TA/TL/2024/1817

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KEBERADAAN MIKROPLASTIK PADA TANAH PERTANIAN SEKITAR TPA PIYUNGAN YOGYAKARTA

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

ANGGITO PUTRA WIBISONO
20513085

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
2024

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KEBERADAAN MIKROPLASTIK PADA TANAH PERTANIAN SEKITAR TPA PIYUNGAN YOGYAKARTA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Disusun Oleh:

ANGGITO PUTRA WIBISONO
20513085

Disetujui,

Pembimbing I	Pembimbing II
Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.	**Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.**
Tanggal: 19-08-2024	**Tanggal:** 19/08/2024

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

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

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI KEBERADAAN MIKROPLASTIK PADA TANAH PERTANIAN SEKITAR TPA PIYUNGAN YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari:
Tanggal:

Disusun Oleh:

ANGGITO PUTRA WIBISONO
20513085

Tim Penguji:

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. ( ) 19/8 24

Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. ( ) 19/8 24

Puji Lestari, S.Si., M.Sc., Ph.D. ( ) 20/8 '24

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah doajukan 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 sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Program software computer 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, Mei 2024

Yang membuat pernyataan,



Anggito Putra Wibisono

NIM: 20513085

PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji dan syukur atas kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **IDENTIFIKASI KEBERADAAN MIKROPLASTIK PADA TANAH PERTANIAN SEKITAR TPA PIYUNGAN YOGYAKARTA**. Penyusunan laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Dalam proses penyusunan laporan tugas akhir ini banyak hambatan yang dihadapi, tetapi dengan adanya bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak baik secara moral maupun spiritual pada akhrinya penulis mampu melampauinya dengan baik. Untuk itu pada kesempatan kali ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Allat SWT yang telah memberikan ilmu pengetahuan, kesehatan, kekuatan, kelancaran dan rahmat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis yakni Bapak Wiyono dan Ibu Nanik Sriyani serta seluruh keluarga yang selalu memberikan dukungan, doa, semangat, dan kepercayaan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini.
3. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D., dan Ibu Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan II Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, masukan, serta bimbingan selama berjalannya tugas akhir ini.
4. Seluruh dosen, staf, dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terimakasih atas bantuan, pengajaran, dan pengalaman yang telah diberikan.
5. Seluruh staf Laboratorium Program Studi Teknik Lingkungan.

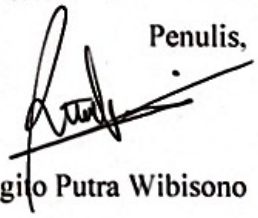
6. Rizky Ayu Adha Pramudhita yang selalu memberikan dukungan yang tulus, membantu menguatkan di segala situasi dan kondisi, dan selalu menemani penulis dalam proses penyusunan tugas akhri hingga selesai.
7. Teman-teman Angkatan 2020 Program Studi Teknik Lingkungan.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Penulis menyadari akan kekurangan yang terdapat dalam laporan tugas akhir ini yang tidak luput dari kesalahan dan keterbatasan ilmu pengetahuan dari penulis. Maka dari itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran yang membangun untuk penulis ataupun laporan tugas akhir ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak.

Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, Mei 2024

Penulis,



Anggito Putra Wibisono

ABSTRAK

ANGGITO PUTRA WIBISONO. Identifikasi Keberadaan Mikroplastik pada Tanah Pertanian Sekitar TPA Piyungan Yogyakarta. Dibimbing oleh Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D., dan Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan tempat terakhir berbagai jenis sampah. Sampah plastik begitu banyak ditemukan dan tidak hanya di landfill, tetapi ditemukan juga berceceran disekitarnya. Kondisi landfill TPA yang dekat dengan lahan pertanian dapat menimbulkan masalah lingkungan, seperti pencemaran mikroplastik. Adanya mikroplastik disebabkan degradasi dari sampah plastik melalui beberapa fakor. Sumber pencemaran mikroplastik pada lahan pertanian sekitar TPA Piyungan dapat berasal dari perpindahan sampah plastik dari TPA dan depo sampah menuju lahan pertanian yang terbawa oleh air hujan, angin, aktivitas manusia, dan didukung dengan aliran irigasi yang meluap dimana membawa sampah plastik. Penelitian ini dilakukan bertujuan untuk mengidentifikasi keberadaan dan karakteristik mikroplastik, serta polimer yang terkandung pada sampel uji berupa tanah. Penelitian ini dilakukan di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan Yogyakarta dengan total 11 titik lokasi. Metode penentuan titik pengambilan sampel menggunakan modifikasi cluster sampling, kemudian metode untuk pengambilan sampel menggunakan grab sampling, dan metode pengujian sampel berupa tanah mengacu pada metode National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA). Analisis sampel menggunakan mikroskop dan FT-IR. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan di setiap lokasi berbeda, untuk sampel pemisahan densitas dengan larutan NaCl berkisar 526 - 2822 partikel dan 0,27 - 78,54 partikel/gram, pada sampel pemisahan densitas dengan larutan $ZnCl_2$ berkisar 647 – 1665 partikel dan 0,39 – 77,99 partikel/gram. Bentuk-bentuk mikroplastik yang ditemukan dari 11 titik didominasi berbentuk *film*, *fragmen,* dan *fiber*. Akan tetapi, ditemukan juga bentuk *foam* dan *pellet*. Semua bentuk mikroplastik yang teridentifikasi didominasi oleh warna hitam dan oranye/jingga, serta ditemukan juga warna hijau, ungu, merah, transparan, dan biru. Identifikasi dengan FT-IR ditemukan polimer *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *Low Density Polyethylene* (LDPE), dan *Polytetrafluorethylene* (PTFE) pada sampel dengan pemisahan densitas menggunakan larutan NaCl, kemudian pada sampel menggunakan larutan $ZnCl_2$ ditemukan polimer *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), dan *Polytetrafluorethylene* (PTFE).

Kata Kunci : FTIR, Mikroplastik, Mikroskop, Tanah

ABSTRACT

ANGGITO PUTRA WIBISONO. Identification of Microplastic Presence in Agricultural Soil Around Piyungan Landfill Yogyakarta. Supervised by Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D., and Dr. Suphia Rahmawati, S.T., M.T.

Landfills are the final place for various types of waste. Plastic waste is found in abundance and not only in landfills, but is also found scattered around them. Landfill conditions close to agricultural land can cause environmental problems, such as microplastic pollution. The presence of microplastics is due to the degradation of plastic waste through several factors. The source of microplastic pollution on agricultural land around the Piyungan landfill can come from the movement of plastic waste from landfills and waste depots to agricultural land carried by rainwater, wind, human activities, and supported by overflowing irrigation flows which carry plastic waste. This study was conducted to identify the presence and characteristics of microplastics and polymers contained in soil samples. This research was conducted on agricultural land around the Piyungan landfill in Yogyakarta with a total of 11 location points. The method of determining the sampling point uses modified cluster sampling, then the method for sampling uses grab sampling, and the method of testing soil samples refers to the National Oceanic and Atmosphere Administration (NOAA) method. Sample analysis used microscopy and FT-IR. The abundance of microplastics found in each location is different, for density separation samples with NaCl solution ranging from 526 - 2822 particles and 0.27 - 78.54 particles/gram, in density separation samples with $ZnCl_2$ solution ranging from 647 - 1665 particles and 0.39 - 77.99 particles/gram. The forms of microplastics found from 11 points are dominated in the form of films, fragments, and fibers. However, foam and pellet forms were also found. All identified microplastic forms are dominated by black and orange / orange colors, and green, purple, red, transparent, and blue colors were also found. Identification with FT-IR found polymers Nylon, Polypropylene (PP), Low Density Polyethylene (LDPE), and Polytetrafluorethylene (PTFE) in samples with density separation using NaCl solution, then in samples using ZnCl2 solution found polymers Nylon, Polypropylene (PP), Polystyrene (PS), and Polytetrafluorethylene (PTFE).

Keywords: Soil, FTIR, Microplastics, Microscope

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN ii
PERNYATAAN iii
PENGANTAR iv
DAFTAR ISI viii
DAFTAR NOTASI x
DAFTAR TABEL xi
DAFTAR GAMBAR xii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Ruang Lingkup 4
BAB II 6
2.1 TPA Piyungan Bantul DIY 6
2.2 Lahan Pertanian 6
2.3 Mikroplastik 8
2.4 Sumber Mikroplastik 10
2.5 Dampak Mikroplastik 11
2.6 FTIR (*Fourier Transform Infra Red*) 12
2.7 Penelitian Terdahulu 14
BAB III 20
3.1 Lokasi Penelitian 20
3.2 Tahapan Penelitian 22
3.2.1 Alat dan Bahan 23
3.2.2 Pengambilan Sampel 24
3.2.3 Proses Pengujian Sampel 25
3.2.4 Analisis Sampel 31

3.3 Analisis Data 32
BAB IV 34
4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian 34
4.1.1 Kondisi Sekitar Lokasi Penelitian 35
4.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Bentuk, dan Warna 40
4.2.1 Pengujian Parameter Fisik (suhu dan pH) 40
4.2.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah 42
4.2.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk 45
4.2.4 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna 55
4.3 Hubungan Antara Bentuk dan Warna Mikroplastik 62
4.3 Identifikasi Mikroplastik dengan FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectrophotometer*) 64
BAB V 72
5.1 Kesimpulan 72
5.2 Saran 73
DAFTAR PUSTAKA 75
DAFTAR LAMPIRAN 83
RIWAYAT HIDUP 90

DAFTAR NOTASI

NaCl = *Natrium Chloride*

$ZnCl_2$ = *Zinc Chloride*

TC = *Tanah Control*

FT-IR = *Fourier Transform Infra Red*

WPO = *Wet Peroxide Oxidation*

S1-7 = *Sawah 1-7*

D1-3 = *Depo 1-3*

PP = *Polypropylene*

PS = *Polystyrene*

PTFE = *Polytetrafluorethylene*

HDPE = *High Density Polyethylene*

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk 9
Tabel 2. 2 Jenis Polimer Plastik yang Banyak Ditemukan dan Densitasnya 10
Tabel 2. 3 Penentuan Jenis Polimer Berdasarkan Nilai Puncak Gelombang FTIR 12
Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu..... 14
Tabel 3. 1 Alat Pengambilan Sampel 23
Tabel 3. 2 Alat dan Bahan Pengujian Sampel di Laboratorium 23
Tabel 4. 1 Pendugaan Jenis Polimer (Larutan NaCl) 66
Tabel 4. 2 Pendugaan Jenis Polimer (Larutan $ZnCl_2$) 67
Tabel 4. 3 Penggunaan Polimer..... 69

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Jenis Mikroplastik : 1. Pellets; 2. Fragement; 3. Fiber; 4. Film; 5. Filamen; 6. Foam 10
Gambar 3. 1 Titik Pengambilan Sampel..... 21
Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian..... 22
Gambar 3. 3 Diagram Alir Metode Pengujian Sampel..... 23
Gambar 3. 4 Pengambilan Sampel Tanah 25
Gambar 3. 5 Proses Pengeringan Sampel Tanah..... 27
Gambar 3. 6 Proses Pengayakan Sampel Tanah..... 27
Gambar 3. 7 Proses Pengujian pH Sampel Tanah..... 28
Gambar 3. 8 Pemisahan Densitas Sampel 28
Gambar 3. 9 Proses Centrifuge..... 29
Gambar 3. 10 Proses Penyaringan Menggunakan *Vacuum Pump*..... 30
Gambar 3. 11 Analisis Sampel dengan Mikroskop 31
Gambar 3. 12 Proses Analisis Sampel dengan FTIR 32
Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel..... 34
Gambar 4. 2 Pembangunan Saluran Irigasi dan Saluran Outlet IPL 35
Gambar 4. 3 Lahan Pertanian yang Tercemar Sampah Plastik 36
Gambar 4. 4 Lahan Pertanian Kering yang Tercemar Sampah Plastik 37
Gambar 4. 5 Kondisi Lahan Sawah yang Terdapat Sampah Plastik 38
Gambar 4. 6 Kondisi Lahan Pertanian yang Berdekatan dengan Jalan dan Depo Sampah..... 39
Gambar 4. 7 Ilustrasi Pencemaran Mikroplastik 39
Gambar 4. 8 Jumlah Partikel Mikroplastik (Larutan NaCl dan $ZnCl_2$)..... 42
Gambar 4. 9 Grafik Kelimpahan Mikroplastik di Tanah dengan Larutan NaCl dan $ZnCl_2$ 44
Gambar 4. 10 (a) Mikroplastik Bentuk *Film*, (b) Mikroplastik Bentuk *Fragment* 45
Gambar 4. 11 (a) Mikroplastik Bentuk *Pellet*, (b) Mikroplastik Bentuk *Fiber*... 46
Gambar 4. 12 Mikroplastik Bentuk *Foam*..... 46
Gambar 4. 13 (a) Mikroplastik Bentuk *Fiber*, (b) Mikroplastik Bentuk *Foam*... 47
Gambar 4. 14 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragment*, (b) Mikroplastik Bentuk *Film* 47
Gambar 4. 15 Mikroplastik Bentuk *Pellet*..... 47
Gambar 4. 16 (a) Mikroplastik *Film* (2.75mm), (b) Mikroplastik *Film* (1.57mm), (c) Mikroplastik *Fiber* (1.91mm), (d) Mikroplastik *Fiber* (0.87mm), (e) Mikroplastik *Fragmen* (0.50mm), (f) Mikroplastik *Fragmen* (1.29mm), (g) Mikroplastik *Foam* (0.59mm), (h) Mikroplastik *Foam* (0.20mm), (i) Mikroplastik *Pellet* (0.23mm), dan (j) Mikroplastik *Pellet* (0.08mm)..... 49
Gambar 4. 17 Grafik Jumlah Bentuk Mikroplastik (Larutan NaCl dan $ZnCl_2$) .. 51
Gambar 4. 18 Persentase Total Bentuk Mikroplastik..... 52

Gambar 4. 19 Temuan Plastik di Sampel Tanah 53
Gambar 4. 20 Peta Distribusi Bentuk Mikroplastik 54
Gambar 4. 21 (a) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Biru, (b) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Hijau 55
Gambar 4. 22 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragment* Warna Hitam, (b) Mikroplastik Bentuk *Film* Warna Merah..... 55
Gambar 4. 23 (a) Mikroplastik Bentuk *Foam* Warna Oranye/Jingga, (b) Mikroplastik Bentuk Film Transparan, (c) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Ungu 56
Gambar 4. 24 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Biru, (b) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Hitam **(Tanah Kontrol)**..... 56
Gambar 4. 25 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Biru, (b) Mikroplastik Bentuk *Film* Warna Hijau 57
Gambar 4. 26 (a) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Hitam, (b) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Merah 57
Gambar 4. 27 (a) Mikroplastik Bnetuk *Foam* Warna Oranye/Jingga, (b) Mikroplastik Bentuk *Film* Transparan, (c) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Ungu..... 58
Gambar 4. 28 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Biru, (b) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Biru **(Tanah Kontrol)** 58
Gambar 4. 29 Grafik Jumlah Warna Mikroplastik (Larutan NaCl dan $ZnCl_2$) ... 59
Gambar 4. 30 Presentase Total Warna Mikroplastik..... 59
Gambar 4. 31 Peta Distribusi Warna Mikroplastik 61
Gambar 4. 32 Grafik Warna dan Bentuk pada Larutan NaCl 62
Gambar 4. 33 Grafik Warna dan Bentuk pada Larutan $ZnCl_2$ 63
Gambar 4. 34 Hasil Uji FTIR menggunakan larutan NaCl: (a) Titik S1, (b) Titik D1, dan (c) Titik TC..... 65
Gambar 4. 35 Hasil Uji FTIR menggunakan larutan $ZnCl_2$: (a) Titik S3, (b) Titik D3, dan (c) Titik TC..... 65

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi Lokasi Penelitian 83
Lampiran 2. Pengambilan Sampel 84
Lampiran 3. Pengujian Laboratorium 84
Lampiran 4. Grafik FTIR 85
Lampiran 5. Tabel Jumlah Bentuk dan Warna Mikroplastik pada Larutan NaCl 88
Lampiran 6. Tabel Jumlah Bentuk dan Warna Mikroplastik pada Larutan $ZnCl_2$ 88

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Piyungan mengelola sampah yang berasal dari wilayah Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman, dan Kabupaten Bantul. TPA Piyungan terletak 16 kilometer sebelah tenggara pusat Kota Yogyakarta tepatnya di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan dengan luas lahan 12,5 hektar dimana 10 hektar luas *landfill* dan 2,5 hektar luas sarana pendukung lainnya (Aryani, 2017). Sejak 2015 permasalahan yang berlangsung di TPA Piyungan hingga saat ini masih belum dapat terselesaikan, yang memberikan dampak besar pada lingkungan fisik dan sosial. Berbagai jenis sampah berada di TPA Piyungan, yang didominasi oleh sampah berbahan baku plastik, seperti wadah makanan *styrofoam*, kantong kresek, sisa bungkus makanan, limbah pecahan kain dll. Sampah-sampah tersebut pada akhirnya menumpuk dan memberikan dampak buruk bagi lingkungan sekitar. Dampak yang ditimbulkan akibat pencemaran lingkungan oleh TPA Piyungan seperti pencemaran udara berupa bau yang tidak sedap dan menyengat, sampah berceceran di jalan menuju *landfill*, dan pencemaran air permukaan akibat limbah air lindi yang tidak diolah dengan maksimal (Putri & Hanum, 2021). Sampah plastik juga tercemar pada saluran drainase TPA yang bersatu ke saluran irigasi pertanian.

Pencemaran lingkungan yang ditimbulkan dari operasional TPA Piyungan salah satunya yaitu tidak maksimal akan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang mengakibatkan pencemaran di irigasi sekitar TPA. Kondisi irigasi terletak disepanjang lahan pertanian yang berdekatan dengan TPA Piyungan. Kemudian sampah yang diangkut oleh truk pengangkut sampah banyak yang berceceran di jalan menuju *landfill* hingga turun ke lahan pertanian. Selain itu, sampah plastik juga mencemari saluran irigasi yang disinyalir kuat berasal dari *landfill*. Beberapa pencemaran tersebut berpotensi menimbulkan mikroplastik di lahan pertanian. Sampah-sampah tersebut khususnya sampah plastik yang berada di permukaan

tanah bagian atas berpotensi besar menjadi sumber mikroplastik di dalam tanah (Utami & Agustina, 2022). Air lindi juga terkontaminasi oleh mikroplastik, karena mikroplastik yang berada di landfill akan terdesak ke dalam tanah bercampur dengan air dari proses pembusukam sampah, yaitu air lindi (Arum et al., 2017). Penggunaan pupuk organik maupun anorganik pada tanaman di lahan pertanian juga salah satu faktor adanya mikroplastik di dalam tanah pertanian. Selain itu, proses pembajakan di lahan pertanian yang dilakukan oleh para petani juga penyebab utama penyebaran mikroplastik, dibandingkan dengan proses transportasi alami seperti erosi dimana hal ini menyebabkan timbulnya mikroplastik di dalam tanah (Weber et al., 2022).

Mikroplastik merupakan jenis dari pelapukan sampah plastik yang berukuran kurang dari 5 mm dan dikelompokan menjadi mikroplastik primer dan sekunder (P. Azizah et al., 2020). Mikroplastik bersifat sangat berbahaya karena memiliki bahan kimia seperti PCB yang terakumulasi pada bagian plastik, yang dapat menyebabkan keracunan. Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang berasal dari produk kecantikan atau kosmetik dan produk kesehatan yang mengandung *microexfoliate* atau *microbead* seperti polietilen (PE), polistiren (PS), dan polipropilen (PP) (Horton et al., 2017). Pecahan, bagian, atau fragmentasi dari plastik yang lebih besar merupakan mikroplastik sekunder (W. Zhang et al., 2017) dimana plastik terdegradasi melalui proses fisik, kimia, dan biologi, misalnya sampah plastik yang terpapar sinar UV atau dapat juga aliran air yang deras dapat menyebabkan plastik terdegradasi hingga menjadi mikroplastik (Avio et al., 2017). Mikroplastik memiliki karakteristik tersendiri, seperti bermacam bentuk dan jenis, beragam ukuran, warna, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya (Browne, 2015). Selama proses degradasi, sampah plastik memiliki ciri-ciri seperti, menjadi lebih unak bahkan hancur dengan berjalannya waktu yang tidak singkat, dan terjadi kombinasi 2 warna atau lebih (GESAMP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection, 2016).

Mikroplastik memasuki ekosistem dari beberapa sumber, seperti kosmetik, pakaian, kemasan makanan dan minuman bahkan proses industri hal ini merupakan suatu pencemaran lingkungan (Dewi, 2022). Mikroplastik kemungkinan besar

dapat tertelan, terakumulasi bahkan menyatu dalam jaringan tubuh atau organisme. Menurut sumber berita (BBC, 2021), didalam ekosistem terestrial, menyebutkan bahwa mikroplastik terbukti mengurangi hingga merusak keberlangsungan organisme di tanah, seperti mengurangi berat cacing tanah. Fauna tanah geophagous, seperti cacing tanah, collembola, dan tungau memiliki kontribusi dalam mengubah sampah plastik menjadi mikroplastik sekunder dengan melalui proses pencernaan, dimana berdampak meningkatnya jumlah mikroplastik di tanah (Rillig et al., 2017). Lahan pertanian sekitar TPA Piyungan sebagian besar ditanami oleh tumbuhan padi (*oryza sativa*). Aliran irigasi yang seharusnya memberikan pasokan nutrisi untuk lahan pertanian telah tercemar oleh air lindi yang disinyalir mengandung mikroplastik. Menurut informasi dari penduduk lokal pernah terjadi banjir yang menenggelamkan lahan pertanian dan meninggalkan banyak sampah plastik pada lahan tersebut dan kondisi sekitar lahan pertanian terdapat beberapa tumpukan sampah plastik hasil dari aktivitas pemilahan sampah oleh warga sekitar. Hal tersebut dibutuhkan penelitian terkait keberadaan dan karakteristik mikroplastik, agar dapat mengetahui seberapa besar jumlah mikroplastik pada tanah di lahan pertanian dan mengidentifikasi karakteristik mikroplastik hingga gugus fungsi yang terdapat pada sampel yang diambil.

1.2 Rumusan Masalah

Berbagai uraian tentang keberadaan TPA Piyungan yang berpotensi menyebabkan pemaparan mikroplastik pada lahan pertanian sekitar TPA, maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut:

1) Bagaimana keberadaan dan kelimpahan mikroplastik pada tanah pertanian sekitar TPA Piyungan ?
2) Bagaimana bentuk dan warna mikroplastik yang terdapat pada tanah pertanian sekitar TPA Piyungan ?
3) Apa jenis polimer mikroplastik yang mencemari tanah pertanian sekitar TPA Piyungan ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1) Mengidentifikasi dan mengetahui keberadaan hingga kelimpahan mikroplastik pada tanah pertanian sekitar TPA Piyungan.
2) Mengidentifikasi bentuk dan warna mikroplastik pada tanah pertanian sekitar TPA Piyungan.
3) Mengidentifikasi jenis polimer mikroplastik pada tanah pertanian sekitar TPA Piyungan.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan masyarakat diantaranya sebagai berikut:

1) Hasil penelitian dapat menjadi referensi pembelajaran terkait pengujian mikroplastik pada sampe tanah
2) Dapat memberikan informasi terkait keberadaan, persebaran, dan karakteristik mikroplastik di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan Yogyakarta.
3) Dapat memberikan pengetahuan dan informasi kepada masyarakat mengenai mikroplastik dan dapat digunakan sebagai referensi pembelajaran bahkan penelitian selanjutnya.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1) Ruang Lingkup Metode Penelitian

   Penelitian ini membahas tentang keberadaan, persebaran, dan karakteristik mikroplastik. Penentuan titik lokasi *sampling* menggunakan metode *cluster sampling* dengan jarak 100x50m, 100x100m, 100x200m, dan 50x50m. Pengolahan sampel tanah dan analisis sampel untuk identifikasi mikroplastik menggunakan modifikasi dari metode NOAA *(National Oceanic and Atmopheric Administration)*.

2) Ruang Lingkup Lokasi Penelitian

   Lokasi penelitian dilakukan pada lahan pertanian sekitar TPA Piyungan Bantul, D.I.Yogyakarta. Radius lahan pertanian dengan area *landfill* atau IPL (Instalasi Pengolahan Lindi) kurang lebih 100 meter.

3) Ruang Lingkup Waktu Penelitian

   Waktu penelitian dilakukan selama 6 bulan terhitung dari bulan Desember 2023 – Mei 2024.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TPA Piyungan Bantul DIY

Kabupaten Bantul memiliki TPA Piyungan yang tidak hanya menampung sampah dari Kabupaten Bantul itu sendiri melainkan sebagian besar menampung sampah dari Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman. TPA yang berada di Kota Yogyakarta dan Kabupaten Sleman sudah tidak beroperasi maka sampah diproses akhir pada TPA Piyungan. TPA Piyungan terletak 16 kilometer sebelah tenggara pusat Kota Yogyakarta tepatnya di Dusun Ngablak, Desa Sitimulyo, Kecamatan Piyungan dengan luas lahan 12,5 hektar dimana 10 hektar luas *landfill* dan 2,5 hektar luas sarana pendukung lainnya (Aryani, 2017).

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan tempat yang sangat luas untuk pembuangan atau pemrosesan akhir berbagai macam sampah yang sebelumnya sudah diproses dari TPS (Tempat Penampungan Sementara). TPA Piyungan memiliki kapasitas tampung sebesar 2,7 juta m^3 dan jumlah sampah plastik sebesar 11,19% dari total seluruh jenis sampah yang masuk (A. S. Putri, 2022). Kondisi TPA Piyungan sudah mencapai masa waktu habis pakai karena sampah secara terus menerus masuk ke TPA sehingga akan mengakibatkan *overload*. Hal tersebut berdampak buruk bagi lingkungan, sehingga harus dilakukan langkah yang tepat agar sampah yang dihasilkan dapat dikelola dengan baik (Putra et al., 2019).

2.2 Lahan Pertanian

Lahan merupakan salah satu unsur utama dalam produksi kegiatan pertanian. Pertanian memiliki istilah luas yang digunakan untuk menunjukan banyak cara menanam tanaman dan hewan guna mempertahankan populasi dunia pada manusia dengan menyediakan makanan dan produk lainnya. Kata pertanian dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa latin, yaitu *ager* (bidang atau ladang) dan *colo* (mengolah atau menanam), gabungan dari kata latin *agricultura* adalah ladang atau

pengolahan tanah (Harris & Fuller, 2014). Menurut FAO (Food and Agriculture Organization) pengertian lahan adalah suatu daerah dipermukaan bumi dengan sifat-sifat tertantu yang meliputi tanah, lapisan geologi, hidrologi, populasi tanaman dan hewan hingga hasil kegiatan manusia dari masa lalu dan sekarang, sampai pada tingkat tertentu dengan berbagai sifat tersebut mempunyai pengaruh yang penting terhadap fungsi lahan oleh manusia pada masa sekarang dan masa depan.

Dari pengertian diatas dapat disimpulkan bahwa lahan pertanian merupakan bidang lahan yang digunakan untuk mengolah dan memproduksi berbagai jenis tanaman pertanian bahkan jenis vegetasi lainnya atau melakukan kegiatan peternakan hewan. Lahan pertanian merupakan suatu hal yang vital untuk usaha pertanian (Pratama, 2021). Lahan pertanian dibedakan menjadi dua yaitu, pertanian lahan basah dan pertanian lahan kering.

1. **Pertanian Lahan Basah**

   Berdasarkan Konvensi Ramsar lahan basah adalah daerah rawa, payau, lahan gambut, dan perairan tetap atau sementara dengan air yang tergenang atau mengalir baik tawar, payau, atau asin termasuk wilayah perairan laut dengan kedalaman tidak lebih dari 6 meter pada waktu surut (Hirwansyah, 2012). Lahan basah mempunyai ciri khusus yang identik dengan air. Oleh karena itu, sistem pengelolaan lahan dan penentuan jenis komoditas lahan basah sangat bergantung pada jenis lahan dan kondisi air (Najiyati, S., Muslihat, L. dan N. Suryadiputra, 2005). Secara umum lahan basah dimanfaatkan menjadi area pertanian ataupun perkebunan. Sebagian besar lahan basah digunakan oleh masyarakat untuk menanam tanaman perkebunan seperti kelapa sawit dan karet, diikuti tanaman pangan termasuk padi, jagung, dan tanaman buah-buahan (Masganti, 2013).

2. **Pertanian Lahan Kering**

   Lahan kering (*dryland*) adalah tanah yang cenderung kering dan tidak memiliki sumber daya air yang pasti, seperti sungai, danau, atau saluran irigasi. Lahan kering termasuk salah satu sumber daya yang mempunyai potensi besar untuk pembangunan pertanian, baik tanaman pangan, hortikultura, dan peternakan. Lahan kering tidak hanya berpotensi

meningkatkan ketahanan pangan, namun juga mempunyai beberapa tantangan, seperti rendahnya kadar air tanah, besarnya limpasan permukaan, dan tingginya nilai sedimentasi (Khalimi & Kusuma, 2018).

2.3 Mikroplastik

Mikroplastik merupakan partikel plastik berukuran kurang dari lima milimeter (<5 mm) dan dikelompokan menjadi dua jenis yaitu mikroplastik primer dan sekunder. Mikroplastik primer adalah partikel berukuran kecil yang dibuat dan diproduksi untuk dijadikan sebagai bahan untuk memenuhi kebutuhan konsumen, yaitu pembuatan kosmetik dan sintetis serat pakaian, kemudian mikroplastik sekunder adalah hasil dari perubahan plastik yang memiliki ukuran besar menjadi bentuk ukuran yang lebih kecil melalui proses fisik namun molekulnya tetap jenis polimer (Ekosafitri *et al*., 2015). Menurut, (Frias J. P. G. L. & Nash, 2019) bahwa mikroplastik adalah partikel padat sintetik atau matriks polimer, dengan bentuk teratur atau tidak beraturan dan dengan ukuran mulai dari 1 μm hingga 5 mm, baik berasal manufaktur primer maupun sekunder, yang tidak dapat larut dalam air karena bersifat hidrofobik. Mikroplastik terdapat beberapa macam jenis dan bentuk, bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya (Browne, 2015).

Secara umum, menurut karakteristik morfologi mikroplastik digolongkan menjadi tiga yaitu ukuran, warna, dan jenis. Berdasarkan ukurannya, partikel plastik dibagi menjadi nanoplastik (berukuran kurang dari 0,1 mikron), mikroplastik (kurang dari 5 mm), mesoplastik (0,5-5 cm), makroplastik (5-50 cm), dan megaplastik (lebih dari 50 cm) (Auta et al., 2017). Ukuran mikroplastik merupakan faktor yang sangat penting karena berkaitan terhadap dampak pada organisme (Lusher et al., 2017). Secara umum, klasifikasi mikroplastik berdasarkan jenisnya yaitu pellet, fragmen, serat, film, filamen, microbeads, spons, dan karet. Sedangkan, klasifikasi berdasarkan warna yaitu hitam, biru, putih, transparan, merah, hijau, warna-warni, dan lainnya (Frias J. et al., 2018).

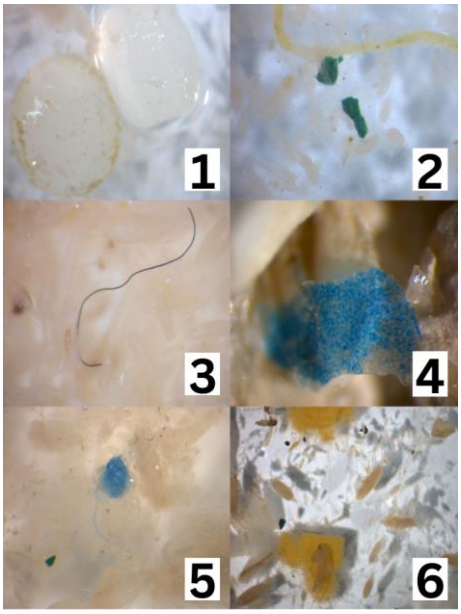
Menurut (Widianarko & Hantoro, 2018) mikroplastik terbagi berdasarkan bentuk yang disajikan dalam tabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2. 1 Klasifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Klasifikasi Bentuk	Simpangan Baku
Fragmen	Partikel tidak beraturan, kristal, bulu, bubuk, potongan, granula, serpihan
Serat	Filamen, microfiber, helaian, benang
Manik-manik	Biji, bulatan mikro, bulatan manik kecil
Busa	Polistiren
Butiran	Butiran resinat, nurdies, nib

Sumber : (Widianarko & Hantoro, 2018)

Pada **Gambar 2.1** mengilustrasikan enam dari delapan klasifikasi jenis mikroplastik yang umumnya ditemukan pada sampel lingkungan. Dan pada **Tabel 2.2** adalah jenis polimer plastik beserta densitasnya.



Gambar 2. 1 Jenis Mikroplastik : 1. Pellets; 2. Fragmen; 3. Fiber; 4. Film; 5. Filamen; 6. Foam
Sumber : (Frias J. et al., 2018)

Tabel 2. 2 Jenis Polimer Plastik yang Banyak Ditemukan dan Densitasnya

Tipe Plastik	Densitas (g/cm^{-3})
Polypropylene (PP)	0,89-0,91
Polystyrene (PS)	1,04-1,1
Polyamide (nylon)	1,02-1,05
Polyethylene Terephthalate (PET)	1,37-1,45
Polycarbonate (PC)	1,2-1,22
Polytetrafluorethylene (PTFE)	2,18
High Density Polyethylene (HDPE)	0,93-0,96
Low Density Polyethylene (LDPE)	0,91-0,93

Sumber : (Browne, 2015)

2.4 Sumber Mikroplastik

Sumber mikroplastik dibedakan menjadi dua yaitu primer dan sekunder. mikroplastik primer adalah plastik yang dibuat dalam ukuran mikroskopis, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang terbentuk karena adanya proses degradasi dari plastik berukuran makro atau besar (Jiang et al., 2018).

Plastik memasuki tanah pertanian dalam berbagai ukuran dengan jalur yang bervariasi berdasarkan praktik pertanian, pengaruh perkotaan, dan pendorong hidrometeorologi. Penambahan mikroplastik dapat disengaja atau tidak disengaja. Penambahan mikroplastik yang tidak disengaja berakar pada pecahan plastik yang lebih besar, misalnya penggunaan produk pupuk dari kemasan plastik (Moeck et al., 2023). Mikroplastik juga dapat ditambahkan ke dalam tanah pertanian, misalnya melalui aplikasi pupuk dan pestisida kimia yang diproduksi secara industri yang sering kali dibungkus dengan cangkang polimer (Weithmann et al., 2018). Keausan peralatan pertanian juga dapat dianggap sebagai sumber mikroplastik di tanah pertanian. Hal ini termasuk keausan ban, atau bagian-bagian mesin yang terbuat dari plastik selama pengoperasian mesin/peralatan.

2.5 Dampak Mikroplastik

Plastik merupakan suatu bahan yang dibuat dari bahan hidrofobik yang memiliki sifat toksik dimana terdapat pada permukaan plastik. Mikroplastik sendiri di lingkungan perairan dapat berfungsi sebagai wadah bagi zat yang memiliki sifat toksik seperti bahan kimia (Ivar do Sul & Costa, 2013).

Toksisitas mikroplastik dapat berasal dari tiga sumber yaitu, stres konsumsi, seperti penyumbatan fisik, konsumsi energi; kebocoran bahan plastik tambahan, seperti plasticizer dan paparan kontaminan yang terkait dengan mikroplastik, seperti polutan organik, persisten. Dampak mikroplastik dapat bervariasi tergantung pada akumulasi dan translokasi dalam jaringan, kemampuan organisme untuk mengeluarkan partikel, dan kemampuan untuk transfer trofik (Anderson et al., 2016).

Mikroplastik adalah kontaminant yang tersebar luas dan dapat ditemukan hampir di semua lingkungan. Jumlah dan ukuran mikroplastik yang besar menjadikannya salah satu polutan paling umum yang ditemukan di perairan bahkan tidak menutup kemungkinan ditemukan pada sistem terestrial. Mikroplastik memiliki efek negatif pada ekosistem perairan, bahkan kehidupan manusia. Akumulasi mikroplastik dapat menyebabkan keracunan dan kanker. Mikroplastik mengandung banyak zat aditif yang berbahaya bagi kesehatan karena dapat menyerap bahan kimia berbahaya yang terlarut dalam air, seperti *polychlorinated biphenyls* (PCBs), *polybrominated diphenyl ethers* (PBDEs), dan senyawa lainnya yang dapat menyebabkan kematian atau disebut karsinogenik (Lusher et al., 2017). Polusi mikroplastik telah tersebar di lingkungan atau sistem terestrial/tanah dan daratan, termasuk lahan pertanian, perkebunan, pesisir, industri, dan dataran rendah bantaran sungai (floodplain area) (Xu et al., 2019). Polusi mikroplastik pada tanah biasanya disebabkan oleh buruknya pengelolaan sampah plastik.

2.6 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

FTIR merupakan instrument untuk mengetahui gugus kimia dari mikroplastik yang telah di identifikasi. FTIR digunakan untuk analisis gugus fungsi secara kualitatif dalam suatu senyawa kimia yang terdapat di dalam plastik, karet, makanan, obat, batu bara, dan kosmetik. FTIR juga dapat digunakan untuk analisa kuantitatif dengan menggunakan data intensitas pada panjang gelombang tertentu untuk perhitungan. Prinsip kerja FTIR dengan mengenali gugus fungsi suatu senyawa dari absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut (Sjahfirdi et al., 2015).

Spektroskopi FTIR berkaitan dengan pengukuran sinar inframerah (IR) yang diserap oleh sampel mikroplastik. Hal ini memungkinkan untuk mempelajari komposisi molekul. Spektrum inframerah mewakili sidik jari sampel yaitu mikroplastik dan memiliki puncak serapan yang sesuai dengan frekuensi getaran antara ikatan atom penyusun material. Ini terjadi karena setiap bahan polimer lainnya terdiri dari kombinasi atom yang berbeda, dan kedua senyawa tersebut tidak menghasilkan spektrum inframerah yang sama. Oleh karena itu, dengan menggunakan instrumen FTIR, struktur kimia molekul polimer dapat diidentifikasi (Veerasingam et al., 2021).

Tabel 2. 3 Penentuan Jenis Polimer Berdasarkan Nilai Puncak Gelombang FTIR

No	Polymer	Characteristic Peaks (cm^{-1})	Assignment
1	*High Density Polyethylene* (HDPE)	2915 1845 1472 1462 730 717	C-H stretching C-H stretching CH_2 bending CH_2 bending CH_2 rocking CH_2 rocking
2	*Low Density Polyethylene* (LDPE)	2915 2845 1467 1462 1377 730 717	C-H stretching C-H stretching CH_2 bending CH_2 bending CH_2 rocking CH_2 rocking
3	*Polyethylene Terephthalate* (PET)	1713 1241	C=O stretching C-O stretching

		1094 720	C-O stretching Aromatic CH out-of-plane bending
4	*Polypropylene* (PP)	2950 2915 2838 1455 1377 1166 997 972 840 808	C-H stretching C-H stretching C-H stretching CH_2 bending CH_2 bending CH bending, CH_3 rocking, C-C stretching CH_3 rocking, CH_3 bending, CH bending CH_3 rocking, C-C stretching CH_2 rocking, C-CH_3 stretching CH_2 rocking, C-C stretching, C-CH stretching
5	*Polystyrene* (PS)	3024 2847 1601 1492 1451 1027 694 537	Aromatic C-H stretching C-H stretching Aromatic ring stretching Aromatic ring stretching CH_2 bending Aromatic CH bending Aromatic CH out-of-plane bending Aromatic ring out-of-plane bending
6	*Polycarbonate* (PC)	2966 1768 1503 1409 1364	CH stretching C=O stretching Aromatic ring stretching Aromatic ring stretching CH_3 bending C-O stretching

		1186 1158 1013 823	C-O stretching Aromatic CH inplane bending Aromatic CH out-of-plane bending
7	*Polytetrafluorethylene* (PTFE)	1201 1147 638 554 509	CF_2 stretching CF_2 stretching C-C-F bending CF_2 bending CF_2 bending
8	*Nylon* (allpolyamides)	3298 2932 2858 1634 1538 1464 1372 1274 1199 687	N-H stretching CH stretching CH stretching C=O stretching NH bending, C-N stretching CH_2 bending CH_2 bending NH bending, C-N stretching CH_2 bending NH bending, C=O bending

sumber: (Veerasingam et al., 2021).

2.7 Penelitian Terdahulu

Berikut ini pada **Tabel 2.3** merupakan penelitian terdahulu mengenai penelitian mikroplastik baik di Indonesia atau di luar Indonesia.

Tabel 2. 4 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Corradini et al., 2019)	EVIDENCE OF MICROPLASTIC ACCUMULATION IN AGRICULTURAL SOILS FROM SEWAGE SLUDGE DISPOSAL	Tujuan dari penelitian ini untuk mengevaluasi kontaminasi mikroplastik pada tanah akibat pembuangan dari IPAL yang berupa lumpur. Tujuh sampel lumpur dikumpulkan di lahan yang mengalami aplikasi

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			lumpur selama periode penelitian. Setelah dilakukan penelitian menghasilkan bahwa kandungan mikroplastik dalam lumpur berkisar antara 18 hingga 41 partikel g-1. Mayoritas mikroplastik diamati adalah serat (90% dalam lumpur dan 97% dalam tanah). Hasil penelitian ini menunjukan bahwa jumlah mikroplastik meningkat dari waktu ke waktu dan aplikasi lumpur dari IPAL pada tanah menghasilkan peningkatan jumlah mikroplastik.
2	(Khalid, Aqeel and Noman, 2020)	MICROPLASTICS COULD BE A THREAT TO PLANTS IN TERRESTRIAL SYSTEMS DIRECTLY OR INDIRECTLY	Mikroplastik adalah ancaman baru bagi fungsi ekosistem dan biota. Mikroplastik di dalam tanah dapat secara langsung berdampak pada tanaman dengan cara memblokir pori-pori benih, membatasi penyerapan air dan nutrisi melalui akar, agregasi, dan akumulasi pada akar, tunas, dan daun.

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
3	(Moeck et al., 2023)	MICROPLASTICS AND NANOPLASTICS IN AGRICULTURE—A POTENTIAL SOURCE OF SOIL AND GROUNDWATER CONTAMINATION	Penelitian ini menunjukan bahwa fragmentasi plastik dalam tanah dapat menghasilkan mikroplastik sekunder, dan bahwa partikel-partikel yang lebih kecil ini berpotensi berpindah ke akuifer. Disebutkan jika konsentrasi mikroplastik yang lebih tinggi di tanah pertanian dapat mengubah perilaku penyerapan bahan kimia pertanian, misalnya pestisida ke dalam butiran tanah. Penempelan atau pelepasan mikroplastik yang bervariasi pada butiran tanah dan interaksi mikroplastik agrokimia kemudian berpotensi menyebabkan peningkatan transportasi bersama mikroplastik dan agrokimia ke dalam sistem air tanah dibawahnya. Hal ini mengisyaratkan adanya resiko kontaminasi pada akuifer dan pasokan air minum di bawah area pertanian yang akan membutuhkan tindakan regulasi yang lebih baik terhadap penggunaan plastik di bidang pertanian.
4	(Putri, 2022)	IDENTIFIKASI KEBERADAAN MIKROPLASTIK	Tujuan penelitian ini untuk menganalisa kelimpahan, jenis dan

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		PADA PASIR DI PESISIR PANTAI KABUPATEN BANTUL D.I YOGYAKARTA	warna mikroplastik pada pasir di pesisir pantai parangtritis, pantai parangkusumo dan pantai depok. Analisa sampel menggunakan metode National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) dengan Wet Peroxida Oxidation (WPO), pemisahan densitas dan pengamatan partikel dengan mikroskop. Hasil penelitian ditemukan jenis mikroplastik yaitu fiber (3%), foam (4%), fragment (12%), film (2%), dan granula (79%). Adapun ditemukan juga warna transparan (8%), merah (21%), hitam (27%), biru (3%), hijau (1%), ungu (0%), orange (15%), dan kuning (8%).
5	(Ismiyati et al., 2023)	MICROPLASTICS POLLUTION IN SEDIMENT OF SERANG RIVER KULON YOGYAKARTA PROVINCE	Pada penelitian ini ditemukan kelimpahan mikroplastik tertinggi 321.99+/-46.76 partikel/kg di hilir dan terendah 179.09+/-32.08 partikel/kg di hulu. Jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan berupa fragment dan film serta didominasi oleh warna transparan.
6	(Prabowo, 2020)	IDENTIFIKASI KEBERADAAN DAN BENTUK	Pada penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
		MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DAN IKAN DI SUNGAI CODE, D.I YOGYAKARTA	keberadaan, bentuk, dan warna mikroplastik pada sedimen dan ikan di Sungai Code. Metode analisis Lab menggunakan oksidasi peroksida basah, pemisahan densitas, dan pengamatan menggunakan mikroskop. Hasil pengamatan mikroplastik pada sampel sedimen berupa bentuk mikroplastik fiber, fragmen, pellet, dan film. Dan warna mikroplastik pada sedimen merah, hitam,biru, transparan, nila, dan coklat. Total kelimpahan mikroplastik pada sampel sedimen adalah 1516 partikel/kg sedimen kering.
7	(Sari Dewi, Aditya Budiarsa and Ramadhan Ritonga, 2015)	DISTRIBUSI MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DI MUARA BADAK, KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA	Sampel sedimen diambil dari 4 stasiun yaitu pemukiman penduduk, dekta sungai, dekat pantai, dan jauh dari pemukiman penduduk. Hasil dari penelitian menunjukan bahwa jenis mikroplastik yang ditemukan adalah fragmen, film, dan fiber. Pada stasiun 1 ditemukan fragmen berkisar 100.2-201.3 partikel/kg, film berkisar 69.6-79.9 partikel/kg dan fiber berkisar 43.1-50.9 partikel/kg, stasiun 2 ditemukan fragmen

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			berkisar 146.5-238.8 partikel/kg, film berkisar 53.2-81.9 partikel/kg dan fiber berkisar 48.8-75.2 partikel/kg, stasiun 3 ditemukan fragmen berkisar 204.2-207.9 partikel/kg, film berkisar 107.7-126.5 partikel/kg dan fiber berkisar 26.1-39.9 partikel/kg, stasiun 4 ditemukan fragmen berkisar 167.6-220 partikel/kg, film berkisar 59.7-69.5partikel/kg dan fiber berkisar 47.5-55.3 partikel/kg.

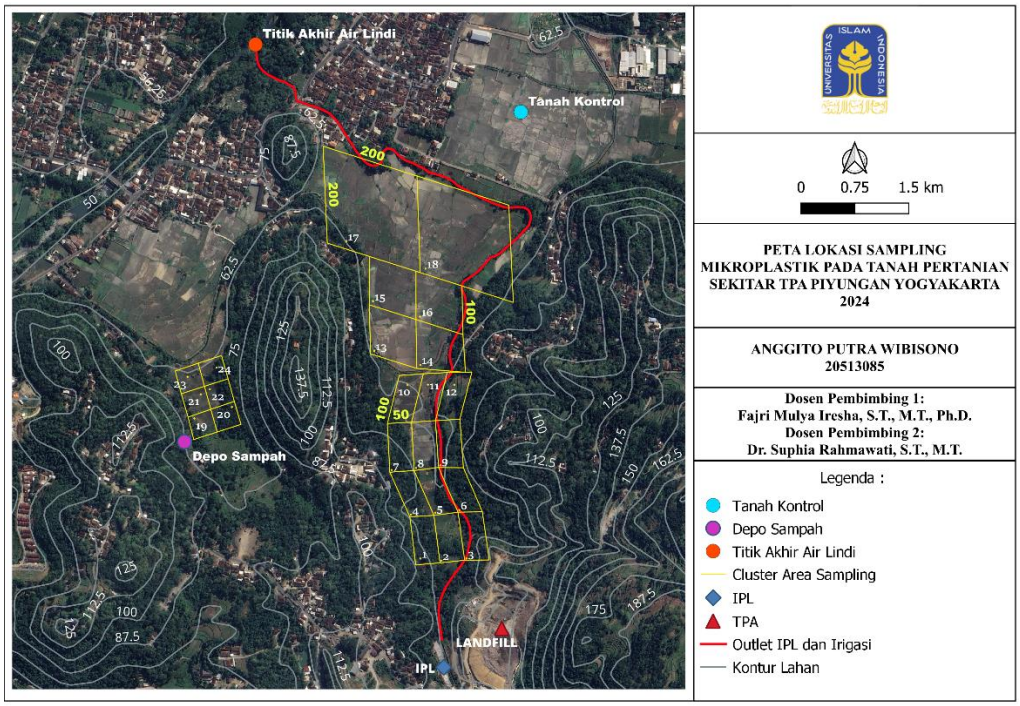
BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. Sampel uji yang diambil yaitu tanah pertanian. Kemudian dilakukan kegiatan uji laboratorium di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan UII Yogyakarta.

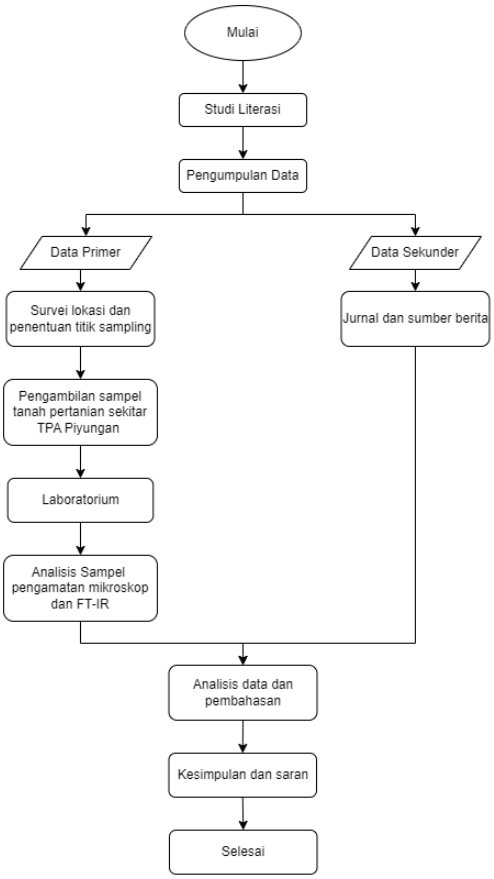
Pemilihan lokasi pengambilan sampel terdiri dari 10 titik. Setiap titik diambil sebanyak 5 kali dengan jarak yang berbeda kemudian digabungkan sehingga menjadi tanah komposit. Lokasi sampling untuk tanah kontrol berada pada lahan pertanian yang berada jauh dari TPA Piyungan. Sampling tanah pertanian dilakukan dengan metode *grab sampling* berdasarkan kondisi tanah dan kondisi sekitar lahan dengan kedalaman 0-20 cm. Sampling tanah di ambil pada tanah pertanian sekitar TPA Piyungan Yogyakarta dengan menentukan beberapa titik sampel. Survei awal/survei lapangan lahan pertanian dilaksanakan tanggal 12 November 2023. Survei dilakukan pada saat memasuki musim penghujan. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2023 sampai bulan Mei 2024. Mencari titik lokasi sampling melihat posisi pertanian tidak terlalu jauh dari *landfill,* Instalasi Pengolahan Lindi (IPL), saluran irigasi dan juga kondisi sekitar pertanian adanya sampah plastik yang berceceran. Adapun lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **Gambar 3.1** sebagai berikut :



Gambar 3. 1 Titik Pengambilan Sampel

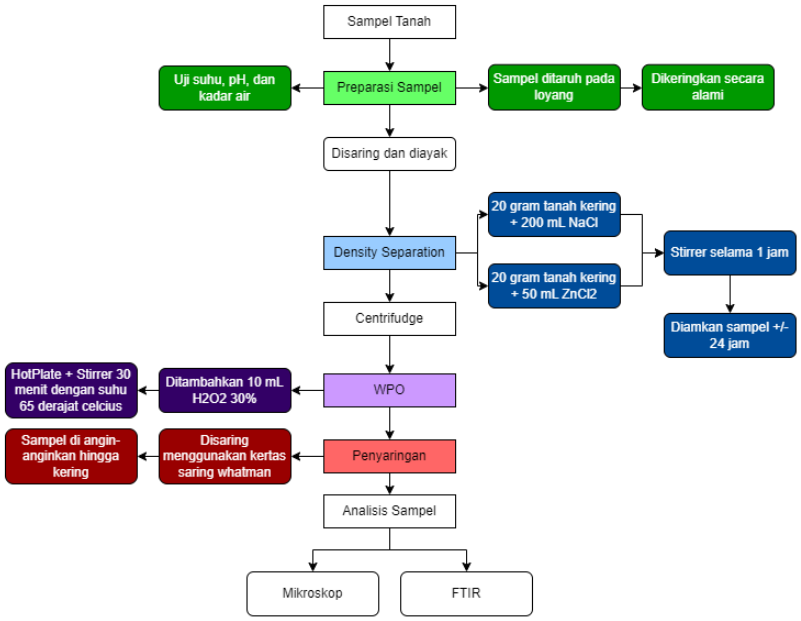
3.2 Tahapan Penelitian

Pada proses tahapan penelitian merupakan bentuk gambaran mengenai langkah-langkah penelitian yang kemudian akan dilakukan dan dapat dijadikan sebagai dasar dalam proses penelitian. Tahapan penelitian digambarkan dengan diagram alir sebagai berikut:



Gambar 3. 2 Diagram Alir Penelitian

Analisis sampel dibutuhkan juga metode pengujian. Metode pengujian yang akan digunakan berdasar pada metode *National Oceanic Atmosphere Administration (NOAA)* yang dimodifikasi. Adapun diagram alir metode pengujian sampel dapat dilihat pada **Gambar 3.3**



Gambar 3. 3 Diagram Alir Metode Pengujian Sampel

3.2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan selama penelitian dapat dilihat pada **Tabel 3.1** untuk pengambilan sampel di lapangan dan **Tabel 3.2** alat dan bahan pengujian sampel di laboratorium.

1) Pengambilan Sampel di Lapangan

Tabel 3. 1 Alat Pengambilan Sampel

Alat Pengambilan Sampel
Kaleng
Sekop
Pipa besi
Alat tulis

2) Pengujian Sampel di Laboratorium

Tabel 3. 2 Alat dan Bahan Pengujian Sampel di Laboratorium

Alat
Gelas Beaker
Erlenmeyer
Gelas Ukur

Alat
Pipet Volume
Pipet Tetes
Hotplate dan Magnetic Stirrer
Vacuum Pump Compresor
Centrifuge
Tube
Timbangan Analitik
Cawan Petri
Cawan Porselen
Sieve Analys
Loyang
Pinset
Mikroskop
FTIR
Bahan
NaCl
$ZnCl_2$
H_2O_2 30%
KCl
Aquades
Kertas Saring Watman CAT No. 1821-047

3.2.2 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel tanah di lahan pertanian dilakukan dengan metode *grab sampling* menggunakan alat bor tanah/pipa besi. Bor tanah berbahan besi dengan struktur yang kuat dan ujungnya tajam, dimana dapat menembus ke dalam tanah dan dapat menampung tanah tersebut. Jika tanah tertampung pada ujung bor tanah, kemudian bor tanah di tarik dan tanah di tampung ke wadah kaleng. Pengambilan sampel dilakukan dengan kedalaman 0-20 cm yang merupakan tanah lapisan atas, hal ini bertujuan untuk memeriksa polusi mikroplastik pada tanah (Chia et al., 2024).

Sampel tanah akan diambil sebanyak 5 kali pada setiap titik sampling yang kemudian digabungkan sehingga menjadi tanah komposit. Hal tersebut dapat merepresentatifkan sampel tanah pertanian pada titik sampling tersebut. Total

pengambilan sampel ada 10 sampel dengan 10 lokasi titik sampling dan 1 sampel tanah kontrol. Sampel tanah kontrol berupa tanah pertanian yang berada jauh dari area TPA Piyungan. Pengawetan sampel tidak dilakukan karena karakteristik mikroplastik membutuhkan waktu yang lama untuk terdegradasi.



Gambar 3. 4 Pengambilan Sampel Tanah

3.2.3 Proses Pengujian Sampel

Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Bioteknologi FTSP UII. Pengujian sampel mengacu pada metode *National Oceanic Atmosphere Administration* (*NOAA*)yang telah di modifikasi. Pengujian sampel tanah meliputi pengeringan dan pengayakan, *Density Separation*, *Centrifuge*, *Wet Peroxide Oxidation* (WPO), dan penyaringan. Proses pengujian sampel usai dilanjutkan dengan analisis sampel dengan mikroskop dan FTIR.

1) Preparasi Sampel

Tahap uji suhu dilakukan in-situ pada setiap sampel yang sudah terkumpul pada wadah menggunakan termometer. Uji pH dilakukan ex-situ di laboratorium diawali pengecekan sampel dengan pH universal

untuk mengetahui perlu atau tidaknya penggunaan pH meter. Jika nilai pH <4 dan >10 tidak perlu menggunakan pH meter. Uji pH menggunakan pH meter jika nilai ph 4-10. Pengujian pH menggunakan pH meter perlu menggunakan larutan KCL dan Aquades. Suhu dan pH berpengaruh dalam proses degradasi sampah plastik, yang dapat menyebabkan berbeda ukuran dan warna mikroplastik (Ningrum et al., 2022). Suhu tanah yang tinggi dapat meningkatkan laju degradasi mikroplastik, sedangkan suhu rendah memperlambat proses tersebut. Suhu dan pH tanah dapat memengaruhi sifat fisik tanah, seperti tekstur dan kelembapan, hal ini dapat memengaruhi distribusi mikroplastik di dalam tanah.

Sampel tanah dominan bersifat seperti tanah lempung, sehingga harus dilakukan pengeringan terlebih dahulu dengan di angin-anginkan secara alami diatas loyang. Waktu pengeringan sampel tanah membutuhkan waktu kurang lebih 24 jam. Sampel tanah yang sudah kering dihaluskan atau dihancurkan dengan cara ditumbuk secara perlahan. Setelah dihancurkan dilakukan pengayakan dengan *sieve silver* mesh nomor 4, 6, 18, dan 40. Mesh nomor 4 dengan ukuran 4,75 mm, mesh nomor 6 dengan ukuran 3,35 mm, mesh nomor 18 dengan ukuran 1,00 mm, dan mesh nomor 40 dengan ukuran 0,425 mm. Sampel tanah yang sudah diayak di ambil sebanyak 20 gram untuk mewakili tanah yang telah dihomogenkan untuk dilakukan pengujian sampel selanjutnya. Proses pengeringan bertujuan untuk menghilangkan kandungan air pada sampel uji dan memudahkan pengayakan sampel agar tidak menggumpal pada alat pengayak. Sedangkan proses pengayakan dilakukan guna mendapatkan sampel yang halus dan yang lolos dari mesh terkecil atau mesh nomor 40 dengan ukuran 0,425 mm, serta dapat memisahkan kerikil bahkan makroplastik yang terperangkap di tanah.



Gambar 3. 5 Proses Pengeringan Sampel Tanah



Gambar 3. 6 Proses Pengayakan Sampel Tanah



Gambar 3. 7 Proses Pengujian pH Sampel Tanah

2) Density Separation

Pada tahap ini untuk memisahkan mikroplastik pada tanah dengan memanfaatkan perbedaan densitas atau berat jenis. Tahap *density separation* diawali dengan 20 gram sampel tanah yang sudah dikeringkan dan diayak menggunakan ayakan ukuran mesh 0,425 mm. Kemudian ditambahkan larutan NaCl sebanyak 200 mL dan larutan $ZnCl_2$ 50 mL pada gelas beaker 500 mL. Sampel yang sudah ditambahkan larutan NaCl atau $ZnCl_2$ kemudian diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 1 jam dan didiamkan selama kurang lebih 24 jam.



Gambar 3. 8 Pemisahan Densitas Sampel

3) Centrifuge

Sampel dari proses pemisahan densitas dilanjutkan proses sentrifugasi guna memisahkan partikel dengan liquid. Prinsip kerja dari *centrifuge* adalah melawan arah gaya tarik bumi (gravitasi) dan sedimentasi. Dengan adanya suatu percepatan gaya sentripetal dan kekuatan gaya sentrifugal akan membuat objek terbentuk sedimentasi menjadi beberapa fase (Pratiwi, 2022)

Sampel dari proses pemisahan densitas yang telah didiamkan kurang lebih 24 jam jika tidak dilakukan *centrifuge* akan membuat kertas saring menjadi kotor setelah dari proses *Wet Peroxide Oxidation* (WPO). Sampel akan dimasukan ke dalam tube ukuran 10 mL menggunakan pipet ukur 10 mL. Kemudian, tube diberi label sesuai nama sampel dan ditutup rapat. Selanjutnya tube dimasukan ke dalam mesin Centrifuge PLC Series dan di aktifkan dalam waktu 10 menit dengan kecepatan 300 rpm. Selepas dari proses *centrifuge* sampel yang berada di dalam tube akan terbentuk sedimentasi, menunjukan pemisahan partikel dan supernatan. Supernatan ini yang akan digunakan pada proses selanjutnya dengan cara diambil dengan pipet tetes secara perlahan dan dituangkan ke dalam erlenmeyer 250 mL.



Gambar 3. 9 Proses Centrifuge

4) *Wet Peroxide Oxidation* (WPO)

Tahap *Wet Peroxide Oxidation* (WPO) merupakan proses digesting dimana bertujuan untuk menghancurkan bahan organik yang terkandung didalam sampel. Pada tahap ini dilakukan penambahan H_2O_2 dengan konsentrasi 30% ke dalam sampel yang sudah disiapkan di erlenmeyer, kemudian sampel diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dan *hot plate* selama 30 menit dengan suhu 65°C. Sampel yang digunakan adalah supernatan dari proses *centrifuge*, sehingga larutan sampel berwarna jernih. Selanjutnya sampel akan didiamkan beberapa saat hingga dingin.

5) Penyaringan

Tahap penyaringan bertujuan untuk menyaring mikroplastik yang ada pada sampel uji. Penyaringan dilakukan menggunakan kertas saring *glass microfiber* (GF/B) *Whatman* CAT No. 1821-047. Penyaringan dibantu dengan alat *vacuum* dimana kertas saring diletakan di atas *vacuum pump compressor*. Setelah dilakukan penyaringan, kertas saring dikeringkan dengan didiamkan di cawan petri hingga kering. Kertas saring hasil penyaringan selanjutnya digunakan untuk analisis sampel menggunakan mikroskop dan FTIR.



Gambar 3. 10 Proses Penyaringan Menggunakan *Vacuum Pump*

3.2.4 Analisis Sampel

A. Mikroskop

Pengamatan sampel menggunakan mikroskop bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk, dan warna mikroplastik. Pada pengoperasian mikroskop dilakukan dengan diawali menghidupkan alat mikroskop yang telah terhubung dengan computer, dan diletakan kertas saring diatas kaca preparate. Kertas saring sebelumnya sudah dibagi menjadi 4 kuadran agar memudahkan proses pengamatan. Selanjutnya diamati secara teratur baik dari sisi kiri ke sisi kanan atau sebaliknya. Perbesaran mikroskop menggunakan 4 hingga 10 kali. Mikroskop yang digunakan bermerk Olympus.



Gambar 3. 11 Analisis Sampel dengan Mikroskop

B. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Pengamatan sampel menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui unsur kimia/gugus fungsi/polimer yang terkandung dalam mikroplastik. Sampel akan diuji pada FTIR yang dapat mengeluarkan hasil, kemudian hasil tersebut dapat disimpan pada software komputer berupa grafik dan unsur

kimia yang terbaca. Hasil dari FTIR dapat dianalisis sumber pencemaran dari mikroplastik tersebut. Proses analisis pada FTIR melalui kristal kecil (ATR *diamond*) yang akan menyentuh di titik tertentu pada sampel yang kemudian hasil tersebut berupa grafik dan polimer terekam dan tersimpan pada komputer.



Gambar 3. 12 Proses Analisis Sampel dengan FTIR

3.3 Analisis Data

Analisis data bersifat deskriptif kuantitatif, dengan identifikasi karakterisitik mikroplastik pada tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan Yogyakarta. Klasifikasi bentuk ditentukan berdasarkan dari pellet, fragment, fiber, film, dan foam. Klasifikasi mikroplastik berdasarkan warna hitam, biru, transparan, merah, ungu, hijau, dan *orange.* Sampel yang diambil merupakan tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan di Kabupaten Bantul D.I.Yogyakarta.

Data yang dianalisis adalah hasil dari pengamatan menggunakan mikroskop. Analisis dilakukan secara deskriptif pada penelitian dengan mendeskripsikan keberadaan dan kelimpahan mikroplastik per 20 gram tanah kering menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Kelimpahan\ mikroplastik\left(\frac{partikel}{berat\ sampel\ (gram)}\right) = \frac{jumlah\ mikroplastik\ pada\ tanah\ (partikel)}{20\ gram\ tanah\ kering\ (gram)}$$

Serta melakukan pengamatan terhadap bentuk dan warna mikroplastik pada masing-masing lokasi sampling atau setiap sampel tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan. Pada analisis bentuk dan warna mikroplastik dapat berupa jumlah dan presentase. Dimana perhitungan presentase jenis dan warna menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Presentase\ (\%) = \left(\frac{jumlah\ partikel\ jenis\ atau\ warna\ (partikel)}{jumlah\ keseluruhan\ partikel\ jenis\ atau\ warna\ (partikel)}\right) x100$$

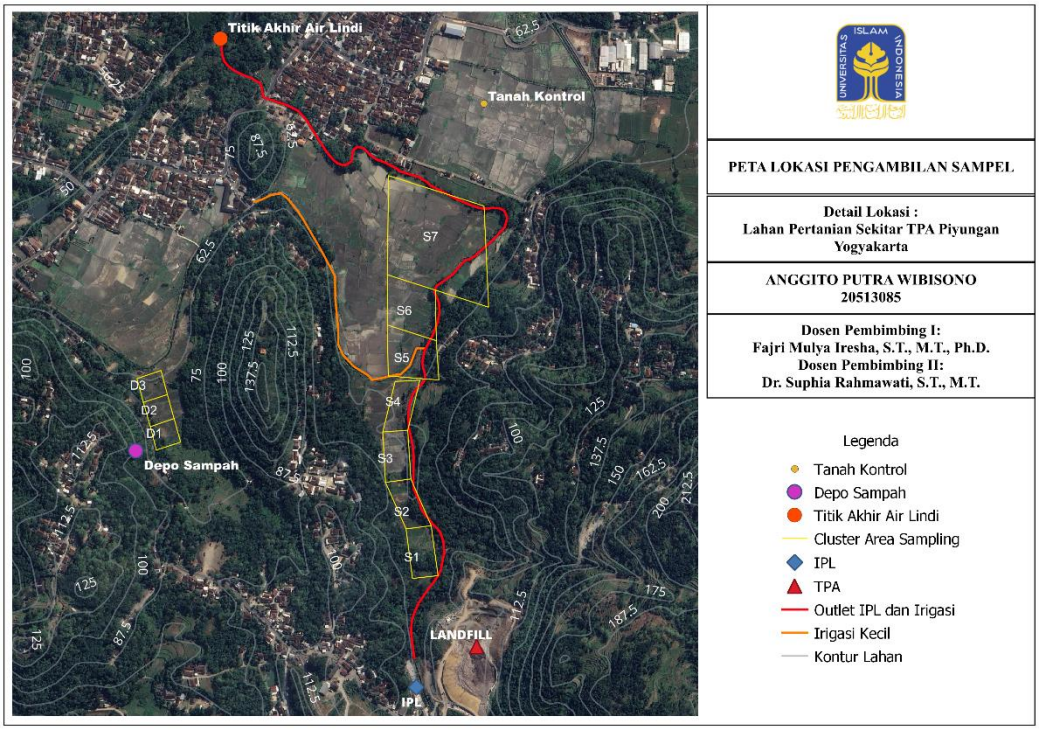
Analisis menggunakan FTIR akan menghasilkan gugus fungsi senyawa dan polimer, dimana akan disesuaikan dengan referensi untuk mencari turunan senyawa. Sehingga dapat diketahui berasal dari mana mikroplastik tersebut atau sumber pencemaran mikroplastik.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Lokasi Penelitian

Penelitian ini menganalisis karakteristik dan keberadaan mikroplastik pada tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, Bantul, Yogyakarta. Pengambilan sampel dilakukan pada 10 titik dan 1 titik guna sampel tanah kontrol. Dari setiap titik, tanah diambil sebanyak 5 kali menyeluruh dalam 1 cluster dengan kedalaman 20 cm dimana kemudian tanah tersebut digabungkan dan menjadi sampel tanah komposit. Lokasi penelitian hampir keseluruhan adalah lahan sawah dan melihat kondisi aliran irigasi yang membentang menyusuri lahan pertanian digunakan metode modifikasi cluster sampling untuk penentuan titik lokasi pengambilan sampel. Titik awal pengambilan sampel dengan area Instalasi Pengolahan Air Lindi (IPL) dan landfill berjarak kurang lebih 100 meter.



Gambar 4. 1 Peta Lokasi Pengambilan Sampel

4.1.1 Kondisi Sekitar Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada pada lahan pertanian yang tidak jauh dari landfill TPA Piyungan dan Instalasi Pengolahan Lindi (IPL). Disepanjang lahan pertanian terdapat saluran irigasi bercampur dengan saluran pembuangan hasil olahan air lindi. Saluran irigasi baru dibangun pada tahun 2023 akhir, sebelumnya outlet IPL bercampur menjadi satu dengan saluran irigasi tersebut. Saluran irigasi yang sedang dibangun terbentuk dari beton, sedangkan sebelumnya saluran irigasi hanya terbentuk secara alami dan tidak memiliki tanggul pembatas dengan lahan pertanian. Jauh dari sebelum pembangunan saluran irigasi pernah terjadi banjir pada saluran irigasi yang bercampur dengan outlet IPL, sehingga air irigasi yang bercampur dengan hasil olahan air lindi meluap ke lahan pertanian. Akibat dari peristiwa tersebut berdampak pada kondisi lingkungan di lahan pertanian, dimana lahan tersebut dipenuhi dengan sampah yang didominasi sampah plastik dan sudah dipastikan lahan pertanian juga tercemar oleh olahan air lindi. Saluran irigasi tercemar oleh sampah dari landfill dan outlet IPL. Dari peristiwa tersebut menimbulkan masalah sosial dan lingkungan.



Gambar 4. 2 Pembangunan Saluran Irigasi dan Saluran Outlet IPL
Sumber: dokumentasi pribadi



Gambar 4. 3 Lahan Pertanian yang Tercemar Sampah Plastik
Sumber: dokumentasi pribadi

Lahan pertanian yang digunakan untuk pengambilan sampel terdapat lahan kering dan lahan basah. Lahan kering hanya ditanami sebagian tumbuhan sisanya hanya lahan kosong. Lahan kering kosong tersebut dimanfaatkan oleh warga sekitar untuk memilah sampah. Sebagian besar warga yang tinggal disekitar TPA Piyungan berprofesi sebagai pemulung dan rumah mereka digunakan untuk memilah sampah. Di dekat lahan pertanian kering terdapat beberapa rumah warga yang memilah sampah, sehingga banyak tumpukan sampah yang berserakan hingga menutupi sebagai lahan kering. Lokasi lahan pertanian kering juga dilakukan pengambilan sampel dikarenakan lahan tersebut bercampur dengan sampah plastik.



Gambar 4. 4 Lahan Pertanian Kering yang Tercemar Sampah Plastik
Sumber: dokumentasi pribadi

Lahan pertanian basah hampir keseluruhan ditanami oleh padi atau juga bisa disebut pertanian sawah. Lahan pertanian sawah juga tak lepas dari pencemaran sampah plastik, meskipun ditemukan beberapa sampah plastik menumpuk pada pinggir sawah. Sampah-sampah tersebut berada di area lahan pertanian disebabkan oleh banjir yang membawa sampah-sampah, khususnya sampah plastik. Lokasi lahan pertanian basah dimulai dari titik S3, S4, S5, S6, dan S7. Pengambilan sampel tidak dilakukan seluruh titik dikarenakan keterbatasan pengujian dan di utamakan lahan yang dekat dengan saluran irigasi. Lokasi lahan pertanian basah berada diantara dua bukit, atau diantara dua dataran tinggi. Bukit sebelah Timur merupakan lahan kering dengan vegetasi yang padat, tidak ditemukan adanya pencemaran sampah plastik pada lahan tersebut. Bukit sebelah Barat sama dengan bukit sebelah Timur, tetapi diatas lereng bukit tersebut terdapat sampah-sampah hasil pemilahan yang dilakukan oleh penduduk setempat. Sampah-sampah tersebut berceceran di lereng bukit, jika terjadi hujan deras sampah akan terbawa turun ke lahan pertanian basah atau lahan sawah. Menurut (Koutnik et al., 2021) biodegradasi juga dapat mengurangi konsentrasi dan ukuran mikroplastik yang tersimpan di lingkungan

terrestrial. Hal ini juga sebagai alasan untuk dilakukan pengambilan sampel pada lahan pertanian basah karena diperkirakan lahan pertanian basah tercemar oleh sampah plastik dan tertimbun dengan waktu yang lama yang kemudian menjadi mikroplastik.



Gambar 4. 5 Kondisi Lahan Sawah yang Terdapat Sampah Plastik
Sumber: dokumentasi pribadi

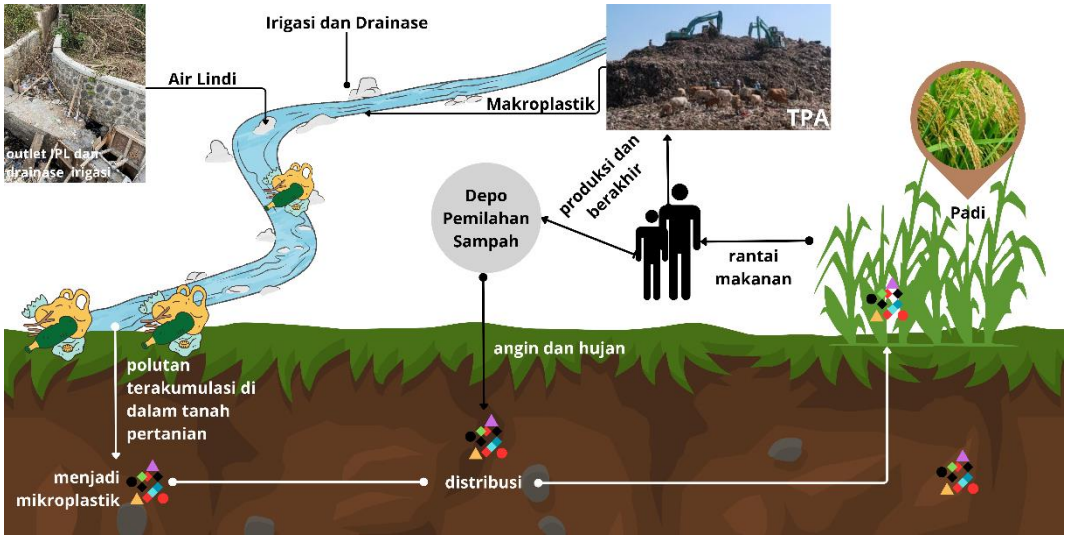
Pada titik D1, D2, dan D3 merupakan kondisi lahan pertanian dekat dengan jalan menuju *landfill* dan elevasi lahan pertanian lebih rendah daripada jalan tersebut. Kondisi di sepanjang jalan yang dekat dengan titik lokasi D1, D2, dan D3 terdapat depo sampah yang didirikan oleh warga sekitar. Selain sampah plastik yang berasal dari depo sampah menjadi mikroplastik, menurut (Hoeke et al., 2024) ban mobil yang aus karena bergesekan dengan jalan dan partikel dari sistem pengeraman kendaraan juga dapat menimbulkan adanya mikroplastik. Kondisi elevasi yang berbeda jauh antara lahan pertanian dengan jalan dapat menyebabkan terjadinya perpindahan sampah plastik turun ke lahan pertanian, dimana perpindahan sampah diakibatkan oleh angin dan air hujan yang turun ke lahan pertanian. Sampah plastik yang tertimbun cukup lama di dalam tanah pertanian dapat menjadi mikroplastik.

Ilustrasi perjalanan pencemaran mikroplastik di tanah pertanian dapat dilihat pada **Gambar 4.7**



Gambar 4. 6 Kondisi Lahan Pertanian yang Berdekatan dengan Jalan dan Depo Sampah

Sumber: dokumentasi pribadi



Gambar 4. 7 Ilustrasi Pencemaran Mikroplastik
Sumber: Penulis

4.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Bentuk, dan Warna

Pada penelitian ini tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan diamati menggunakan mikroskop untuk mengidentifikasi jumlah kelimpahan mikroplastik, bentuk mikroplastik, dan warna mikroplastik. Identifikasi mikroplastik yang berada di kertas saring, dimana menggunakan kertas saring Whatman Glass Microfiber Filters GF/B CAT No. 1821-047.

Mikroplastik memiliki beberapa bentuk seperti *Fiber, Film, Fragmen, Foam*, dan *Pellet*, serta mikroplastik memiliki warna yang beragam seperti biru, hijau, merah, ungu, hitam, transparan, hingga oranye/jingga. menurut (Rillig, 2012), kemunculan bentuk fragment pada mikroplastik di dalam tanah sangat besar, dan memang menggambarkan tanah perkotaan. Identifikasi perlu dilakukan untuk mengetahui jumlah, bentuk, dan warna mikroplastik pada tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, dimana lokasi tersebut jauh dari perkotaan.

4.2.1 Pengujian Parameter Fisik (suhu dan pH)

Sampel uji berupa tanah pertanian dilakukan pengujian parameter fisik terlebih dahulu, yaitu suhu dan pH. Pengujian suhu dilakukan in-situ saat pengambilan sampel dan pengujian pH tanah dilakukan ex-situ di Laboratorium Teknik Lingkungan UII. Dapat dilihat hasil pengujian suhu tanah pertanian pada **Tabel 4.1**

Tabel 4. 1 Suhu Tanah

Kode Sampel	Suhu (°C)
S1	25,5
S2	25,5
S3	26
S4	26
S5	26
S6	26
S7	25,5
D1	26
D2	26
D3	26
TC	25,5

Perubahan iklim dapat meningkatkan dampak mikroplastik terhadap lingkungan dengan mempengaruhi degradasi, distribusi, dan interaksi dengan ekosistem. Peningkatan suhu dapat mempercepat degradasi plastik, sehingga meningkatkan fragmentasi dan pelepasan partikel mikroplastik yang lebih kecil (K. Zhang et al., 2021). Selain itu, suhu yang tinggi mendukung penguraian fisik plastik melalui degradasi termal, sehingga membuatnya lebih rentan terhadap proses degradasi lainnya (Kamweru et al., 2011). Pada penelitian (Rohmah et al., 2018), plastik dapat terdegradasi dengan pH 5-6 pada suhu 25°C-35°C dengan bantuan mikroorganisme berupa jamur *Apergillus Tereus*. Selain pengujian suhu, juga dilakukan pengujian pH pada tanah pertanian. Dapat dilihat hasil pengujian pH tanah pertanian pada **Tabel 4.2**

Tabel 4. 2 pH Tanah

Kode Sampel	**pH (KCl)**	**pH(aquades)**
S1	5,28	6,90
S2	5,39	7,44
S3	5,52	7,07
S4	5,68	7,55
S5	5,68	7,35
S6	5,65	7,43
S7	5,73	7,49
D1	5,68	7,26
D2	5,73	7,32
D3	5,36	6,84
TC	5,72	6,95

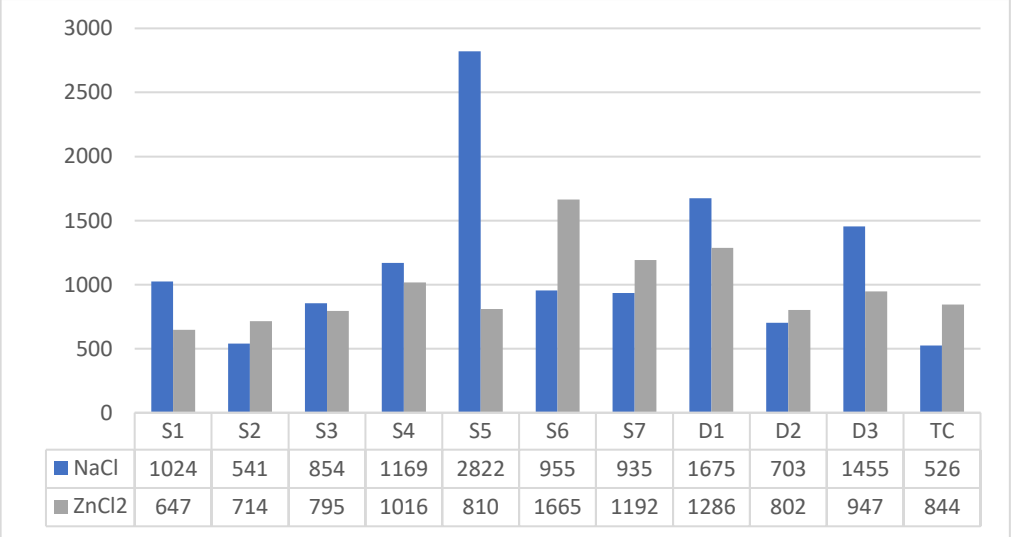
Faktor yang mempengaruhi proses biodegradasi plastik secara biotik salah satunya adalah suhu dan pH. Suhu dan pH tanah dapat memengaruhi sifat fisik tanah, seperti tekstur dan kelembapan, hal ini dapat memengaruhi distribusi mikroplastik di dalam tanah. Menurut (Qi et al. (2020) didalam (Li Z. et al., 2023)), jenis plastik LDPE dan mulsa *biodegradable* mempengaruhi kimia tanah bahwa mikroplastik dapat meningkatkan pH.

Dari hasil pengujian pH didapatkan nilai yang tidak konsisten atau naik turun, hal tersebut dapat dipengaruhi oleh penambahan pupuk dan bahan kimia pada tanah

pertanian. Pupuk ammonium sulfat $(NH_4)_2SO_4$ dapat menurunkan pH tanah dan pupuk kalsium oksida (CaO) dapat meningkat pH tanah. Naik turunnya pH didalam tanah juga dapat dipengaruhi oleh keberadaan logam berat. Semakin asam atau semakin kecil nilai pH menunjukan kondisi tanah mengandung banyak logam berat (Novizan, 2002) didalam (Nirtha & Sari, 2018).

4.2.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah dilakukan dengan menghitung berdasarkan bentuk menggunakan mikroskop yang disebut nantinya sebagai partikel. Identifikasi jumlah mikroplastik terbagi menjadi sampel yang melalui proses pemisahan densitas dengan NaCl dan $ZnCl_2$. Berikut merupakan hasil jumlah partikel mikroplastik dari 11 sampel menggunakan larutan NaCl dan 11 sampel menggunakan larutan $ZnCl_2$ dapat dilihat pada **Gambar 4.7** dengan total 22 sampel beserta sampel tanah kontrol:



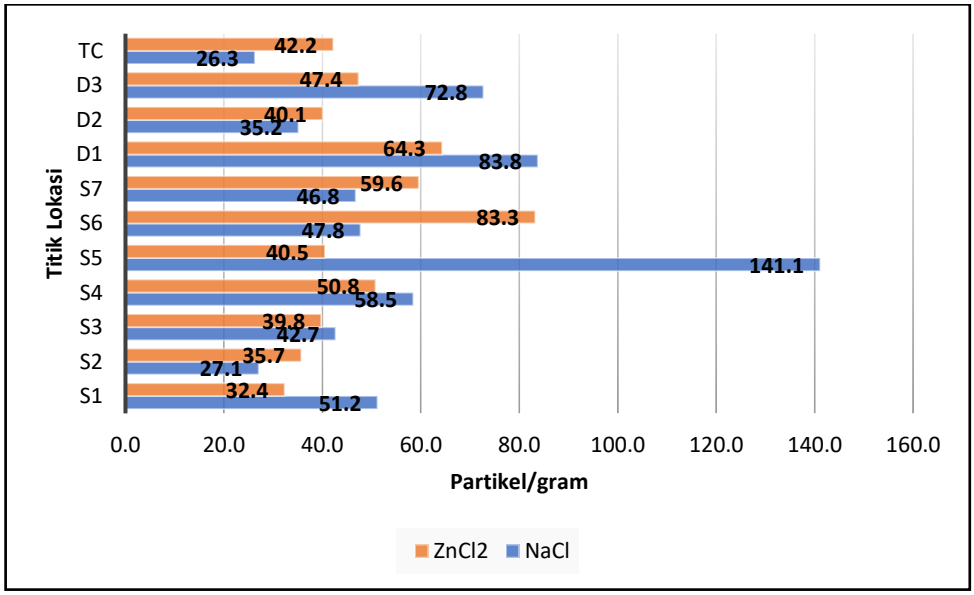
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	D1	D2	D3	TC
NaCl	1024	541	854	1169	2822	955	935	1675	703	1455	526
ZnCl2	647	714	795	1016	810	1665	1192	1286	802	947	844

Gambar 4. 8 Jumlah Partikel Mikroplastik (Larutan NaCl dan $ZnCl_2$)

Berdasarkan grafik diatas jumlah partikel mikroplastik terbanyak pada setiap larutan berbeda, pada larutan NaCl terbanyak di titik S5 dengan jumlah 2822 partikel, kemudian untuk larutan $ZnCl_2$ terbanyak di titik S6 dengan jumlah 1665 partikel. Jumlah mikroplastik dengan larutan NaCl lebih tinggi daripada dengan larutan $ZnCl_2$ hal ini dapat disebabkan salah satunya terkait larutan dengan

kepadatan rendah tidak dapat memisahkan plastik dengan kepadatan tinggi (Junhao et al., 2021). Massa jenis larutan NaCl jenuh adalah 1.2 g/cm^3 yang artinya plastik dengan massa jenis besar seperti polivinil klorida (PVC 1.35 g/cm^3), polietilen tereftalat (PET 1.38 g/cm^3), dan plastik lainnya dengan densitas tinggi tidak dapat dipisahkan dengan NaCl (Ruggero et al., 2020). Begitupun sebaliknya dengan larutan $ZnCl_2$ yang pada umumnya massa jenis besar 1.5 g/cm^3, dimana hanya bisa memisahkan plastik dengan densitas yang tinggi. Dapat dilihat plastik dengan densitas rendah mendominasi di seluruh titik sampling. Kemudian, pada penelitian (Choi et al., 2021) menemukan keberadaan mikroplastik pada tanah pertanian, sekitar 664 pieces/kg^{-1}. Tanah pertanian tersebut berada di Kota Yeoju Republik Korea dan ditanami sebagian besar oleh padi dan sayuran. Teridentifikasi jenis polimer mikroplastik berupa *Polypropylene* (PP) dan *Polyethylene* (PE) yang bersumber dari penggunaan mulsa plastik di lahan pertanian tersebut.

Jumlah mikroplastik sudah ditemukan hal ini dapat menjadi acuan untuk menghitung kelimpahan mikroplastik pada setiap sampel/titik. Berat tanah kering yang digunakan pada penelitian ini sebanyak 20 gram setiap sampel. Dari rumus perhitungan kelimpahan sesuai dengan metodologi didapatkan kelimpahan mikroplastik pada sampel 20 gram dengan dua larutan yang berbeda disebutkan pada **Gambar 4.8**



Gambar 4. 9 Grafik Kelimpahan Mikroplastik di Tanah dengan Larutan NaCl dan $ZnCl_2$

Berdasarkan **Gambar 4.9** merupakan data yang menunjukan kelimpahan mikroplastik di tanah pada lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, dimana sampel dilakukan proses pemisahan densitas dengan larutan NaCl dan $ZnCl_2$. Proses pemisahan densitas dengan larutan NaCl didapatkan titik S5 memiliki kelimpahan tertinggi daripada titik lainnya, sebesar 141,1 partikel/gram dan kelimpahan mikroplastik terendah pada sampel tanah kontrol sebesar 26,3 partikel/gram. Proses pemisahan densitas menggunakan larutan $ZnCl_2$ didapatkan nilai kelimpahan mikroplastik tertinggi sebesar 83,3 partikel/gram yaitu pada titik S6 dan kelimpahan mikroplastik terendah pada titik S1 sebesar 32,4 partikel/20gram.

Pada penelitian (Yang et al., 2021) juga menghitung jumlah keberadaan mikroplastik pada tanah pertanian yang berada di negara China. Tanah pertanian tersebut ditanami dengan padi dan gandum. Kelimpahan mikroplastik pada tanah pertanian tersebut sebesar 52,5 ± 149,2 dan 21,5 ± 68,6 partikel/kg^{-1}. Kemudian, komposisi dari mikroplastik yang ditemukan berupa *Polyethersulfone* (PES), *Polypropylene* (PP), dan *Polystyrene* (PS). Sumber mikroplastik diidentifikasi berasal dari limbah lumpur sekitar lahan. Jika dibandingkan dengan penelitian tersebut, kelimpahan mikroplastik pada tanah pertanian sekitar TPA Piyungan juga hampir sama dengan kelimpahan pada penelitian tersebut, tetapi cenderung lebih tinggi kelimpahan pada penelitian (Yang et al., 2021). Hal tersebut kemungkinan besar dapat dipengaruhi oleh perlakuan di lahan pertanian tersebut, disebutkan sebagian besar pertanian di China banyak menggunakan film mulsa dan sumber lainnya seperti limbah industry berupa lumpur di sekitar lahan pertanian.

Kelimpahan mikroplastik pada tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan memiliki rata-rata sebesar 57,5 partikel/gram dengan larutan NaCl dan 48,7 partikel/gram dengan larutan $ZnCl_2$. Jika jumlah mikroplastik lebih banyak pada larutan NaCl jelas dipastikan kelimpahan mikroplastik tertinggi juga pada larutan NaCl. Kelimpahan mikroplastik diakibatkan kondisi eksisting pada lahan pertanian sekitar TPA Piyungan karena sempat berlangsung lama terjadi luapan air irigasi

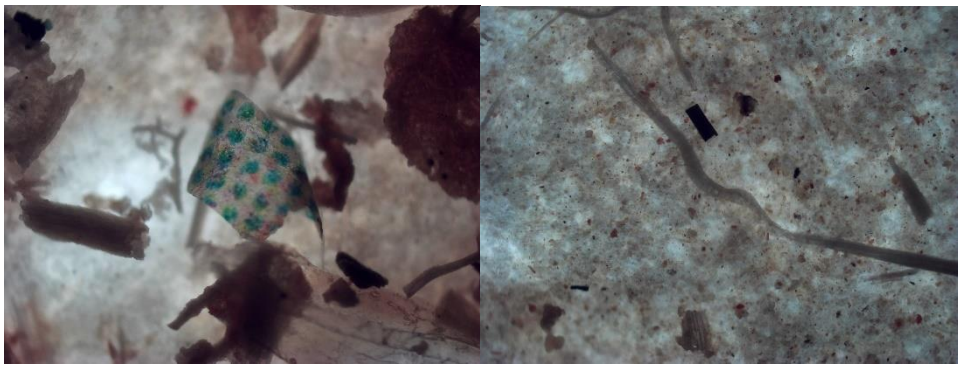
yang membawa sampah-sampah plastik dari *landfill* dan penduduk sekitar, sehingga plastik-plastik tersebut terperangkap hingga terpendam begitu lama di dalam tanah di lahan pertanian. Selain itu, air irigasi dulunya juga tercemar oleh output Instalasi Pengolahan Lindi (IPL) yang kurang maksimal, sehingga saat terjadi banjir pada irigasi lahan pertanian tercemar oleh air yang bercampur dengan lindi dan sampah plastik yang begitu banyak.

4.2.3 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Berdasarkan pengamatan dengan mikroskop, ditemukan 5 bentuk mikroplastik pada setiap sampel yaitu *film*, *foam*, *fiber*, *fragment*, dan *pellet* yang berasal dari sampel tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, Bantul Yogyakarta. Mikroskop yang digunakan memiliki tipe Motic BA210 Digital dengan kamera OptiLab Advance V2. Bentuk tersebut ditemukan diseluruh sampel baik dengan larutan NaCl atau $ZnCl_2$. Berikut merupakan bentuk-bentuk mikroplastik yang ditemukan:

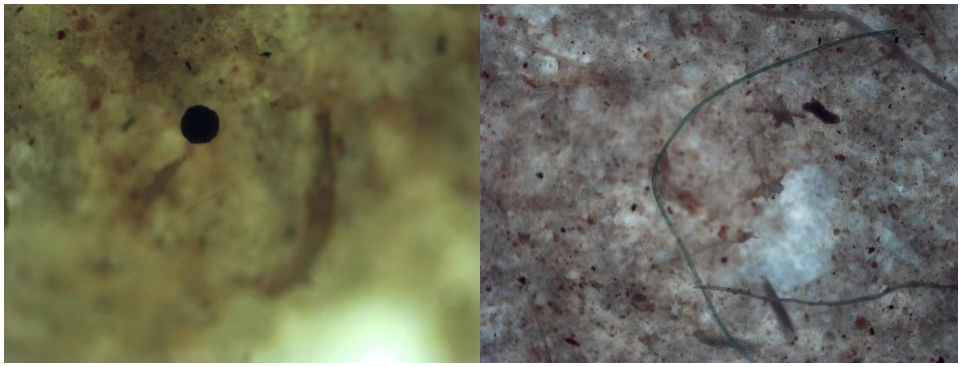
A. Sampel Menggunakan Larutan NaCl

Pada larutan NaCl ditemukan bentuk mikroplastik yang didominasi oleh *film* yakni sebesar 9942 partikel/20gram atau 78.54%. Selain bentuk *film* juga ditemukan *fragment, fiber, pellet, dan foam*. Berikut merupakan hasil identifikasi bentuk mikroplastik pada larutan NaCl:



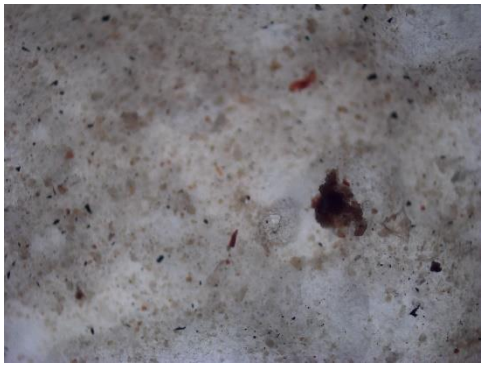
(a) (b)

Gambar 4. 10 (a) Mikroplastik Bentuk *Film*, (b) Mikroplastik Bentuk *Fragment*



(a) (b)

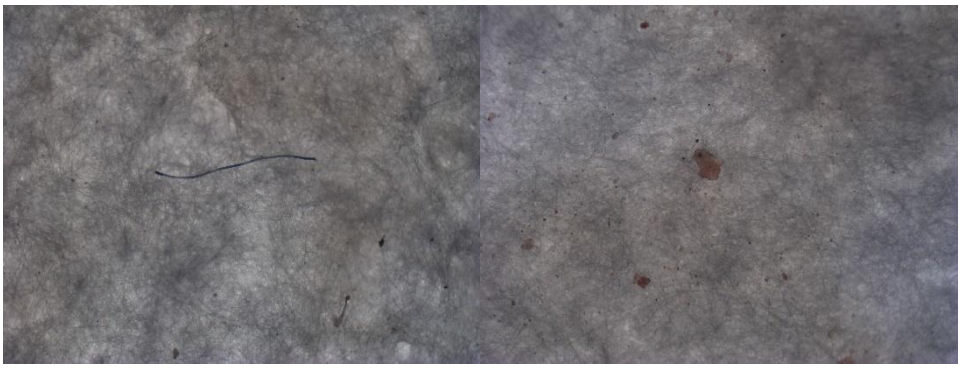
Gambar 4. 11 (a) Mikroplastik Bentuk *Pellet*, (b) Mikroplastik Bentuk *Fiber*



Gambar 4. 12 Mikroplastik Bentuk *Foam*

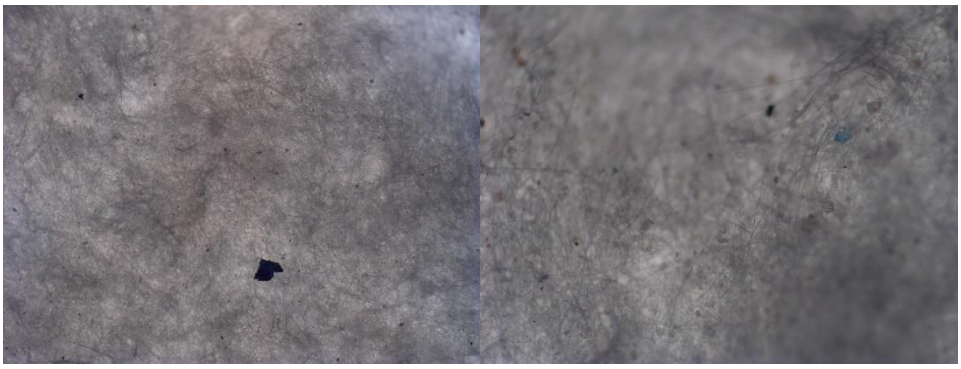
B. Sampel Menggunakan Larutan $ZnCl_2$

Pada larutan $ZnCl_2$ ditemukan bentuk mikroplastik yang didominasi oleh *film* yakni sebesar 8359 partikel/20gram atau 77,99%. Selain bentuk *film* juga ditemukan *fragment, fiber*, *pellet*, *dan foam*. Berikut merupakan hasil identifikasi bentuk mikroplastik pada larutan $ZnCl_2$:



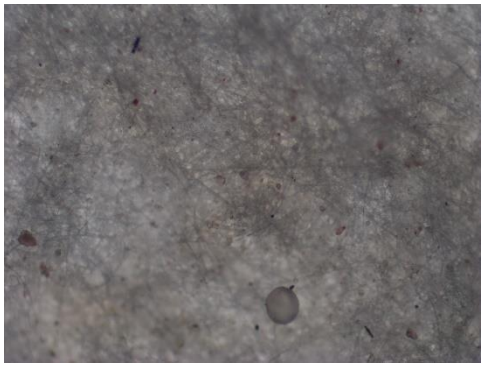
(a) (b)

Gambar 4. 13 (a) Mikroplastik Bentuk *Fiber*, (b) Mikroplastik Bentuk *Foam*



(a) (b)

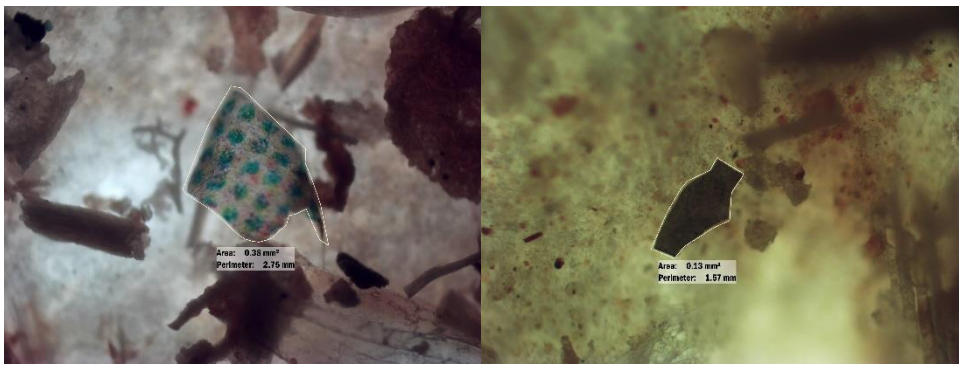
Gambar 4. 14 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragment*, (b) Mikroplastik Bentuk *Film*



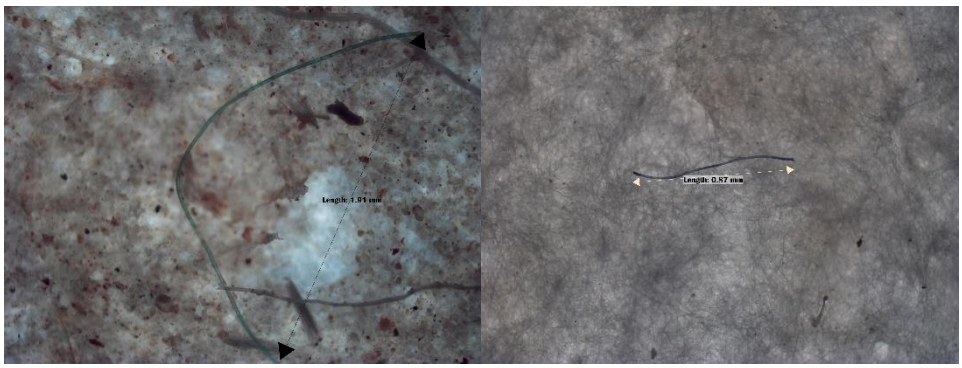
Gambar 4. 15 Mikroplastik Bentuk *Pellet*

Setelah melakukan identifikasi bentuk mikroplastik menggunakan mikroskop, dapat dilakukan pengukuran bentuk mikroplastik dengan bantuan aplikasi *ImageRaster3*. Perbedaan ukuran mikroplastik dapat dipengaruhi oleh waktu fragmentasi, jika semakin lama fragmentasi ukuran mikroplastik juga akan semakin kecil (Avio et al., 2015). Perubahan iklim, sinar UV, dan faktor abiotic dan biotic lainnya termasuk faktor rapuhnya plastik (Sutanhaji et al., 2021). Fotodegradasi juga menjadi faktor penting mengenai perubahan ukuran mikroplastik, karena pada umumnya terjadi radiasi sinar UV yang membuat molekul material plastik rusak dan menjadi ukuran yang lebih kecil atau pecah dan tersebar ke lingkungan. Pengukuran mikroplastik dilakukan hanya pada gambar mikroplastik yang cukup

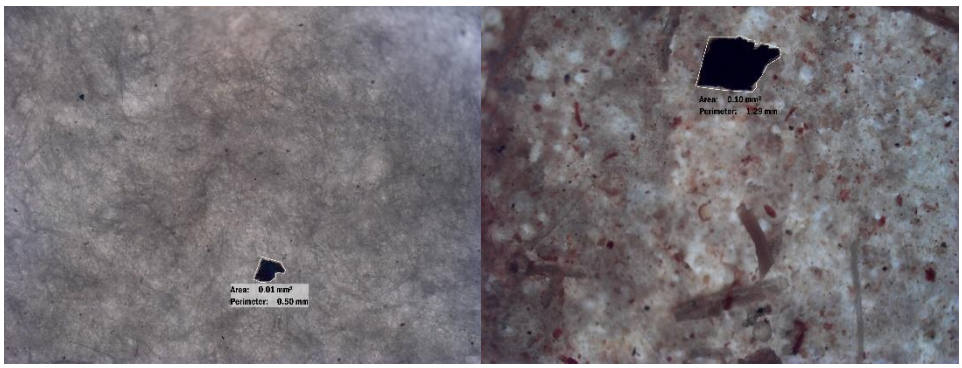
jelas untuk memperkirakan ukuran mikroplastik yang mewakili sampel. Hasil pengukuran dari beberapa sampel dapat dilihat pada **Gambar 4.16**.



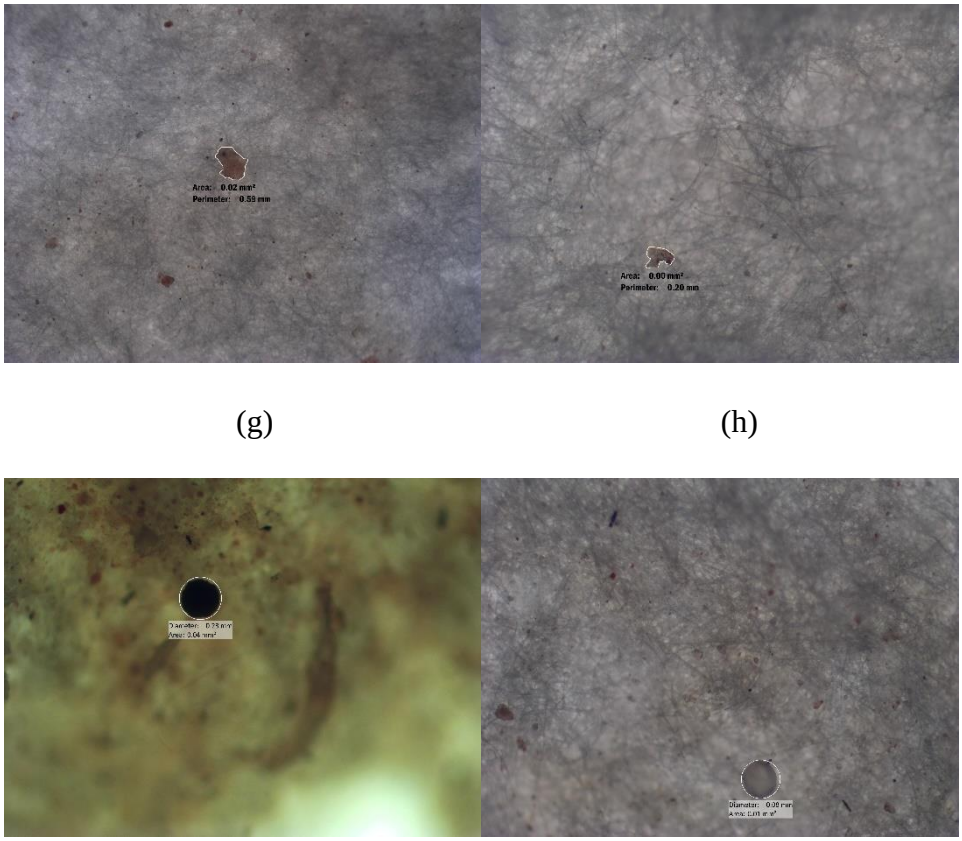
(a) (b)



(c) (d)



(e) (f)



(g) (h)

(i) (j)

Gambar 4. 16 (a) Mikroplastik *Film* (2.75mm), (b) Mikroplastik *Film* (1.57mm), (c) Mikroplastik *Fiber* (1.91mm), (d) Mikroplastik *Fiber* (0.87mm), (e) Mikroplastik *Fragmen* (0.50mm), (f) Mikroplastik *Fragmen* (1.29mm), (g) Mikroplastik *Foam* (0.59mm), (h) Mikroplastik *Foam* (0.20mm), (i) Mikroplastik *Pellet* (0.23mm), dan (j) Mikroplastik *Pellet* (0.08mm)

Mikroplastik bentuk *film* berasal dari proses fragmentasi kemasan plastik atau kantong plastik yang biasanya berwarna transparan (Wahyuningsih et al., 2018). Mikroplastik bentuk *film* memiliki densitas yang rendah. Jumlah bentuk *film* yang melimpah dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia dalam menggunakan kantong plastik atau kemasan makanan berbahan plastik dalam jumlah banyak dan dibuang begitu saja ke lingkungan (P. Azizah et al., 2020). Sesuai dengan lokasi penelitian dekat dengan TPA, dimana tempat terakhir dalam pemrosesan sampah jelas jenis-jenis sampah plastik begitu banyak yang menyebabkan bentuk mikroplastik juga beragam salah satunya yang melimpah adalah *film*.

Mikroplastik bentuk *fragment* memiliki karakteristik yang berbeda dengan film, yaitu berbentuk gerigi, bersudut, asimetris, dan menyerupai pecahan dari plastik (Syachbudi, 2020). Sumber mikroplastik bentuk *fragment* berasal kantong plastik berukuran besar, botol plastik, hingga potongan dari pipa paralon (Ayuningtyas, 2019). Keberadaan mikroplastik berbentuk *fragment* sering ditemui dari sumber antropogenik seperti limbah rumah tangga (Ayuningtyas, 2019). Pada penelitian ini tidak sedikit ditemukan bentuk *fragment*, karena memang kondisi eksisting lokasi penelitian tercemar oleh banyak sampah rumah tangga. Sampah berbahan plastik terpendam di dalam tanah maupun berada di permukaan tanah dengan waktu yang lama ditambah terpapar sinar UV dan perubahan iklim akan mengalami fragmentasi dan menjadi mikroplastik (P. Azizah et al., 2020).

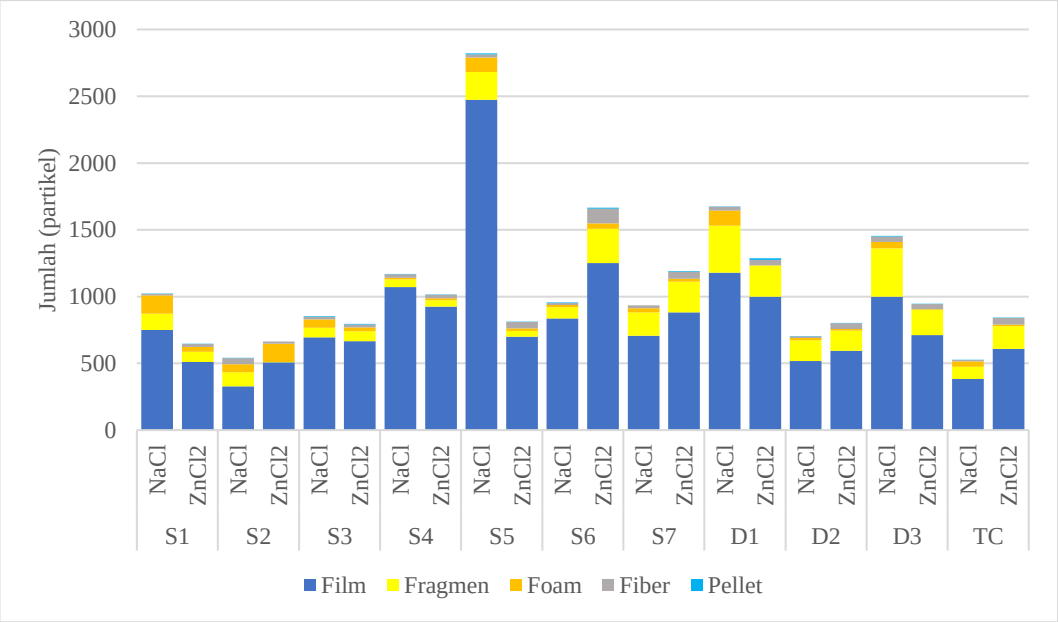
Mikroplastik bentuk *fiber* memiliki ciri berbentuk serat sintetis yaitu panjang dan tipis (Ayuningtyas, 2019). Mikroplastik bentuk *fiber* sering bersumber dari limbah tekstil seperti baju, tas, kain, dan bahan lainnya yang sudah terdegradasi hingga menjadi ukuran mikro (Simamora et al., 2020). Limbah cucian pakaian juga salah satu sumber adanya mikroplastik bentuk *fiber* (Imanuel et al., 2022). Diperkirakan warga yang tinggal sekitar TPA Piyungan bisa membuang air limbah cucian pakaian di saluran irigasi, karena kondisi saluran irigasi dekat dengan beberapa pemukiman warga.

Mikroplastik bentuk *foam* merupakan mikroplastik yang berasal dari kemasan dengan polimer *polystryrene* atau disebut *styrofoam*. Bentuk *foam* sering ditemukan dari kemasan makanan seperti bungkus mie instan (pop mie) atau *disposable cups*. Mikroplastik *foam* memiliki densitas yang rendah (Erwinda Fitri & Fauzi, 2019). Mikroplastik *foam* umumnya berbentuk bulat, berwarna kuning atau putih, dan memiliki tekstur yang lunak (Nainggolan et al., 2022).

Mikroplastik bentuk *pellet* ciri-ciri lapisan retas dengan pori-pori yang melimpah, hal ini kemungkinan disebabkan oleh pengaruh lingkungan (Li X. et al., 2018). Mikroplastik bentuk *pellet* juga memiliki karakteristik berbentuk bulat serta memiliki permukaan yang halus. *Pellet* biasanya digunakan untuk bahan baku industry plastik (P. Azizah et al., 2020). Selain berbentuk bulat, mikroplastik bentuk

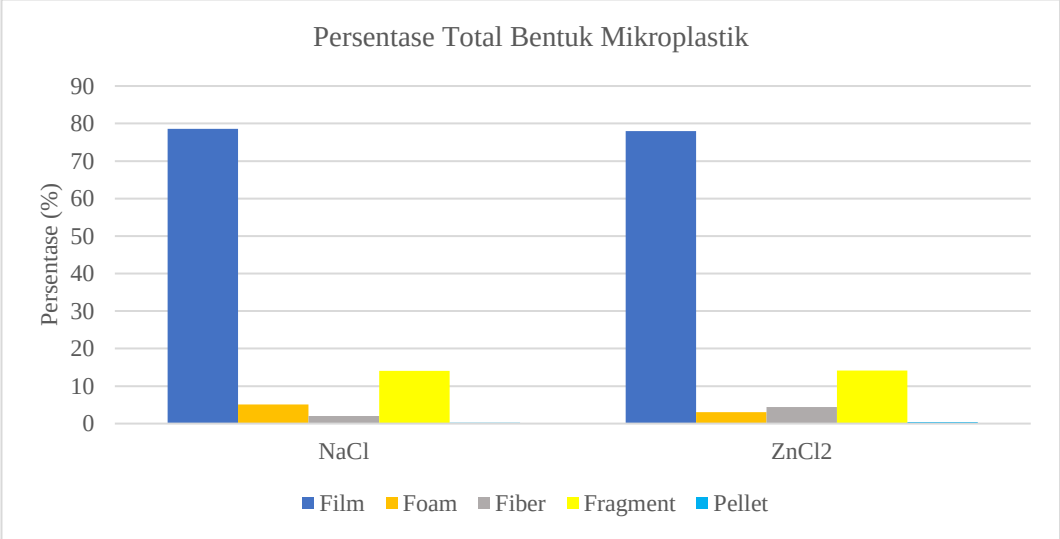
pellet umumnya ditemukan berwarna hitam, putih, maupun coklat dan berukuran kecil (Ibrahim et al., 2023). Menurut (Ding et al., 2019), selain untuk bahan baku industri plastik, mikroplastik bentuk *pellet* juga bersumber dari produk perawatan diri.

Ukuran dan bentuk mikroplastik sudah diketahui dari setiap sampel baik dari larutan NaCl dan larutan $ZnCl_2$, kemudian dapat dilakukan perhitungan persentase bentuk mikroplastik pada setiap titik. Berikut merupakan grafik jumlah bentuk dan persentase bentuk mikroplastik yang ditemukan berdasarkan larutan NaCl dan larutan $ZnCl_2$ secara keseluruhan disebutkan pada **Gambar 4.16**



Gambar 4. 17 Grafik Jumlah Bentuk Mikroplastik (Larutan NaCl dan $ZnCl_2$)

Sehingga persentase total bentuk mikroplastik antara larutan NaCl dengan larutan $ZnCl_2$ dapat dilihat pada **Gambar 4.17**



Gambar 4. 18 Persentase Total Bentuk Mikroplastik

Berdasarkan data yang diperoleh secara total keseluruhan baik dari larutan NaCl atau $ZnCl_2$, mikroplastik bentuk *film* dan *fragmen* merupakan bentuk terbanyak yang ditemukan. Didapatkan presentase *film* 78,54% dan *fragment* 14,08% pada sampel larutan NaCl, kemudian presentase *film* 77,99% dan *fragment* 14,15% pada sampel larutan $ZnCl_2$. Kemudian, pada larutan NaCl disusul presentase bentuk *foam* 5,11% dan bentuk *fiber* 2,01%. Presentase total terkecil ditemukan pada bentuk *pellet* 0,27%. Pada larutan $ZnCl_2$ ditemukan setelah *film* dan *fragment* adalah bentuk *fiber* 4,41% dan *foam* 3,05%. Bentuk *pellet* ditemukan juga sangat kecil 0,39%.

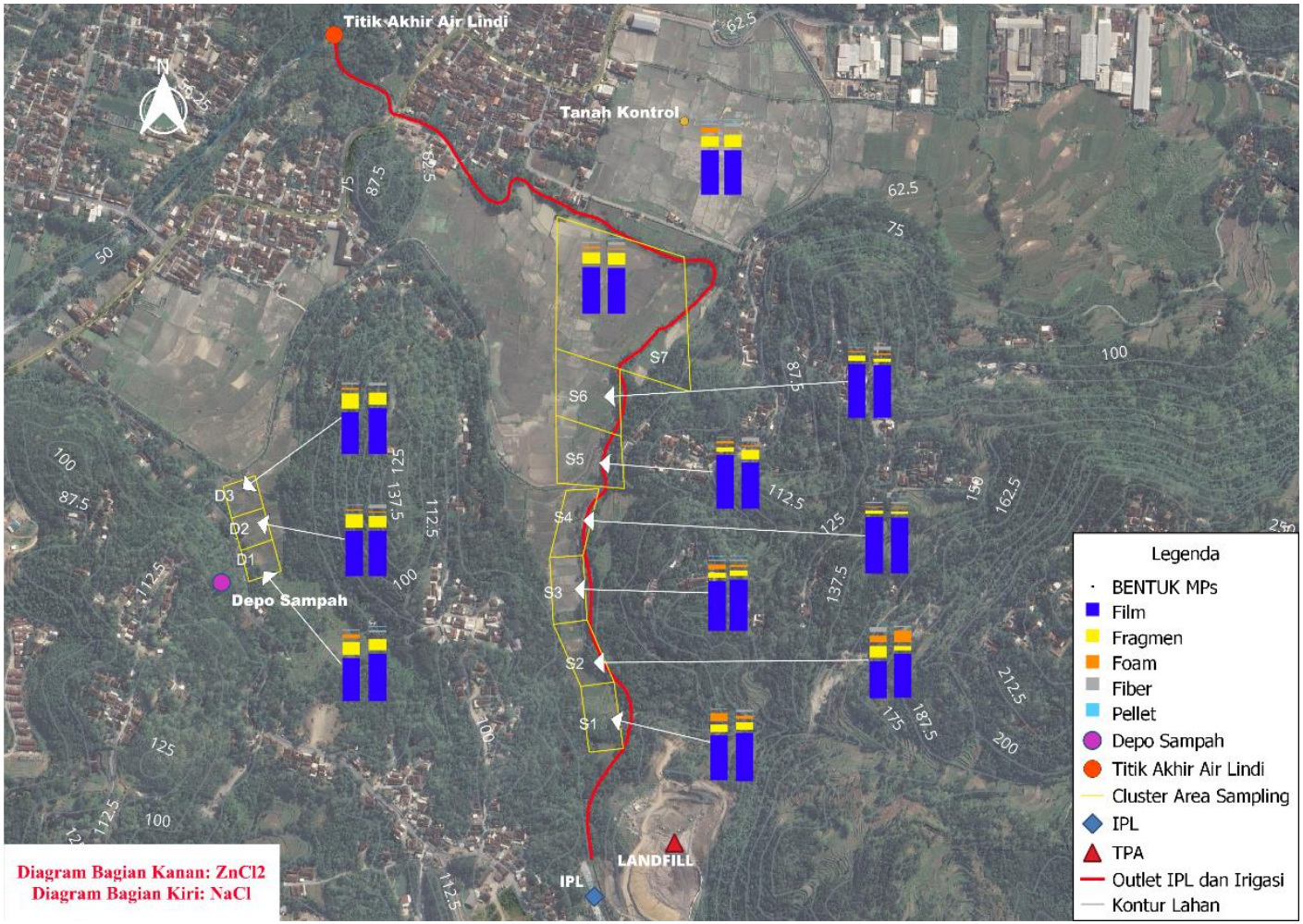
Dari hasil presentase total banyak ditemukan bentuk mikroplastik berbentuk film dan fragment. Sampel yang teridentifikasi jumlah partikel bentuk film dan fragment pada larutan NaCl dan $ZnCl_2$ mencapai ribuan partikel. Bentuk mikroplastik film dan fragment banyak ditemukan pada sampel karena pada lokasi pengambilan sampel hampir seluruhnya tercemar oleh sampah plastik, bahkan sampah bukan plastik juga banyak ditemukan. Seperti halnya pada **Gambar 4.18**, terlihat sampel tanah ditemukan seperti kantong plastik berwana hijau yang mulai lapuk. Menurut (Sa'adu & Farsang, 2023) penggunaan larutan $ZnCl_2$ cocok untuk memisahkan bahan berserat dan berkepadatan tinggi, sedangkan larutan NaCl direkomendasikan

untuk mikroplastik berdensitas rendah. Plastik tersebut baru diketahui setelah pemindahan sampel ke wadah penyimpanan, hal ini menunjukan kantong plastik berada terpendam di dalam tanah karena pengambilan sampel dilakukan dengan kedalaman 0-20 cm.



Gambar 4. 19 Temuan Plastik di Sampel Tanah

Adanya kelimpahan mikroplastik di dalam tanah khususnya bentuk *film* dan *fragmen* bahwa telah terjadi proses degradasi baik fisik maupun mekanis. Proses degradasi fisik dipengaruhi oleh paparan sinar matahari atau radiasi sinar UV dengan waktu lama sehingga menyebabkan degradasi oksidatif pada polimer plastik. Selama proses degradasi berlangsung plastik akan menjadi lunak, mudah hancur bahkan akan mengalami penurunan kepekatan warna seiring berjalannya waktu. Kemudian untuk degradasi secara mekanis pada umumnya diakibatkan oleh kegiatan manusia dan mikroorganisme yang menyebabkan plastic menjadi hancur menjadi bentuk fragment-fragment yang lebih kecil ukurannya (Koehler et al., 2015). Fragmentasi, degradasi, perubahan iklim, perilaku mikroorganisme, dan paparan sinar UV merupakan beberapa hal penyebab perubahan plastik menjadi mikroplastik. Berikut distribusi bentuk mikroplastik pada tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, Yogyakarta yang disajikan dalam bentuk **Gambar 4.19**

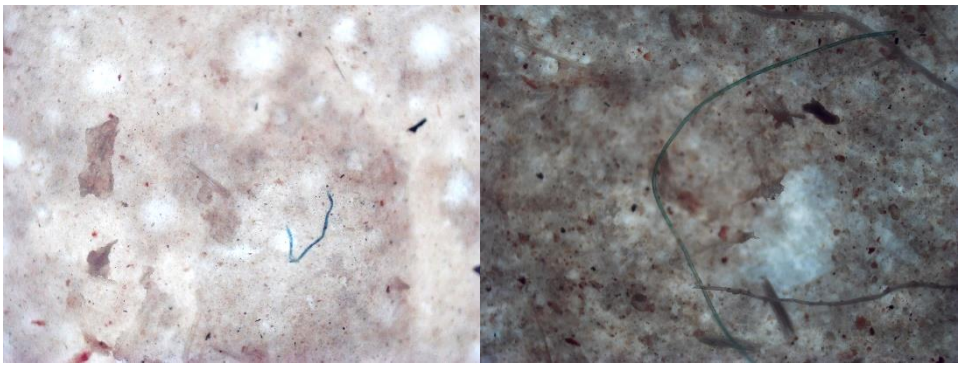


Gambar 4. 20 Peta Distribusi Bentuk Mikroplastik

4.2.4 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Warna

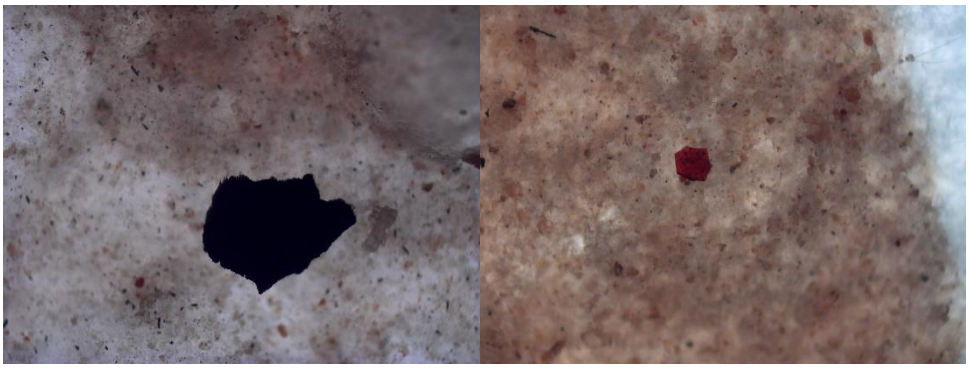
Proses degradasi plastik yang terjadi oleh radiasi sinar UV menyebabkan degradasi oksidatif yang salah satunya dapat merubah kepekatan warna dan mikroplastik akan mudah hancur seiring berjalannya waktu (Koehler et al., 2015). Identifikasi warna mikroplastik menggunakan mikroskop. Ditemukan cukup beragam warna seperti biru, hijau, ungu, merah, hitam, transparan, dan oranye/jingga. Perbedaan warna tersebut dapat dipengaruhi oleh sumber dari mikroplastik itu sendiri (Ismiyati et al., 2023). Berikut merupakan beberapa hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan warna, baik pada larutan NaCl atau $ZnCl_2$:

A. Sampel Menggunakan Larutan NaCl



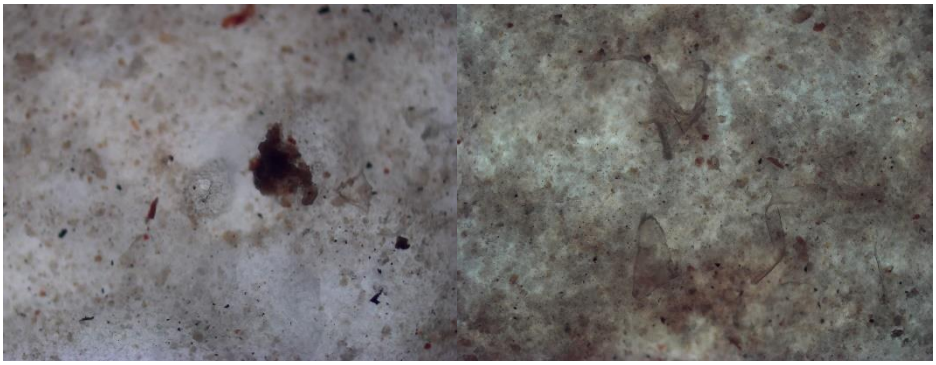
(a) (b)

Gambar 4. 21 (a) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Biru, (b) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Hijau



(a) (b)

Gambar 4. 22 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragment* Warna Hitam, (b) Mikroplastik Bentuk *Film* Warna Merah

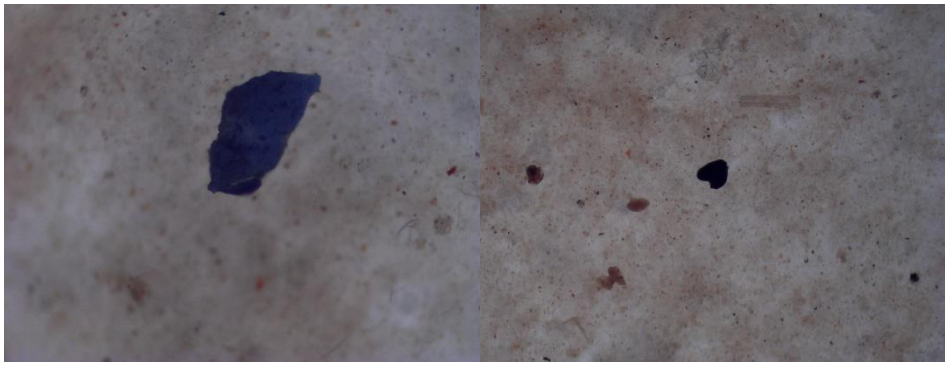


(a) (b)



(c)

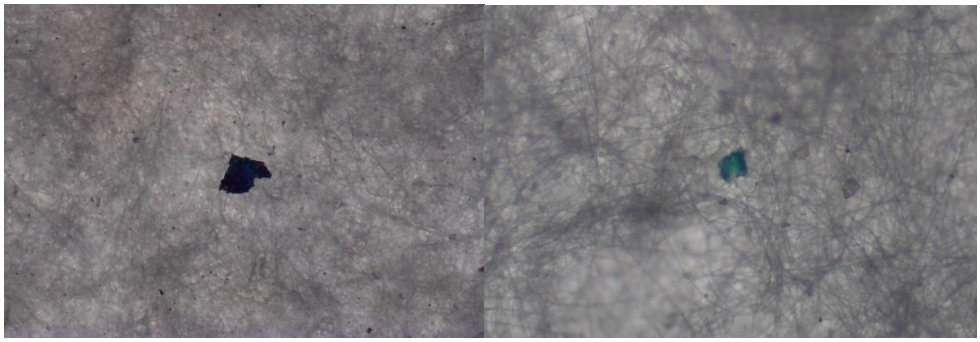
Gambar 4. 23 (a) Mikroplastik Bentuk *Foam* Warna Oranye/Jingga, (b) Mikroplastik Bentuk Film Transparan, (c) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Ungu



(a) (b)

Gambar 4. 24 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Biru, (b) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Hitam **(Tanah Kontrol)**

B. Sampel Menggunakann Larutan $ZnCl_2$



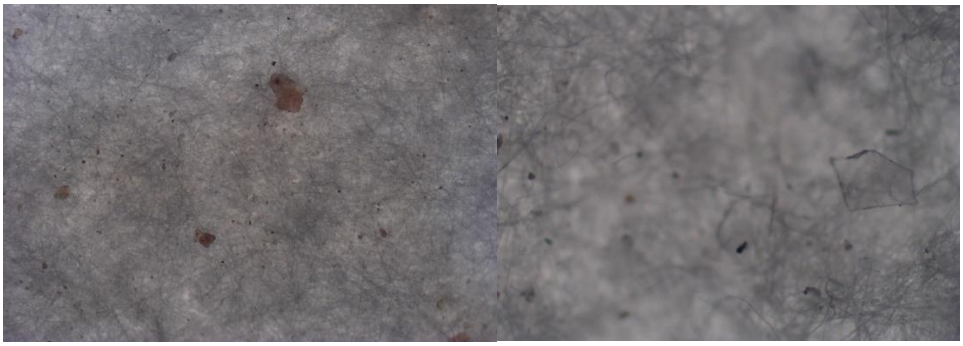
(a) (b)

Gambar 4. 25 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Biru, (b) Mikroplastik Bentuk *Film* Warna Hijau



(a) (b)

Gambar 4. 26 (a) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Hitam, (b) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Merah

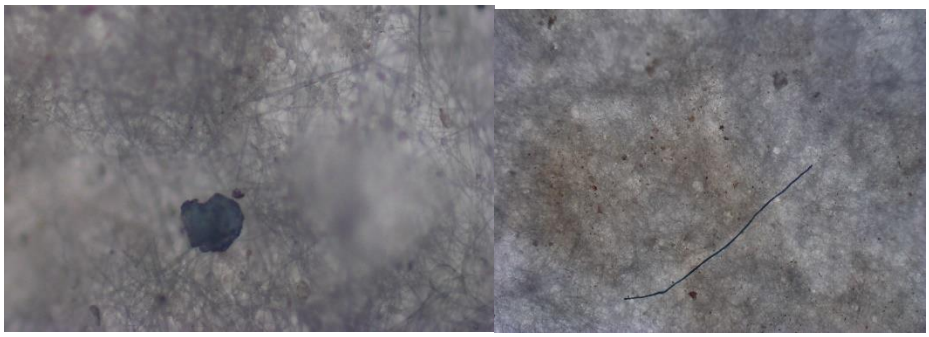


(a) (b)



(c)

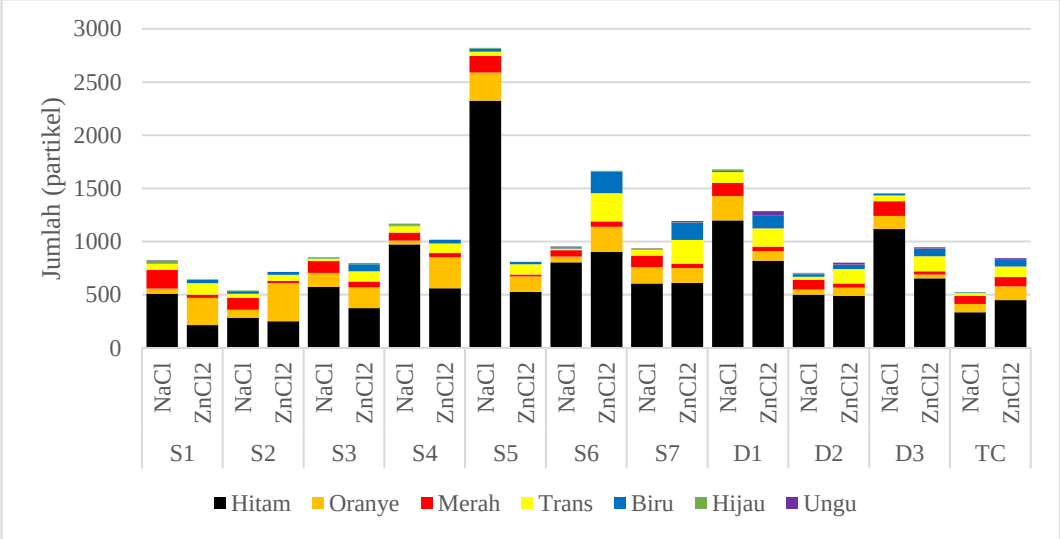
Gambar 4. 27 (a) Mikroplastik Bnetuk *Foam* Warna Oranye/Jingga, (b) Mikroplastik Bentuk *Film* Transparan, (c) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Ungu



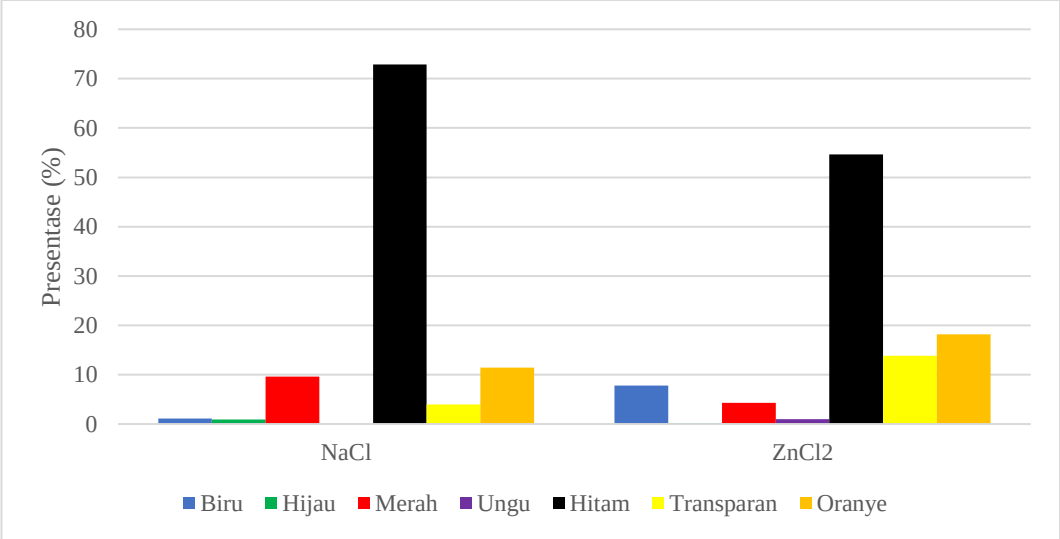
(a) (b)

Gambar 4. 28 (a) Mikroplastik Bentuk *Fragmen* Warna Biru, (b) Mikroplastik Bentuk *Fiber* Warna Biru **(Tanah Kontrol)**

Hasil identifikasi warna mikroplastik setiap sampel memiliki warna yang berbeda, teridentifikasi warna mikroplastik berupa biru, hijau, ungu, merah, hitam, transparan, dan oranye/jingga. Perhitungan jumlah warna pada setiap sampel diikuti dengan perhitungan presentase warna mikroplastik untuk mengetahui jumlah warna pada setiap titik dan dapat dilihat warna yang dominan pada setiap titik atau secara keseluruhan titik. Perhitungan presentase warna mikroplastik sama halnya dengan perhitungan bentuk mikroplastik yang tercantum pada metodologi. Hasil jumlah dan presentase total warna mikroplastik baik dari larutan NaCl atau $ZnCl_2$ dapat dilihat pada **Gambar 4.28** dan **Gambar 4.29**



Gambar 4. 29 Grafik Jumlah Warna Mikroplastik (Larutan NaCl dan $ZnCl_2$)



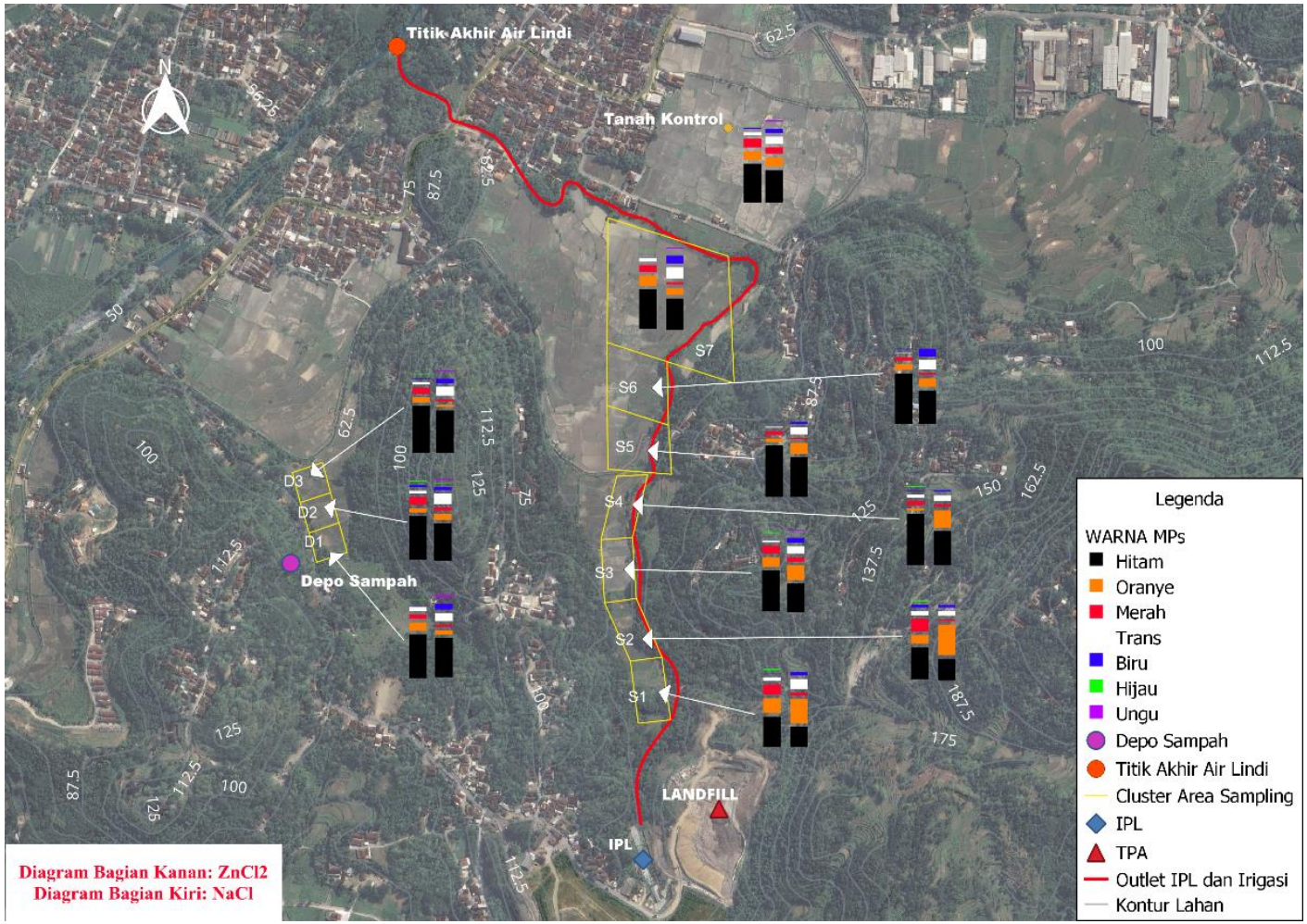
Gambar 4. 30 Presentase Total Warna Mikroplastik

Berdasarkan gambar diatas warna mikroplastik yang dominan baik dari larutan NaCl atau $ZnCl_2$ adalah warna hitam. Pada larutan NaCl pertama paling banyak ditemukan adalah warna hitam (72,89%), kemudian sebagian lainnya berwarna oranye/jingga (11,44%), merah (9,65%), transparan (3,99%), biru (1,09%), hijau (0,91%), dan ungu (0,04%). Pada larutan $ZnCl_2$ juga warna hitam yang mendominasi daripada warna lainnya yaitu (54,64%), selanjutnya sebagian

berwarna oranye/jingga (18,21%), transparan (13,83%), biru (7,8%), merah (4,33%), ungu (1,01%), dan hijau (0,19%).

Warna mikroplastik bervariasi dan berbeda-beda akibat terpaparnya mikroplastik pada sinar matahari dan melalui proses dengan waktu yang lama dimana mikroplastik akan mengalami oksidasi (Browne et al., 2013). Setiap plastik memiliki warna yang khas, sehingga dengan mengetahui warna mikroplastik dapat diperkirakan sumber plastic dalam pembuatannya (Seftianingrum et al., 2023). Jika ditemukan warna yang pekat menunjukan mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna yang signifikan (Browne et al., 2013).

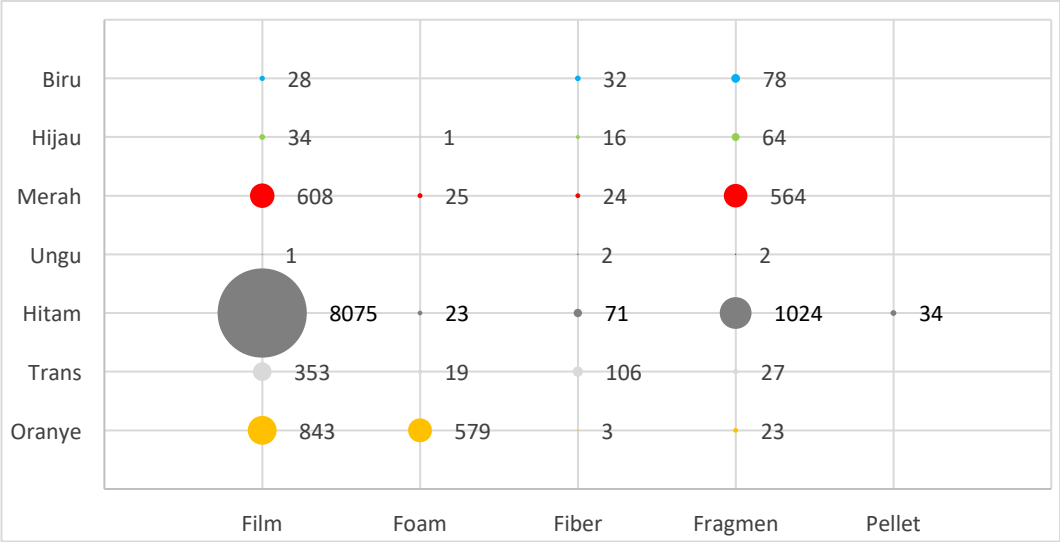
Mikroplastik yang bersumber dari serat tekstil sintetis seperti acrylic dan polyester condong berwarna cerah atau putih, kemudian mikroplastik berwarna hitam dapat berasal dari ban mobil yang aus dan produk karet lainnya (wibisono daryanto, 2023). Mikroplastik berwarna biru dapat diperkirakan berasal dari kantong sampah plastik, tali pancing, dan tali berwarna biru (Sathish et al., 2020). Warna merah pada mikroplastik dapat berasal dari limbah cuci rumah tangga, botol plastic, kemasan makanan, dan bahan baku plastik. Warna oranye/jingga atau kuning diperkirakan berasal dari sedotan plastic, kertas mika, kantong plastic, dan sampah plastic lainnya yang tidak memiliki kepekatan warna akibat degradasi sinar UV (Kapo et al., 2020). Sedangkan mikroplastik berwarna transparan dapat berasal dari limbah plastik yang sudah lama terdegradasi dan menjadi luntur (Sugandi et al., 2021). Berikut distribusi warna mikroplastik pada tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, Yogyakarta yang disajikan dalam bentuk **Gambar 4.30**



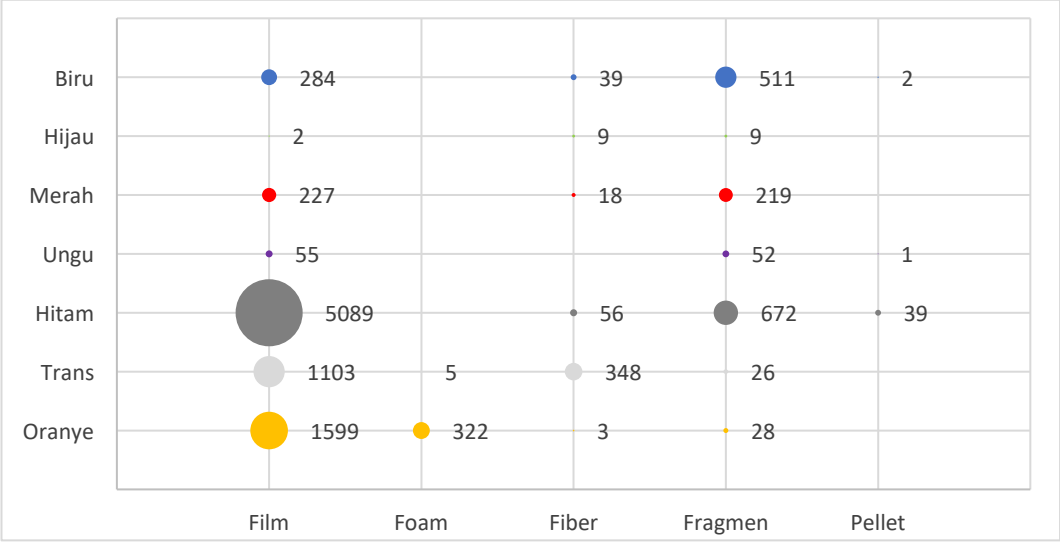
Gambar 4. 31 Peta Distribusi Warna Mikroplastik

4.3 Hubungan Antara Bentuk dan Warna Mikroplastik

Dari hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk dan warna, pada larutan NaCl dan ZnCl2 bentuk yang mendominasi adalah *film* dan *fragmen*. Sedangkan untuk warna juga sama, yaitu sama ditemukan dominan warna hitam baik dari larutan NaCl atau $ZnCl_2$. Warna lainnya seperti hijau, biru, ungu, merah hanya ditemukan sebagian kecil pada setiap sampel. Bentuk dan warna mikroplastik yang disajikan dalam bentuk Bubble Chart disebutkan pada **Gambar 4.31** dan **Gambar 4.32**



Gambar 4. 32 Grafik Warna dan Bentuk pada Larutan NaCl



Gambar 4. 33 Grafik Warna dan Bentuk pada Larutan $ZnCl_2$

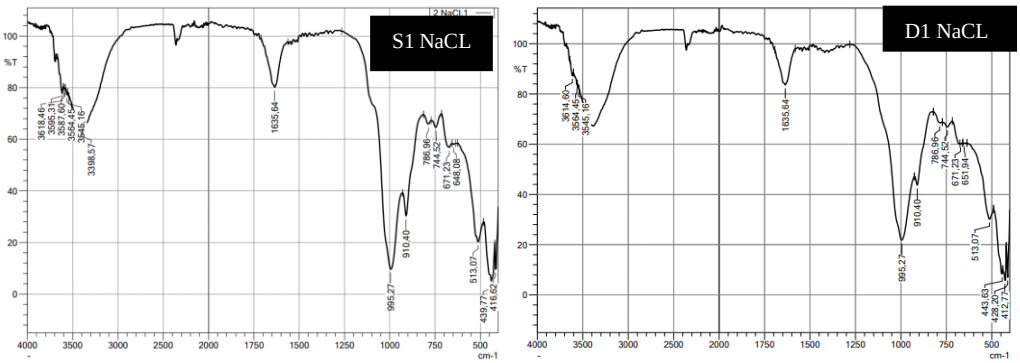
Mikroplastik bentuk *film* pada larutan NaCl lebih sering ditemukan dengan warna hitam, disusul warna oranye dan merah. Sedangkan pada larutan $ZnCl_2$ ditemukan bentuk *film* dominan dengan warna hitam, disusul transparan dan oranye/jingga. Karakteristik dari bentuk film tipis, tidak teratur, fleksibel, dan biasanya berwarna transparan (Kovač Viršek et al., 2016). Pada penelitian ini bentuk film cenderung berwarna hitam, menurut (Hiwari et al., 2019), mikroplastik berwarna hitam mempunyai kemampuan untuk menyerap polutan, sehingga menyebabkan mikroplastik tersebut mengandung kontaminan dan partikel lainnya. Plastik berwarna gelap lebih menyerap banyak sinar matahari, sehingga suhu menjadi tinggi atau panas, artinya plastic berwarna gelap akan lebih cepat lapuk dibandingkan plastic berwarna cerah (Bergmann et al., 2015). Kemudian yang teridentifikasi berwarna mencolok, seperti merah, biru, hijau menunjukan bahwa mikroplastik belum mengalami perubahan warna, maka dari itu warna masih pekat dapat dikatakan masih memiliki warna aslinya (Febriani et al., 2020).

Terlihat dari **Gambar 4.32** dan **Gambar 4.33** bentuk *fragmen* juga banyak ditemukan dengan warna merah dan biru, bentuk *fragmen* berasal dari limbah rumah tangga seperti limbah kemasan makanan, botol minuman yang terbuang ke lingkungan dan mengalami penguraian hingga pelapukan menjadi serpihan kecil membentuk fragmen (Sari Dewi et al., 2015). Jika dikaitkan dengan penelitian (Febriani et al., 2020), dengan kata lain limbah sampah plastik yang nantinya menjadi mikroplastik bentuk *fragmen* berwarna hijau atau biru berarti belum mengalami perubahan warna dan masih memiliki warna aslinya. Warna-warna mencolok seperti biru, hijau, merah biasanya ditemukan pada botol minuman atau kemasan makanan ringan. Pada lokasi penelitian memang ditemukan banyak sekali sampah-sampah plastik mulai dari kemasan makanan, botol plastik, kantong plastic berwarna, sedotan dan masih banyak lagi. Hal ini disebabkan lahan pertanian memang dekat dengan landfill TPA Piyungan dan depo sampah, ditambah sempat terjadi banjir luapan dari aliran irigasi yang mempasok air untuk lahan pertanian yang menjadi lokasi penelitian. Aliran irigasi tersebut sudah tercemar oleh sampah

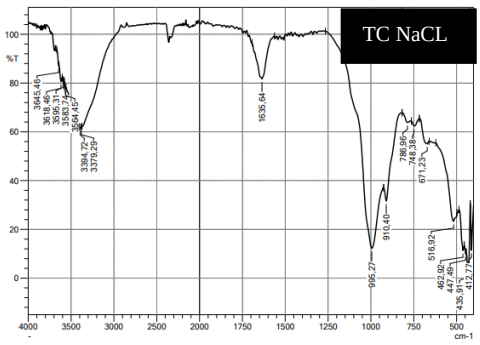
plastic dan outlet air lindi dari lama, sehingga diperkirakan sampah plastic ada yang terpendam di dalam tanah di lahan pertanian sudah cukup lama, ada juga yang baru mencemari seperti aktivitas dari depo sampah disekitar lokasi penelitian bahkan kemungkinan besar tanah pertanian juga sudah tercemar oleh mikroplastik yang terbawa oleh air lindi. Mikroplastik dalam air lindi TPA sebagian besar disebabkan oleh produksi sampah plastic local dan praktik pengelolaan sampah padat (Kabir et al., 2023).

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

Setelah dilakukan identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk, dan warna menggunakan mikroskop, selanjutnya identifikasi mikroplastik dengan FTIR yang bertujuan untuk mengetahui senyawa polimer dari mikroplastik pada setiap sampel atau kertas saring. FTIR yang digunakan tipe SHIMADZU IRTracer-100. Identifikasi dengan FTIR berlaku untuk sampel dengan larutan NaCl dan $ZnCl_2$. Identifikasi mikroplastik berdasarkan bentuk menunjukan mikroplastik yang dominan adalah *film, fragmen,* dan *fiber* baik pada larutan NaCl atau $ZnCl_2$. Hal tersebut polimer yang terbaca diduga dapat berasal dari kandungan mikroplastik tersebut. Pembacaan gelombang FTIR pada rentang panjang 400-4000 cm^{-1}. Berikut sebagian hasil pembacaan Spektrofotometri FTIR ditunjukan pada **Gambar 4.33** dan **Gambar 4.34** , untuk lengkapnya dapat dilihat pada **Lampiran4.**

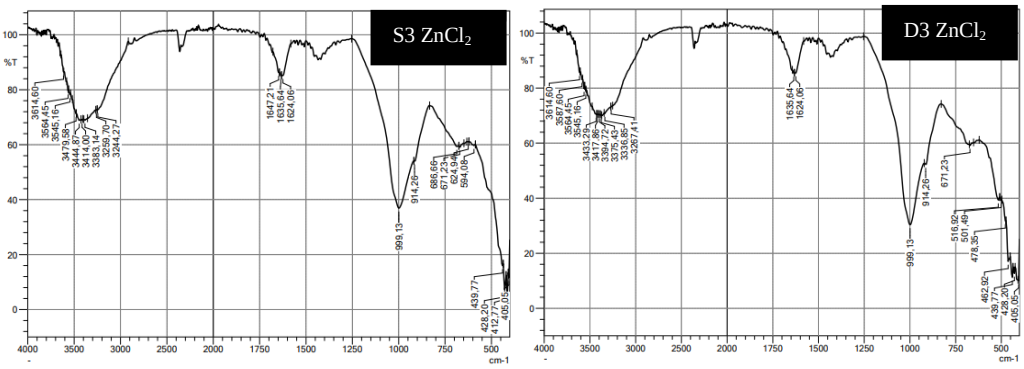


(a) (b)

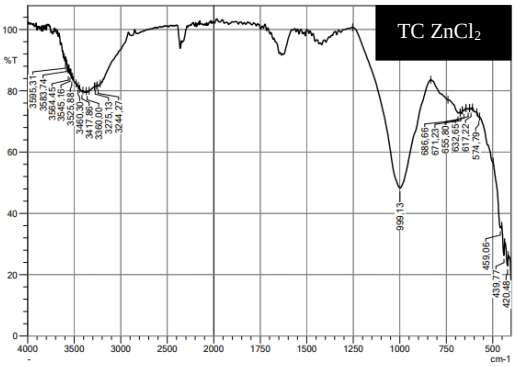


(c)

Gambar 4. 34 Hasil Uji FTIR menggunakan larutan NaCl: (a) Titik S1, (b) Titik D1, dan (c) Titik TC



(a) (b)



(c)

Gambar 4. 35 Hasil Uji FTIR menggunakan larutan $ZnCl_2$: (a) Titik S3, (b) Titik D3, dan (c) Titik TC

Berdasarkan **Gambar 4.36** dan **Gambar 4.37**, dapat diketahui hasil pembacaan FTIR pada tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, Yogyakarta. Jenis

polimer mikroplastik diidentifikasi berdasarkan nilai puncak gelombang (cm^{-1}) yang muncul dan disesuaikan dengan daftar **Tabel 2.3**. Berikut hasil pendugaan jenis polimer, baik dari sampel pemisahan densitas dengan NaCl atau $ZnCl_2$ disebutkan pada **Tabel 4.3** dan **Tabel 4.4**

Tabel 4. 3 Pendugaan Jenis Polimer (Larutan NaCl)

Titik Sampel NaCl	Peak (cm-1)	Peak Acuan (cm-1)	Pendugaan Jenis Polimer
S1	1635,64	1634	NYLON
	995,27	997	PP
	744,52	730	LDPE
	648,08	638	PTFE
	513.07	509	PTFE
S2	1635,64	1634	NYLON
	1203.58	1201	PTFE
	1002,98	997	PP
	744,52	730	LDPE
	671.23	687	NYLON
	505,35	509	PTFE
S3	1635.64	1634	NYLON
	995.27	997	PP
	744.52	730	LDPE
	671.23	687	NYLON
	640.37	638	PTFE
	509.21	509	PTFE
S4	1635,64	1634	NYLON
	991,41	997	PP
	744,52	730	LDPE
	640,37	638	PTFE
	516.92	509	PTFE
S5	1635,64	1634	NYLON
	995,27	997	PP
	744,52	730	LDPE

Titik Sampel NaCl	Peak (cm-1)	Peak Acuan (cm-1)	Pendugaan Jenis Polimer
	509,21	509	PTFE
S6	1635,64	1634	NYLON
	999,13	997	PP
	744,52	730	LDPE
	516,92	509	PTFE
S7	1635,64	1634	NYLON
	999,13	997	PP
	740,67	730	LDPE
	671.23	687	NYLON
	516,92	509	PTFE
D1	1635,64	1634	NYLON
	995,27	997	PP
	744,52	730	LDPE
	651.94	638	PTFE
	513,07	509	PTFE
D2	1635,64	1634	NYLON
	991,41	997	PP
	744,52	730	LDPE
	509,21	509	PTFE
D3	1635,64	1634	NYLON
	995,27	997	PP
	671.23	687	NYLON
	513,07	509	PTFE
TC	1635,64	1634	NYLON
	995,27	997	PP
	671.23	687	NYLON
	516,92	509	PTFE

Tabel 4. 4 Pendugaan Jenis Polimer (Larutan $ZnCl_2$)

Titik Sampel ZnCl2	Peak (cm-1)	Peak Acuan (cm-1)	Pendugaan Jenis Polimer
S1	991,41	997	PP
	682,80	687	NYLON
	671.79	687	NYLON
	655.8	638	PTFE

Titik Sampel ZnCl2	Peak (cm-1)	Peak Acuan (cm-1)	Pendugaan Jenis Polimer
	509,21	509	PTFE
S2	995,27	997	PP
	682,80	687	NYLON
	671.23	687	NYLON
	644,22	638	PTFE
	516.92	509	PTFE
S3	1635.64	1634	NYLON
	1624,06	1634	NYLON
	999,13	997	PP
	686,66	694	PS
	671.23	687	NYLON
	624,94	638	PTFE
S4	1635,64	1634	NYLON
	1624.06	1634	NYLON
	995,27	997	PP
	671.23	687	NYLON
S5	1635,64	1634	NYLON
	1624.06	1634	NYLON
	995,27	997	PP
	671.23	687	NYLON
	628.79	638	PTFE
	555,5	554	PTFE
	536.21	537	PS
S6	1635.64	1634	NYLON
	1647.21	1634	NYLON
	1624.06	1634	NYLON
	995.27	997	PP
	671.23	687	NYLON
	501.49	509	PTFE
S7	1635.64	1634	NYLON
	1624.06	1634	NYLON
	991.41	997	PP
	686.66	687	NYLON
	671.23	687	NYLON
	543.93	554	PTFE
D1	1624.06	1634	NYLON
	1002.98	997	PP

Titik Sampel ZnCl2	Peak (cm-1)	Peak Acuan (cm-1)	Pendugaan Jenis Polimer
	686.66	694	PS
	671.23	687	NYLON
	516.92	509	PTFE
	505.35	509	PTFE
D2	1635.64	1634	NYLON
	1624.06	1634	NYLON
	995.27	997	PP
	671.23	687	NYLON
D3	1635.64	1634	NYLON
	1624.06	1634	NYLON
	999.13	997	PP
	671.23	687	NYLON
	516.92	509	PTFE
	501.49	509	PTFE
TC	999.13	997	PP
	686.66	687	NYLON
	671.23	687	NYLON
	632.65	638	PTFE

Jenis polimer yang teridentifikasi pada sampel tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan berupa *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *Low Density Polyethylene* (LDPE), dan *Polytetrafluorethylene* (PTFE), dimana sampel tersebut menggunakan pemisahan densitas dengan larutan NaCl dan didominasi dengan jenis Nylon dan *Polytetrafluorethylene* (PTFE), sedangkan dengan larutan $ZnCl_2$ teridentifikasi jenis polimer berupa *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), dan *Polytetrafluorethylene* (PTFE) dan didominasi dengan jenis *Nylon*. Analisis penggunaan polimer dari hasil pengujian mikroplastik menggunakan FTIR dapat dilihat pada **Tabel 4.5**

Tabel 4. 5 Penggunaan Polimer

Jenis Polimer	Penggunaan	Referensi
Nylon	*Nylon* merupakan polimer sintetik yang terbuat dari hasil reaksi antara heksametilendiamina. Penggunaan nylon dalam bidang	(Purnaningrum & Rohaeti, 2017)

Jenis Polimer	Penggunaan	Referensi
	tekstil, seperti baju, kaos, pakaian dalam, dan baju olahraga. Selain digunakan untuk industry tekstil juga dapat digunakan dalam pembuatan tali, jala, bahkan parasut.	
Polypropylene (PP)	*Polypropylene* (PP) terbuat dari monomer propylene yang tergolong termoplastik. Karakteristrik PP memiliki sifat kaku, dan tahan terhadap bahan kimia pelarut. PP biasanya digunakan untuk komponen otomotif, pengeras suara, peralatan laboratorium, dan wadah yang dapat digunakan berulang kali.	(Dwi Supriono et al., 2022)
Polystyrene (PS)	PS merupakan plastic persisten yang sulit terdegradasi di alam, sehingga dapat terakumulasi di tanah dan menyebabkan pencemaran. PS sering digunakan dalam pembuatan bungkus makanan, seperti tempat makan Styrofoam, mangkuk dan gelas sekali pakai, dan wadah telur.	(Azizah A. et al., 2018)
Low Density Polyethylene (LDPE)	*Low Density Polyethylene* (LDPE) merupakan plastic yang digunakan untuk plastic kemasan, botol-botol yang lunak, kantong kresek, dan plastik tipis lainnya. LDPE memiliki sifat non-biodegradable dimana tidak dapat terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga dapat mencemari lingkungan. LDPE juga dapat digunakan untuk kemasan obat karena ketangguhannya.	(Bow et al., 2018) (Sastri, 2010)
Polytetrafluorethylene (PTFE)	*Polytetrafluorethylene* (PTFE) merupakan fluoropolymer yang memiliki sifat isolasi yang baik, sehingga PTFE sering digunakan sebagai lapisan anti lengket pada peralatan masak. PTFE juga sering diaplikasikan dalam peralatan	(Radulovic & Wojcinski, 2014)

Jenis Polimer	Penggunaan	Referensi
	medis, pembuatan kacamata, dan sebagai inert pestisida.	

Dari kelima jenis polimer yang teridentifikasi, dengan jenis *Polystyrene* (PS), *Polypropylene* (PP), *Nylon*, dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) merupakan jenis polimer dengan densitas rendah, sesuai dengan **Tabel 2.2**. Jenis polimer *Polytetrafluorethylene* (PTFE) merupakan polimer dengan densitas tinggi (Avio et al., 2017). Polimer yang ditemukan di lahan pertanian cukup beragam, hal ini disebabkan kondisi lapangan yang tercemar oleh sampah plastic dari TPA yang terbawa oleh aliran irigasi yang meluap, bahkan dapat juga disebabkan oleh aktivitas para petani yang membuang botol obat tanaman atau kemasan lainnya dan pembakaran sampah plastik di sekitar lahan pertanian. Selain bersumber dari TPA, mikroplastik muncul pada sekitar lahan pertanian yang berdekatan dengan depo sampah, disebabkan adanya perpindahan plastik ke lahan pertanian yang diterbawa oleh air hujan saat hujan lebat, karena dipengaruhi oleh elevasi tanah yang berbeda.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dari identifikasi mikroplastik pada penelitian dapat disimpukan bahwa :

1. Teridentifikasi keberadaan mikroplastik pada tanah di lahan pertanian sekitar TPA Piyungan, Bantul DIY. Lokasi penelitian telah tercemar oleh mikroplastik dengan berbagai bentuk dan warna. Jumlah mikroplastik yang ditemukan sebesar 12659 partikel jika pemisahan densitas menggunakan larutan NaCl, kemudian 10718 partikel ditemukan menggunakan larutan $ZnCl_2$. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan dan kemudian dihitung pada sampel/titik berkisar 26,3 - 141,1 partikel/gram tanah kering dengan pemisahan densitas menggunaka larutan NaCl, jika menggunakan larutan $ZnCl_2$ berkisar 32,4 - 83,4 partikel/gram tanah kering.
2. Teridentifikasi bentuk mikroplastik cukup beragam dari seluruh sampel/titik. Ditemukan bentuk film, fragmen, fiber, foam, dan pellet pada seluruh sampel/titik baik dengan larutan NaCl atau $ZnCl_2$. Ditemukan bentuk yang mendominasi adalah film sebesar 9942 partikel/20g (78,54%), setelah itu bentuk fragmen 1782 partikel/20g (14,08%), kemudian disusul bentuk foam 647 partikel/20g (5,11%), fiber 254 partikel/20g, (2,01%), dan pellet 34 partikel/20g (0,27%) menggunakan larutan NaCl. Pada sampel yang menggunakan larutan $ZnCl_2$ ditemukan bentuk mikroplastik yang dominan adalah film sebesar 8359 partikel/20g (77,99%), fragment 1517 partikel/20g (14,15%), setelah itu disusul bentuk fiber 473 partikel/20g (4,41%), foam 327 partikel/20g (3,05%), dan pellet ditemukan sebagian kecil sebesar 42 partikel/20g (0,39%). Selanjutnya teridentifikasi warna mikroplastik pada seluruh sampel/titik, dari keseluruhan yang mendominasi warna hitam. Jika pemisahan densitas menggunakan larutan NaCl

ditemukan warna mikroplastik pada seluruh titik/sampel yang dominan adalah warna hitam sebesar (72,89%), oranye/jingga (11,44%), setelah itu disusul warna merah (9,65%), transparan (3,99%), biru (1,09%), hijau (0,91%), dan terkecil ditemukan warna ungu (0,04%). Kemudian untuk larutan yang menggunakan $ZnCl_2$ ditemukan warna dominan adalah warna hitam sebesar (54,64%). Oranye/jingga (18,21%), setelah itu disusul warna transparan (13,83%), biru (7,8%), merah (4,33%), ungu (1,01%), dan hijau terkecil sebesar (0,19%).

3. Pengamatan yang dilakukan menggunakan FTIR ditemukan beberapa jenis polimer pada setiap sampel. Secara keseluruhan pada larutan NaCl ditemukan jenis polimer *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *Low Density Polyethylene* (LDPE), dan *Polytetrafluorethylene* (PTFE). Kemudian, pada larutan $ZnCl_2$ ditemukan jenis polimer *Nylon*, *Polypropylene* (PP), *Polystyrene* (PS), dan *Polytetrafluorethylene* (PTFE).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini, penulis memberikan saran, yaitu:

1. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai analisis mikroplastik pada tanaman yang berada di lahan pertanian tersebut, dikarenakan tanaman tersebut mayoritas nantinya menjadi makanan pokok, seperti beras.
2. Perlu diperhatikan dalam pemilihan sampel kontrol, dimana sampel kontrol harus terbebas dari pencemaran mikroplastik. Hal ini untuk bisa membedakan antara sampel yang tercemar dengan sampel yang tidak tercemar.
3. Dalam pelaksanaan penelitian perlu pemahaman metode yang dilakukan untuk pengujian serta ketelitian yang tinggi, sehingga tidak terjadi kesalahan saat melakukan preparasi sampel hingga pengamatan sampel.
4. Pada uji FT-IR perlu dilakukan ketelitian saat penentuan titik pada kertas saring sebelum dilakukan pembacaan dengan FT-IR. Hal ini dilakukan agar diamond FT-IR tepat pada titik di kertas saring yang menunjukan keberadaan mikroplastik yang melimpah atau mikroplastik dengan ukuran yang besar, sehingga ditemukan jenis polimer yang pasti.

5. Pada uji FT-IR perlu dilakukan pembacaan pada sampel blanko, atau kertas saring kosong, guna mengetahui adanya persamaan atau perbedaan antara sampel blanko dengan sampel uji.
6. Selain point (4), sebelum memasuki tahap pengujian polimer menggunakan FTIR dapat dilakukan dengan memisahkan terlebih dahulu mikroplastik yang tampak dengan kasat mata pada kertas Watman, diambil dengan pinset dan diletakan dibawah *diamond* FTIR.

DAFTAR PUSTAKA

Anderson, J. C., Park, B. J., & Palace, V. P. (2016). Microplastics in aquatic environments: Implications for Canadian ecosystems. *Environmental Pollution*, *218*, 269–280. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.06.074

Arum, A. R., Rahrjo, M., & Yunita, N. A. (2017). Analisis Hubungan Penyebaran Lindi TPA Sumurbatu terhadap Kualitas Air Tanah di Kelurahan Sumurbatu Kecamatan Bantar Gebang Bekasi Tahun 2017. *Jurnal Kesehatan Masyarakat* , *5*(5), 461–469. http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm

Aryani, F. D. N. (2017). Kualitas Air Tanah di Sekitar Lokasi Tempat Pembuangan Akhir untuk Pemenuhan Kebutuhan Air Bersih (Studi Kasus: TPA Banyuroto dan TPA Piyungan). *Geo Educasia*, *2*(8), 1047–1057. journal.student.uny.ac.id/ojs/index.php/geo-educasia/article/view/10195

Auta, H. S., Emenike, C. U., & Fauziah, S. H. (2017). Distribution and importance of microplastics in the marine environment: A review of the sources, fate, effects, and potential solutions. *Environment International*, *102*, 165–176. https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013

Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2015). Experimental development of a new protocol for extraction and characterization of microplastics in fish tissues: First observations in commercial species from Adriatic Sea. *Marine Environmental Research*, *111*, 18–26. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.06.014

Avio, C. G., Gorbi, S., & Regoli, F. (2017). Plastics and microplastics in the oceans: From emerging pollutants to emerged threat. *Marine Environmental Research*, *128*, 2–11. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.marenvres.2016.05.012

Ayuningtyas, W. C. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, *3*(1), 41–45. https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2019.003.01.5

Azizah, A., Syakbanah, N. L., & Firdaus, A. P. (2018). Degradasi polystyrene dengan mikrobia. *Berita Kedokteran Masyarakat*, 3. https://doi.org/10.22146/bkm.37701

Azizah, P., Ridlo, A., & Suryono, C. A. (2020). Mikroplastik pada Sedimen di Pantai Kartini Kabupaten Jepara Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, *9*(3), 326–332. https://doi.org/10.14710/jmr.v9i3.28197

Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). Marine anthropogenic litter. *Marine Anthropogenic Litter*, *June 2015*, 1–447. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3

Bow, Y., Lestari, S. P., Sihombing, S. R., Kharissa, S. A., Salam, Y. A., & Srijaya Negara Bukit Besar-Palembang, J. (2018). Pengolahan Sampah Low Density Polyethylene (Ldpe) Dan Polypropylene (Pp) Menjadi Bahan Bakar Cair

Alternatif Menggunakan Prototipe Pirolisis Thermal Cracking Processing of Low Density Polyethylene (Ldpe) and Polypropylene (Pp) Waste Into Alternative Liqui. *Jurnal Kinetika*, *9*(03), 1–6. https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index

Browne, M. A. (2015). *Sources and Pathways of Microplastics to Habitats*. 229–244. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_9

Browne, M. A., Niven, S. J., Galloway, T. S., Rowland, S. J., & Thompson, R. C. (2013). Microplastic moves pollutants and additives to worms, reducing functions linked to health and biodiversity. *Current Biology*, *23*(23), 2388–2392. https://doi.org/10.1016/j.cub.2013.10.012

Chia, R. W., Lee, J. Y., Cha, J., & Rodríguez-Seijo, A. (2024). Methods of soil sampling for microplastic analysis: a review. *Environmental Chemistry Letters*, *22*(1), 227–238. https://doi.org/10.1007/s10311-023-01652-9

Choi, Y. R., Kim, Y.-N., Yoon, J.-H., Dickinson, N., & Kim, K.-H. (2021). Plastic contamination of forest, urban, and agricultural soils: a case study of Yeoju City in the Republic of Korea. *Journal of Soils and Sediments*, *21*(5), 1962–1973. https://doi.org/10.1007/s11368-020-02759-0

Dewi, N. M. N. B. S. (2022). Studi Literatur Dampak Mikroplastik Terhadap Lingkungan. *Jurnal Sosial Sains Dan Teknologi*, *2*(2), 239–250.

Ding, L., Mao, R. F., Guo, X., Yang, X., Zhang, Q., & Yang, C. (2019). Microplastics in surface waters and sediments of the Wei River, in the northwest of China. *The Science of the Total Environment*, *667*, 427–434. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.332

Dwi Supriono, A., Wicaksono, D., & Sehono. (2022). Analisa Kekuatan Polypropylene Dengan Campuran Hdpe Dan Serat Karbon Menggunakan Uji Impact. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, *8*(2), 251–256. https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.640

Erwinda Fitri, R., & Fauzi, M. (2019). Microplastic Type and Density in the Coastal Area of the Apar Village, Pariaman, West Sumatera Province. *Jurnal Online Mahaiswa Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan*, *6*(2), 1–9.

Febriani, I. S., Amin, B., & Fauzi, M. (2020). Distribusi mikroplastik di perairan Pulau Bengkalis Kabupaten Bengkalis Provinsi Riau. *Depik*, *9*(3), 386–392. https://doi.org/10.13170/depik.9.3.17387

Frias, J. P. G. L., & Nash, R. (2019). Microplastics: Finding a consensus on the definition. *Marine Pollution Bulletin*, *138*(November 2018), 145–147. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.11.022

Frias, J., Pagter, E., Nash, R., & O'connor, I. (2018). *Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments FRAM Pollution Observatory View project European Project on OCean Acidification View project*. *July*. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36256.89601/1

GESAMP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection. (2016). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment. (IMO, FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP). In: Kershaw, P.J. (Ed.), Rep. Stud. GESAMP No. 90 (96 pp). *Reports and Studies GESAMP, No. 93, 96 P.*, *93*.

Harris, D. R., & Fuller, D. Q. (2014). Encyclopedia of Global Archaeology. *Encyclopedia of Global Archaeology*, *January 2014*. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0465-2

Hirwansyah, D. (2012). Warta Konservasi Lahan Basah; Mangrove Capital. *Wetlands International – Indonesia*, *20*(3), 6–7. https://indonesia.wetlands.org/id/publikasi/warta-konservasi-lahan-basah-wklb-vol-22-no-3-oktoberl-2013/

Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., & Mulyani, P. G. (2019). *Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote , Provinsi Nusa Tenggara Timur Condition of microplastic garbage in sea surface water at around Kupang and Rote , East Nusa Tenggara Province*. *5*, 165–171. https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204

Hoeke, S., van Wijnen, J., Krikke, H., Löhr, A., & Ragas, A. M. J. (2024). Mapping the tire supply chain and its microplastics emissions using a multi-stakeholder approach. *Resources, Conservation and Recycling*, *203*(August 2023). https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2023.107389

Horton, A. A., Walton, A., Spurgeon, D. J., Lahive, E., & Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Science of The Total Environment*, *586*, 127–141. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.01.190

Ibrahim, F. T., Suprijanto, J., & Haryanti, D. (2023). Analisis Kandungan Mikroplastik pada Sedimen di Perairan Semarang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, *12*(1), 144–150. https://doi.org/10.14710/jmr.v12i1.36506

Imanuel, T., Pelle, W. E., Schaduw, J. N. W., Paulus, J. J. H., Rumampuk, N. D. C., & Sangari, J. R. R. (2022). The form and distribution of microplastic in sediment and water columns of Manado Bay, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah PLATAX*, *10*(2), 336. https://doi.org/10.35800/jip.v10i2.42085

Ismiyati, I., Utami, I., Tricahya, F. H., Pidianto, P., Rahmawati, S., Ramadhanti, A. M., & Sakti, A. D. (2023). Microplastics pollution in sediment of Serang River Kulon Yogyakarta Province. *Jurnal Rekayasa Proses*, *17*(1), 22–29. https://doi.org/10.22146/jrekpros.73233

Ivar do Sul, J. A., & Costa, M. F. (2013). Plastic pollution risks in an estuarine conservation unit. *Journal of Coastal Research*, *65*(October), 48–53. https://doi.org/10.2112/si65-009.1

Jiang, C., Yin, L., Wen, X., Du, C., Wu, L., Long, Y., Liu, Y., Ma, Y., Yin, Q., Zhou, Z., & Pan, H. (2018). Microplastics in Sediment and Surface Water of West Dongting Lake and South Dongting Lake: Abundance, Source and Composition. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *15*(10). https://doi.org/10.3390/ijerph15102164

Junhao, C., Xining, Z., Xiaodong, G., Li, Z., Qi, H., & Siddique, K. H. M. (2021). Extraction and identification methods of microplastics and nanoplastics in agricultural soil: A review. *Journal of Environmental Management*, *294*(February). https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.112997

Kabir, M. S., Wang, H., Luster-Teasley, S., Zhang, L., & Zhao, R. (2023). Microplastics in landfill leachate: Sources, detection, occurrence, and removal. *Environmental Science and Ecotechnology*, *16*, 100256. https://doi.org/10.1016/j.ese.2023.100256

Kamweru, P. K., Ndiritu, F. G., Kinyanjui, T. K., Muthui, Z. W., Ngumbu, R. G., & Odhiambo, P. M. (2011). Study of Temperature and UV Wavelength Range Effects on Degradation of Photo-Irradiated Polyethylene Films Using DMA. *Journal of Macromolecular Science, Part B*, *50*(7), 1338–1349. https://doi.org/10.1080/00222348.2010.516172

Kapo, F. A., Toruan, L. N. L., & Paulus, C. A. (2020). Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik pada Kolom Permukaan Air di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, *1*(1), 10–21.

Khalimi, F., & Kusuma, Z. (2018). Analisis ketersediaan air pada pertanian lahan kering di gunungkidul yogyakarta. *Jurnal Tanah Dan Sumberdaya Lahan*, *5*(1), 721–725. http://jtsl.ub.ac.id721

Koehler, A., Anderson, A., Andrady, A., Arthur, C., Baker, J., Bouwman, H., Gall, S., Hidalgo-Ruz, V., Koehler, A., Law, K., Leslie, H., Kershaw, P., Pahl, S., Potemra, J., Ryan, P., Shim, W., Thompson, R., Takada, H., Turra, A., & Wyles, K. (2015). *SOURCES, FATE AND EFFECTS OF MICROPLASTICS IN THE MARINE ENVIRONMENT: A GLOBAL ASSESSMENT*. https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3803.7925

Koutnik, V. S., Leonard, J., Alkidim, S., DePrima, F. J., Ravi, S., Hoek, E. M. V, & Mohanty, S. K. (2021). Distribution of microplastics in soil and freshwater environments: Global analysis and framework for transport modeling. *Environmental Pollution*, *274*, 116552. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116552

Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., & Kržan, A. (2016). Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments : JoVE*, *118*. https://doi.org/10.3791/55161

Li, X., Chen, L., Mei, Q., Dong, B., Dai, X., Ding, G., & Zeng, E. Y. (2018). Microplastics in sewage sludge from the wastewater treatment plants in China.

Water Research, *142*, 75–85. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.034

Li, Z., Yang, Y., Chen, X., He, Y., Bolan, N., Rinklebe, J., Lam, S. S., Peng, W., & Sonne, C. (2023). A discussion of microplastics in soil and risks for ecosystems and food chains. *Chemosphere*, *313*, 137637. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137637

Lusher, A., Hollman, P., & Mendozal, J. (2017). Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. In *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper 615*. https://doi.org/978-92-5-109882-0

Masganti, M. (2013). Teknologi Inovatif Pengelolaan Lahan Suboptimal Gambut dan Sulfat Asam untuk Peningkatan Produksi Tanaman Pangan. *Pengembangan Inovasi Pertanian*, *6*(4), 187–197.

Moeck, C., Davies, G., Krause, S., & Schneidewind, U. (2023). Microplastics and nanoplastics in agriculture—A potential source of soil and groundwater contamination? *Grundwasser*, *28*(1), 23–35. https://doi.org/10.1007/s00767-022-00533-2

Nainggolan, D. H., Indarjo, A., & Suryono, C. A. (2022). Microplastics Found in Karangjahe Waters, Rembang, Central Java. *Journal of Marine Research*, *11*(3), 374–382.

Najiyati, S., Muslihat, L. dan N. Suryadiputra, I. N. (2005). *Panduan Pengelolaan Lahan Gambut untuk Pertanian Berkelanjutan*. 241.

Ningrum, I. P., Sa'adah, N., & Mahmiah, M. (2022). Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen di Gili Ketapang, Probolinggo. *Journal of Marine Research*, *11*(4), 785–793. https://doi.org/10.14710/jmr.v11i4.35467

Nirtha, I., & Sari, D. P. (2018). Analysis of pH values and iron (Fe) metal concentrations in constructed wetland with horizontal subsurface flow that treats reclaimed channel water. *EnviroScienteae*, *14*(3), 200–210.

Pratama, V. H. (2021). Preferensi Petani Tentang Rencana Perlindungan Lahan Pertanian Pangan Berkelanjutan. *Tugas Akhir*, 1. http://elibrary.unikom.ac.id/id/eprint/5261

Purnaningrum, R., & Rohaeti, E. (2017). Aktivitas Antibakteri Kain Nylon 6,6 Dengan Penambahan Nanopartikel Perak Terhadap Staphylococcus Aureus Atcc 25924. *Jurnal Kimia Dasar*, *6*, 113–120.

Putra, H. P., Damanhuri, E., & Sembiring, E. (2019). Sektor Baru Pengelolaan Sampah Di Indonesia (Studi Kasus Di Kota Yogyakarta, Kabupaten Sleman Dan Bantul). *Jurnal Sains &Teknologi Lingkungan*, *11*(1), 11–24. https://doi.org/10.20885/jstl.vol11.iss1.art2

Putri, A. S. (2022). Keragaman Bakteri Yang Berpotensi Dalam Mendegradasi Mikroplastik Di TPA Piyungan, Bantul, DIY. Fakultas Teknik Sipil dan

Perencanaan : Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. *Skripsi*, 1–106.

Putri, C. M., & Hanum, F. (2021). Konflik warga terdampak dengan pengelola TPST Piyungan, Bantul, DI Yogyakarta. *Jurnal Pendidikan Sosiologi*, *10*(4), 1–11.

Radulovic, L. L., & Wojcinski, Z. W. (2014). PTFE (Polytetrafluoroethylene; Teflon®). In P. Wexler (Ed.), *Encyclopedia of Toxicology (Third Edition)* (Third Edit, pp. 1133–1136). Academic Press. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.00970-2

Rillig, M. C., Ingraffia, R., & De Souza Machado, A. A. (2017). Microplastic incorporation into soil in agroecosystems. *Frontiers in Plant Science*, *8*(October), 8–11. https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01805

Rohmah, U. M., Shovitri, M., & Kuswytasari, N. D. (2018). Degradasi Plastik Oleh Jamur Aspergillus terreus(LM 1021) Pada pH 5 dan 6; Serta Suhu 250C dan 350C. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, *7*(2), 60–65.

Ruggero, F., Gori, R., & Lubello, C. (2020). Methodologies for Microplastics Recovery and Identification in Heterogeneous Solid Matrices: A Review. *Journal of Polymers and the Environment*, *28*. https://doi.org/10.1007/s10924-019-01644-3

Sa'adu, I., & Farsang, A. (2023). Plastic contamination in agricultural soils: a review. *Environmental Sciences Europe*, *35*(1). https://doi.org/10.1186/s12302-023-00720-9

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

Sastri, V. R. (Ed.). (2010). Copyright. In *Plastics in Medical Devices* (p. iv). William Andrew Publishing. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/B978-0-8155-2027-6.10012-1

Sathish, M. N., Jeyasanta, I., & Patterson, J. (2020). Occurrence of microplastics in epipelagic and mesopelagic fishes from Tuticorin, Southeast coast of India. *Science of The Total Environment*, *720*, 137614. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137614

Seftianingrum, B., Hidayati, I., & Zummah, A. (2023). Identifikasi Mikroplastik pada Air, Sedimen, dan Ikan Nila (Oreochromis niloticus) di Sungai Porong, Kabupaten Sidoarjo, Jawa Timur. *Jurnal Jeumpa*, *10*(1), 68–82. https://doi.org/10.33059/jj.v10i1.7408

Simamora, C. S. L., Warsidah, W., & Nurdiansyah, S. I. (2020). Identifikasi dan Kepadatan Mikroplastik pada Sedimen di Mempawah Mangrove Park (MMP) Kabupaten Mempawah, Kalimantan Barat. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, *2*(3), 96. https://doi.org/10.26418/lkuntan.v2i3.34828

Sjahfirdi, L., Aldi, N., Maheshwari, H., & Astuti, P. (2015). APLIKASI FOURIER TRANSFORM INFRARED (FTIR) DAN PENGAMATAN PEMBENGKAKAN GENITAL PADA SPESIES PRIMATA, LUTUNG JAWA (Trachypithecus auratus) UNTUK MENDETEKSI MASA SUBUR. *Jurnal Kedokteran Hewan - Indonesian Journal of Veterinary Sciences*, *9*(2). https://doi.org/10.21157/j.ked.hewan.v9i2.2837

Sugandi, D., Agustiawan, D., Febriyanti, S. V., Yudi, Y., & Wahyuni, N. (2021). Identifikasi Jenis Mikroplastik dan Logam Berat di Air Sungai Kapuas Kota Pontianak. *Positron*, *11*(2), 112. https://doi.org/10.26418/positron.v11i2.49355

Sutanhaji, A. T., Rahadi, B., & Firdausi, N. T. (2021). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan di Sungai Metro, Malang. *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, *8*(2), 74–84. https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3

Syachbudi, R. R. (2020). Identifikasi keberadaan dan bentuk mikroplastik pada sedimen dan ikan di Sungai Code, D.I Yogyakarta. *Skripsi*, 67.

Utami, I., & Agustina, R. (2022). Deteksi Pencemaran Mikroplastik pada Air Lindi di TPA Piyungan Yogyakarta Indonesia. *E-Journal.Unipma.Ac.Id*, *9(1)*(22 May 2022), 24–32. http://e-journal.unipma.ac.id/index.php/JF/article/view/11907

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

Wahyuningsih, H., Bangun, A. P., & Muhtadi, A. (2018). The relation of sediment texture to macro- and microplastic abundance in intertidal zone. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *122*. https://api.semanticscholar.org/CorpusID:133978270

Weber, C. J., Santowski, A., & Chifflard, P. (2022). Investigating the dispersal of macro- and microplastics on agricultural fields 30 years after sewage sludge application. *Scientific Reports*, *12*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s41598-022-10294-w

Weithmann, N., Möller, J. N., Löder, M. G. J., Piehl, S., Laforsch, C., & Freitag, R. (2018). Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment. *Science Advances*, *4*(4), 1–7. https://doi.org/10.1126/sciadv.aap8060

wibisono daryanto. (2023). *Analisis mikroplastik pada sungai batanghari wilayah intake sijenjang perumda tirta mayang kota Jambi*. 8–9.

Widianarko, B., & Hantoro, I. (2018). Mikroplastik Mikroplastik dalam Seafood Seafood dari Pantai Utara Jawa. In *Unika Soegijapranata. Semarang*.

Xu, B., Liu, F., Cryder, Z., Huang, D., Lu, Z., He, Y., Wang, H., Lu, Z., Brookes, P., Tang, C., Gan, J., & xu, J. (2019). Microplastics in the soil environment: Occurrence, risks, interactions and fate – A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *50*, 1–48. https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1694822

Yang, M., Huang, D., Tian, Y., Zhu, Q., Zhang, Q., Zhu, H., & Xu, C. (2021). Ecotoxicology and Environmental Safety Influences of different source microplastics with different particle sizes and application rates on soil properties and growth of Chinese cabbage (Brassica. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, *222*, 112480. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2021.112480

Zhang, K., Hamidian, A. H., Tubić, A., Zhang, Y., Fang, J. K. H., Wu, C., & Lam, P. K. S. (2021). Understanding plastic degradation and microplastic formation in the environment: A review. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, *274*, 116554. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116554

Zhang, W., Zhang, S., Wang, J., Wang, Y., Mu, J., Wang, P., Lin, X., & Ma, D. (2017). Microplastic pollution in the surface waters of the Bohai Sea, China. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, *231*(Pt 1), 541–548. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.058

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Kondisi Lokasi Penelitian



Lampiran 2. Pengambilan Sampel

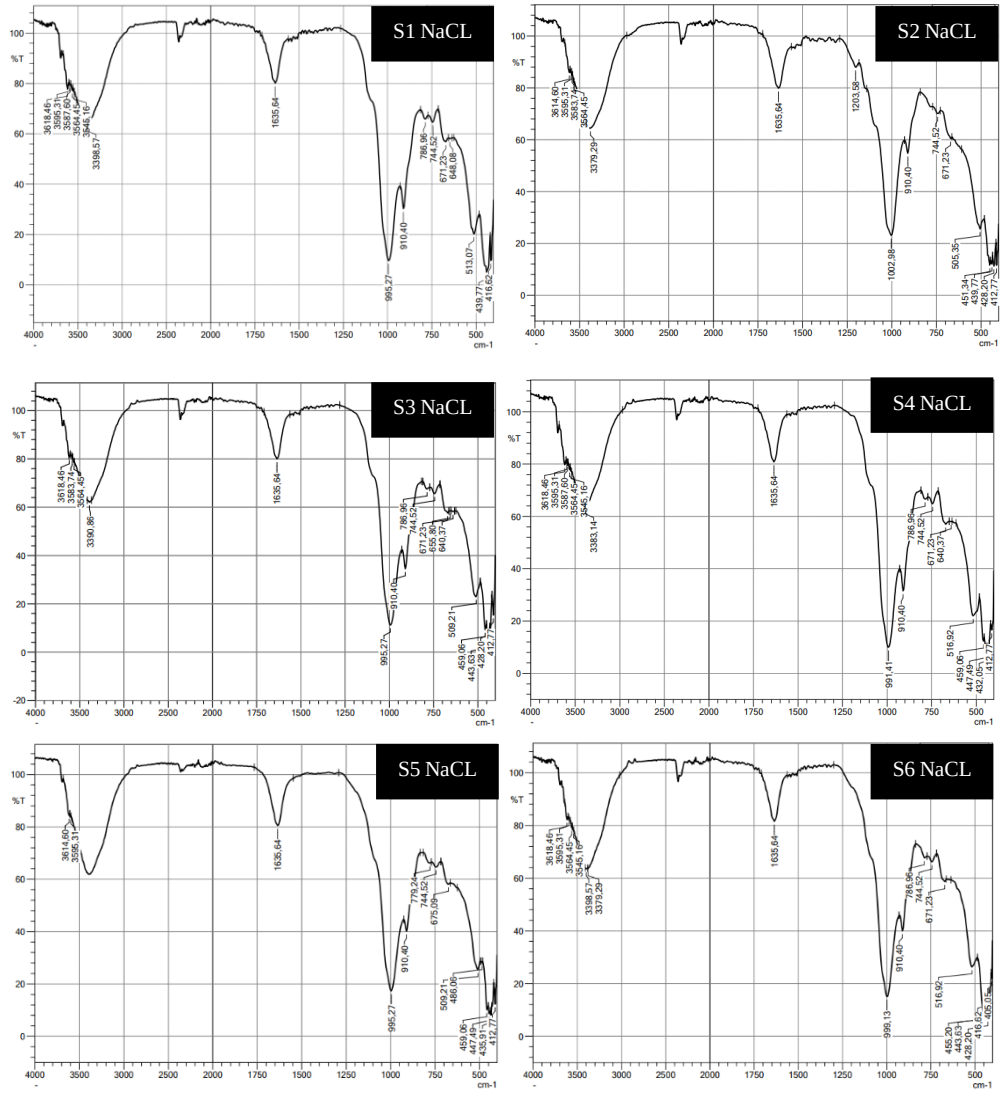


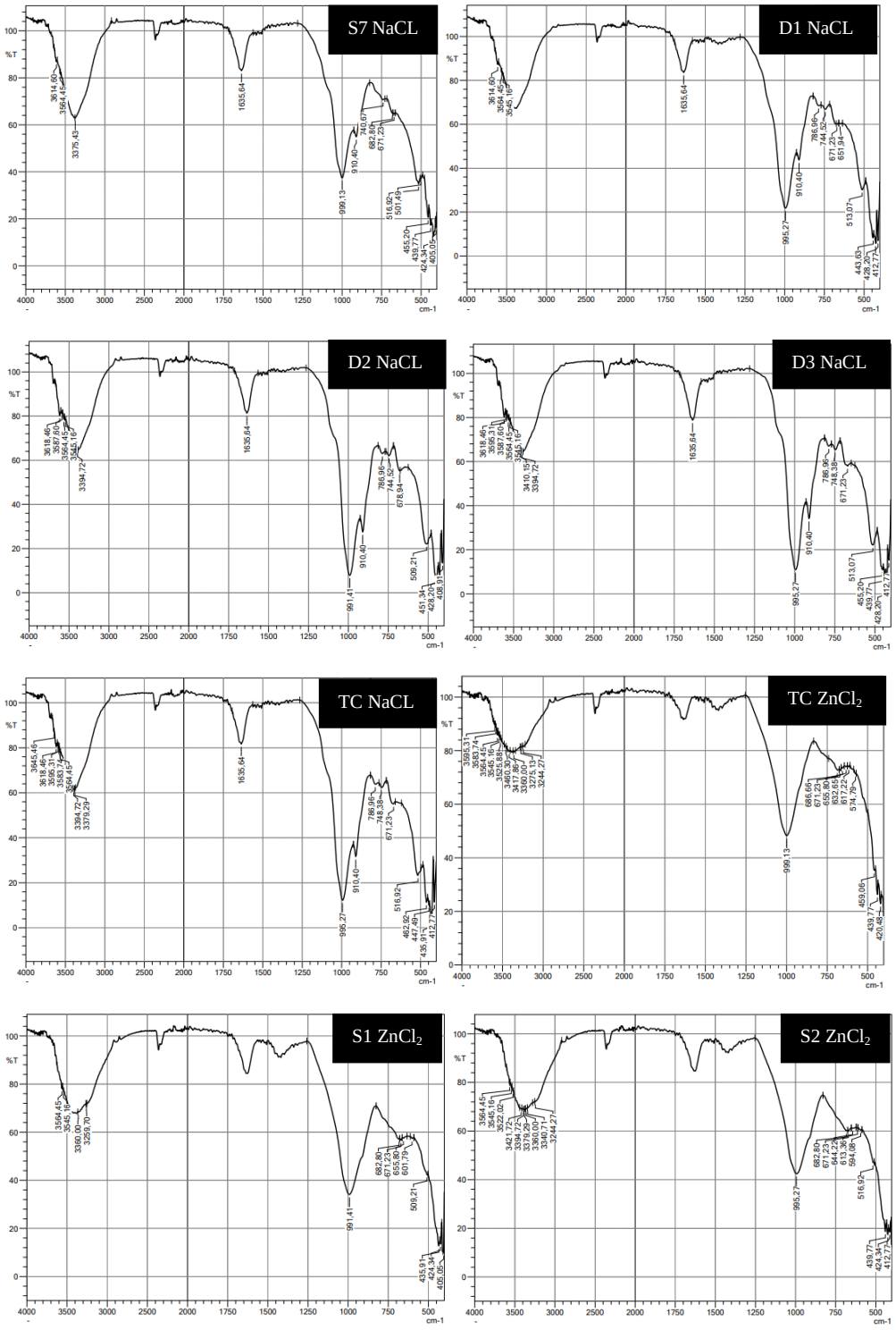
Lampiran 3. Pengujian Laboratorium

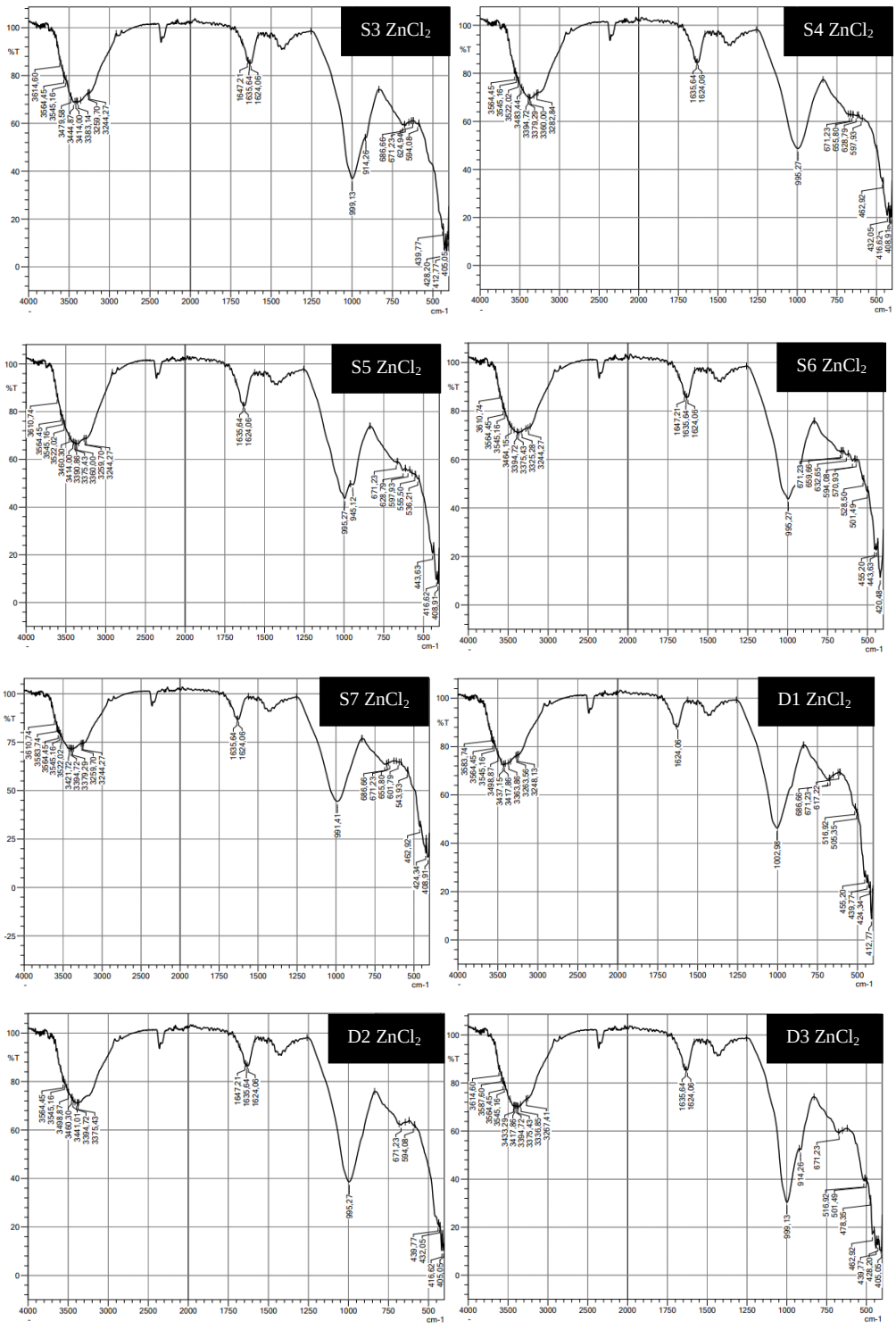




Lampiran 4. Grafik FTIR




S7 NaCL
D1 NaCL
D2 NaCL
D3 NaCL
TC NaCL
TC ZnCl2
S1 ZnCl2
S2 ZnCl2


S3 ZnCl2
S4 ZnCl2
S5 ZnCl2
S6 ZnCl2
S7 ZnCl2
D1 ZnCl2
D2 ZnCl2
D3 ZnCl2
%T
cm-1

Lampiran 5. Tabel Jumlah Bentuk dan Warna Mikroplastik pada Larutan NaCl

Sampel/Titik	Bentuk MPs					Jumlah Bentuk	Warna MPs							Jumlah Warna	Total Partikel
	Film	Foam	Fiber	Fragmen	Pellet		Biru	Hijau	Merah	Ungu	Hitam	Trans	Oranye		
2	750	137	11	122	4	1024	3	29	174	1	511	59	247	1024	1024
5	329	61	46	104	1	541	24	6	112	0	283	40	76	541	541
8	694	62	19	73	6	854	3	13	112	0	572	20	134	854	854
11	1071	12	27	58	1	1169	6	19	73	0	974	60	37	1169	1169
14	2474	107	25	209	7	2822	30	7	154	0	2324	40	267	2822	2822
16	837	18	14	82	4	955	11	8	61	1	804	15	55	955	955
18	707	32	22	174	0	935	1	8	108	1	605	58	154	935	935
19	1180	112	30	351	2	1675	10	10	124	1	1199	103	228	1675	1675
21	517	18	10	156	2	703	24	8	90	1	502	31	47	703	703
23	1000	48	40	362	5	1455	18	4	138	0	1117	54	124	1455	1455
TC	383	40	10	91	2	526	8	3	75	0	336	25	79	526	526
Total	9942	647	254	1782	34	12659	138	115	1221	5	9227	505	1448	12659	12659

Lampiran 6. Tabel Jumlah Bentuk dan Warna Mikroplastik pada Larutan $ZnCl_2$

Sampel/Titik	Bentuk MPs					Jumlah Bentuk	Warna MPs							Jumlah Warna	Total Partikel
	Film	Foam	Fiber	Fragmen	Pellet		Biru	Hijau	Merah	Ungu	Hitam	Trans	Oranye		
2	511	34	22	77	3	647	36	3	30	0	215	107	256	647	647
5	508	137	17	52	0	714	27	0	22	0	250	57	358	714	714
8	667	29	22	73	4	795	65	2	57	6	374	96	195	795	795
11	926	15	27	46	2	1016	32	1	41	0	560	90	292	1016	1016

Sampel/Titik	Bentuk MPs					Jumlah Bentuk	Warna MPs							Jumlah Warna	Total Partikel
	Film	Foam	Fiber	Fragmen	Pellet		Biru	Hijau	Merah	Ungu	Hitam	Trans	Oranye		
14	699	21	46	43	1	810	21	2	20	0	527	95	145	810	810
16	1252	40	112	255	6	1665	206	5	51	0	903	264	236	1665	1665
18	882	21	53	230	6	1192	161	2	42	12	613	224	138	1192	1192
19	999	2	41	232	12	1286	118	1	42	42	819	173	91	1286	1286
21	595	11	45	150	1	802	38	3	38	18	489	137	79	802	802
23	711	4	39	190	3	947	71	1	32	14	655	139	35	947	947
TC	609	13	49	169	4	844	61	0	89	16	451	100	127	844	844
Total	8359	327	473	1517	42	10718	836	20	464	108	5856	1482	1952	10718	10718

RIWAYAT HIDUP



ANGGITO PUTRA WIBISONO, lahir pada tanggal 08 Juni 2001 di Kabupaten Ngawi, Jawa Timur. Anak kedua dari dua bersaudara, dengan pasangan dari Wiyono dan Nanik Sriyani. Peneliti menyelesaikan pendidikan di SD Negeri Margomulyo 1 Ngawi pada tahun 2013. Kemudian peneliti melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 2 Ngawi dan tamat pada tahun 2017. Tahun 2017 melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 2 Ngawi dan tamat pada tahun 2020. Pada tahun itu juga, peneliti melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Universitas Islam Indonesia hingga sekarang. Selama menjadi mahasiswa di Universitas Islam Indonesia peneliti pernah menjabat sebagai wakil kepala bidang Sosial Lingkungan pada Lembaga Eksekutif Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanan. Selain itu, peneliti juga memiliki pengalaman Kerja Praktik di PT. KAI UPT. Balai Yasa Yogyakarta.