<b>4</b>
2.1 Mikroplastik.....	4
2.2 Mikroplastik di Sedimen dan Dampak.....	7
2.3 Alat FTIR ( <i>Fourier Transform Infrared</i> ).....	8
2.4 Sungai Winongo.....	11
<b>BAB III.....</b>	<b>12</b>
3.1 Tahap Penelitian.....	12
3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian.....	13
3.3 Pengambilan dan Penyimpanan Sampel.....	15
3.4 Jenis dan Variabel Penelitian.....	15
3.5 Analisa Sampel.....	16
3.6 Analisa Data.....	18
<b>BAB IV.....</b>	<b>19</b>
4.1 Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel.....	19
4.2 Penelitian Pendahuluan.....	22
4.2.1 Pertimbangan Penelitian Sebelumnya.....	23
4.2.2 Hasil Penelitian Pendahulu.....	23
4.3.1 Identifikasi Mikroplastik menggunakan Filter <i>Whatman Fiber (GF/B)</i> .....	26
4.3.2 Identifikasi Mikroplastik menggunakan Filter Alumina.....	42
4.4 Perbandingan Filter <i>Whatman Fiber (GF/B)</i> dan Filter Alumina.....	47
4.5 Identifikasi Mikroplastik Menggunakan FTIR ( <i>Fourier Transform Infra Red</i> ).....	48
<b>BAB V.....</b>	<b>57</b>
5.1 Kesimpulan.....	57

<b>5.2 Saran .....</b>	<b>57</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>58</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>60</b>



## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Polimer Mikroplastik.....	4
Tabel 2. 2 Jenis Mikroplastik.....	6
Tabel 2. 3 Hasil Identifikasi FTIR dengan Panjang Gelombang.....	10
Tabel 3. 1 Detail Lokasi Sampling .....	14
Tabel 4. 1 Lokasi Sampling.....	19
Tabel 4. 2 Hasil FTIR Blanko Filter Fiber (GF/B).....	49
Tabel 4. 3 Hasil FTIR Blanko Filter Alumina.....	50
Tabel 4. 4 Hasil Uji FTIR Filter Fiber (GF/B).....	54
Tabel 4. 5 Hasil Uji FTIR Filter Alumina.....	55



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Hasil Uji FTIR Polypropylene .....	9
Gambar 2. 2 Hasil Uji FTIR Polystyrene .....	10
Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian .....	12
Gambar 3. 2 Peta Lokasi Sampling .....	13
Gambar 3. 3 Cara Kerja .....	17
Gambar 4. 1 Perbandingan Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jumlah .....	24
Gambar 4. 2 Perbandingan Mikroplastik Berdasarkan Jenis .....	25
Gambar 4. 3 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah .....	26
Gambar 4. 4 Jenis Mikroplastik .....	28
Gambar 4. 5 Mikroplastik Berdasarkan Jenis Per Titik .....	30
Gambar 4. 6 Total Mikroplastik Berdasarkan Jenis .....	30
Gambar 4. 7 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Jenis .....	30
Gambar 4. 8 Mikroplastik Berdasarkan Warna Per Titik .....	39
Gambar 4. 9 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Warna .....	39
Gambar 4. 10 Total Mikroplastik Berdasarkan Warna .....	40
Gambar 4. 11 Perbandingan Jenis dan Warna Mikroplastik .....	40
Gambar 4. 12 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah .....	42
Gambar 4. 13 Mikroplastik Berdasarkan Jenis Per Titik .....	43
Gambar 4. 14 Total Mikroplastik Berdasarkan Jenis .....	44
Gambar 4. 15 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Jenis .....	44
Gambar 4. 16 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna Per Titik .....	45
Gambar 4. 17 Total Mikroplastik Berdasarkan Warna .....	45
Gambar 4. 18 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Warna .....	46
Gambar 4. 19 Perbandingan Jenis dan Warna Mikroplastik .....	46
Gambar 4. 20 Perbandingan Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis .....	48
Gambar 4. 21 Perbandingan Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna .....	48

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Penampakan Penambahan NaCl ke Sampel Sedimen .....	60
Lampiran 2 Penampakan Proses WPO.....	61
Lampiran 3 Penampakan Vacuum Filter.....	61
Lampiran 4 Penampakan Hasil Vacuum.....	61
Lampiran 5 Hasil Uji FTIR .....	64



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Menurut Azizah et al. (2020) Sampah dengan jenis plastik yang mempunyai ukuran yang sangat kecil kira-kira 5 mm disebut dengan mikroplastik, mikroplastik dikelompokkan menjadi 2 jenis yaitu primer dan sekunder. Menurut Wright et al. (2013) mengatakan bahwa pengendapan mikroplastik di sedimen dikarenakan adanya mikroplastik dalam perairan dan badan air. Proses terbentuknya sedimen adalah terjadi pengendapan terhadap partikel makro dan mikro, pada sedimen terjadi proses *upwelling* yang artinya keberadaan mikroplastik di sedimen secara perlahan akan naik ke daerah perairan sehingga mikroplastik tersebut bisa dikonsumsi oleh biota air seperti ikan dan plankton. (Sari Dewi et al. 2015).

Habitat mikroplastik sifatnya sangat dinamis mikroplastik lebih banyak ditemukan pada sedimen dari pada daerah perairan, sehingga terjadinya erosi sedimen dapat disebabkan dengan partikel plastik mengalami penambahan densitas. Menurut Hidalgo-Ruz et al. (2012) ia mengatakan bahwa pengendapan mikroplastik di sedimen dapat membuat akumulasi mikroplastik sering terjadi, hal tersebut membuat lingkungan menjadi tercemar atau rusak. Salah satu sifat mikroplastik adalah dapat terjadi pelapukan jika terkena matahari. Kandungan mikroplastik pada sedimen juga memiliki dampak bahaya yang menyebabkan terganggunya ekosistem perairan. (Wright et al. 2013).

Penelitian dari Anita, (2021) ditemukan adanya mikroplastik pada perairan sungai di medan dengan jumlah 150 partikel, dan ditemukannya mikroplastik dengan senyawa *Propylene*, *Polystyrene*, dan *Polyvinyl Chlorida*, senyawa tersebut diuji dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*). Pada penelitian Dhaifan (2021) terdapat identifikasi keberadaan mikroplastik yang kemudian ditemukannya jenis mikroplastik fiber yang berada di sedimen Sungai Winongo Yogyakarta sebanyak 1155 partikel/100 gram sedimen kering, dan terdapat warna hitam sebanyak 465 partikel/100 gram sedimen kering.

Sungai Winongo diperkirakan membawa partikel mikroplastik dari hulu sampai ke hilir yang dimana di bagian hilir banyak dimanfaatkan oleh masyarakat untuk kegiatan sehari-hari. Hal tersebut menjadi kekhawatiran karena ukuran mikroplastik sangat kecil, sehingga memungkinkan untuk bisa masuk ke dalam tubuh manusia. Penelitian mikroplastik di Sungai Winongo baru ada penelitian tentang jumlah jenis mikroplastik, kelimpahan dan persebaran mikroplastik saja, akan tetapi belum ada penelitian terhadap gugus kimia yang berada di dalam jenis mikroplastik di Sungai Winongo Yogyakarta. Oleh sebab itu, penelitian ini fokus kepada identifikasi gugus kimia yang ada di mikroplastik Sungai Winongo Yogyakarta. Penelitian sebelumnya dari Septian (2018) mengemukakan bahwa meningkatnya mikroplastik yang sampai saat ini masih belum diketahui penyebab pastinya. Sehingga penelitian terhadap gugus kimia mikroplastik ini perlu dilakukan di daerah aliran Sungai Winongo untuk mengetahui gugus kimia yang paling banyak terkandung didalam mikroplastik, sehingga dapat ditemukan cara penanggulangan yang baik dan benar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Pada penelitian ini terdapat beberapa rumusan masalah yang akan diteliti, yaitu:

1. Bagaimana karakteristik mikroplastik berdasarkan jumlah, warna, dan jenis yang terdapat pada sedimen di Sungai Winongo?
2. Bagaimana karakteristik gugus kimia mikroplastik menggunakan alat FTIR yang terdapat pada sedimen di Sungai Winongo?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Pada penelitian ini terdapat beberapa tujuan untuk penelitian, yaitu:

1. Menganalisis karakteristik mikroplastik berdasarkan jumlah, warna, dan jenis yang terdapat pada sedimen di Sungai Winongo
2. Menganalisis karakteristik gugus kimia mikroplastik menggunakan alat FTIR yang terdapat pada sedimen di Sungai Winongo.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Pada penelitian ini terdapat beberapa manfaat untuk penelitian, yaitu:

1. Memberikan informasi terkait masalah mikroplastik di lingkungan.

2. Sebagai referensni pemerintah dan masyarakat untuk mengembangkan ilmu pengetahuan tentang mikroplastik di masa yang akan dating.
3. Sebagai acuan mengetahui cara penggunaan FTIR dengan benar.
4. Memberikan informasi manfaat dari mengetahui gugus kimia sehingga penelitian selanjutnya dapat mencari penanggulangan.

### **1.5 Ruang Lingkup**

Pada penelitian ini terdapat beberapa ruang lingkup untuk penelitian, yaitu:

1. Ruang Lingkup Materi

Penelitian ini membahas tentang karakteristik gugus kimia mikroplastik pada sedimen dengan menggunakan alat FTIR (*Fourier Trandformed Infrared*) dan juga *Develop Method* dengan berbagai jenis filter.

2. Ruang Lingkup Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Sungai Winongo Yogyakarta. Waktu pengambilan sampel dilakukan selama 1 hari pada tanggal 26 Januari 2022.

3. Ruang Lingkup Pengambilan Sampel

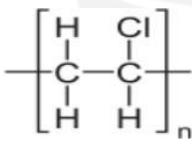
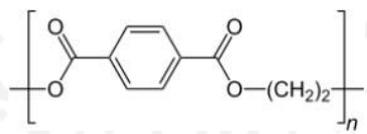
Pengambilan sampel pada sedimen dilakukan menggunakan alat grab sampler atau sekop pada dasar Sungai Winongo dengan kedalaman 5 cm.

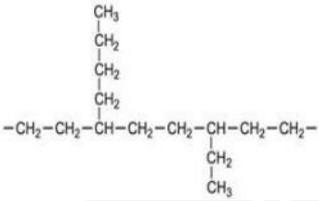
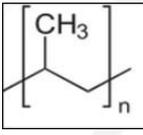
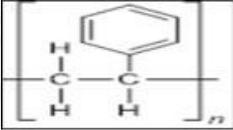
## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Mikroplastik

Menurut Dewi dan Trisno (2019) Plastik merupakan suatu bahan yang sering ditemui pada setiap barang yang ada. Mulai dari alat makan, botol minum, pembungkus makan, tv, kulkas dan lain-lain. Bentuk plastik bermacam-macam ada yang berbentuk lembaran, dan Batangan. Plastic mempunyai bahan dasar zat adiktif dan polimer. Polimer sendiri terdiri dari monomer yang mempunyai rantai ikatan kimia. Menurut Alabi et al. (2019) ada beberapa jenis plastik beserta gugus fungsi kimianya yaitu sebagai berikut :

*Tabel 2. 1 Jenis Polimer Mikroplastik*

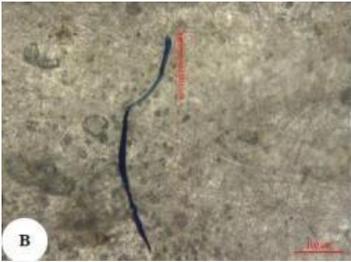
Jenis	Gugus Fungsi atau struktur kimia	Pengertian	Referensi
<i>Polivinil Klorida</i> (PVC)	 $\left[ \begin{array}{c} \text{H} \quad \text{Cl} \\   \quad   \\ -\text{C} - \text{C}- \\   \quad   \\ \text{H} \quad \text{H} \end{array} \right]_n$	Polimer yang tahan panas biasa digunakan untuk mengemas jus buah, beracun karena adanya konsistuen kimia logam berat	Alabi dkk, 2019
<i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET)	 $\left[ \text{O} - \text{C}(=\text{O}) - \text{C}_6\text{H}_4 - \text{C}(=\text{O}) - \text{O} - (\text{CH}_2)_2 - \right]_n$	Plastik yang berbahan dasar halus, transparan dan tipis, biasanya digubakan untuk pembungkus minuman ringan dan botol air, biasanya diproduksi untuk sekali pakai	Alabi dkk, 2019

<p><i>High Density Polyethylene (HDPE)</i></p>	<p><math>-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-CH_2-</math></p>	<p>Paling aman dipakai karena mecegah reaksi kimia anantara kemasan plastik dengan makanan/minuman yang dikemasnya, sifatnya keras, buram dan lebih kuat, serta tahan terhadap suhu tinggi</p>	<p>Alabi dkk, 2019</p>
<p><i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i></p>	 <p>The diagram shows a polymer chain segment: <math>-CH_2-CH_2-CH(CH_2CH_2CH_3)-CH_2-CH_2-CH(CH_2CH_2CH_3)-CH_2-CH_2-</math>. The methyl groups are represented as <math>CH_3</math> attached to the <math>CH</math> units.</p>	<p>Sifatnya kuat, tembus cahaya, dan permukaan agak berlemak. Biasanya digunakan untuk tempat makanan, plastik kemasan. LDPE juga sulit dihancurkan</p>	<p>Alabi dkk, 2019</p>
<p><i>Polypropylene (PP)</i></p>	 <p>The diagram shows the repeating unit of polypropylene: <math>[-CH_2-CH(CH_3)-CH_2-]_n</math>.</p>	<p>Karakteristiknya lebih kuat dan ringan dengan daya tembus <i>uapp</i> yang rendah</p>	<p>Alabi dkk, 2019</p>
<p><i>Polystyrene (PS)</i></p>	 <p>The diagram shows the repeating unit of polystyrene: <math>[-CH_2-CH(C_6H_5)-]_n</math>, where <math>C_6H_5</math> is a phenyl ring.</p>	<p>Polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan <i>styrene</i> ke makanan. Bahan ini harus dihindari karena dapat mengganggu hormon estrogen pada Wanita</p>	<p>Alabi dkk, 2019</p>

Biasanya mikroplastik banyak ditemukan pada sedimen di perairan dari pada di muara ataupun pantai berpasir. Hal tersebut akan menimbulkan akumulasi mikroplastik pada lapisan sedimen lebih dalam dikarenakan mikroplastik tersebut mengendap secara terus-menerus, dan juga hal tersebut dapat merusak lingkungan. Adapun sifat dari mikroplastik tersebut bisa mengalami perubahan densitas yang disebabkan oleh paparan cahaya matahari, pelapukan dan juga *biofilling* (Hidalgo-Ruz et al. 2012). Dampak bahaya yang ditimbulkan dari kandungan mikroplastik pada sedimen jika tidak segera diatasi permasalahannya adalah terganggunya ekologi perairan baik biotik maupun abiotic. (Wright et al. 2013).

Bentuk mikroplastik digolongkan menjadi ukuran, bentuk, dan warna. Ukuran mikroplastik sangat penting karena menjadi pemicu untuk menjangkau organisme (Velzeboer et al. 2014). Tipe bentuk mikroplastik dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

*Tabel 2. 2 Jenis Mikroplastik*

Nama	Bentuk yang terlihat	Pengertian	Referensi
Fiber atau Filamen		Biasanya berasal dari pekerja nelayan karena alat tangkap yang digunakan biasanya dari tali atau karung plastik yang sudah mengalami degradasi	(Hiwari Hizman et.al 2019)

Film		Merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik dan emiliki densitas rendah	(Hiwari Hizman et.al 2019)
Fragmen		Berasal dari buangan sampah atau limbah sampah dari pertokoan yang menggunakan kantong plastik atau pembungkus nasi	(Hiwari Hizman et.al 2019)
Granula atau Butiran		Biasanya berasal dari pabrik plastik. Bentuknya seperti butiran dan warna putih kecoklatan	(Hiwari Hizman et.al 2019)

## 2.2 Mikroplastik di Sedimen dan Dampak

Menurut UNEP (2012) pada umumnya proses mikroplastik akan terurai atau terdekomposisi mempunyai waktu yang lama atau lambat. Plastik sangat memerlukan waktu puluhan hingga ratusan tahun supaya Plastik terdegradasi menjadi serpihan yang sangat kecil. Plastik-plastik tersebut yang terdegradasi menjadi serpihan plastik yang sangat kecil disebut dengan mikroplastik.

Menurut Wright et al. (2013) mengatakan bahwasannya mikroplastik memasuki perairan sungai dan laut setelah itu mengendap di sedimen. Sedimen

sendiri adalah kumpulan partikel organik dan juga anorganik (Duxbury (1993) didalam Menengkey (2010)). Menurut Strand et al. (2013) mengatakan bahwa variasi sedimen di perairan air laut dan perairan air tawar sangat banyak variasi, variasi tersebut terdapat dalam bentuk ukuran yang keberadaannya mempengaruhi bahan organik dan anorganik di perairan. Kemudian menurut Tankovic et al. (2015) sedimen yang mengandung mikroplastik, lama-lama mikroplastik akan naik ke perairan, kenaikan tersebut dinamakan proses *upwelling*, setelah proses *upwelling* mikroplastik tersebut akan dikonsumsi oleh organisme di air seperti ikan dan plankton.

Menurut Zhao et al. (2018) dominasi jenis fiber ditemukan pada sedimen di beberapa penelitian, hal tersebut dikarenakan keberadaan fiber bisa dikaitkan dengan tingginya aktifitas manusia karena fiber umumnya bersumber dari pakaian atau tali. Selain itu menurut Katsanevakis dan Katsarou (2004) fiber juga berasal dari aktivitas nelayan yang menangkap ikan sehingga fiber tersebut dapat mengendap di sedimen. Jenis fiber ini paling banyak di sedimen dikarenakan banyaknya ditemukan dan berasal dari sisa buangan benang pakaian di sungai.

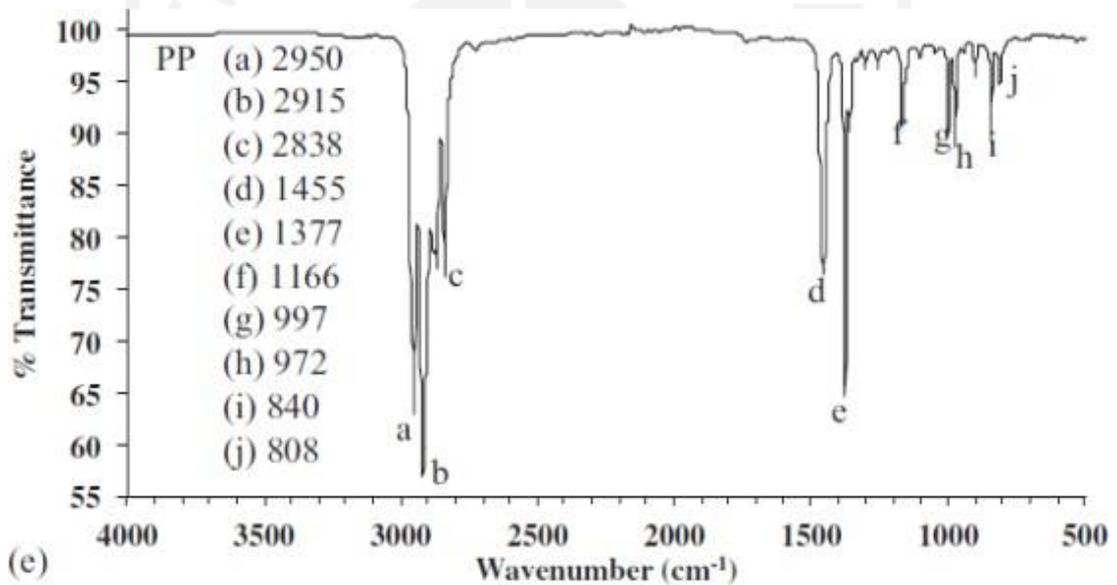
Dampak yang dihasilkan dari tercemarnya mikroplastik adalah melalui sistem pencernaan dan terperangkapnya biota, di sistem pencernaan akan melukai lambung hewa-hewan atau biota air lainnya. Kemudian berdampak ke rantai makanan, berdampak terhadap habitat dan kehidupan seluruh makhluk hidup. Pencemaran mikroplastik dan bersifat toksik, *bioavailability*. (Maulana, 2017)

### **2.3 Alat FTIR (*Fourier Transform Infrared*)**

*Fourier Transformed Infrared* atau biasa disingkat menjadi FTIR adalah instrument yang kegunaan prinsip nya seperti spektroskopi. Spektroskopi sendiri adalah inframerah yang didukung dengan tranformasi fourier untuk mendeteksi dan menganalisis hasil spektrum. Kegunaan dari spektroskopi inframerah adalah untuk mengidentifikasi senyawa organik dan karakteristik karena spektrumnya sangat kompleks terdiri dari banyak puncak-puncak. (Silviah et al. 2014)

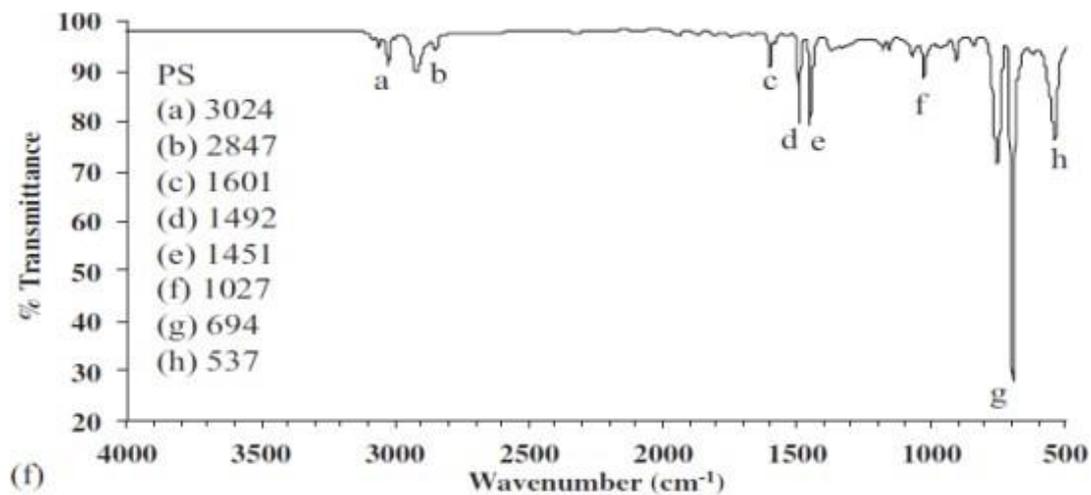
Fungsi utama alat FTIR adalah untuk mengidentifikasi senyawa dan menganalisis campuran dari sampel yang dianalisis tanpa merusak sampel yang diambil. Inframerah pada FTIR mempunyai spektrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang  $14000\text{ cm}^{-1}$  hingga  $10^{-1}$ . Metode yang ada di FTIR menggunakan metode bebas reagen tanpa radioaktif kemudian dapat untuk mengukur kadar hormon di senyawa secara kualitatif dan kuantitatif.

Tujuan dari analisis gugus fungsi dengan memakai alat FTIR ialah untuk identifikasi senyawa organik kompleks yang terdiri dari banyak puncak (Chusnul et al. 2011). Sampel yang akan diidentifikasi diletakkan ke dalam set holder, selanjutnya dicari spektrum yang ada. (Thermo et al. 2011). Dibawah ini merupakan contoh hasil uji FTIR dari beberapa polimer :



Gambar 2. 1 Hasil Uji FTIR Polypropylene

Sumber : Jung et al. 2018



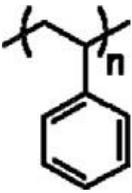
Gambar 2. 2 Hasil Uji FTIR Polystyrene

Sumber : Jung et al. 2

Hasil identifikasi dari gambar di atas dapat dilihat table dibawah ini

Tabel 2. 3 Hasil Identifikasi FTIR dengan Panjang Gelombang

Bentuk Polymer	Chemical Structure	Absorption Bands (Cm-1) Used for Identification	Referensi
Polypropylene (PP)		a) 2950	Asensio et al. 2009
		b) 2915	Verleye et al. 2001
		c) 2838	Noda et al. 2007
		d) 1455	
		e) 1377	
		f) 1166	
		g) 997	
		h) 972	
		i) 840	
		j) 808	
Polystyrene (PS)		a) 3024	Asensio et al. 2009
		b) 2847	Verleye et al. 2001

	c) 1601	Noda et al. 2007
	d) 1492	
	e) 1451	
	f) 1027	
	g) 694	
	h) 537	

#### 2.4 Sungai Winongo

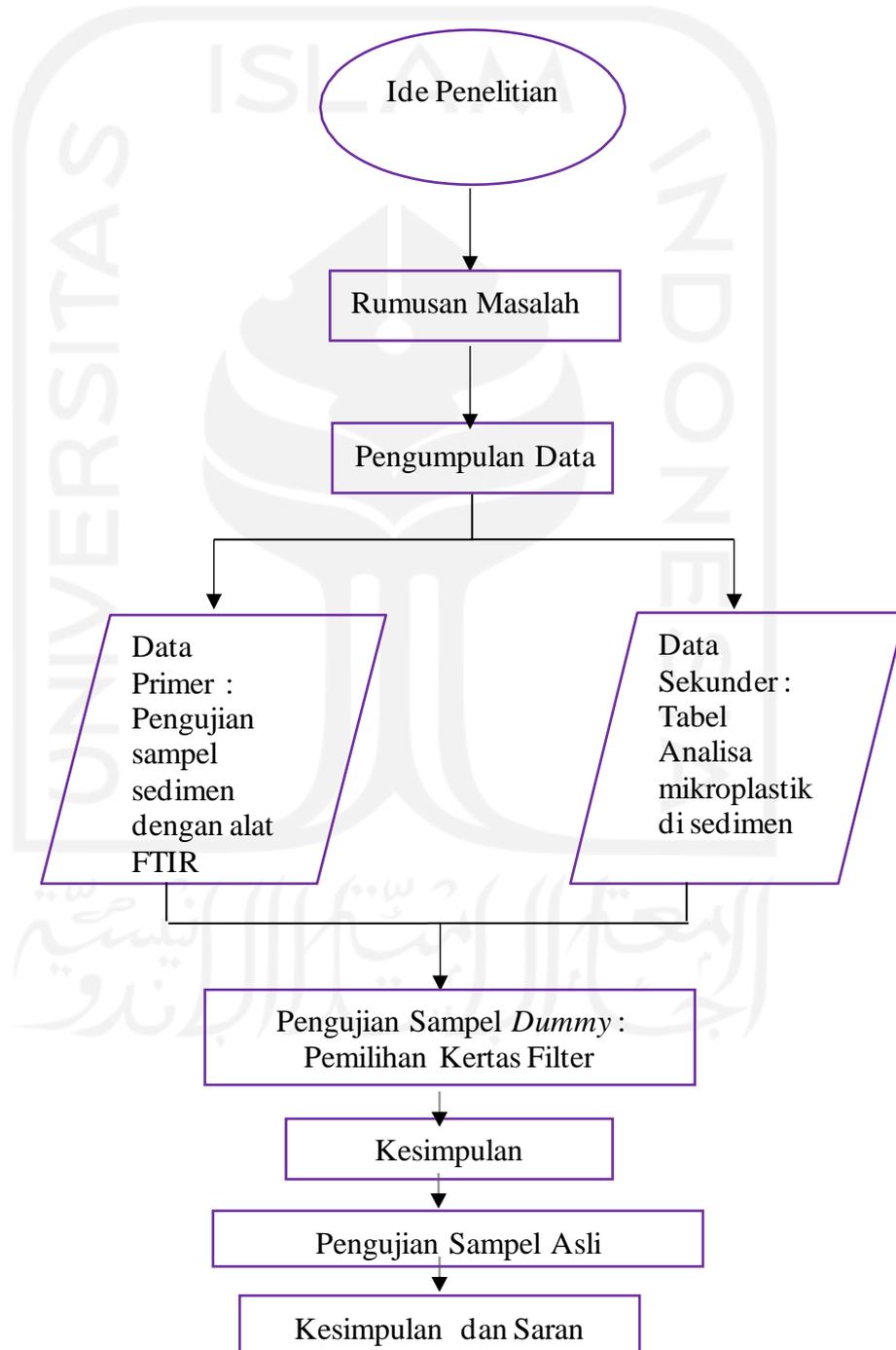
Menurut Sari (2014) sungai winongo memiliki panjang 41 km dan luas 118 km<sup>2</sup>. Sungai Winongo terletak di muara Sungai Opak. Topografi Sungai Winongo ini mempunyai hilir dan hulu yang meliputi Kabupaten Sleman, Kabupaten Bantul dan Yogyakarta. Sungai Winongo mempunyai keterkaitan dengan aktivitas manusia yang membutuhkan DAS dengan melakukan berbagai aktivitas.

Badan Lingkungan Hidup Daerah Istimewa Yogyakarta 2012 informasi yang didapat adalah aktivitas masyarakat atau warga disana meliputi aktivitas rumah makan, budidaya ikan, pariwisata, dan kegiatan rumah tangga. Semua aktivitas tersebut membuat sangat mempengaruhi kondisi sungai Winongo.

### BAB III METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tahap Penelitian

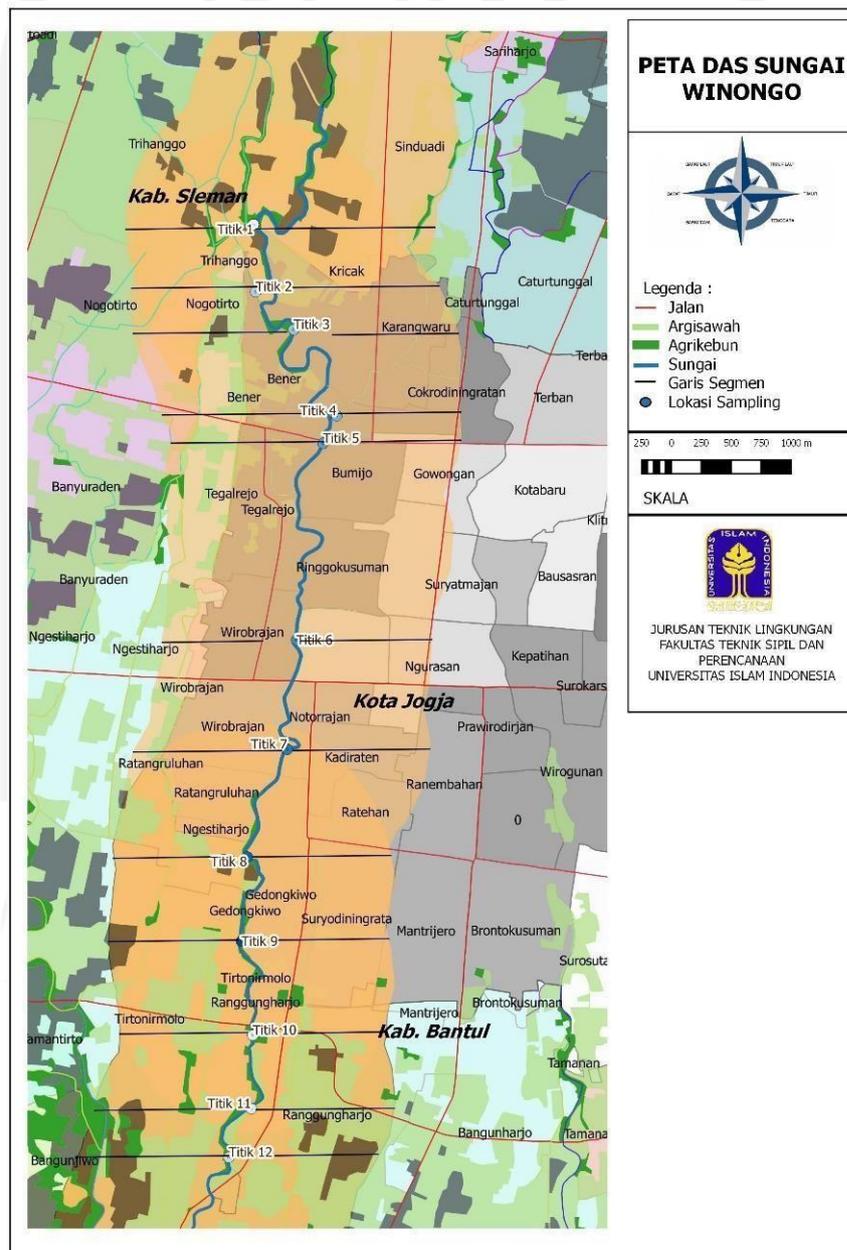
Proses penelitian ini dibentuk dalam bentuk diagram alir, berikut dibawah ini adalah proses penelitian ini :



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di dalam Laboratorium Kualitas Air FTSP UII dimana sampel untuk penelitian ini diambil sedimen pada Sungai Winongo Yogyakarta. Pengambilan sampel diambil pada satu waktu di 12 titik yang berbeda pada tanggal 26 Januari 2022 jam 08.00 WIB. Pemilihan ke 12 titik diambil berdasarkan kondisi penggunaan lahan dan aktivitas di sekitar sungai. Pada 12 titik ini dibagi menjadi 4 titik bagian hulu sungai, 4 titik bagian tengah sungai dan 4 titik bagian hilir sungai. Berikut lokasi pengambilan sampel :



Gambar 3. 2 Peta Lokasi Sampling

Tabel 3. 1 Detail Lokasi Sampling

Titik Sampel	Lokasi	Latitude	Longitude	Representatif	Tata Guna Lahan
1	Jembatan Jambon	7°45'58.10"S	110°21'6.51"E	Hulu	Pemukiman dan toko bisnis
2	Panggung	7°45'58.11"S	110°21'7.06"E	Hulu	Pemukiman
3	Jembatan Jatimulyo	7°46'27.01"S	110°21'17.42"E	Hulu	Pemukiman, bengkel, Universitas
4	Bumijo	7°46'50.80"S	110°21'29.14"E	Hulu	Pemukiman
5	Kyai Mojo	7°46'58.39"S	110°21'25.45"E	Tengah	Pemukiman,
6	Jembatan Merah	7°47'52.54"S	110°21'18.21"E	Tengah	Pemukiman, toko bisnis, dan pariwisata
7	Ngampilan	7°48'22.68"S	110°21'15.68"E	Tengah	Pemukiman
8	Mantrijeron	7°48'52.34"S	110°21'4.71" E	Tengah	Pemukiman, sawah, dan vegetasi
9	Gedongkiwo	7°49'15.54"S	110°21'3.17"E	Hilir	Pemukiman dan vegetasi
10	Jembatan Winongo	7°49'41.41"S	110°21'6.26"E	Hilir	Pemukiman dan vegetasi
11	Jogonalan Kidul	7°50'1.67"S	110o21'5.84"E	Hilir	Vegetasi
12	Tirtonirmalan	7°50'15.07"S	110°20'59.72"E	Hilir	Pemukiman dan vegetasi

Sungai Winongo mempunyai 3 aliran sungai hulu yaitu Deggung, Doso, dan Duren yang lokasinya berada di Kecamatan Turi. Dibagian hulu aliran Sungai Winongo masih sangat baik kondisinya, dilihat dari adanya pengambilan sumber-sumber mata air yang digunakan untuk kebutuhan komersial di kota. Pada bagian tengah sampai hilir banyak penggunaan lahan aliran Sungai Winongo yang digunakan untuk membuang sampah. Sampah-sampah tersebut ditemukan adanya sampah di pinggir aliran sungai dan banyak pembuangan air limbah dari aktivitas MCK warga yang tinggal di bantaran sungai dan beberapa kegiatan rumah makan, rumah tangga dan pariwisata yang membuang limbah ke aliran Sungai Winongo.

### **3.3 Pengambilan dan Penyimpanan Sampel**

Pada penelitian ini sampel yang digunakan dan diambil adalah sedimen sungai yang ada di Sungai Winongo Yogyakarta. Sampel diambil dari bagian hulu hingga hilir pada pagi hari hingga sore hari. Sampel sedimen diambil menggunakan sekop didasar sungai dengan kedalaman 5 cm. Sampel sedimen yang telah diambil dimasukan dan disimpan di botol berbahan kaca. Sampel sedimen tidak dilakukan pengawetan dikarenakan karakteristik dari sedimen lama terdegradasi.

### **3.4 Jenis dan Variabel Penelitian**

#### **a. Jenis Penelitian**

Jenis penelitian yang dilakukan untuk menganalisis karakteristik fisik dan kimia mikroplastik pada Sedimen di Sungai Winongo Yogyakarta menggunakan metode kualitatif dengan deskriptif yaitu menggunakan data hasil pengolahan untuk menganalisis kejadian yang ada. Metode kualitatif ini didukung dengan hasil dari alat FTIR dalam menganalisis karakteristik mikroplastik setelah itu dilakukan pengujian laboratorium dan akan diolah dengan statistik. Penelitian ini juga memakai metode optimasi beberapa filter untuk melihat fisik mikroplastik menggunakan metode WPO yang selanjutnya dilakukan penyaringan dari beberapa filter yang ada untuk dilihat lebih keakuratan yang mana untuk melihat bentuk polimer di mikroskop dan gugus kimia di FTIR. Filter-filter tersebut adalah Filter Alumina dan Filter *Whattman* Fiber.

#### **b. Variabel Penelitian**

- Variabel Utama

Variable utama pada penelitian ini yaitu identifikasi karakteristik kimia dan fisik.

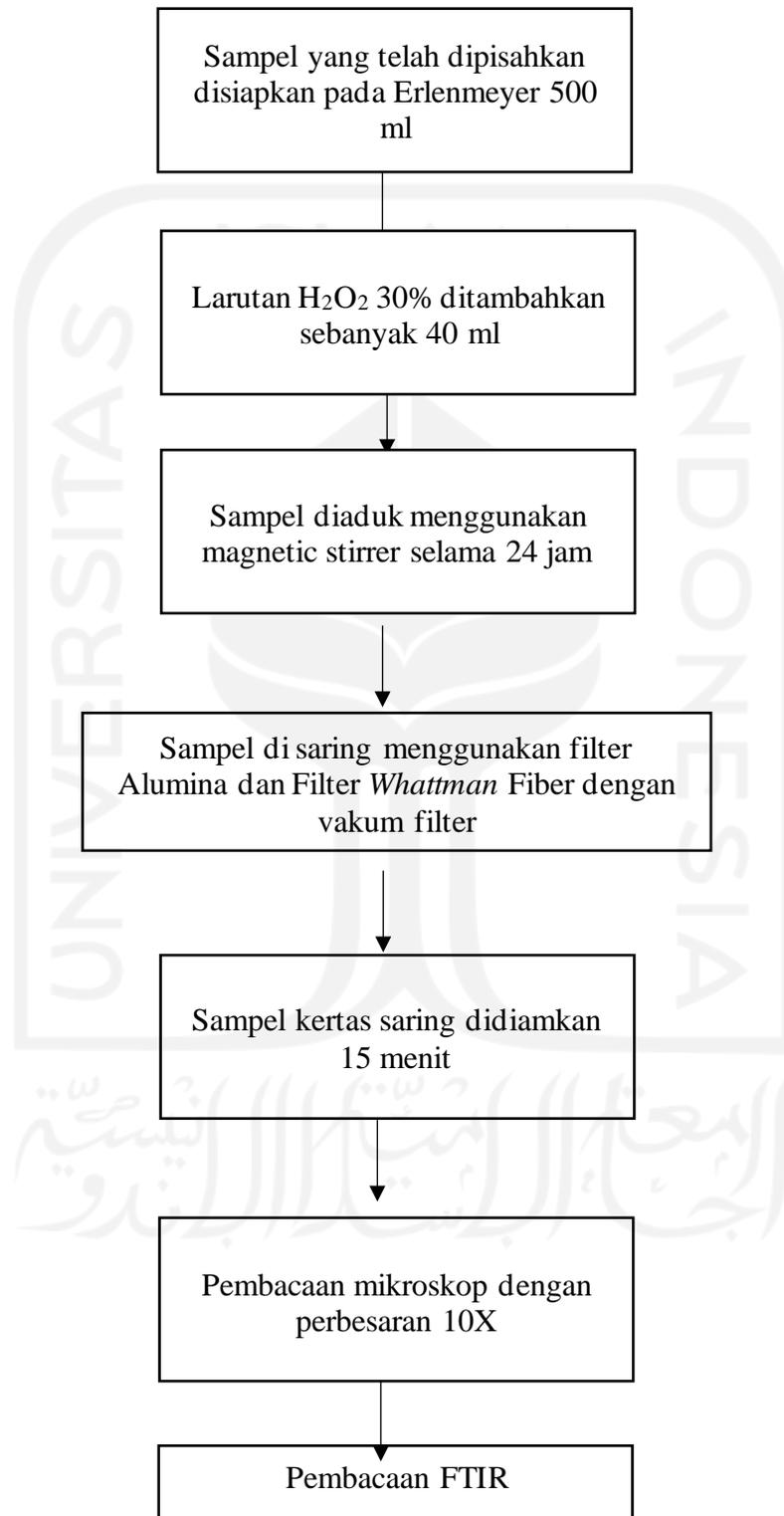
- Variabel Pendukung

Variabel pendukung pada penelitian ini yaitu cuaca serta curah hujan dengan pengamatan langsung maupun dari peta inageoportal.

### 3.5 Analisa Sampel

Pada analisis penelitian ini metode yang digunakan untuk menganalisis sampel mengacu pada jurnal penelitian (Ling Ding et al. 2019). Hal yang dilakukan pertama adalah pengeringan sampel sedimen didalam oven dengan suhu 75°C selama 24 jam. Setelah sampel sedimen kering selama 24 jam kemudian sampel sedimen kering diambil sebanyak 100 gram yang kemudian diletakkan kedalam gelas Erlenmeyer ukuran 500 mL, kemudian sampel tersebut ditambahkan larutan NaCl pekat atau jenuh sebanyak 200 mL untuk pemisahan densitas antara sedimen dan mikroplastik, kemudian sampel diaduk lalu didiamkan 24 jam. Setelah didiamkan 24 jam pisahkan padatan yang mengambang dan buang endapan organik yang terlihat.

Selanjutnya sampel yang telah dipisahkan kemudian dilakukan tahap WPO (*Wet Peroxide Oxidation*). Tahap WPO adalah tahap dimana yang fungsinya untuk menghancurkan bahan organik. Setelah tahap WPO selesai sampel di saring dan dilakukan pengamatan di mikroskop serta FTIR (*Fourier Transform Infrared*) Berikut diagram alir tahap WPO hingga tahap FTIR :



*Gambar 3. 3 Cara Kerja*

### 3.6 Analisa Data

Analisis data dilakukan dengan metode kualitatif dan deskriptif dengan pengolahan data menggunakan diagram atau grafik. Analisis data akan dilaksanakan dengan pengujian laboratorium dengan teknik pengolahan perbandingan beberapa jenis filter dan dipilih mana yang lebih efektif yang kemudian data akan dianalisis menggunakan mikroskop dan pengamatan gugus kimia di FTIR dengan tampilan dalam bentuk diagram panjang gelombang.

Mikroplastik yang ditemukan di sungai setelah dilakukan prosedur WPO dan filter akan dilihat pada FTIR untuk mengetahui jenis polimer nya dengan *software* yang telah terhubung pada FTIR. Pembacaan FTIR dengan adanya interaksi antara energi dan materi *infrared* yang melewati celah ke sampel, dimana celah tersebut mempunyai fungsi untuk mengontrol jumlah energi yang ada di sampel, kemudian inframerah yang diserap oleh sampel di transmisikan sehingga inframerah dapat dilihat dan terukur di komputer serta direkam dalam bentuk puncak-puncak untuk dianalisis. Pembacaan di FTIR menggunakan spektrum dengan kisaran 500-4000  $\text{cm}^{-1}$  pada resolusi 2  $\text{cm}^{-1}$ .

## BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Deskripsi Wilayah Pengambilan Sampel

Wilayah penelitian identifikasi mikropplastik adalah pada sedimen di Sungai Winongo Yogyakarta. Sungai Winongo memiliki aliran sungai bagian hulu di daerah kabupaten Sleman, bagian tengah di Kota Yogyakarta, dan bagian hilir di Kabupaten Bantul. Pengambilan sampel sedimen dilakukan pada 12 titik sebanyak 1 kali pada tanggal 26 Januari 2022. Berikut adalah deskripsi wilayah per titik sampel penelitian :

*Tabel 4. 1 Lokasi Sampling*

Lokasi	Gambar	Keterangan Gambar
Jembatan Jambon		Lokasi titik 1 ada di Jembatan Jambon, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Kondisi aliran sungai tidak terlalu deras dan kondisi dasar sungai cukup berbatu dan berpasir. Kedalaman sungai tidak terlalu dalam sekitar 40 cm – 50 cm. Sekitar sungai ditemukan sampah-sampah dan beberapa vegetasi. Sekitaran sungai juga daerah perumahan yang lumayan padat penduduk dan ada kegiatan antropogenik seperti toko-toko untuk bisnis makanan. Pada sungai ini juga terdapat aktivitas penduduk yang sedang mandi dipinggir sungai dan ada beberapa yang memancing.
Panggung		Lokasi titik 2 ada di Panggungan, Panggungan merupakan desa yang berlokasi di kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Kondisi aliran air sungai disini masih tidak begitu deras, dengan kedalaman sekitar 30 cm – 40 cm. Daerah sekitar ditemukan beberapa tumpukan sampah yang dibuang ke sungai. Kondisi dasar sungai cukup berpasir dan berkerikil. Sungai ini cukup padat penduduk karena disekitarnya banyak rumah-rumah penduduk. Beberapa warga memanfaatkannya untuk mencuci pakaian secara langsung dan mandi di pinggir sungai
Jembatan Jatimulyo		Lokasi titik 3 ada di Jembatan Jatimulyo, Kecamatan tegalrejo, Kota Yogyakarta. Kondisi aliran air sungai cukup deras dan kotor. Sungai ini memiliki kedalaman yang cukup dalam kisaran 60 cm – 70 cm. Sekitaran sungai ini banyak terdapat sampah-sampah dan pipa pembuangan dari rumah penduduk yang langsung dibuang ke sungai. Kondisi dasar sungai sangat berpasir dan lumpur. Pada sungai ini banyak pemukiman yang padat penduduk dan disekitarnya masih dimanfaatkan warga untuk mencuci baju.
Lokasi	Gambar	Keterangan Gambar

Bumijo		<p>Lokasi titik 4 ada di Bumijo, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta. Kondisi Aliran sungai tidak begitu deras, dan kedalamannya cukup dangkal sekitar 20 cm saja. Kondisi sungai banyak batu dan sedikit berpasir. Kondisi disekitar sungai juga ditemukan banyak sampah-sampah terutama dibawah jembatan terdapat tumpukan sampah. Sekitar lokasi sungai khususnya dibawah jembatan ditemukan warga yang sedang menggunakan air sungai untuk mandi.</p>
Kyai Mojo		<p>Lokasi titik 5 ada di Kyai Mojo, Kecamatan Jetis, Kota Yogyakarta. Kondisi aliran sungai cukup deras akan tetapi kedalamannya di sungai ini dangkal. Kondisi lingkungan sekitar sungai terdapat sampah-sampah yang mengalir terbawa arus. Sungai ini masih banyak bebatuan. Disekitaran sungai ditemukan beberapa vegetasi yang tumbuh. Di lokasi ini juga banyak perumahan dan cukup padat penduduk.</p>
Jembatan Merah		<p>Lokasi titik 6 ada di Jembatan Merah, Ngampilan, Kota Yogyakarta. Kondisi aliran sungai cukup deras dengan kedalamannya sekitar 50 cm – 60 cm. Sekitaran sungai ini ditemukan sampah-sampah yang menumpuk akibat aktifitas warga karena disekitar sungai merupakan perumahan dan banyak toko-toko bisnis. Sekitaran sungai juga terdapat beberapa pipa dari perumahan yang mengarah langsung ke sungai dan sekitaran sungai terdapat aktifitas warga dengan mencuci baju dan mandi. Sungai dasar sungai berpasir dan masih banyak bebatuan.</p>

Lokasi	Gambar	Keterangan Gambar
Ngampilan		<p>Lokasi titik 7 ada di Ngampilan, Kota Yogyakarta. Kondisi aliran sungai tidak deras dan kedalamannya sekitar 20 cm – 30 cm saja. Kondisi air sungai ini sangat keruh, berpasir dan banyak lumpur. Sekitaran sungai banyak ditemukan vegetasi yang banyak tumbuh di sungai ini. Banyak limbah rumah tangga dari kegiatan MCK yang langsung dibuang ke sungai ini.</p>
Mantijeron		<p>Lokasi titik 8 ada di Mantijeron, Kota Yogyakarta. Kondisi aliran sungai cukup deras dan kedalamannya sekitar 90 cm – 100 cm. Untuk akses masuk ke sungai tersebut cukup sulit karena melewati rumah-rumah warga yang berdempetan. Disekitaran sungai terdapat vegetasi yang tumbuh dan warga disana mempunyai tambak ikan, banyak warga yang memancing di sungai ini. Kondisi air sangat berpasir dan berlumpur sehingga terlihat sangat keruh, baunya sedikit tidak sedap. Cukup banyak sampah yang berserakan dan terdapat beberapa pipa dari rumah warga sekitar.</p>
Gedongkiwo		<p>Lokasi titik 9 ada di Gedongkiwo, Kecamatan Mantirejon, Kota Yogyakarta. Kondisi aliran sungai sangat deras dengan kedalaman mencapai 100 cm – 150 cm. Kondisi air sungai ini cukup keruh, banyak vegetasi yang tumbuh disekitar sungai. Beberapa warga disekitar sungai memanfaatkan untuk memancing ikan.</p>

Lokasi	Gambar	Keterangan Gambar
Jembatan Winongo		Lokasi titik 10 ada di Jembatan Winongo, Kabupaten Bantul. Kondisi aliran sungai cukup deras dengan adanya 2 kedalaman yang berbeda, ada yang sekitar 10 cm – 20 cm dan ada yang 150 cm – 180 cm. Sekitaran lokasi sungai ini banyak ditemukan vegetasi yang tumbuh dan keadaan sungai ini cukup keruh. Beberapa warga disekitar sungai ini ada yang memanfaatkan untuk mandi dan memancing.
Jogonalan Kidul		Lokasi titik 11 ada di Jogonalan Kidul, Kabupaten Bantul. Kondisi aliran di sungai ini tidak deras dan memiliki kedalaman yang cukup dalam sekitar 150 cm – 160 cm. Kondisi air di sungai ini cukup keruh, terdapat pasir dan lumpur. Beberapa warga banyak membuang limbah ke sungai. Sekitaran sungai banyak ditemukan sampah dan vegetasi yang tumbuh.
Tirtonimalan		Lokasi titik 12 ada di Tirtonirmalan, Kabupaten Bantul. Kondisi aliran sungai ini tidak deras dan memiliki kedalaman sekitar 150 cm – 160 cm. Kondisi air di sungai ini sangat keruh, bau, dan kotor serta dasar sungai yang memiliki banyak lumpur dan pasir. Sungai ini padat penduduk sehingga banyak perumahan dipinggir sungai yang limbah dari rumah mereka langsung dibuang ke sungai. Warga disana juga memiliki tambak ikan berupa kotak kayu dan juga banyak bisnis makanan didaerah sungai.

#### 4.2 Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian saat ini peneliti melakukan penelitian pendahuluan dengan menggunakan sampel *dummy*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui metode terbaik yang akan digunakan pada sampel asli. Penelitian pendahuluan ini akan dijelaskan lebih detail dibawah ini :

#### **4.2.1 Pertimbangan Penelitian Sebelumnya**

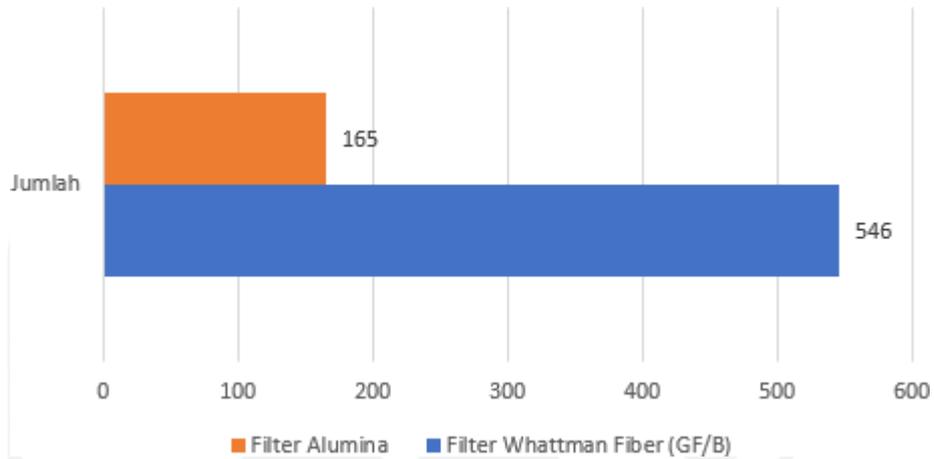
Pada pengujian yang dilakukan oleh Dhaifan, (2021) digunakan Filter *Whattman* Fiber (GF/B) yang berdiameter 4,7 mm dan juga berbahan dasar fiber berserat, diameter tersebut mudah digunakan dikarenakan ukurannya sama dengan ukuran diameter *vacuum* dalam tahap penyaringan, akan tetapi untuk diameter tersebut sulit digunakan pada saat identifikasi di mikroskop dikarenakan permukaan filter cukup besar. Hal tersebut, peneliti memodifikasi filter ukuran 4,7 mm tersebut menjadi 2,5 mm pada penelitian pendahuluan ini. Pada penelitian pendahuluan ini juga digunakan filter Alumina yang berbahan dasar plastik dan mempunyai permukaan yang licin, filter Alumina memiliki ukuran 2,5 mm. Diameter yang kecil memudahkan dalam mengumpulkan mikroplastik yang ada. Pada penelitian ini juga dilakukan penambahan  $H_2O_2$  (*Hydrogen Peroxide*) 30% lebih banyak sebesar 40 ml dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Dhaifan, (2021) hanya sebesar 20 ml. Menurut Hantoro et al. (2020) penambahan  $H_2O_2$  (*Hydrogen Peroxide*) yang jumlahnya banyak akan mempengaruhi kejernihan sampel yang ada sehingga mudah teridentifikasi. Dari penjelasan di tersebut, peneliti memutuskan untuk menggunakan Filter *Whattman* Fiber (GF/B) yang dimodifikasi menjadi diameter 2,5 mm dan Filter Alumina berdiameter 2,5 mm, serta penambahan  $H_2O_2$  (*Hydrogen Peroxide*) 30% sebanyak 40 ml.

#### **4.2.2 Hasil Penelitian Pendahuluan**

Pada penelitian ini titik sampel yang digunakan adalah bagian hulu dan hilir, diambil 1 titik saja di masing-masing hulu dan hilir, kemudian hasil yang ditemukan telah dirangkum menjadi 1. Dari hasil didapatkan jumlah partikel mikroplastik dan jenis mikroplastik berupa Fiber, Foam, Fragmen, Film, dan Granula. Berikut hasil dari perbandingan 2 filter yang dilakukan peneliti :

#### A. Berdasarkan Jumlah

Pada penelitian sampel *dummy* ini didapatkan hasil mikroplastik yang terlihat pada mikroskop berdasarkan jumlah mikroplastik, berikut hasil pengamatannya :

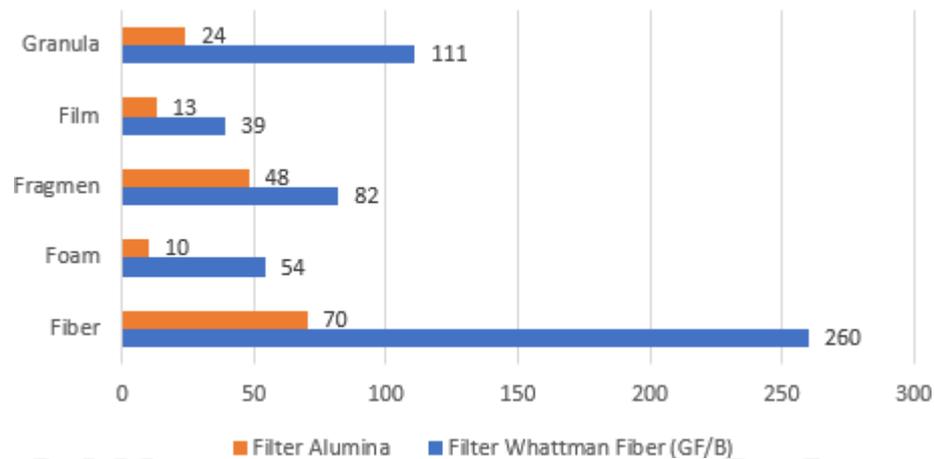


Gambar4. 1 Perbandingan Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Pada **Gambar 4.1** terlihat bahwa perbedaan jumlah mikroplastik yang didapatkan keseluruhan pada filter *Whattman* Fiber (GF/B) sangat banyak dengan jumlah 546 partikel. Kemudian pada filter alumina jumlah mikroplastik yang ada hanya sebanyak 165 partikel.

#### B. Berdasarkan Jenis

Adapun penelitian sampel *dummy* ini juga didapatkan hasil mikroplastik yang terlihat pada mikroskop berdasarkan jenis mikroplastik, jenis-jenis mikroplastik yang didapatkan adalah Fiber, Foam, Fragmen, Film, dan Granula. Berikut hasil pengamatan berdasarkan jenis :



Gambar4. 2 Perbandingan Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Pada **Gambar 4.2** terlihat bahwa Filter *Whattman* Fiber (GF/B) memiliki jenis mikroplastik paling banyak adalah jenis mikroplastik Fiber sebesar 260 partikel sedangkan pada Filter Alumina jenis mikroplastik fiber hanya sebesar 70 partikel. Kemudian terlihat bahwa dari jenis mikroplastik yang lain filter *Whattman* Fiber (GF/B) memiliki jumlah jenis sangat banyak dan sangat dominan dibandingkan dengan filter Alumina. Hal tersebut, dipengaruhi oleh Filter *Whattman* Fiber (GF/B) memiliki tekstur filter yang seperti serabut sehingga mudah menangkap mikroplastik-mikroplastik yang ada, dan pada pembacaan mikroskop jadi mudah terbaca dan terlihat dengan jelas. Pada filter Alumina sendiri memiliki tekstur yang seperti kertas serta memiliki tekstur permukaan yang licin sehingga mikroplastik yang disaring tidak mudah terperangkap dan terjatuh melewati filter.

Pada penelitian sampel *dummy* ini peneliti mengambil kesimpulan berdasarkan pengamatan pada mikroskop. Kesimpulan peneliti adalah dengan menggunakan Filter *Whattman* Fiber (GF/B) jumlah mikroplastik dan jenis mikroplastik yang diamati di mikroskop sangat terlihat jelas serta mudah diidentifikasi. Sedangkan dengan sampel yang sama kemudian di saring dengan filter Alumina, mikroplastik yang ada pada sampel terlihat sangat sedikit karena kekurangan filter Alumina yang permukaannya licin sehingga sulit dan hanya sedikit mikroplastik yang terperangkap di filter. Pada penelitian sampel

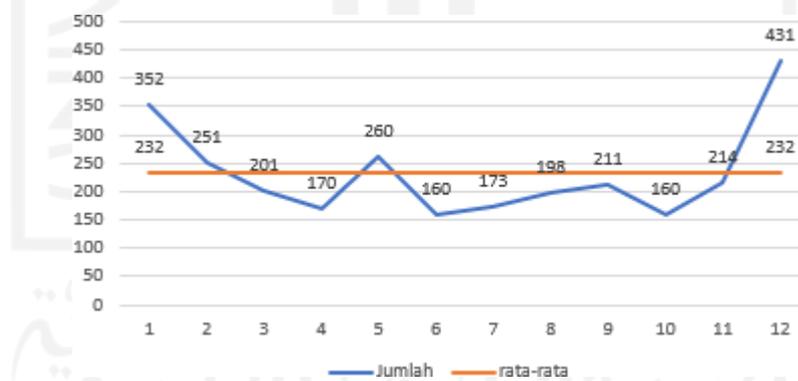
*dummy* kali ini, peneliti menggunakan Filter Fiber Whattman (GF/B) untuk penelitian selanjutnya menggunakan sampel asli yaitu dengan 12 titik sampel. Peneliti juga menggunakan Filter Alumina untuk perbandingan di akhir dengan menggunakan 3 sampel saja yaitu bagian hulu, hilir, dan tengah sungai.

#### 4.3.1 Identifikasi Mikroplastik menggunakan Filter *Whattman Fiber* (GF/B)

Filter pertama yang digunakan untuk pengamatan mikroplastik lebih lanjut adalah filter *whattman fiber* (GF/B). Hasil pengamatan mikroplastik menggunakan filter ini telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya di sungai yang sama. Perbandingan hasil mikroplastik yang dilakukan oleh Dhaifan (2021) pada sedimen Sungai Winongo adalah lebih sedikit mikroplastik yang ditemukan dibandingkan dengan penelitian ini. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh proses WPO yang dimana penambahan larutan  $H_2O_2$  (*Hydrogen Peroxide*) 30% sangat kurang yang menyebabkan sampel tidak menjadi jernih dan tidak semua organik di dalam sampel hilang. Oleh sebab itu saat pembacaan mikroskop mikroplastik nya tidak terlihat semua.

a. Berdasarkan Jumlah

Pada penelitian ini setelah dilihat dari mikroskop didapatkan hasil dengan jumlah keseluruhan mikroplastik di tiap titik sampel. Berikut adalah hasil pengamatan:



Gambar4. 3 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Pada hasil pengamatan mikroplastik menggunakan mikroskop didapatkan titik 12 paling banyak teridentifikasi mikroplastik dikarenakan berada dibagian hilir yang dimana bagian hilir adalah tempat aliran terakhir ujung sungai. Semua sampah serta limbah dari bagian hulu dapat mengalir dan tertampung pada bagian hilir sungai. Sekitaran hilir sungai seperti yang sudah dijelaskan lebih banyak daerah pemukiman dengan padat penduduk yang air limbah dari rumah mereka langsung dibuang ke

sungai. Jumlah mikroplastik yang ada di atas rata-rata ada pada titik 1, titik 5, dan titik, 12, titik yang lain berada dibawah rata-rata, perbedaan tersebut dipengaruhi oleh kondisi titik disekitar lokasi. Menurut Alam (2019) faktor lain yang memungkinkan adanya perbedaan jumlah mikroplastik ditiap sampel adalah aliran air sungai yang tidak begitu deras dapat mengakumulasi sedimen dan mengendap ke dasar sungai dengan baik, selain itu kekeruhan air juga memungkinkan mengandung mikroplastik dalam jumlah banyak. Menurut Ayuningtyas (2019) curah hujan juga mempengaruhi perbedaan mikroplastik di tiap titik sampel.

Pada penelitian ini titik 6 dan 10 yang merupakan bagian tengah dan hilir sungai memiliki jumlah mikroplastik paling rendah. Perbedaan bagian hilir di titik 10 dan titik 12 sangat signifikan hal ini dapat disebabkan oleh sekitaran sungai dengan banyak atau tidaknya aktivitas antropogenik disekitar titik pada sungai tersebut. Seperti penelitian oleh Ding et al. (2019) jumlah mikroplastik di hilir dengan 2 titik yang berbeda memiliki perbedaan hasil kandungan mikroplastik, kandungan mikroplastik yang banyak didapatkan pada lokasi yang padat penduduk dan adanya area pertanian serta toko-toko bisnis. Seperti yang telah dijelaskan kondisi sungai di titik 10 aliran cukup deras berbeda dengan kondisi sungai di titik 12 yang tidak deras dan juga memungkinkan area sungai yang memiliki banyak toko bisnis makanan menimbulkan mikroplastik seperti pada titik 12 sehingga dari toko bisnis makanan tersebut membuang plastic yang akan menimbulkan mikroplastik . Menurut Nizzetto et al. (2016) perbedaan aliran sungai mempengaruhi jumlah mikroplastik karena di aliran yang tenang dapat mempermudah pengendapan mikroplastik.

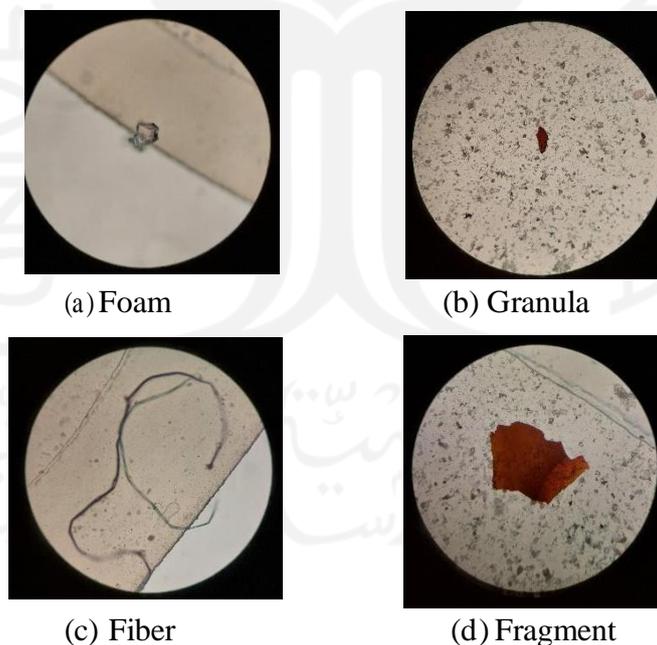
Pada penelitian Dhaifan, (2021) ditemukan jumlah mikroplastik keseluruhan mikroplastik adalah 698 partikel, sedangkan jika dibandingkan dengan penelitian ini ditemukan jumlah mikroplastik keseluruhan sebesar 2781 partikel. Faktor yang mempengaruhi perbedaan tersebut adalah waktu pengambilan sampel dan cuaca. Pada penelitian ini sampel diambil pada saat cuaca yang cukup berawan. Faktor lain yang mempengaruhi adalah penambahan  $H_2O_2$  (*Hydrogen Peroxide*) 30% yang telah dijelaskan sebelumnya di penelitian pendahuluan. Penambahan tersebut membuat sampel pada penelitian saat ini lebih jernih sehingga mudah diidentifikasi.

Adapun jumlah mikroplastik pada sedimen juga dipengaruhi oleh jenis sedimen. Jenis sedimen lumpur biasanya memiliki korelasi positif dengan kelimpahan

mikroplastik dibanding jenis sedimen kerikil dan sedimen pasir. Sedimen lumpur memiliki kepadatan dan kerapatan yang lebih padat dibanding sedimen pasir dan kerikil sehingga mikroplastik lebih mudah ditemukan di sedimen lumpur. Sedimen pasir dan kerikil memiliki banyak rongga yang lebih besar dari ukuran mikroplastik (Ling et al., 2017). Pada penelitian kali ini jenis sedimen di hilir memiliki jenis sedimen lumpur sehingga mikroplastik paling banyak ditemukan dibagian hilir.

b. Berdasarkan Jenis

Pada penelitian ini didapatkan hasil mikroplastik yang muncul dalam berbagai bentuk dan jenis di tiap sampel nya. Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah *fiber*, *foam*, *fragment*, *film*, dan *granula*. Pada **Gambar 4.7** ditemukan bahwa persentase mikroplastik jenis fiber yang paling mendominasi saat ditemukan di dalam sampel sebesar 49% dan yang paling sedikit adalah jenis foam dan film sebesar 10% saja. Berikut adalah gambar beberapa jenis mikroplastik yang terlihat di mikroskop saat meneliti sampel :



*Gambar4. 4 Jenis Mikroplastik*

Menurut Ling Ding et al. (2019) fiber merupakan jenis mikroplastik yang mempunyai bentuk seperti benang dan ukuran yang panjang. Karena adanya oksidasi

jangka panjang di lingkungan hal tersebut mempengaruhi permukaan fiber yang terlihat kasar dan retak. Menurut Alam et al. (2019) fiber banyak ditemukan karena sekitaran sungai yang padat penduduk masih memanfaatkan kegiatan mencuci baju, mandi dan memancing menggunakan jarring. Hal tersebut merupakan faktor-faktor yang menimbulkan banyaknya mikroplastik jenis fiber di perairan.

Menurut Ling Ding et al. (2019) fragmen merupakan jenis mikroplastik yang memiliki bentuk seperti sobekan plastik besar dan memiliki pori-pori yang banyak. Sifat fragment adalah dapat menyerap ion logam. Faktor yang dapat menimbulkan mikroplastik jenis fragmen di lokasi sampling adalah fragmentasi cat dan sampah plastik yang berasal dari pembungkus makanan.

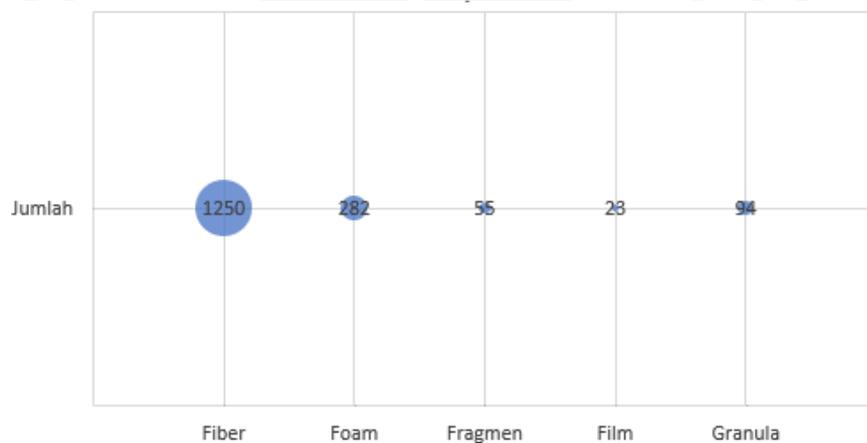
Menurut Ling Ding et al. (2019) film merupakan jenis mikroplastik yang mempunyai tekstur sangat rapuh dan juga tipis. Bentuk dari film sendiri tidak beraturan dan memiliki retak di permukaan yang jelas. Film sendiri mempunyai tingkat penuaan lebih besar dari pada fiber, fragmen, foam, dan granula.

Menurut Ling Ding et al. (2019) granula merupakan jenis mikroplastik yang mempunyai bentuk bulat ataupun silinder. Faktor yang mempengaruhi adanya granula di sedimen adalah dari produk-produk kecantikan yang memiliki bahan plastik. Granula memiliki pori-pori yang banyak karena disebabkan oleh pengaruh lingkungan sekitar.

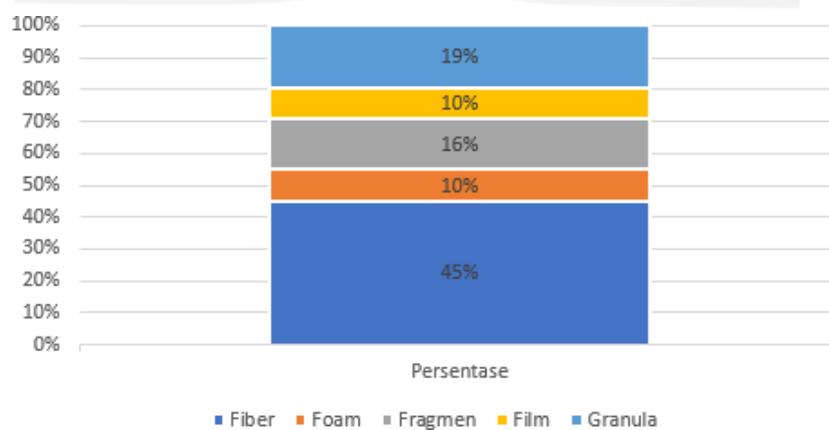
Menurut Ling Ding et al. (2019) foam merupakan jenis mikroplastik yang mempunyai tekstur sangat rapuh atau lunak dan biasanya berwarna bening dengan bentuk bulat tak beraturan. Foam sendiri berasal dari pembungkus makanan berbahan dasar plastik sama seperti mikroplastik jenis fragmen.

Titik 1	196	32	39	15	70
Titik 2	92	35	44	24	56
Titik 3	74	26	38	27	41
Titik 4	51	40	28	24	32
Titik 5	91	18	59	38	59
Titik 6	56	18	39	28	19
Titik 7	65	17	34	39	18
Titik 8	84	18	48	37	21
Titik 9	108	13	24	9	57
Titik 10	86	17	20	6	31
Titik 11	125	16	20	9	44
Titik 12	222	37	55	28	94
Jumlah	1250	282	433	274	542
	Fiber	Foam	Fragmen	Film	Granula

Gambar4. 5 Mikroplastik Berdasarkan Jenis Per Titik



Gambar4. 6 Total Mikroplastik Berdasarkan Jenis



Gambar4. 7 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Pada penelitian ini didapatkan hasil pengamatan menggunakan mikroskop terlihat di **Gambar 4.7** bahwa hampir diseluruh titik sampel jenis mikroplastik yang paling dominan adalah jenis fiber dan yang paling sedikit adalah mikroplastik jenis film. **Pada Gambar 4.6** didapatkan fiber dengan hasil total seluruh titik sampel sebesar 1250 partikel, hasil foam sebesar 282 partikel, hasil fragmen sebesar 433 partikel, hasil film sebesar 274 partikel dan hasil granula sebesar 542 partikel. Jenis mikroplastik yang banyak di temukan ada di titik ke 12 yaitu bagian hilir. Terlihat pada **Gambar 4.5** bahwa fiber di titik 12 memiliki jumlah sebesar 222 partikel, foam di titik 12 sebesar 37 partikel, fragmen di titik 12 sebesar 55 partikel, film di titik 12 sebesar 23 partikel, dan granula di titik 12 sebesar 94 partikel.

Pada titik ke 12 yaitu dibagian hilir, sekitaran sungai merupakan sekitaran padat penduduk. Aktivitas sekitaran sungai di titik 12 lebih banyak daripada titik yang lain. Warga disana juga memanfaatkan sungai untuk memancing dan mencuci baju. Pada penelitian Dhaifan, (2021) ditemukan jenis mikroplastik fiber dengan total 138 partikel saja sedangkan pada penelitian ini ditemukan mikroplastik jenis fiber sebesar 1250 partikel Menurut Cordova et al. (2019) alat pancing seperti jarring ataupun senar pancing yang dibuang atau ditinggalkan disekitar lokasi titik sampel dapat menimbulkan mikroplastik jenis fiber. Adapun faktor lain yang mempengaruhi perbedaan hasil penelitian saat ini dan penelitian sebelumnya sama seperti yang sudah dijelaskan pada sub bab sebelumnya.

Dapat dilihat pada **Gambar 4.7** persentase terbesar ada di mikroplastik jenis fiber sebesar 45% dan persentase terkecil ada mikroplastik jenis foam dan film sebesar 10%. Akan tetapi dalam segi jumlah film lebih sedikit dari pada foam, dari hasil pengamatan foam mempunyai jumlah sebesar 282 partikel diseluruh titik sampel, sedangkan film mempunyai jumlah sebesar 274 partikel diseluruh titik sampel. Dari hasil pengamatan tersebut menurut Hernandez et al. (2017) aktivitas mencuci baju dapat menghasilkan serat yang nantinya akan menimbulkan mikroplastik jenis fiber, sehingga di lokasi penelitian terdeteksi jenis fiber yang paling banyak ditemukan.

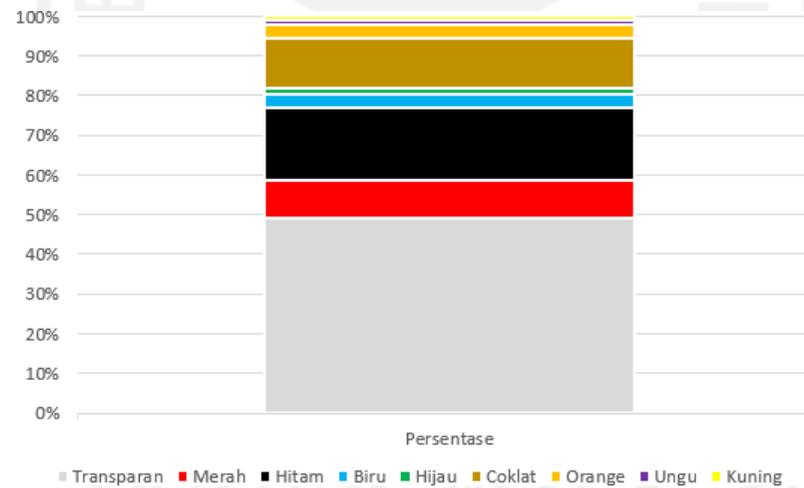
c. Berdasarkan Warna

Pada pengamatan mikroplastik di mikroskop jenis-jenis mikroplastik yang ditemukan ada dalam berbagai macam warna mulai dari warna merah, hitam, biru, hijau, coklat, orange, ungu, kuning, hingga transparan. Hal tersebut menurut Browne (2015) perbedaan warna pada jenis mikroplastik dipengaruhi oleh waktu lama atau tidaknya mikroplastik tersebut terpapar sinar matahari.

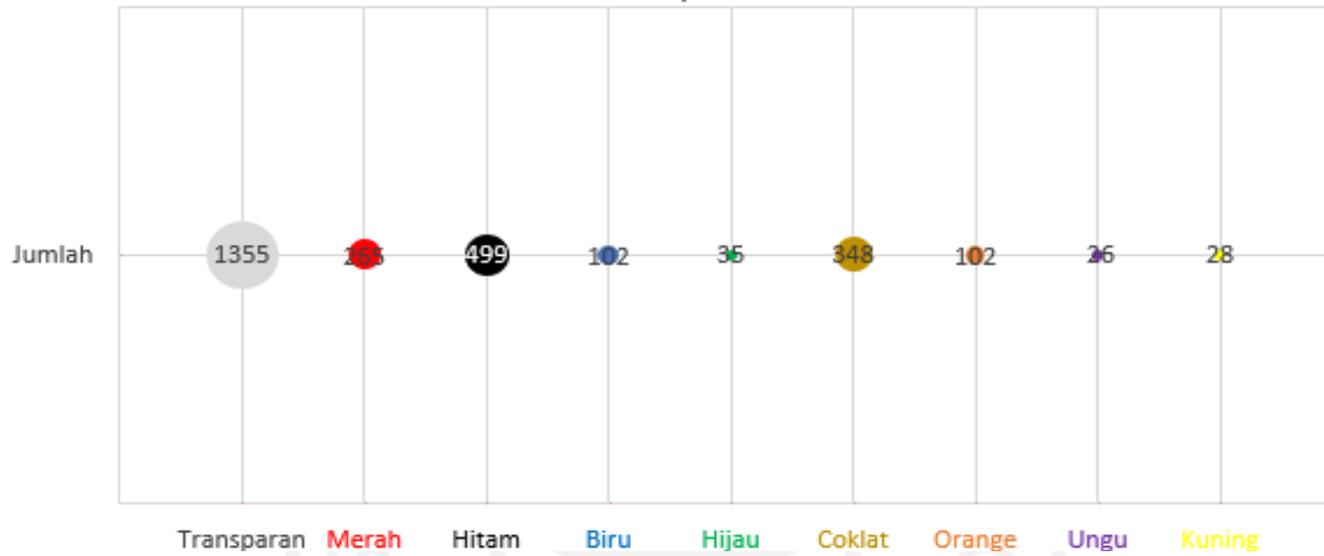


Transparan	198	116	89	70	131	88	89	86	72	89	92	235	1355
Merah	24	36	19	21	27	14	4	14	26	19	19	42	265
Hitam	54	66	30	22	49	17	25	28	78	15	56	70	499
Biru	22	11	6		7	5	9	6	8	3	12	18	102
Hijau	9		2	1	8	4	1	1	1	1	3	4	35
Coklat	28	15	37	38	57	28	39	16	16	10	22	52	348
Orange	9	7	16	10	6	9	6	9	6	11	4	9	102
Ungu	10	3	1						3	3	4	2	26
Kuning	1		1	5	1	2		1	5	6	2	4	28
	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3	Sampel 4	Sampel 5	Sampel 6	Sampel 7	Sampel 8	Sampel 9	Sampel 10	Sampel 11	Sampel 12	Jumlah

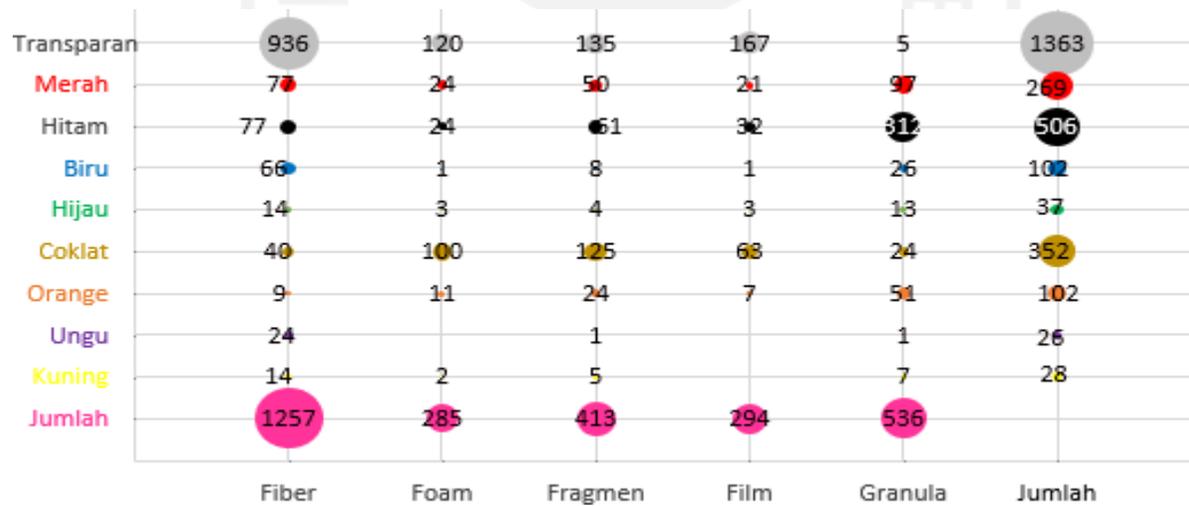
Gambar4. 8 Mikroplastik Berdasarkan Warna Per Titik



Gambar4. 9 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Warna



Gambar4. 10 Total Mikroplastik Berdasarkan Warna



Gambar4. 11 Perbandingan Jenis dan Warna Mikroplastik

Pada pengamatan warna mikroplastik di mikroskop (**Gambar 4.8** dan **Gambar 4.9**) terlihat warna transparan atau bening lebih sangat banyak dari pada warna yang lain. Total keseluruhan warna transparan sebesar 1355 partikel dengan persentase 49%, Menurut Febriani et al. (2020) warna cerah dan warna pekat yang timbul pada mikroplastik belum mengalami masa discolouring atau bisa disebut perubahan warna yang signifikan akibat lingkungan. Warna transparan sangat mendominasi di tiap jenis mikroplastik dan juga di tiap titik sampel yang di uji dengan persentase sebesar 49%.

Pada **Gambar 4.11** adalah pengamatan warna pada jenis mikroplastik di titik sampel. Pada hasil pengamatan tersebut terlihat dari jumlah berdasarkan jenis sebelumnya jenis mikroplastik paling banyak adalah fiber, kemudian pada hasil pengamatan di **Gambar 4.11** warna yang muncul di mikroplastik jenis fiber paling banyak adalah warna transparan dengan jumlah warna sebesar 936 partikel dan fiber warna orange paling sedikit dengan jumlah warna sebesar 9 partikel. Pada mikroplastik jenis foam paling banyak adalah warna transparan dengan jumlah warna sebesar 120 partikel dan foam warna ungu paling sedikit karena tidak ditemukan sama sekali warna tersebut pada mikroplastik jenis foam. Pada mikroplastik jenis fragmen warna paling banyak adalah warna transparan dengan jumlah 135 partikel dan fragmen warna ungu paling sedikit dengan jumlah warna sebesar 1 partikel. Pada mikroplastik jenis film warna yang paling banyak adalah warna transparan dengan jumlah warna sebesar 167 partikel dan film warna ungu serta kuning yang paling sedikit karena hampir tidak ditemukan warna tersebut. Pada mikroplastik jenis granula warna yang paling banyak adalah warna hitam dengan jumlah warna sebesar 312 partikel dan granula warna ungu paling sedikit dengan jumlah warna sebesar 1 partikel.

Pada penelitian Dhaifam, (2021) warna yang paling banyak ditemukan pada mikroplastik adalah warna hitam sedangkan pada penelitian ini warna paling banyak yang ditemukan adalah transparan. Menurut Massos (2017) logam berat menjadi salah satu faktor terjadinya pewarnaan pada mikroplastik. Ketika plastik dibuat penambahan logam berat akan mempengaruhi pada masa degradasi. Warna transparan di sebabkan karena tidak adanya kontaminan dari berbagai macam sumber yang mampu menambahkan pewarnaan pada mikroplastik seperti ban kendaraan yang memberi efek warna hitam dan tumpahan dari cat yang terkelupas memberi efek warna putih atau cerah. Menurut Pedrotti et al. (2014) jenis polimer *polypropylene* (PP) banyak ditemukan pada fiber berwarna

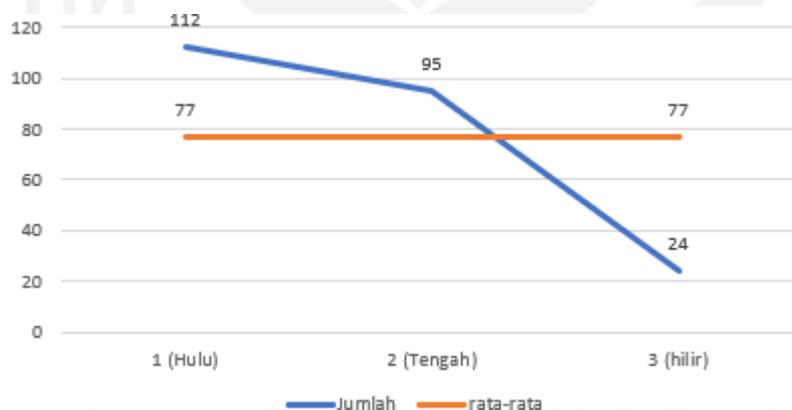
transparan, warna transparan juga dapat mengidentifikasi berapa lama mikroplastik mengalami proses fotodegradasi oleh sinar UV. Adapun faktor lain yang membedakan pada penelitian sebelumnya dan saat ini telah dijelaskan di sub bab sebelumnya.

#### 4.3.2 Identifikasi Mikroplastik menggunakan Filter Alumina

Filter kedua yang digunakan untuk pengamatan mikroplastik lebih lanjut adalah filter Alumina. Filter Alumina menggunakan perwakilan 1 titik sampel disetiap bagian hulu sungai, tengah sungai, dan hilir sungai. Hal tersebut hanya dilakukan untuk perbandingan pada saat proses analisis di alat FTIR. Filter Alumina mempunyai ukuran 25mm sehingga lebih kecil daripada filter *Whattman Fiber* (GF/B). Perlakuan sampel untuk di saring di filter alumina sama dengan filter fiber dengan menggunakan penambahan  $H_2O_2$  (*Hydrogen Peroxide*) 30% lebih banyak 40 ml sehingga hasil sampel lebih jernih dan organik lebih banyak yang hilang.

a. Berdasarkan Jumlah

Pada penelitian ini setelah dilihat dari mikroskop didapatkan hasil dengan jumlah keseluruhan mikroplastik di tiap titik sampel. Berikut adalah hasil pengamatan:



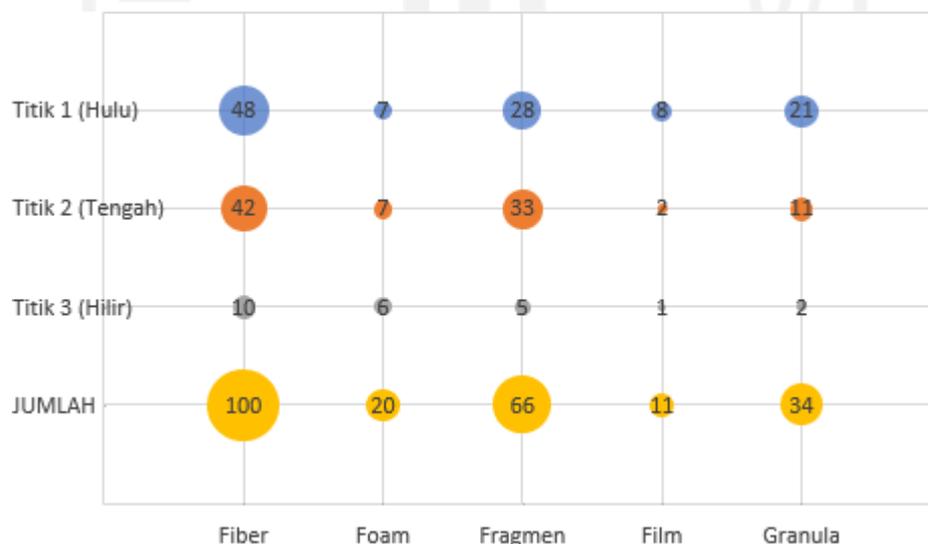
Gambar 4.12 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Pada **Gambar 4.12** jumlah mikroplastik yang ada di atas rata-rata adalah bagian hulu dan tengah sedangkan bagian hilir berada di bawah rata-rata. Faktor yang mempengaruhi salah satunya adalah kondisi lingkungan di titik tersebut yang berbeda-beda, dan karena bahan dari filter alumina ini memiliki permukaan licin sehingga memungkinkan mikroplastik tidak terperangkap semua ke dalam filter. Mikroplastik pada titik 1 didapatkan jumlah sebesar 112 partikel/100 gram sedimen, pada titik 2 didapatkan jumlah sebesar 95 partikel/100 gram sedimen,

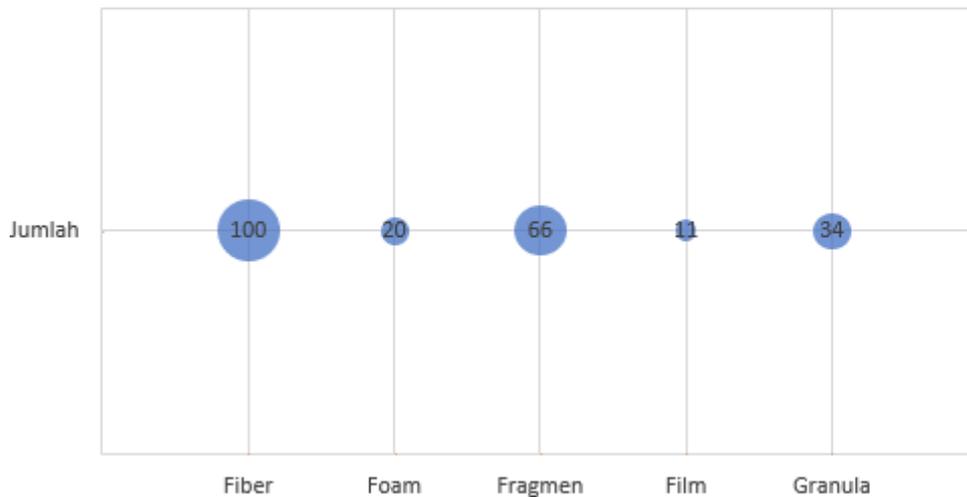
pada titik 3 didapatkan jumlah sebesar 24 partikel/100 gram sedimen. Dari hasil pengamatan tersebut diketahui bahwa jumlah mikroplastik paling banyak ada di titik 1 yaitu bagian hulu, sedangkan jumlah mikroplastik paling sedikit ada di titik 3 yaitu bagian hilir. Hasil jumlah mikroplastik di filter alumina berbeda dengan hasil jumlah mikroplastik di filter fiber. Pada filter alumina jumlah paling banyak berada di titik 1 bagian hulu sedangkan pada filter fiber jumlah paling besar berada di titik 12 bagian hilir. Hal tersebut dapat dipengaruhi pada saat pengamatan mikroskop dengan permukaan filter fiber dan filter alumina yang berbeda tekstur. Filter fiber memiliki tekstur seperti kapas berserat dan filter alumina memiliki tekstur seperti plastik yang sangat tipis dan mudah rentan akan tetapi filter alumina tidak memiliki tekstur yang berserat sehingga permukaan filter alumina sangat halus.

b. Berdasarkan Jenis

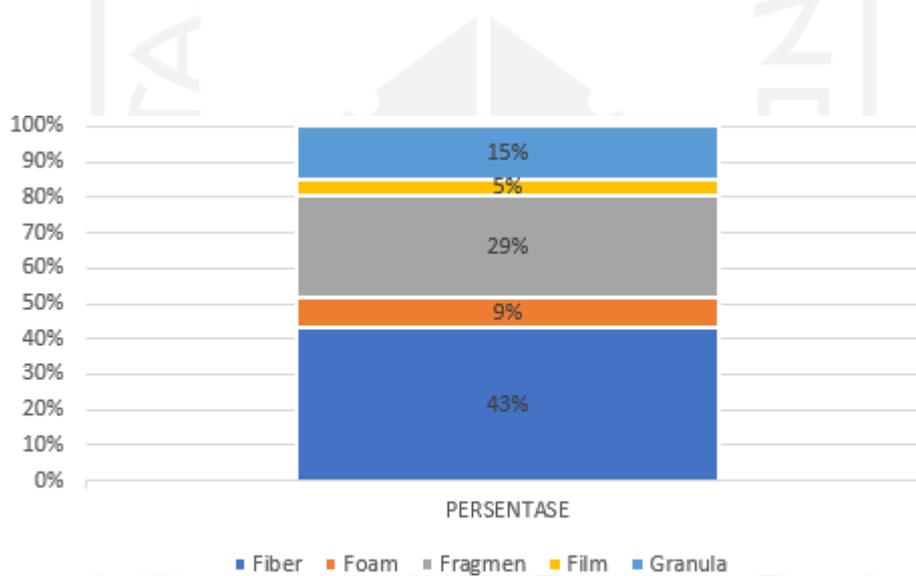
Dengan menggunakan filter alumina mikroplastik yang muncul ada dalam berbagai bentuk dan jenis di tiap sampel nya. Jenis mikroplastik yang ditemukan adalah *fiber*, *foam*, *fragment*, *film*, dan *granula*. Pada **Gambar 4.15** ditemukan bahwa persentase mikroplastik jenis fiber yang paling mendominasi saat ditemukan di dalam sampel sebesar 43% dan yang paling sedikit adalah jenis film sebesar 5% saja.



Gambar4. 13 Mikroplastik Berdasarkan Jenis Per Titik



Gambar4. 14 Total Mikroplastik Berdasarkan Jenis



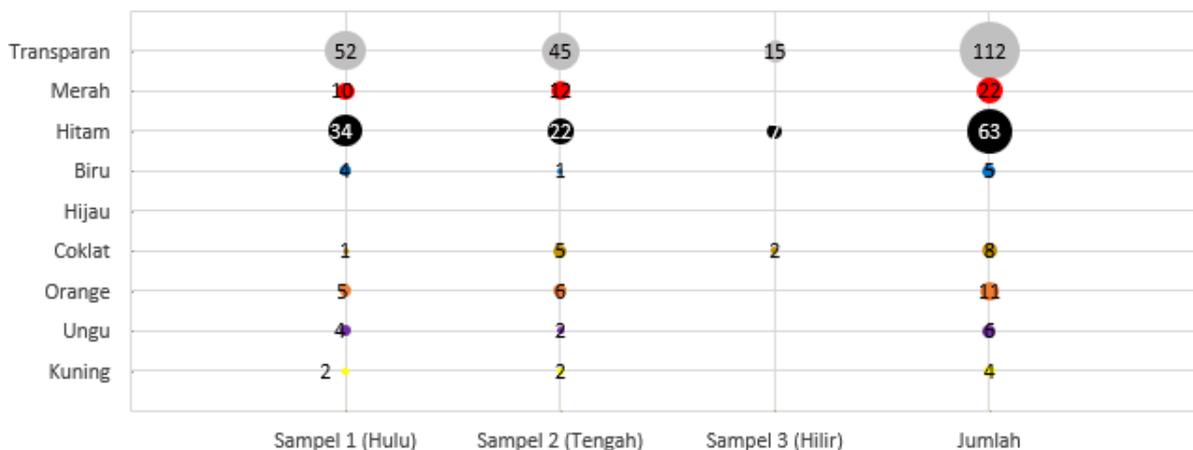
Gambar4. 15 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Pada **Gambar 4.13** terlihat bahwa mikroplastik jenis fiber mendominasi di setiap titik. Terlihat pada **Gambar 4.14** mikroplastik jenis film ditemukan paling rendah untuk total gabungan dari 3 titik sampel. Pada (**Gambar 4.14 dan Gambar 4.15**) mikroplastik paling besar yang ditemukan adalah jenis fiber dengan total sebesar 100 partikel dengan persentase 43%. Sedangkan mikroplastik paling kecil yang ditemukan adalah mikroplastik jenis film dengan total sebesar 11 partikel dengan persentase 5%. Mikroplastik jenis fiber mendominasi paling banyak sedangkan mikroplastik jenis film paling sedikit. Seperti yang telah dijelaskan pada bagian filter fiber bahwa pengaruh aktivitas disekitaran lokasi sampel dapat mempengaruhi jenis mikroplastik. Adapun

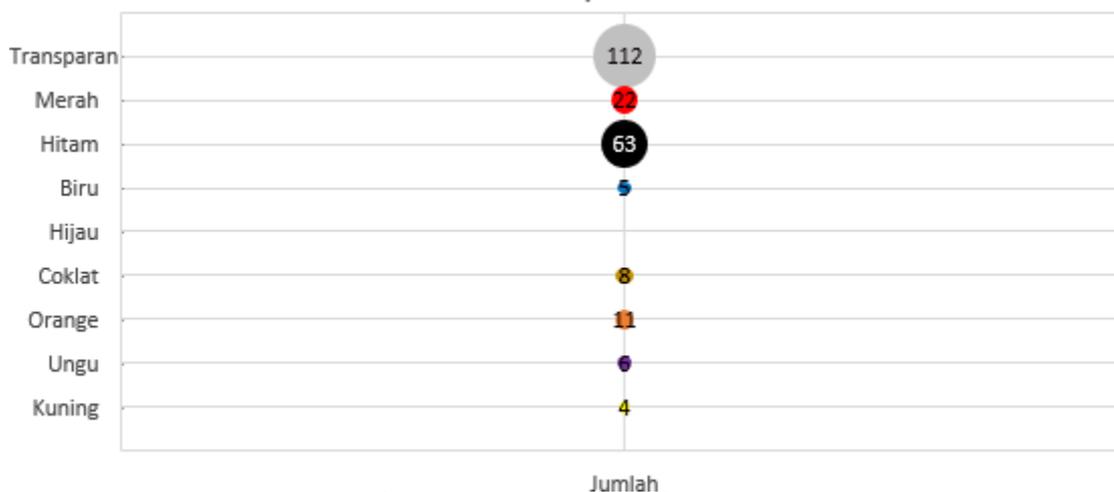
faktor lain adalah dengan ditemukannya jumlah mikroplastik yang sedikit pada sub bab sebelumnya maka jenis mikroplastik yang ditemukan juga lebih sedikit jumlahnya.

c. Berdasarkan Warna

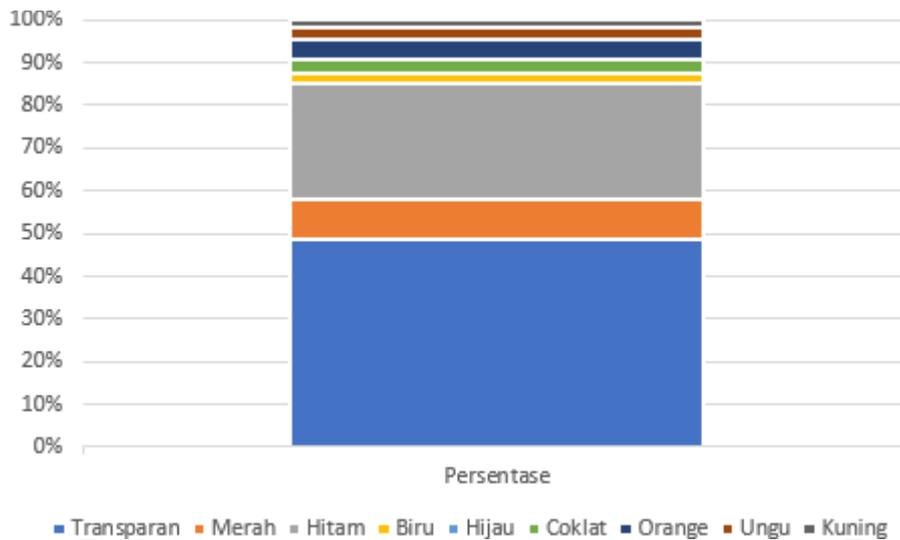
Dengan menggunakan filter alumina dan pengamatan mikroplastik pada mikroskop jenis-jenis mikroplastik ditemukan ada dalam berbagai macam warna mulai dari warna merah, hitam, biru, hijau, coklat, orange, ungu, kuning, hingga transparan.



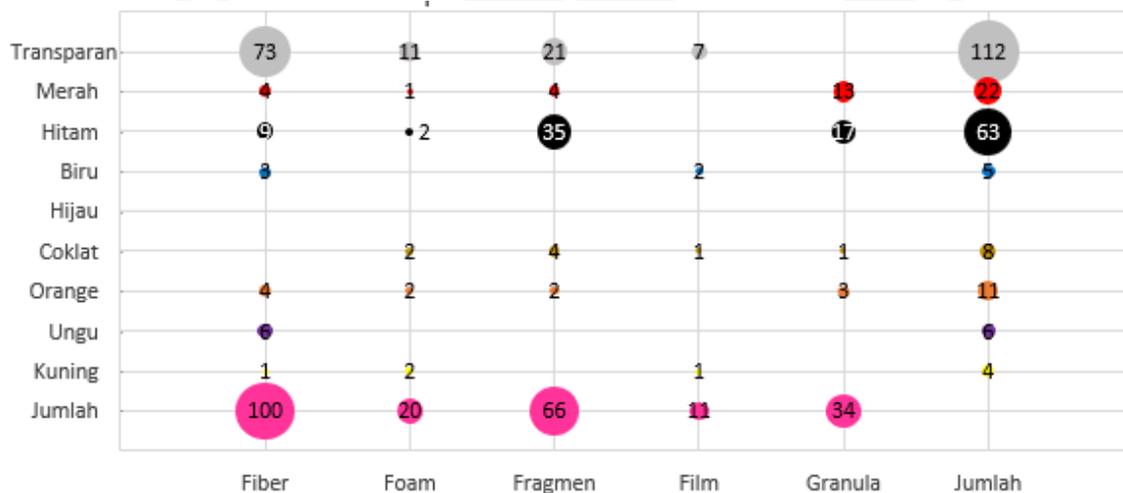
Gambar4. 16 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna Per Titik



Gambar4. 17 Total Mikroplastik Berdasarkan Warna



Gambar 4. 18 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Warna



Gambar 4. 19 Perbandingan Jenis dan Warna Mikroplastik

Pada **Gambar 4.16** terlihat warna transparan sangat mendominasi di tiap titik sampel dengan total keseluruhan sebesar 112 partikel. Kemudian mikroplastik dengan warna hijau adalah warna mikroplastik yang tidak ditemukan sama sekali didalam sampel. Hal tersebut menurut Browne (2015) perbedaan warna pada jenis mikroplastik dipengaruhi oleh waktu lama atau tidak nya mikroplastik tersebut terpapar sinar matahari.

Hasil pengamatan pada (**Gambar 4.17** dan **Gambar 4.18**) adalah jumlah mikroplastik warna transparan memiliki persentase hampir 50% yaitu sebesar 48% sehingga mikroplastik warna transparan mendominasi pada seluruh jenis mikroplastik yang ditemukan di seluruh titik sampel. Adapun warna mikroplastik paling sedikit adalah hijau

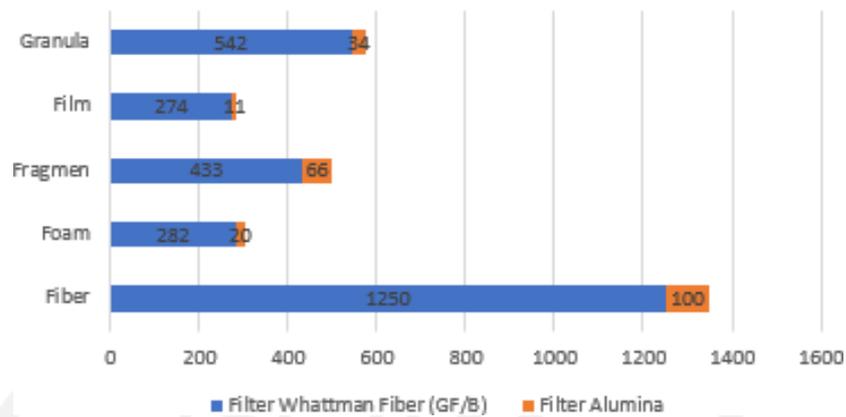
dengan persentase 0% atau tidak ada sama sekali mikroplastik warna hijau yang ditemukan.

Pada hasil pengamatan **Gambar 4.19** terlihat bahwa pada fiber selain jenis paling banyak warna transparan pada jenis fiber juga sangat banyak dengan total 73 partikel. Mikroplastik jenis foam paling banyak adalah warna transparan dengan total 11 partikel. Mikroplastik jenis fragmen paling banyak adalah warna hitam dengan total 35 partikel. Mikroplastik jenis film paling banyak adalah warna transparan dengan total 7 partikel. Mikroplastik jenis granula paling banyak adalah warna hitam dengan total 17 partikel. Semua jenis mikroplastik hanya warna hijau yang tidak ditemukan sama sekali, hal ini bisa disebabkan oleh berbagai macam faktor yang tidak dapat menambahkan pewarnaan ke jenis mikroplastik seperti ban mobil untuk warna hitam seperti yang sudah dijelaskan pada bagian filter fiber.

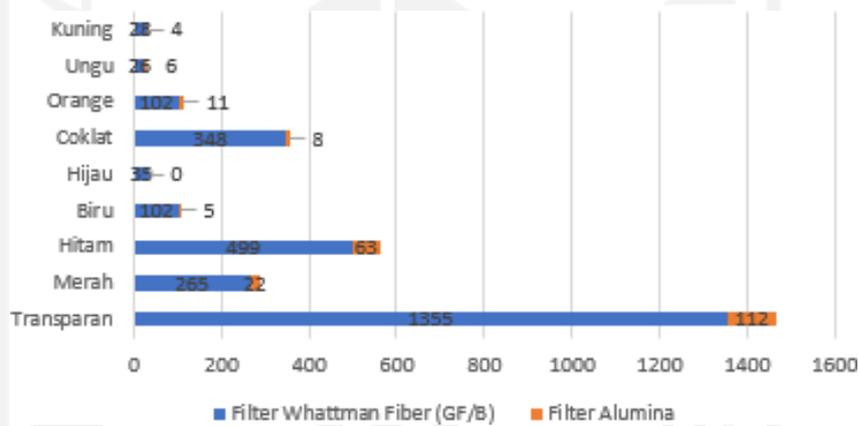
#### **4.4 Perbandingan Filter *Whattman* Fiber (GF/B) dan Filter Alumina**

Pada penelitian kali ini, peneliti menggunakan 2 jenis kertas saring atau filter yang berbeda yaitu Filter *Whattman* Fiber (GF/B) dan Filter Alumina. Pada **Gambar 4.20** terlihat bahwa dengan menggunakan Filter *Whattman* Fiber (GF/B) mengidentifikasi jenis mikroplastik paling banyak adalah fiber dengan jumlah 1250 partikel sedangkan Filter Alumina mikroplastik jenis fiber paling banyak hanya 100 partikel. Hal ini disebabkan oleh bentuk permukaan dari kedua filter jauh berbeda. Filter *Whattman* Fiber (GF/B) memiliki permukaan yang seperti kertas dan berserat sehingga mikroplastik yang ada sangat mudah terperangkap, sedangkan Filter Alumina memiliki permukaan yang licin, rapuh, dan juga berbahan seperti plastik sehingga memungkinkan untuk mikroplastik banyak yang tidak terperangkap dan jatuh melewati filter.

Pada **Gambar 4.21** terlihat juga hasil perbedaan mikroplastik berdasarkan warna dengan menggunakan filter Filter *Whattman* Fiber (GF/B) dan Filter Alumina. Pada Filter *Whattman* Fiber (GF/B) hampir semua warna mendominasi lebih banyak dibanding dengan warna mikroplastik yang ada di Filter Alumina. Hal tersebut disebabkan oleh pengaruh jumlah maupun jenis mikroplastik yang telah diamati sebelumnya, sehingga warna yang ada pada Filter Alumina juga sangat sedikit.



Gambar4. 20 Perbandingan Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis



Gambar4. 21 Perbandingan Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna

#### 4.5 Identifikasi Mikroplastik Menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Pada penelitian ini akan dilakukan uji FTIR. FTIR singkatan dari *Fourier Transform Infrared* yang merupakan sebuah instrumen yang didalamnya adalah gabungan dari mikroskop dan spektroskopu (Xu, 2019). Uji FTIR ini dilakukan untuk mengetahui gugus kimia yang ada pada mikroplastik didalam sampel yang akan di uji. Untuk analisis sampel lebih lanjut, sebelumnya dilakukan analisis blanko dari kertas saring atau filter *Whattman Fiber (GF/B)* dan Filter Alumina untuk meminimalisir risiko disorientasi terhadap senyawa kimia yang ada di mikroplastik. Berikut merupakan hasil blanko dari filter *Whattman Fiber (GF/B)* dan Filter Alumina :

Tabel 4. 2 Hasil FTIR Blanko Filter Fiber (GF/B)

No	Score	Library	Name	Comment
1	878	6-T-Inorganic2	Glass2	Glass Transmission
2	845	5-T-Inorganic2	Glass1	Glass Transmission
3	766	29-T-Inorganic2	T_Na6Al6Si6O24S4	Na6Al6Si6O24S4, Transmission(Microscope), Pig No. B-29, Ultramarine, CAS No. 57455-37-5
4	760	2-ATR-Inorganic2	D_SiO2_1	Diatomaceous Earth,Granular/SiO2 DuraSamplIR
5	739	34-ATR-Inorganic2	D_SiO2_1	Na6Al6Si6O24S4, DuraSamplIR, Pig No. B-29, Ultramarine, CAS No. 57455-37-5
6	734	5-ATR-Inorganic2	D_Glass1	Glass DuraSamplIR
7	721	6-ATR-Inorganic2	D_Glass2	Glass DuraSamplIR
8	704	3 - T-Inorganic2	TALC	TALC/3Mg4SiO2H2O Transmission
9	692	30 - Shimadzu Standard Library Vol. 2shim2404-1	poly(hexamethylene phosphate)	2,2',2''-NITRILOTRIETHANOL TRINITRATE HEMIPHOSPHATE C6H12N4O9 1/2H3O4P 588-42-1
10	646	174 - ATR-Polymer2	D_Tence	Tencel(LENZING Cooperation) DuraSamplIR-II

Tabel 4. 3 Hasil FTIR Blanko Filter Alumina

No	Score	Library	Name	Comment
1	834	32-ATR- Inorganic2	D_TiO2 (Anatase)	Titanium Dioxide (Anatase)/TiO2
2	820	41-ATR- Inorganic2	D_(Ti Mn Sb)O4	(Ti, Mn, Sb)O4, DuraSamplIR, Pig No. Y- 164
3	811	33-ATR- Inorganic2	D_TiO2 (Rutile)	Titanium Dioxide (Rutile)/ TiO2, DuraSamplIR, Pig No. W-6
4	811	39-ATR- Inorganic2	D_TiO2-NiO-Sb2O5	TiO2-NiO-Sb2O5, DuraSamplIR, Pig No. Y- 53
5	809	40-ATR- Inorganic2	D_TiO2-Cr2O3- Sb2O5	TiO2-Cr2O3-Sb2O5, DuraSamplIR, Pig No. BR- 24
6	797	34-T-Inorganic2	T_TiO2-NiO-Sb2O5	TiO2-NiO-Sb2O5, Transmission(Microscope)
7	797	36-T-Inorganic2	T_(Ti Mn Sb)O4	(Ti, Mn, Sb)O4, Transmission(Microscope)
8	789	35-T-Inorganic2	T_TiO2-Cr2O3- Sb2O5	TiO2-Cr2O3-Sb2O5, Transmission(Microscope)
9	784	30-T-Inorganic2	T_CoO-AlO3	Cobalt Oxide-Aluminium Oxide/CoO-AlO3, Transmission(Microscope)
10	784	28-T-Inorganic2	T_TiO2 (Rutile)	Titanium Dioxide (Rutile)/ TiO2, Transmission(Microscope)

Kemudian seluruh titik sampel asli di uji dengan mengambil *Score* yang paling mendekati dengan *Library Score* pada FTIR, dengan pertimbangan kemiripan hasil *Score*

yang paling mendekati pada FTIR adalah yang paling baik. *Library Score* pada pembacaan FTIR kali ini sebesar 850 *Score*. Berikut dibawah ini merupakan hasil uji di tiap titik sampel dan diambil 1 *Score* dengan kemiripan yang baik dengan *Library Score* yang ada pada FTIR



Tabel 4. 4 Hasil Uji FTIR Filter Fiber (GF/B)

Titik Sampel	Kemiripan Score	Library	Name of Polymer	Keterangan
1 (Hulu)	762	27-ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene adalah polimer yang mampu menularkan bahan <i>styrene</i> ke makanan. Polyacetylene biasanya untuk pembuatan pengemasan plastik untuk makanan
2 (Hulu)	785	175-ATR-Polymer3	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester
3 (Hulu)	771	27-ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene adalah polimer yang mampu menularkan bahan <i>styrene</i> ke makanan. Polyacetylene biasanya untuk pembuatan pengemasan plastik untuk makanan
4 (Hulu)	738	27-ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene adalah polimer yang mampu menularkan bahan <i>styrene</i> ke makanan. Polyacetylene biasanya untuk pembuatan pengemasan plastik untuk makanan
5 (tengah)	810	175-ATR-Polymer3	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester
6 (tengah)	774	175-ATR-Polymer3	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester
7 (tengah)	788	175-ATR-Polymer3	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester
8 (tengah)	775	175-ATR-Polymer3	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester

9 (hilir)	767	27-ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene adalah polimer yang mampu menularkan bahan <i>styrene</i> ke makanan. Polyacetylene biasanya untuk pembuatan pengemasan plastik untuk makanan
10 (hilir)	761	175-ATR-Polymer3	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester
11 (hilir)	776	175-ATR-Polymer3	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester
12 (hilir)	774	175-ATR-Polymer3	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester

Tabel 4. 5 Hasil Uji FTIR Filter Alumina

Titik Sampel	Kemiripan Score	Library	Name of Polymer	Keterangan
1 (Hulu)	788	174-ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel adalah bahan untuk membuat gaun, sprei, handuk, yang dikombinasikan dengan polyester
2 (Tengah)	850	24-ATR-Polymer2	D-Polypropylene (PP)	Polypropylene merupakan plastik yang digunakan oleh industri kimia dalam membuat peralatan laboratorim, dan komponen otomotif
3 (Hilir)	777	27-T-Polymer2	Polyacetylene	Polyacetylene adalah polimer yang mampu menularkan bahan <i>styrene</i> ke makanan. Polyacetylene biasanya untuk pembuatan pengemasan plastik untuk makanan

Setelah didapatkan hasil dari uji FTIR terdapat beberapa senyawa kimia yang dominan dan paling banyak ada di setiap sampel. Senyawa kimia tersebut ialah *Tencel*, *Polypropylene* (PP), dan *Polyacetylene* (PS). Menurut Anita (2021) salah satu mikroplastik jenis fiber memiliki kandungan senyawa kimia berupa tencel. Karena salah satu munculnya fiber adalah dari pembuangan bahan baju dan jarring penangkap ikan. Tencel sendiri adalah bahan dasar dalam pembuatan kain

Menurut Anita (2021) Tencel merupakan selulosa yang diregenerasi. Tencel memiliki struktur yang panjang dan juga lembut, Tencel biasanya digunakan untuk membuat sprei dengan kombinasi sutra dan katun. Selain untuk industry pakaian Tencel juga biasanya digunakan di industry tekstil untuk non tenun. Dalam dunia medis Tencel digunakan untuk pembalut yang dibuat untuk bahan filtrasi.

Menurut Anita (2021) *Polypropylene* atau biasa disingkat dengan PP mempunyai ketahanan yang kuat dapat menahan lemak yang ada, serta stabil jika berhadapan dengan suhu yang tinggi. Bentuk PP sendiri agak mengkilap. PP sendiri biasanya digunakan untuk pembuatan alat laboratorium dan komponen otomotif

Menurut Anita (2021) *Polyacetylene* atau biasa disingkat dengan PS merupakan bahan polimer yang sulit terdaur ulang sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama. PS ini salah satu polimer yang beraromatik yang dapat mengeluarkan bahan *styrene* ke dalam makanan. Biasanya PS dibuat untuk pembungkus makanan dan minuman. Pada penelitian kali ini kondisi diseluruh sungai Winongo banyak digunakan aktivitas manusia, bahkan banyak sekitaran sungai dibuat untuk toko bisnis makanan, aktivitas itu semua menghasilkan plastik yang kemudian beberapa plastic ada yang dibuang ke sungai Winongo. Ditemukannya senyawa kimia pada sampel menggunakan alat FTIR terbukti bahwa sampel tersebut mengandung mikroplastik dikarenakan aktivitas manusia disekitaran sungai Winongo.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah peneliti dapatkan dari hasil pembahasan yang peneliti sampaikan didapatkan kesimpulan yaitu berdasarkan hasil pengambilan sampel di ke 12 titik yang kemudian sampel di uji coba bahwa Sungai Winongo tercemar oleh mikroplastik. Jumlah yang didapatkan rata-rata mencapai 1000 lebih partikel/100 gram sedimen tiap titik sampel. Pada Sungai Winongo ditemukan mikroplastik jenis Fiber, Foam, Frangmen, Film, dan Granula. Dari berbagai macam jenis mikroplastik tersebut juga ditemukan dalam berbagai macam warna yaitu transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, orange, dan ungu. Hasil penelitian pada uji FTIR juga ditemukan senyawa kimia yang dominan pada sampel dan kertas saring berupa *Polyacetylene* (PS), *Tencel*, dan *Polypropylene* (PP)

#### **5.2 Saran**

Berdasarkan penelitian ini terdapat beberapa saran yaitu :

1. Perlu dilakukannya penambahan  $H_2O_2$  (*Hydrogen Peroxide*) 30% lebih banyak supaya organik yang ada dalam sampel hilang dan tidak terdeteksi.
2. Pada uji FTIR perlu dilakukan pengamatan atau uji sampel pada kertas saring yang lebih banyak sehingga dapat menghasilkan *score* yang lebih mirip dan lebih baik.

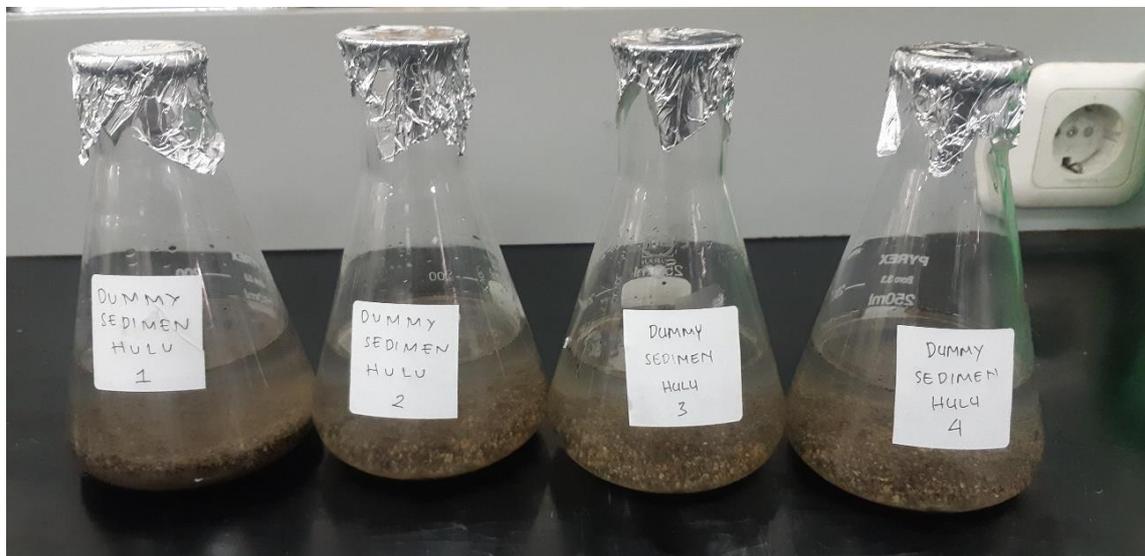
## DAFTAR PUSTAKA

- Alabi O. A., Kehinde I. O., Oluwaseun A., Olufiropo E. A. 2019. *Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review*. Journal of Toxicology and Risk Assessment. Vol 5. ISSN: 2572-4061.
- Alam, F.C., Sembiring, E., Muntalif, B.S., & Suemdo, V. 2019. *Microplastic Distribution in Surface Water and Sediment river Around Slum and Industrial area (Case Study: Ciwalengke River, Majalaya District, Indonesia)*. Chemosphere 224:637-645.
- Ayungtyas, W>C., Yona, D., Julinda, S.H., & Irawati, F. 2019. *Kelimpahan Mikroplastik dan Perairan di Banyutrip, Gresik, Jawa Timur*. Journal of Fisheries and Marine Research. 3(1):41-45
- Azizah, P., Ridlo, A., Suryono, C. A., Kelautan, D. I., Perikanan, F., & Diponegoro, U. (2020). *Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara , Jawa Tengah*. Journal of Marine Research, 9(3), 326–332.
- Cordova , M.R. & Wahyudi, A.J. 2016. *Microplastiks in the Deep-Sea Sediment of Southwestern Sumatran Waters*. Marine Research in Indonesia. 41(1):27-35
- Dewi, I.S., Budiarsa, A.A., & Ritongga, I.R. 2015. *Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara*. Depik 4(3):121-131. DOI : 10.13170/depik.4.3.2888
- Dhaifan Haryo. 2021. *Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada Sedimen di Sungai Winongo Yogyakarta*. UII : Yogyakarta
- Hernandez, E., Nowack, B., Mitrano, D.M. 2017. *Polyester Textiles As A Source of Microplastics from Households : A Mechanistic Study to Understand Microfiber release During Washing*. Environ. Sci. Technol. 51, 7036-7046.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson. 2012. *Microplastiks in The Marine Environment: A Review of the Methods Used or Identification and Quantification*. Environmental Science and Technology, 46:3060-3075
- Hiwari H., Noir P.P., Yudi N.I., Lintang P.S.Y., Putri G.M. 2019. *Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur*. Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon. Vol 5(2). Hal: 165-171
- Katsanevakis, S., A. Katsarou. 2004. *Influences on the distribution of marine debris on the seafloor of shallow coastal areas in Greece (Eastern Mediterranean)*. Water, Air, and Soil Pollution, 159:325-337.
- Ling, D., Mao. R. Fan., Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., Yang, C. 2019. *Microplastics in Surface Waters and Sediments of the Wei River, in the Northwest of China*. Science of the Total Environment 667:427-434.

- Nizzetto, L., Bussi, G., Futter, M.N., Butterfield, D., Whitehead, P.G. 2016. *A Theoretical Assesment of Microplastic Transport in River Catchments and their retention by soils and river Sediments*. *Environ. Sci. Process. Impacts* 18, 1050-1059
- Nur, M., & J.P. Obbard. 2014. *Microplastiks in Singapores coastal mangrove ecosystems*. *Marine Pollution Bulletin*. 79(2):278-283. DOI:10.1016/marpolbul.2013.11.025
- Massos, A., Turner, A. 2017. *Cadmium, Lead and Bromine in Beached Microplastics*, *Environ. Pollut.* 227,139-145
- Pedrotti ML, Bruzaud S, Dumontet B, Elineau A., Petit S, Grohens Y, Voisin P, Crebassa JC, Gorsky G. 2014. *Plastic Fragments on the Surface of Mediterranean Waters*. *CIESM Workshop Monographs n46. Marine Litter in the Mediterranean and Black Seas-Tirana, Albania*, 18-21 June 2014
- Sari Dewi, I., Aditya Budiarsa, A., & Ramadhan Ritonga, I. (2015). *Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara*. *Depik*, 4(3), 121–131. <https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888>
- Septian, F.M., Purba, N.P., Agung, M.U.K., Yuliadi, L.P.S., Akuan, L.F., Mulyani, P. G. (2018). *Sebaran Spasial Mikroplastik di Sedimen Pantai Pangandaraan, Jawa Barat*. In *Journal Geomaritim Indonesia* (Vol. 1, Issue 1, pp. 1–8).
- Silviyah, S., S, C., & Masrurroh. (2014). *Penggunaan Metode FT-IR untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada proses pembaluran penderita mioma*. *Pharmaceutical Research*, 0274, 1–9.
- Strand, J., Lassen, P., Shashoua, Y. & Andersen, J.H., 2013. *Microplastic Particles in Sediments from Danish Waters*. *ICES Annual Science Conference*. pp 23-27
- United Nation Environment Programme (UNEP). 2012. *Social Life Cycle Assessment and Life Cycle Sustainability Assessment*.
- Velzeboer, C.J.A.F. 2014. *Strong Sorption of PCBs to Nanoplastics, Microplastics, Carbon Nanotubes, and Fullerenes*. *Environ. Sci. Technol.* 2014, 48, 9, 4869–4876
- Wright, S.L., Thompson, R.C., & Galloway, T.S. 2013. *The Physical Impacts of Mikroplastiks on Marine Orgqanisms: A Review*. *Environmental Pollution*. 178:483-492
- Zhao, J., Ran, W., Teng, J., Liu, Y., Yin, X., Cao, R., & Wang, Q. 2018. *Microplastic Pollution in Sediment from The Bohai Sea and The Yelow Sea China*. *Science of The Total Environment*, 640:637-345

## LAMPIRAN

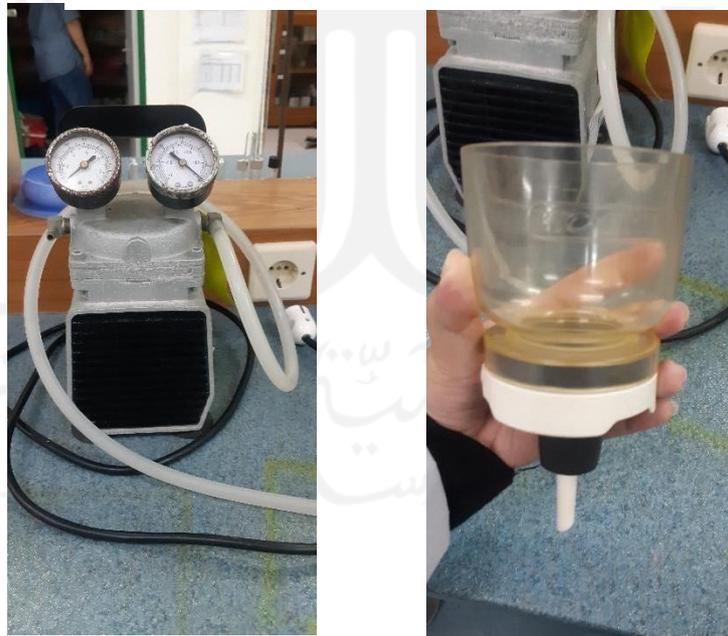
### Lampiran 1 Penampakan Penambahan NaCl ke Sampel Sedimen



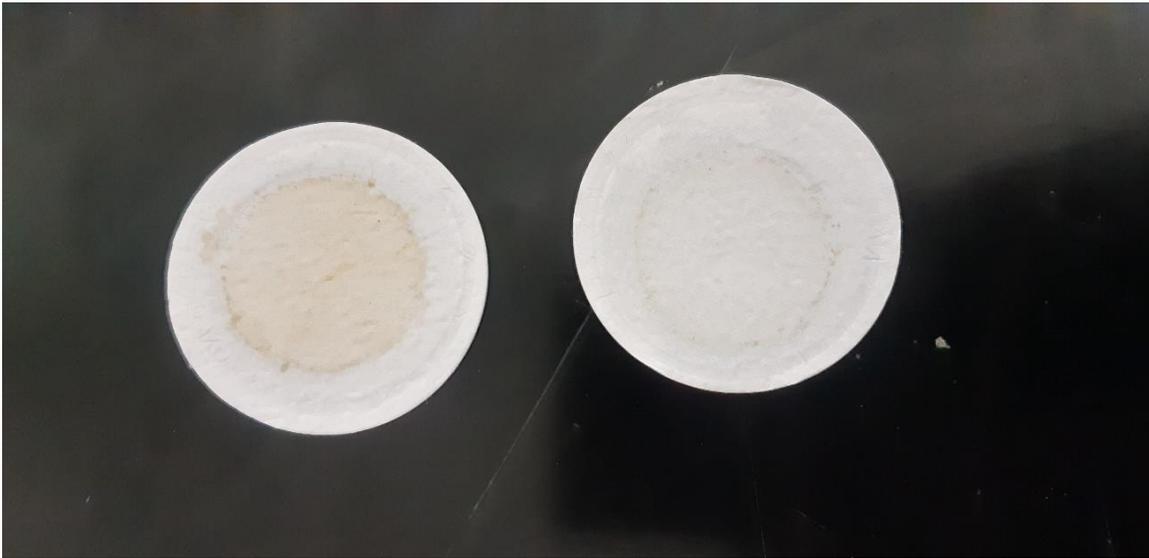
Lampiran 10 Penampakan Proses WPO



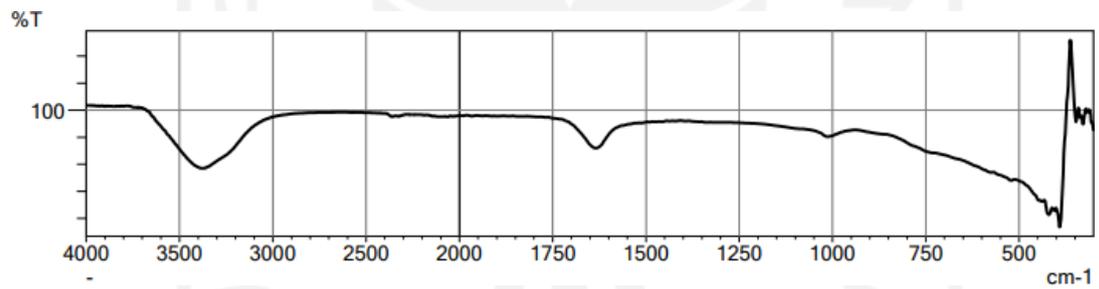
Lampiran 19 Penampakan Vacum Filter



Lampiran 27 Penampakan Hasil Vacum



Lampiran 5 Hasil Uji FTIR



	Score	Library	Name	Comment
1	834	32 - ATR-Inorganic2	D_TiO2 (Anatase)	Titanium Dioxide (Anatase)/TiO2, DuraSamplIR, Pig No. W-6, CAS No. 13463-67-7
2	820	41 - ATR-Inorganic2	D_(Ti Mn Sb)O4	(Ti, Mn, Sb)O4, DuraSamplIR, Pig No. Y-164, Complex Inorganic Brown, CAS No.
3	811	33 - ATR-Inorganic2	D_TiO2 (Rutile)	Titanium Dioxide (Rutile)/ TiO2, DuraSamplIR, Pig No. W-6, CAS No. 13463-67-7
4	811	39 - ATR-Inorganic2	D_TiO2-NiO-Sb2O5	TiO2-NiO-Sb2O5, DuraSamplIR, Pig No. Y-53, Nickel Titanium Yellow, CAS No. 8007-18-9
5	809	40 - ATR-Inorganic2	D_TiO2-Cr2O3-Sb2O5	TiO2-Cr2O3-Sb2O5, DuraSamplIR, Pig No. BR-24, Chromium Titanium Yellow, CAS No. 68186-90-3
6	797	34 - T-Inorganic2	T_TiO2-NiO-Sb2O5	TiO2-NiO-Sb2O5, Transmission(Microscope), Pig No. Y-53, Nickel Titanium Yellow, CAS No. 8007-18-9
7	797	36 - T-Inorganic2	T_(Ti Mn Sb)O4	(Ti, Mn, Sb)O4, Transmission(Microscope), Pig No. Y-164, Complex Inorganic Brown, CAS No. 68412-38-4
8	789	35 - T-Inorganic2	T_TiO2-Cr2O3-Sb2O5	TiO2-Cr2O3-Sb2O5, Transmission(Microscope), Pig No. BR-24, Chromium Titanium Yellow, CAS No. 68186-90-3
9	784	30 - T-Inorganic2	T_CoO-AlO3	Cobalt Oxide-Aluminium Oxide/CoO-AlO3, Transmission(Microscope), Pig No. B-28, Cobalt Blue, CAS No. 1345-16-0
10	784	28 - T-Inorganic2	T_TiO2 (Rutile)	Titanium Dioxide (Rutile)/ TiO2, Transmission(Microscope), Pig No. W-6, CAS No. 13463-67-7
11	772	42 - ATR-Inorganic2	D_BiVO4	Bismuth Vanadate/BiVO4, DuraSamplIR, Pig No. Y-184, CAS No. 14059-33-7
12	733	27 - T-Inorganic2	T_TiO2 (Anatase)	Titanium Dioxide (Anatase)/TiO2, Transmission(Microscope), Pig No. W-6, CAS No. 13463-67-7
13	714	37 - T-Inorganic2	T_BiVO4	Bismuth Vanadate/BiVO4, Transmission(Microscope), Pig No. Y-184, CAS No. 14059-33-7
14	708	37 - ATR-Inorganic2	D_Fe2ZnO4	Zinc Ferrite/Fe2ZnO4, DuraSamplIR, Iron Oxide Yellow, CAS No. 12063-19-3

