TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA *FRASS* ULAT HONGKONG *(Tenebrio molitor L)*.

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

ARIF RAHMANSYAH

20513254

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

2024

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA *FRASS* ULAT HONGKONG *(Tenebrio molitor L)*.

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

Disusun Oleh:

ARIF RAHMANSYAH
20513254

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.
NIK. 155130507
Tanggal: 01 - 09 - 2024

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc. (Res.Eng.), Ph.D.
NIK. 155130507
Tanggal: 01 - 09 - 2024

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA *FRASS* ULAT HONGKONG *(Tenebrio molitor L)*.

Telah Diterima dan Disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Senin

Tanggal : 01 April 2024

Disusun Oleh :

ARIF RAHMANSYAH

20513254

Tim Penguji:

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. ( )

Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. ( )

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D. ( )

LEMBAR PERNYATAAN

Di bawah ini saya menyatakan bahwasannya:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dan masukan dari Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali yang tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. 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, 13 Februari 2024

Yang Membuat Pernyataan,



Arif Rahmansyah

20513254

PRAKATA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia dan kasih sayangnya sehingga Tugas Akhir yang berjudul "Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada Frass Ulat Hongkong (Tenebrio molitor L)" ini berhasil diselesaikan.

Pada kesempatan yang baik ini, saya sebagai penulis mengucapkan banyak terima kasih untuk pihak – pihak yang sudah membantu, mendukung dan mendoakan penulis dalam penyusunan tugas akhir ini, yaitu kepada:

1. Allah *subhanahu wa ta'ala* yang selalu memberikan kelancaran serta hidayahnya sehingga penulis dapat menyelesaikan hingga akhir Tugas Akhir.
2. Kedua orang tua saya Mulyono dan Suharyati, serta kakak saya Laila Yusryyah yang selalu memberikan doa, kasih sayang, dukungan, hingga kepercayaan kepada penulis selama penulisan laporan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing Tugas Akhir yang telah memberikan bimbingan, bantuan, masukan, serta dorongan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
4. Bapak Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. dan Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D. selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan pada penulis
5. Seluruh dosen, staff akademik, karyawan dan keluarga besar Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan yang telah banyak memberikan ilmu yang diberikan selama masa perkuliahan sehingga dapat menunjang dan dapat bermanfaat dalam menyusun laporan ini.
6. Teman – teman KKN Unit 56 "Jayantaka" (Afif, Haekal, Putranto, Izul, Sherina, Nanda dan Clarizsa) yang memberi dukungan dan semangat dalam mengerjakan Tugas Akhir ini.
7. Teman – teman kelompok tugas akhir (Yumna, Meitri, dan Anggito) yang telah berjuang bersama dalam mengerjakan Tugas Akhir ini. Terima Kasih juga kepada Zahrah sebagai teman satu bimbingan sekaligus teman perkuliahan, masa himpunan, dan hingga saat ini.
8. Pihak penelitian sebelumnya Dahayu Wirastuti, Fachrizal Tofany Safattar, Muhammad Akbar Fauzi yang sudah memberikan sampel dalam penelitian kali ini sehingga dapat diteliti dan dikerjakan penulis pada Tugas Akhir ini.

9. Teman – teman satu organisasi Dewan Perwakilan Mahasiswa FTSP UII 2022/2023 yang telah memberikan dukungannya
10. Teman – teman Angkatan 2020 yang sudah membantu dalam masa perkuliahan.
11. Teman – teman yang lainnya tidak bisa disebutkan penulis satu persatu, saya ucapkan terimakasih banyak atas semua dukungannya.

Penulis sadar bahwa dalam penulisan laporan Tugas Akhir ini masih banyak kekurangannya. Oleh karena itu, kritik dan saran sangat diperlukan agar dapat menjadi sebuah masukkan agar laporan tugas akhir ini menjadi lebih baik. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi pembacanya dan menjadi referensi yang baik.

Yogyakarta, 13 Februari 2024



Arif Rahmansyah

20513254

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

ARIF RAHMANSYAH. Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada *Frass* Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L*). Dibimbing oleh Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Eksistensi sampah merupakan salah satu permasalah yang sangat serius yang ada di Indonesia. Hal ini beriringan dengan kejadian yang dirasakan 4 tahun kebelakangan yang melanda dunia yaitu penyebaran virus corona *(SARS-CoV-2).* Salah satu alternatif dalam mengelolah sampah yaitu dengan cara mengelola sampah masker medis menjadi kompos yaitu menggunakan Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L*) melalui proses biodegradasi dengan mikroba yang ada pada pada Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L*). Terdapat 3 macam sampel reaktor yang memiliki variasi pakan yang berbeda yaitu polard dan masker medis serta sayuran dan masker medis juga terdapat tanah kontrol yaitu tanah kompos maggot TPS 3R Brama Muda, Sleman. Pada identifikasi karaketeristik jenis pada mikroplastik ditemukan 5 jenis mikroplastik, yaitu *Fragment, Film, Fiber, Fillaments,* dan *Pellets* yang paling banyak ditemukan ialah jenis *Fiber* dengan jumlah 1584 jenis partikel, serta memiliki 6 variasi warna berbeda, yaitu merah, kuning, ungu, biru, hitam, hijau dan transparan yang mana yang paling banyak ditemukan yaitu warna hitam dengan 1360 partikel warna. Didapatkan hasil Kelimpahan mikroplastik pada sampel frass ulat hongkong paling tinggi ialah sampel variasi pakan sampah sayuran dan masker medis yaitu sebesar 299 partikel/ 2gram mikroplastik.. Pada analisis yang dilakukan untuk jenis polimer mikroplastik menggunakan instrumen spektrofotometri. Pada penelitian ini hasil penggunaan FTIR didapatkan 5 polimer yang memiliki skor kemiripan tertinggi yaitu *Tencel, Bemberg (Cupra), Cellophane, Ramie,* dan *Cotton* yang merupakan jenis berasal dari partikel mikroplastik jenis *Fragment, Fiber, dan Film.*

Kata Kunci: Biodegradasi, Masker, Mikroplastik, Mikroskop, Spektrofotometri FTIR, *Tenebrio molitor L*.

ABSTRACK

ARIF RAHMANSYAH. *Identification of Microplastic in Mealworm Frass (Tenebrio molitor L). Supervised by* Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

The existence of waste is one of the most serious problems in Indonesia. This goes hand in hand with the events that were felt 4 years ago that hit the world, namely the spread of the corona virus (SARS-CoV-2). One of the alternatives in managing waste is by managing medical mask waste into compost, namely using the Hong Kong caterpillar (Tenebrio molitor L) through the biodegradation process with microbes in the Hong Kong caterpillar (Tenebrio molitor L). There are 3 kinds of reactor samples that have different feed variations, namely polard and medical masks and vegetables and medical masks as well as control soil, namely maggot compost soil TPS 3R Brama Muda, Sleman. In identifying the type characteristics of microplastics, 5 types of microplastics were found, namely Fragments, Films, Fibers, Fillaments, and Pellets, the most common is the Fiber type with a total of 1584 particle types, and has 6 different color variations, namely red, yellow, purple, blue, black, green and transparent, of which the most common is black with 1360 color particles. The highest abundance of microplastics in Hongkong caterpillar frass samples was found in vegetable waste feed variation samples and medical masks, which amounted to 299 particles / 2 grams of microplastics. In the analysis carry out for the type of microplastic polymer using spectrophotometric instruments. In this study, the results of using FT-IR obtain 5 polymers that have the highest similarity score, namely Tencel, Bemberg (Cupra), Cellophane, Ramie, and Cotton which are types derived from microplastic particles of the Fragment, Fiber, and Film types.

Keywords: Biodegradation, Mask, Microplastic, Microscope, FT-IR Spectrophotometry, Tenebrio molitor L.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN i
LEMBAR PERNYATAAN ii
PRAKATA iii
ABSTRAK vi
DAFTAR ISI ix
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 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
1.5 Ruang Lingkup 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 5
2.1 Sampah Masker Medis 5
2.2 Sampah Sayur 6
2.3 *Pollard* 6
2.4 Ulat Hongkong 6
2.5 Kompos 7
2.6 Mikroplastik 7
2.7 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR) 10
2.8 Penelitian Terdahulu 12
BAB III METODE PENELITIAN 16
3.1 Tahap Penelitian 16
3.2 Waktu dan Lokasi 17
3.3 Variabel Penelitian 17
1.3.1 Variabel Utama 17
1.3.2 Variabel Pendukung 17
1.3.3 Variabel Kontrol 18
3.4 Alat dan Bahan 18
3.5 Sampel *Frass* Ulat Hongkong 19
3.6 Prosedur Analisis Data untuk Mikroplastik 19
3.6.1 Pengeringan 21
3.6.2 *Density Separation* 21

3.6.3 WPO (*Wet Peroxide Oxidation*) 22
3.6.4 Penyaringan....23
3.6.5 Pengujian pada sampel menggunakan Mikroskop....23
3.6.6 Pengujian pada sampel dengan FT-IR 24
3.7 Prosedur Analisis Data untuk Pengujian Parameter Fisika....25
3.7.1 Derajat Keasaman (pH)....25
3.7.2 Temperatur....26
3.7.3 Warna....27
3.7.4 Kadar Air 27
3.8 Metode Analisis Data....28
3.8.1 Mikroskop....28
3.8.2 *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR)....29
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN....30
4.1 Deskripsi Kondisi Sampel.....30
4.2 Parameter Fisik....32
4.2.1 Kadar Air 32
4.2.2 Temperatur....34
4.2.3 Derajat Keasaman (pH)....34
4.2.4 Warna....35
4.3 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Jenis dan Warna 36
4.3.1 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah 37
4.3.3 Mikroplastik Berdasarkan Jenis....44
4.3.4 Mikroplastik Berdasarkan Warna 51
4.4 Mikroplastik Berdasarkan Gugus Fungsi....55
4.5 Rekomendasi Penggunaan Frass Ulat Hongkong sebagai Kompos....65
BAB V KESIMPULAN....67
5.1 Kesimpulan....67
5.2 Saran....67
DAFTAR PUSTAKA 69
LAMPIRAN....76
RIWAYAT HIDUP 93

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Jenis Mikroplastik.....9
Tabel 2. 2 Warna Mikroplastik.....10
Tabel 2. 3 Tabel Penelitian Terdahulu.....12

Tabel 3. 1 Alat dalam Penelitian.....18
Tabel 3. 2 Bahan dalam Penelitian.....19
Tabel 3. 3 Sampel *Frass* Ulat Hongkong.....19

Tabel 4. 1 Deskripsi Kondisi Sampel Ulat Hongkong pada Reaktor.....30
Tabel 4. 2 Hasil Penelitian Kadar Air pada *Frass* Ulat Hongkong.....33
Tabel 4. 3 Hasil Pengamatan Warna pada *Frass* Ulat Hongkong.....36
Tabel 4. 4 Hasil Pengamatan Rerata Mikroplastik Berdasarkan Jumlah.....37
Tabel 4. 5 Penelitian Sebelumnya Terkait Konsumsi Umpan Ulat Hongkong.....39
Tabel 4. 6 Jumlah Rerata Mikroplastik tanpa jenis *Fragment* dan *Film* pada Tanah Kontrol 40
Tabel 4. 7 Perhitungan Rerata Kelimpahan MPs pada Sampel *Frass* Ulat Hongkong dan tanah kontrol.....42
Tabel 4. 8 Hasil Pengamatan Rerata Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis.....48
Tabel 4. 9 Ukuran Mikroplastik Berdasarkan Pengamatan.....50
Tabel 4. 10 Hasil Pengamatan Rerata Mikroplastik pada Sampel *Frass* Ulat Hongkong Berdasarkan Warna.....53
Tabel 4. 11 Hasil Analisis Spektrofotometri FT-IR pada Sampel *Frass* Ulat Hongkong.....58
Tabel 4. 12 Hasil Analisis Spektrofotometri FT-IR pada Sampel Tanah Kontrol.....60

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema dan Alur Transmisi Sampah Masker Medis Menjadi Mikroplastik.....5
Gambar 2. 2 Hasil analisis pada Spektrofotometri FT-IR mengidentifikasi Mikroplastik pada *Polyethylene terephthalate* dan *Polyethylene* 11

Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian 16
Gambar 3. 2 Metode Penelitian (Mikroplastik) 20
Gambar 3. 3 Cara kerja proses pengeringan 21
Gambar 3. 4 Cara kerja proses *Density Separation* 22
Gambar 3. 5 Cara kerja proses *Wet Peroxide Oxidation* 23
Gambar 3. 6 Cara kerja proses penyaringan 23
Gambar 3. 7 Cara Kerja Proses Mikroskop 24
Gambar 3. 8 Cara kerja proses Derajat Keasaman 26
Gambar 3. 9 Cara kerja proses Temperatur 27
Gambar 3. 10 Cara kerja proses kadar air 28

Gambar 4. 1 Grafik Kadar Air 33
Gambar 4. 2 Grafik Temperatur dari *frass* Ulat Hongkong 34
Gambar 4. 3 Grafik Pengujian pH 35
Gambar 4. 4 Partikel Mikroplastik pada *frass* Ulat Hongkong dan Mikroskop Sampel 37
Gambar 4. 5 Grafik Partikel Rerata Mikroplastik Berdasarkan Jumlah 38
Gambar 4. 6 Hasil Jumlah Mikroplastik pada Sampel dengan Standar Devisiasi 38
Gambar 4. 7 Grafik Jumlah Rarata Mikroplastik tanpa jenis *Fragment* dan *Film* pada Tanah Kontrol 40
Gambar 4. 8 Grafik Rerata Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Frass Ulat Hongkong 42
Gambar 4. 9 Hasil Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel dengan Standar Devisisasi 43
Gambar 4. 10 Ukuran Mikroplastik *Fragmen* 44
Gambar 4. 11 Ukuran Mikroplastik *Film* 45
Gambar 4. 12 Ukuran Mikroplastik *Fiber* 46
Gambar 4. 13 Ukuran Mikroplastik *Fillamen* 46
Gambar 4. 14 Ukuran Mikroplastik *Pellet* 47
Gambar 4. 15 Grafik Persentase Mikroplastik pada Sampel Ulat Hongkong dan Tanah Kontrol Berdasarkan Jenis 48

Gambar 4. 16 Hasil Jenis Mikroplastik pada Sampel dengan Standar Devisisasi.....49
Gambar 4. 17 Proses Degradasi Mikroplastik di Tanah 51
Gambar 4. 18 Grafik Persentase Mikroplastik pada Sampel *Frass* Ulat Hongkong Berdasarkan Warna.....54
Gambar 4. 19 Hasil Warna Mikroplastik pada Sampel dengan Standar Devisisasi 55
Gambar 4. 20 Grafik hasil Analisis Kimia pada Sampel W1 56
Gambar 4. 21 Grafik Hasil FT-IR Analisis Polimer pada Sampel Ulat Hongkong.....62
Gambar 4. 22 Grafik Hasil FT-IR Analisis Polimer pada Sampel Tanah Kontrol.....63

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Sampel *Frass* Ulat Hongkong dan Reaktor Ulat Hongkong 78
Lampiran 2. Pengujian Suhu 78
Lampiran 3. Pengujian Kadar Air 79
Lampiran 4 Pengujian pH Menggunakan Larutan Aquadest dan KCl 80
Lampiran 5. Proses Preparasi Sampel *Frass* Ulat Hongkong 83
Lampiran 6. Penyaringan Sampel 83
Lampiran 7. Analisis Mikroplastik Menggunakan Mikroskop 84
Lampiran 8 Analisis Polimer Menggunakan Instrumen Spektrofotometri FT-IR 84
Lampiran 9 Data Mikroplastik Berdasarkan Jenis 85
Lampiran 10 Data Mikroplastik Berdasarkan Kelimpahan 85
Lampiran 11 Data Mikroplastik Berdasarkan Jumlah 86
Lampiran 12. Data Mikroplastik Berdasarkan Warna 86
Lampiran 13 Hasil Grafik Polimer yang Terbaca 87
Lampiran 14 Hasil Grafik Polimer yang Terbaca 87
Lampiran 15 Hasil Grafik Polimer dengan Skor Tertinggi 88
Lampiran 16 Hasil Peak Table dari Polimer yang Terbaca 88
Lampiran 17 Berita Acara Seminar Hasil 89
Lampiran 18 Lembar Pengesahan Seminar Hasil 90
Lampiran 19 Daftar Hadir Audience Seminar Hasil 91
Lampiran 20 Bukti Screenshoot Zoom Seminar Hasil 92

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Eksistensi sampah merupakan salah satu permasalah yang sangat serius yang ada di Indonesia. Aktivitas manusia yang dilakukan setiap harinya baik itu makan, minum dan bekerja pasti menghasilkan sampah. Hal ini beriringan dengan kejadian yang dirasakan 4 tahun kebelakangan yang melanda dunia yaitu penyebaran virus corona *(SARS-CoV-2)*. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) saat penyebaran virus tersebut merekomendasikan seluruh lapisan masyarakat untuk menggunakan masker dalam mencegah penularan virus yang ada melalui udara hal ini menyebabkan peningkatan yang signifikan terhadap permintaan atau pembelian masker di indonesia. Penggunaan masker yang pesat telah berdampak pada limbah yang dihasilkan terkait pembuangan ke lingkungan (Patrício Silva et al. 2021). Masker medis itu sendiri yang dibuang ke lingkungan akan berdampak pada kehidupan laut (De-la-Torre, 2020). Maka dari itu pecahan plastik atau yang sering disebut mikroplastik yang berasal dari masker medis akan menimbulkan banyak masalah di lingkungan apabila dibiarkan begitu saja Sampah plastik yang bersifat persisten untuk lingkungan hal tersebut akan mengalami pendegredasian yang mana hal tersebut merubah plastik itu sendiri menjadi bagian bagian kecil.

Plastik perlu waktu untuk berdegradasi dan melebur ke lingkungan tak hanya itu juga plastik berdegradasi tidak langsung hilang keberadaannya tetapi akan menjadi molekul molekul yang berukuran kecil yang sering disebut sebagai mikroplastik. Mikroplastik ialah bentuk plastik yang berukuran kecil yang mempunyai ukuran berkisar ≤ 5 mm (Sutanhaji *el al*., 2021). Ukuran mikroplastik yang menyebar ke lingkungan akan menjadi dampak yang mengkhawatirkan karena mikroplastik yang berukuran sangat kecil ini dapat masuk ke tubuh biota perairan yang berdampak ke manusia. Mikroplastik yang ditelan secara tidak sengaja oleh manusia maka mikroplastik tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh manusia, seperti usus, ginjal san hati. Dampak yang ditimbulkan yaitu terjadinya cidera dan peradangan yang terjadi pada organ tubuh, kesuburan dapat menurun, pola makan yang tidak beraturan serta dampak dampak lainnya (Nur Faujiah *et al*., 2022).

Umumnya masker medis ialah bahan yang terbuat dari *Polypropylene* (PP). Bahan ini berasal dari minyak bumi dalam sifatnya sendiri tidak dapat terdegradasi secara alami (*non-biodegradable*). Pada setiap lapisan yang terdapat pada masker memiliki fungsi dan kegunaan yang berbeda yang mana sudah dibuat sesuai standar yang dimiliki (Jemec Kokalj

et al., 2022). Dampak lingkungan yang dipengaruhi oleh beberapa faktor yang terdampak dari sampah masker medis yang terpapar oleh sinar UV matahari yang secara intensitasnya secara terus menerus terpapar sehingga menjadikan masker medis terjadi proses pelapukan menjadi partikel yang lebih kecil lagi yang dikatakan sebagai mikroplastik (Akber *et al*., 2020).

Salah satu alternatif dalam mengelolah sampah yaitu dengan cara mengelola sampah masker medis menjadi kompos yaitu menggunakan Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L*) melalui proses biodegradasi dengan mikroba yang ada pada pada Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L*). Ulat hongkong (Tenebrio molitor L.) dapat mendegredasi plastik dapat dibuktikan dengan terdapatnya jenis plastik yang berada di pencernaan ulat tersebut (Yang *et al*., 2015). Produk yang dihasilkan dalam biodegradasi menggunakan sampah pada masker medis menggunakan media ulat hongkong yaitu berupa *frass* (kotoran ulat hongkong). *Frass* yang berasal dari ulat hongkong dapat menghasilkan dan mengandung kandungan unsur hara maka dari itu kotoran ini dapat dihasilkan sebagai kompos (Houben et al. 2020). Kompos merupakan suatu proses yang dilakukan mengubah bahan padat menjadi kompos, penelitian menunjukan sampah organik banyak mengandung plastik yang mana jumlah dan jenis bervariasi (Růžičková *et al*., 2022). Beberapa jenis plastik dapat bertahan di dalam kompos selama pengomposan dan kemudian masuk ke lingkungan melalui tanah (Watteau *et al*., 2018). Mikroplastik yang menyatu dalam tanah ataupun pada kompos dapat mempengaruhi pengangkutan suatu senyawa organik, karena perilaku penyerapan dapat berubah secara signifikan yang bersumber dari bahan yang bersifat organik dan juga kandungan mineral yang ada pada tanah (Teuten *et al*., 2009). Dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjadi suatu alternatif dalam pengidentifikasian mikroplastik pada *frass* ulat hongkong apakah *frass* tersebut dapat dijadikan bahan kompos.

Maka dari itu diperlukan dalam identifikasi keberadaan mikroplastik pada *frass* ulat hongkong. Dari hasilnya ini akan dilihat keberadaan dari mikroplastik yang dapat dilihat dari jenis, warna, jumlah, dan ukuran yang dilakukan menggunakan alat mikroskop dan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR). Kemudian dapat disimpulkan apakah *frass* yang dihasilkan oleh ulat hongkong dapat dijadikan kompos yang baik untuk lingkungan yang tercemar dari mikroplastik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan pendeskripsian latar belakang yang telah didapatkan di atas terkait identifikasi keberadaan mikroplastik pada *frass* ulat hongkong (*Tenebrio molitor L.*) adalah sebagai berikut:

1) Bagaimana keberadaan dari kelimpahan mikroplastik pada sampel *frass* ulat hongkong pemakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard*?
2) Bagaimana karakteristik fisik mikroplastik berdasarkan jenis, ukuran, dan warna mikroplastik pada *frass* ulat hongkong pemakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard*?
3) Apa saja jenis polimer mikroplastik pada *frass* ulat hongkong pemakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard*?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan agar:

1) Identifikasi keberadaan dari kelimpahan mikroplastik pada sampel *frass* ulat hongkong pemakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard*
2) Mengidentifikasi karakteristik fisik mikroplastik berdasarkan jenis, ukuran, dan warna mikroplastik pada *frass* ulat hongkong pemakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard*
3) Menganalisis jenis polimer mikroplastik pada *frass* ulat hongkong pemakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard*

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Mampu memberikan pengertian dan ilmu kepada masyarakat terkait keberadaan mikroplastik pada *frass* ulat hongkong untuk sebagai hasilnya disebar ke lingkungan
b. Mampu menganalisa mikroplastik yang timbul dalam pendegradasian ulat hongkong yang akhirnya digunakan dalam penggunaan kompos.
c. Digunakan sebagai bahan informasi agar masyarakat dapat ikut andil dalam menjaga lingkungan sekitar, khususnya keberadaan sampah masker dan sampah sampah lainnya sehingga dapat menjaga kualitas lingkungan dengan baik yang sedikit adanya kandungan mikroplastik.

1.5 Ruang Lingkup

Adapun pada penelitian ini mencakup ruang lingkup:

1. Ruang Lingkup Metode

   Penelitian ini menjelaskan tentang keberadaan mikroplastik pada *frass* ulat hongkong dengan mengidentifikasi karakter fisik yaitu dengan berdasarkan jenis, ukuran, serta warna mikroplastik yang berada pada *frass* ulat hongkong. Pada penelitiannya sendiri dilakukan bertepat pada Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia. Untuk pengujiannya sendiri dilakukan dengan metode mikroskop dan metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR) sesuai dengan panduan yang diberikan *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA). Kemudian, data pada pengamatan mikroplastik yang telah dianalisis dalam bentuk tabel pengamatan dan grafik untuk mudah dalam pembacaan. Pada pengujian fisika dilakukan analisis yaitu dengan menguji Derajat Keasaman (pH), Temperatur (°C), Warna dan kadar air dalam sampel.

2. Ruang Lingkup Pengujian Sampel

   Sampel yang diambil adalah sampel dari *frass* yang berasal dari ulat hongkong dengan pakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard*. Sampel yang digunakan adalah sampel hari terakhir (hari ke-30) yang sudah dilakukan pada TA sebelumnya yaitu pengujian pada ulat hongkong. Untuk sampel kontrol menggunakan *frass* maggot dengan pakan sampah organik (sayur atau buah).

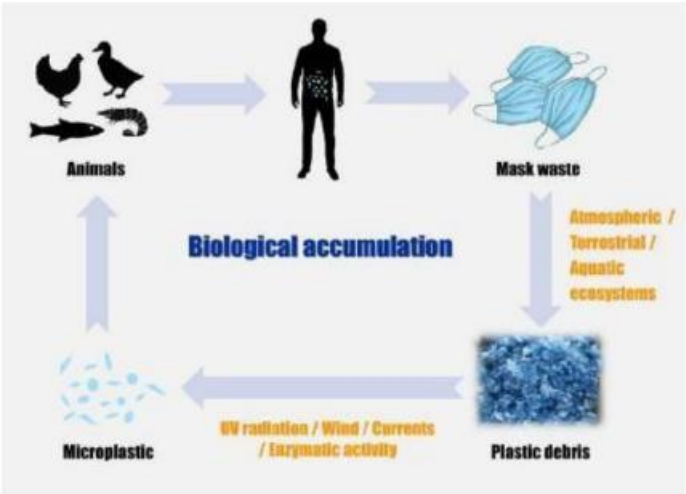
3. Ruang Lingkup Waktu dan Tempat Penelitian

   Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Sampel yang digunakan yaitu sampel *frass* ulat hongkong dengan pakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard*. Penelitian ini dilakukan dalam waktu 4 bulan. Dimulai pada November 2023 sampai dengan Februari 2024.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah Masker Medis

Menurut *World Health Organization* (WHO) pada penggunaan masker medis sekali pakai setiap 4 jam sekali harus diganti dengan masker baru yang bersih dan steril. Hal ini menyebabkan timbulan sampah masker medis mengalami peningkatan dalam jumlah yang cukup besar karena peningkatan permintaan konsumen. Timbulan sampah masker medis ini dapat meningkatkan senyawa karbon dioksida (CO2) sehingga akan menyumbang dalam peningkatan efek rumah kaca. Sebagian besar bahan utama dalam pembuatan masker medis yaitu *polypropylene* (PP). Selain itu, Masker medis memiliki beberapa kandungan lain seperti polipropilen (polietilen), pliuretan, plokarbonar, polistirena dan poliakriloitril (Akber Abbasi et al. 2020). Salah satu kandungan pada masker medis adalah bahan jenis polimer *non-degradable* (Lee et al, 2022) yang dimana bahan tersebut tidak mudah terurai di alam bebas. Masker medis terdiri dari tiga lapisan dimana lapisanya tersebut terdiri dari serat lembut yang terdapat pada lapisan dalam, filter leleh yang berada pada lapisan Tengah, dan serat yang bukan tenunan (*nonwoven fibers)* yang berada pada lapisan luar. Lapisan filter leleh merupakan lapisan yang penting pada filter utama yang mana dihasilkan menggunakan proses pembuatan serat mikro nano, polimer leleh diekstrusi dengan gas atau udara yang berkecepatan tinggi (Dutton, 2008).



Sumber : (Wang et al. 2023)

Gambar 2. 1 Skema dan Alur Transmisi Sampah Masker Medis Menjadi Mikroplastik.

2.2 Sampah Sayur

Sampah sayur merupakan sisa sayur yang sudah tidak memiliki nilai jual di pasar dan sudah tidak dapat diolah lagi sehingga akan dibuang, Sampah sayur termasuk Sampah organik yang dapat terurai di lingkungan seperti sampah sawi hijau dan wortel. Di Indonesia sawi hijau termasuk sayuran yang populer dikonsumsi di kalangan masyarakat karena sawi mengandung banyak vitamin dan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh. Pada sampah sayur dapat menimbulkan dampak negatif apabila tidak diolah yaitu menimbulkan penyakit. Sampah sayur harus diolah dengan baik agar dapat dimanfaatkan, cara untuk mengubah sampah sayuran agar dapat bermanfaat dengan baik dengan cara menjadikan sampah sayur yang ada menjadi kompos (Syaifudin., 2013). Sampah sayuran memiliki rasio C/N sebesar 12 (Marvelia, Darmanti, and Parman, 2006), semakin rendah rasio C/N akan menunjukkan bahan organik sudah terdekomposisi dan hampir menjadi humus.

2.3 *Pollard*

Pollard adalah produk sampingan pertanian yang berasal dari penggilingan gandum, biasanya digunakan untuk memberi makan hewan. Pollard terletak di dekat bagian dalam endosperma biji. Pollard kaya energi dan juga mengandung polisakarida struktural seperti selulosa, hemiselulosa, selulosa, lignin dan silika. Kandungan polisakarida struktural yang tinggi dapat dimanfaatkan sebagai bentuk nutrisi hewani (Putra et al. 2018). Selain itu *pollard* juga memiliki nilai kandungan seperti nutrisi protein 16,29%, selulosa 7,18%, ADF 10,48%, NDF 38,4%, lignin 3,09%, dan energi 16,40% (Sulistiyanto *et al*., 2019). Dengan begitu, makroorganisme dapat bertahan hidup dengan adanya nilai karbohidrat yang tinggi yang dihasilkan pada pollard tersebut.

2.4 Ulat Hongkong

Ulat Hongkong (*Tenebrio molitor L*.) merupakan salah satu spesies kumbang yang termasuk dalam famili *Tenebrionidae*. Ulat ini dapat beradaptasi di daerah beriklim sedang juga tropis dan memiliki ukuran dengan sekitar 3,5 cm (Bulak *et al*., 2021). Siklus hidup ulat hongkong terdiri dari empat fase, yaitu masa telur, larva, pupa, dan, kepik. Daur hidup ulat Hongkong terdiri dari empat tahap, yaitu telur, larva, pupa, dan kepik. Ulat hongkong rentan mati ketika sudah menjadi ulat dewasa, namun kemungkinan besar hal ini disebabkan oleh musim kemarau dan hujan. Hal ini dikarenakan suhu yang panas dan kelembaban yang rendah akan menyebabkan perkembangan kepik dari ulat dewasa tidak sempurna, hal ini akan menyebabkan kematian ulat yang tumbuh lambat. Pada musim hujan, ulat hongkong

memiliki suhu yang optimal untuk pertumbuhannya sekitar 26,5°C-27,5°C dan kelembaban sekitar 75,5%. Sebaliknya pada musim kemarau, dengan suhu 33°C, ulat Hong Kong sangat sensitif sehingga rentan terhadap kematian (Astutiet *et al*., 2017).

Ulat hongkong memiliki beragam manfaat bagi lingkungan disekitar kita, antara lain yaitu sebagai sumber pengobatan kesehatan, juga dapat digunakan sebagai pakan ternak karena komposisi proteinnya yang tinggi. Selain itu, Ulat Hongkong mempunyai kemampuan menguraikan sampah organik dan anorganik. Proses penguraian sampah anorganik ini dimungkinkan karena pencernaan yang ada pada Ulat Hongkong menampung bakteri Exiguobacterium sp. Bakteri ini akan mengeluarkan enzim yang bersifat ekstraseluler dan mengkatalisis depolimerisasi fragmen dalam zat organik. (Putra dan Restyaningsih, 2022).

Ulat hongkong (*Tenebrio molitor L*.) dapat mendegredasi jenis plastik *polystyrene* (PS) dapat dibuktikan dengan terdapatnya *polystyrene* (PS) yang berada di pencernaan ulat tersebut. Kombinasi hasil antara penekanan antibiotik dan pendekatan isolasiyang bergantung pada kultur mokroba yang ada dapat membuktikan bahwa Ulat Hongkong memainkan peran penting dalam biodegradasi PS di dalam pencernaan. Pencernaan pada Ulat Hongkong dapat dianggap sebagai bioreaktor yang efisien dalam bioreaktor (Yang et al., 2015).

2.5 Kompos

Pupuk organik ialah suatu bahan organik yang berasal dari hewan atau tanaman dengan produk yang dihasilkan berupa padat atau cair (Peraturan Menteri Pertanian Nomor 02/Pert/HK.060/2/2006 tentang Pupuk Organik dan Pembenah Tanah). Kompos ialah suatu hasil dari poses bahan organik yang sebelumnya mengalami suatu proses penguraian oleh mokroorganisme menjadi hasil senyawa yang lebih sederhana. Salah satu bahan yang dihasilkan oleh produk pembuatan kompos yang berasal dari biodegradasi sampah masker medis dengan menggunakan media *frass* (kotoran ulat hongkong). Penggunaan *frass* dalam pembuatan pupuk kompos hal ini dapat menggantikan pupuk konvensional yang banyak mengandung zat kima berbahaya. Suatu kematangan dari kompos dapat dilihat dari tidak adanya senyawa fitotoksik atau patogen patogen yang nantinya dapat berdampak negatif pagi penggunaan kompos untuk tanaman (Beesigamukama *et al*., 2022).

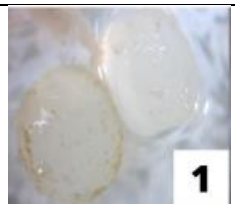
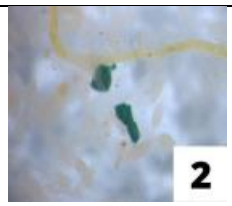
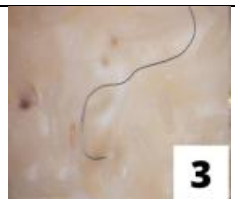
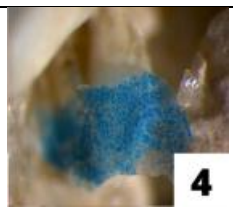
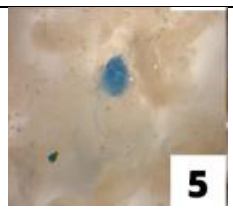
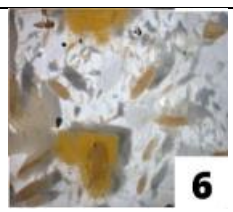
2.6 Mikroplastik

Partikel mikroplastik berukuran lebih kecil dari 5 mm yang ada pada lingkungan (McCormick et al. 2014). Mikroplastik terbagi menjadi 2 kategori yaitu ukuran besar (1-5

mm) dan kecil (<1 mm) (Sandra and Radityaningrum 2021). Mikroplastik secara luas diklasifikasikan berdasarkan ciri morfologinya, yaitu ukuran, bentuk, dan warna. Berdasarkan kategori mikroplastik terdiri dari mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Berdasarkan kategori plastik kecil, meliputi partikel plastik kecil primer dan partikel plastik kecil sekunder. Mikroplastik primer adalah istilah yang menggambarkan plastik yang dimaksudkan untuk berukuran mikroskopis, biasanya terdiri dari bahan kosmetik. (Cole et al. 2011). Mikroplastik primer diproduksi yang memiliki ukuran <5 mm bahan atau produk mikroplastik ini biasanya dapat ditemukan pada microbeads atau pellet resin, bahan bahan ini biasanya sebagai abrasive pada produk produk kosmetik (Loughlin et al. 2021). Mikroplastik sekunder terbentuk dan menggambarkan fragmen pada plastik yang berukuran kecil terbentuk akibat pemecahan plastik berukuran yang besar, baik itu terbentuk di laut atau di darat . paparan yang dihasilkan oleh matahari yang intensitasnya lama akan mengakibatkan fotodegradasi pada plastik. Sinar Ultraviolet (UV) akibat paparan yang dihasilkan oleh matahari dapat menimbulkan oksidasi polimer, menyebabkan pemutusan ikatan (Cole et al., 2011). Degradasi ialah reaksi kimia yang mengalami perubahan yang signifikan yang dapat mengurangi berat molekul rata rata yang ada pada polimer. Karena perubahan molekul rata rata yang tinggi dipengaruhi oleh integritas sifat pada plastik , maka tingkat degradasi yang tinggi tersebut dapat melemahkan sifat material polimer yang ada. Berakibat secara ekstensif plastik yang mengalami degradasi menjadi pecah bekeping keping ke lingkungan (Andrady, 2011). Mikroplastik dapat mengancam keberlangsungan dari biota laut dan sangat mengkhawatirkan. Disebabkan ukuran yang dimiliki mikroplastik ini yang kecil berpotensi dapat dimakan dan ditelan oleh biota laut (Cole et al. 2011).

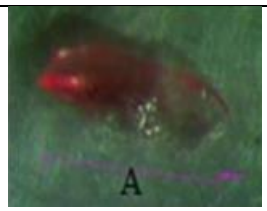
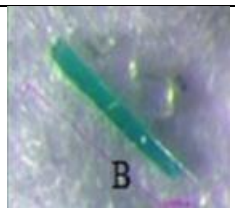
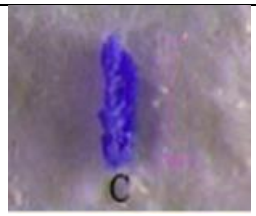
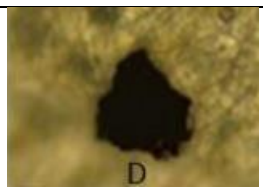
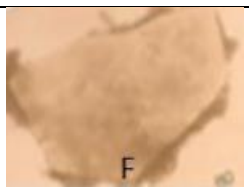
Secara umum, karakteristik morfologi yang dimiliki mikroplastik dapat digolongkan menjadi 3 yaitu ukuran, warna dan jenis (Lusher et al. 2017). Jenis mikroplastik bermacam macam jenisnya yaitu berupa *foam, pelet, fiber, fragment, film*, dan *filment* (Frias et al. 2018). Berikut gambar dari jenis-jenis dan warna mikroplastik:

Tabel 2. 1 Jenis Mikroplastik

Jenis Mikroplastik	Gambar
Pellets	
Fragments	
Fiber	
Film	
Filaments	
Foam	

Sumber: (Frias et al. 2018)

Tabel 2. 2 Warna Mikroplastik

Warna Mikroplastik	Gambar
Merah	
Hijau	
Biru	
Hitam	
Transparan	

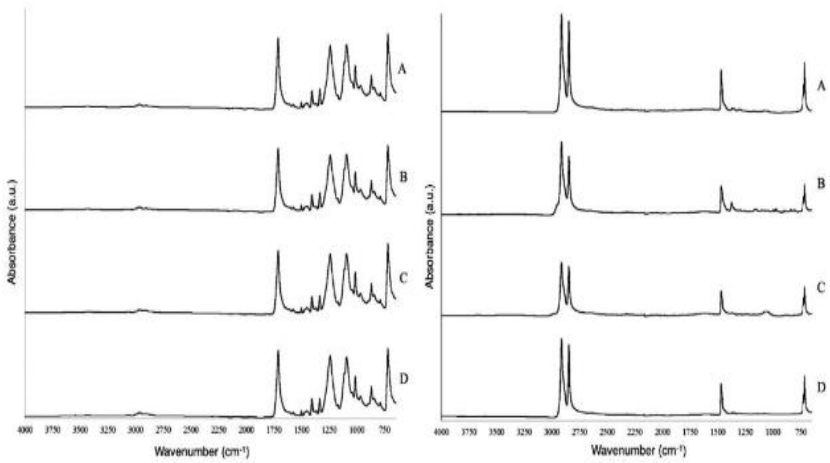
Sumber: (Sandra and Radityaningrum 2021)

2.7 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR)

Teknik atau metode yang sering digunakan untuk mengidentifikasi mikroplastik adalah metode *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR). Pada pengujiannnya sendiri *spectroscopy* FT-IR lebih tinggi dapat mengidentifikasi mikroplastik yang ada dalam sampel dibandingkan dengan penyortiran yang dilakukan menggunakan mikroskop (Tagg et al. 2015). FT-IR merupakan suatu teknik yang populer digunakan untuk mengenal dan mengidentifikasi mikroplastik karena dilihat dari pengguunaan teknisnya, biaya yang digunakan efisien, dan keandalan pada metode ini. Selain itu metode ini membuat gugus fungsi yang ada pada jenis yang ada pada plastik tidak rusak (Tagg et al. 2015).

Partikel polimer yang terdeteksi pada FT-IR memungkinkan terdeteksi identifikasi yang tepat dari mikroplastik yang ada yaitu seperti yang berasal dari *polyethylene* (PE), *polyethylene terephthalate* (PET), *polypropylene* (PP) and *polystyrene* (PS) (Kostamovaara et al., 2013). Hasil identifikasi menggunakan FT-IR dapat membedakan jenis polimer yang ada seperti ramie yang terbuat dari bahan alami dan juga tencel yang merupakan serat dari bahan buatan (Comnea-Stancu et al., 2017). tetrafluoroethylene-hexafluoropropylene (FEP) sering ditemukan pada polimer yang ditemukan pada FT-IR kegunaan dari jenis polimer ini digunakan sebagai bahan peralatan medis, kaca film dan peralatan lainnya yang sering ditemukan saat mendeteksi polimer yang ada di FT-IR (Polymerdatabase, 2022).

Metode FT-IR adalah suatu teknik *spectroscopy* gelombang elektromagnetik (inframerah), teknik ini dilengkapi dengan transformasi fourier yang bertujuan untuk mendeteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, and Atom 2007). Analisis yang menggunakan FT-IR dapat mengetahui dan mengidentifikasi bahan polimer, bahan organik, dan bahan anorganik menggunakan gelombang elektromagnetik (inframerah) dalam mengamati sampel. *Spectroscopy* FT-IR guna untuk mengkarakteristik xenobiotik, mencari pendeteksian kontaminan yang ada dalam bahan uji, dan mencari karakteristik oksidasi dan dekomposisi (Zhang et al. 2020). Hasil dalam membaca *Spectroscopy* FT-IR menghasilkan bentuk grafik hal ini dapat dilakukan secara kualitatif dan kuantitatif. Analisis kualitatif pada alat ini digunakan dalam mencari karakteristik polimer dalam suatu senyawa yang dianalisis. Pada hal yang sama, untuk analisis kuantitatif agar dapat ditentukannya konsentrasi analit yang ada dalam sampel. Berikut merupakan hasil suatu pembacaan dalam membaca *Spectroscopy* FT-IR:



Sumber: (Tagg et al. 2015)

Gambar 2. 2 Hasil analisis pada Spektrofotometri FT-IR mengidentifikasi Mikroplastik pada *Polyethylene terephthalate* dan *Polyethylene*

2.8 Penelitian Terdahulu

Berikut merupakan penelelitian terdahulu yang dijadikan sebagai pembanding pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Tabel Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1	(Jemec Kokalj et al. 2022)	*Effect of Microplastic from Disposable Medical Masks on Terrestrial Invertebrates*	Pada penelitian ini memerlukan 21 hari untuk mengidentifikasi dan mengetahui keberadaan serta dampak dari mikroplastik pada setiap lapisan yang ada dimasker medis yang mana masker tersebut melapuk ke tanah terhadap kegiatan inverbrata yang ada ditanah (*Tenebrio molitor, Porcellio scaber, Enchytraeus crypticu*). Yang mana lapisan itu terbagi menjadi 3 lapisan yaitu lapisan luar, lapisan tengah dan lapisan dalam. Pada setiap lapisan masker yang ada tersebut akan diuji dan dilakukan proses menjadi mikroplastiknya. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode experimen. Dari hasil eksperimen itu dihasilkan bahwa bahwasannnya mikroplastik yang ada ditanah dapat menimbulkan pH tanah menjadi buruk . Namun peningkatan tersebut sedikit di awal penelitian. Di sisi lainnnya ternyata terdapat kandungan logam yang terdapat pada masker medis yaitu (*Ti, Al, Cu, Pb, Mg, Fe, Ca, Kr, Li, dan Ni*) di

			setiap lapisan masker yang mana kandungan yang paling besar terdapat pada kandungan luar masker. Maka, dampak yang terjadi pada inverbrata tanah terjadi pada keberlangsungan hidup dari inverbrata dalam batas aman. Pada analisis ini dilakukan pada *Enchytraeus crypticu* menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* dan juga uji *levene*.
2	(Seprandita, Suprijanto, and Ridlo 2022)	Kelimpahan mikroplastik di perairan zona pemukiman, zona pariwisata dan zona perlindungan kepulauan karimunjawa, Jepara.	Pada penelitian ini jenis mikroplastik yang ditemukan adalah pellet, fiber, film dan fragment. Jenis yang paling dominan yang ditemui yaitu fiber dan fim serta jenis yang sedikit ditemukan adalah pellet. Kelimpaham mikroplastik yang ditemukan pada pelabuhan syahbandar ialah sebesar 19,98 partikel/m^3. Pada pengujian FTIR terdapat jenis polimer yang ditemukan yaitu *Nitrile, Nylon, Rayon* adalah *High Density Polyethylene* (HDPE), *Polystyrene* (PS), *Low Density Polyethylene* (LDPE), dan *Polyvinyl Chloride* (PVC).
3	(Wang et al. 2021)	*Disposable masks release microplastics to the aqueous environment with exacerbation by*	Perubahan bentuk dari struktur dan komposisi kimia yang berasal dari masker serta penurunan yang dialami oleh masker setelah terpapar oleh sinar uv yaitu terjadi reaksi

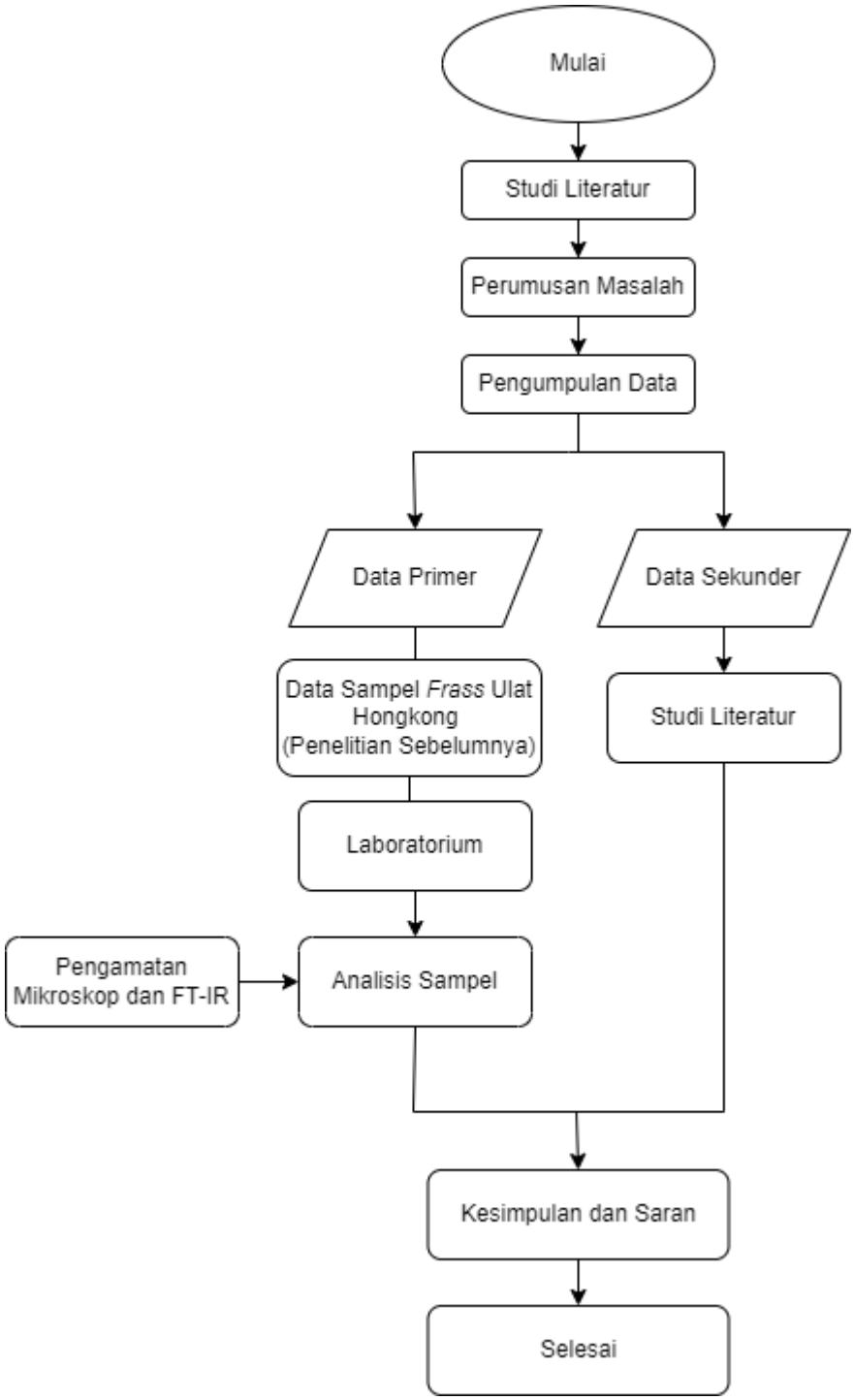
		natural weathering	mekanik (pelapukan). Kain yang pada tengah masker sangat sensitif pada radiasi sinar UV yaitu pada lapisan tengah. Satu masker yang sudah mengalami pelapukan itu melepaskan 1,5 juta yang disebarkan oleh masker ini. Pengikisan fisik yang disebabkan oleh pasir makin membuat pelepasan dari partikel semakin memburuk, dengan lebih dari 16 juta partikel yang terlepas yang berasal dari 1 sumber masker. Dari hasil penelitian yang dihasilkan menunjukan garis pantai tidak hanya sebagai penerima utama dari limbah masker tersebut tetapi juga tuan rumah sebagai transformasi partikel masker yang lebih lanjut.
4	Jemec Kokalj, A. D. (2022)	*Environmental hazard of polypropylene microplastics from disposable medical masks: acute toxicity towards Daphnia magna and current knowledge on other polypropylene microplastics*	Pada penelitian ini menggunakan metode penelitian menggunakan FT-IR digunakan untuk menentukan bahan utama yang ada pada 3 lapisan masker medis yang dimana direkam dari 400 cm^{-1} sampai 4000 cm^{-1} dengan rata rata 4 pemindai pada resolusi 4 cm^{-1} dan menggunakan mikroskop untuk mengidentifikasi jenis dan bentuk pada mikroplastik. Pada penelitian itu ditemukan 3 bentuk jenis polipropilen yang telah diambil dari bentuk dan sumbernya bentuknya

			yaitu pelet, fragmen dan fiber.
5	(Lestari, Haeruddin, and Jati 2021)	Karakteristik Mikroplastik dari Sedimen Padang Lamun, Pulau Panjang, Jepara, dengan FTIR Infra-Red	Berdasarkan hasil penelitian ini terdapat penelitian yang dihasilkan oleh bentuk mikroplastik. Dimana plastik yang ditemukan terdiri dari 34 fiber dalam partikel (36,56%), 51 fragment dalam partikel (54,83%) dan 8 film dalam partikel (8,6%). Dan terhadap metode FTIR yang dilakukan tehadap sampel yang dianalisis puncak gelombang terdapat pada 3 sampel khas tersebut yaitu pada ampel A, B dan C.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tahap Penelitian

Diagram alir tahap penelitian dan metode penelitian bisa dilihat pada Gambar 3.1 berikut.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi

Penelitian "**Identifikasi Kandungan Mikroplastik Pada *Frass* Ulat Hongkong *(Tenebrio molitor L)*"** dilakukan dalam rentang waktu 2 bulan, terhitung untuk penelitiannya sendiri daru bulan November 2023 sampai dengan bulan Januari 2024. Lokasi penelitian sampel dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Universitas Islam Indonesia. Pengambilan sampel limbah *frass* ulat hongkong diambil dari penelitian sebelumnya yang dilakukan workshop Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) UII dimana sampel yang diambil adalah sampel pada minggu ke 4 penelitian sampel. Dimana untuk tahapan yang dilakukan terdapat empat tahapan yaitu tahap persiapan, tahap penelitian, tahap analisis data dan tahap penyusunan laporan.

Pada tanah kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanak kontrol yang bersal dari kompos maggot TPS 3R Brama Muda, Sleman, yang akan menjadi kompos pembanding dalam penelitian ini.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian yang ada dalam penelitian ini adalah jenis mikroplastik, jumlah mikroplastik dan juga warna mikroplastik yang terdapat pada sampel *frass* ulat hongkong. Sampel frass digunakan sebanyak 10 dan 2 gram dalam keadaan kering.

Berikut rumus yang di gunkan dalam perhitungan menghitung jumlah mikroplastik yang ada pada sampel berdasarkan (Wilyalodia et al. 2023):

$$Konsentrasi\ mikroplastik\ \left(\frac{item}{gram}\right) = \frac{Jumlah\ mikroplastik\ yang\ ada\ dalam\ frass\ (item)}{Berat\ Frass\ (gram)}$$

Berikut merupakan variabel penelitian yang ada dalam penelitian ini:

1.3.1 Variabel Utama

Variabel utama dalam penelitian ini adalah menghitung jenis, jumlah dan warna mikroplastik yang ada pada sampel frass ulat hongkong. Analisis ini dilakukan di Laboratorium Kualitas Lingkungan Universitas Islam Indonesia menggunakan mikroskop dan FT-IR.

1.3.2 Variabel Pendukung

Variabel pendukung dalam penelitan ini adalah menganalisis parameter fisika yang ada pada sampel frass ulat hongkong. Yang dimana parameter sampel yang diujikan yaitu pH, temperatur, warna dan kadar air berdasarkan SNI 19-7030-2004. Tujuan dari variabel ini adalah terkait kualitas dan keadaan kompos yang

dihasilkan oleh frass ulat hongkong pemakan sampah masker medis, sayuran, dan *pollard.*

1.3.3 Variabel Kontrol

Variabel kontrol yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampah yang berasal dari Tanah Kompos yang berasal dari Tempat Pengolahan Sampah *Reduce-Reuse-Recycle* (TPS 3R) . Hal ini digunakan agar meminimalisir pengaruh yang berasal dari luar selain yang berada pada variabel bebas.

3.4 Alat dan Bahan

Jenis Alat Pengujian	Nama Alat
Alat Pengujian Sampel pada Laboratorium (Mikroplastik)	Timbangan Analitik
	Loyang
	Ayakan 0,3 mm dan 1 mm
	Batang Pengaduk
	Erlenmeyer
	Gelas Beaker
	Gelas Ukur
	Pipet Volume
	Magnetic Stirrer
	Vacum Pump Compressor
	Kertas Saring Whatman CAT No. 1821 - 047
	Corong kaca
	Kaca Preparat
	Mikroskop
	Spektrofotometri FT-IR
Pengujian Parameter Fisika	Thermometer
	Timbangan Analitik
	pH Meter Digital
	pH Universal
	Pengaduk Kaca
	Cawa Porselen
	Gelas Beaker
	Gelas Ukur 100 ml
	Sendok sungu
	Krustang
	Oven
	Desikator

Tabel 3. 1 Alat dalam Penelitian

Nama Bahan
Sampel *Frass* Ulat Hongkong
Larutan H_2O_2 30%
Larutan NaCl
Aquades

Tabel 3. 2 Bahan dalam Penelitian

3.5 Sampel *Frass* Ulat Hongkong

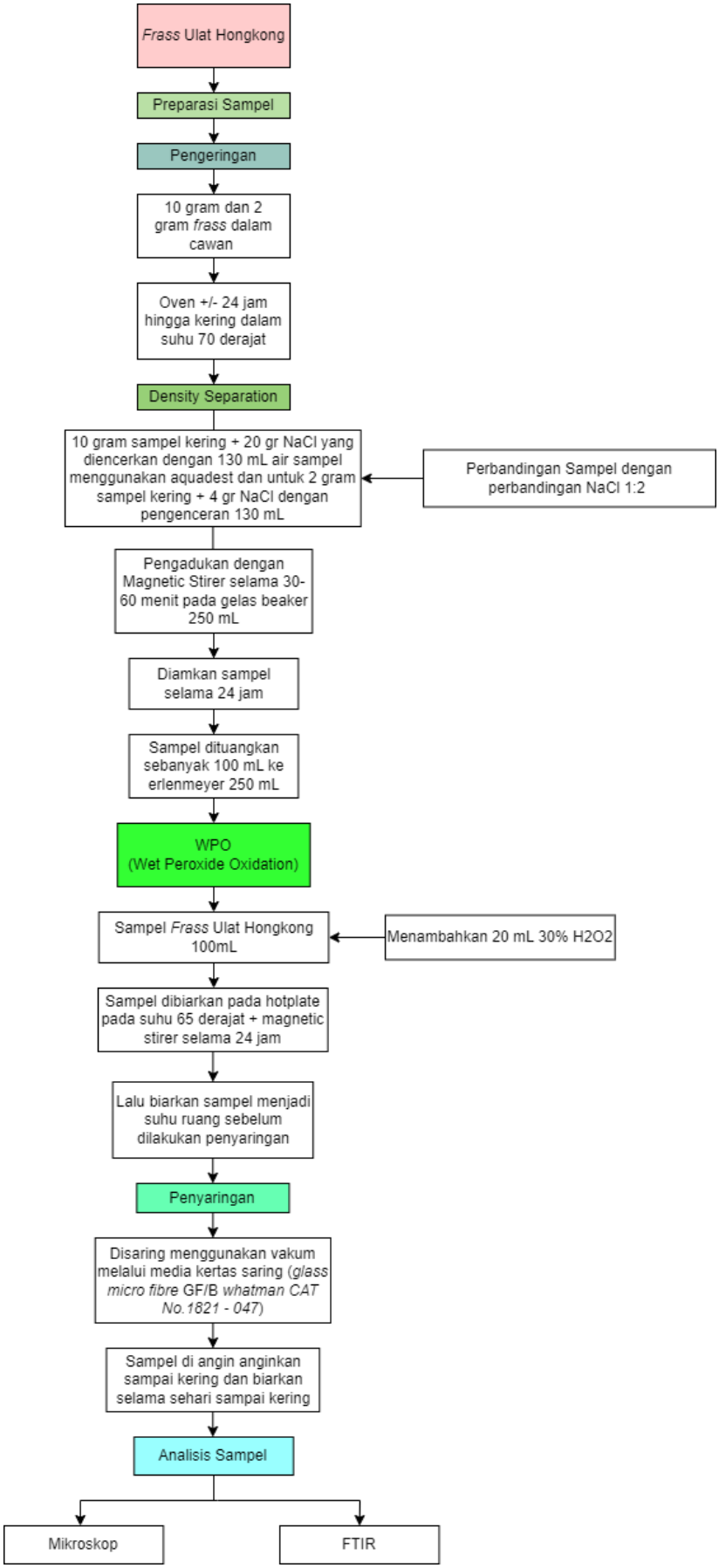
Berikut merupakan penjelasan sampel pada hari ke 30 berikut rincian penjelasannya pada analisis ini:

Sampel	Keterangan
Sampel Pengujian Penelitian Ke 1 (Safattar, 2023)	
F1	(Sampel Pollard 40gr + Masker 5gr)
F2	(Sampel Pollard 40gr + Masker 5gr)
F3	(Sampel Pollard 40gr + Masker 5gr)
Sampel Pengujian Penelitian Ke 2 (Wirastuti, 2023)	
W1	(Sampel Pollard 45gr + Masker 5gr)
W2	(Sampel Pollard 45gr + Masker 5gr)
W3	(Sampel Pollard 45gr + Masker 5gr)
Sampel Pengujian Penelitian Ke 3 (Fauzi, 2023)	
E1	(Sampel Sayur 40gr + Masker 10gr)
E2	(Sampel Sayur 40gr + Masker 10gr)
E3	(Sampel Sayur 40gr + Masker 10gr)
Sampel Tanah Kontrol	
400gr Tanah Kompos Maggot TPS 3R Brama Muda, Ngaglik, Sleman	

Tabel 3. 3 Sampel *Frass* Ulat Hongkong

3.6 Prosedur Analisis Data untuk Mikroplastik

Berikut merupakan bagan alir dalam pemrosesan identifikasi mikroplastik menggunakan metode mikroskop dan FT-IR:



Gambar 3. 2 Metode Penelitian (Mikroplastik)

3.6.1 Pengeringan

Pada tahap pengeringan memiliki tujuan yaitu untuk menghilangkan kandungan air yang ada pada sampel dan untuk memudahkan dalam memisahkan sampel yang menggumpal digunakan alat pengayak agar tidak terjadi penggumpalan dalam sampel. Pada tahap pengeringan yang dilakukan digunakan alat oven sebagai pengering sampel. Sebelum pengeringan, sampel *frass* yang sudah dihomogenkan ditimbang seberat 10 gram sampel *pollard* + masker dan 2 gram sampel sayur + masker lalu dipindahkan ke dalam loyang. Setelah itu dimasukkan ke dalam oven dengan temperatur 70 derajat *celcius* dan ditunggu hingga sampel kering atau kurang lebih selama 24 jam. Selanjutnya sampel *frass* yang sudah dikeringkan diambil masing masing yang sudah dikeringkan untuk mewakili sampel yang sudah dihomogenkan untuk dilakukan pengujian pada sampel. Berikut diagram alir untuk pemrosesan pengeringan:

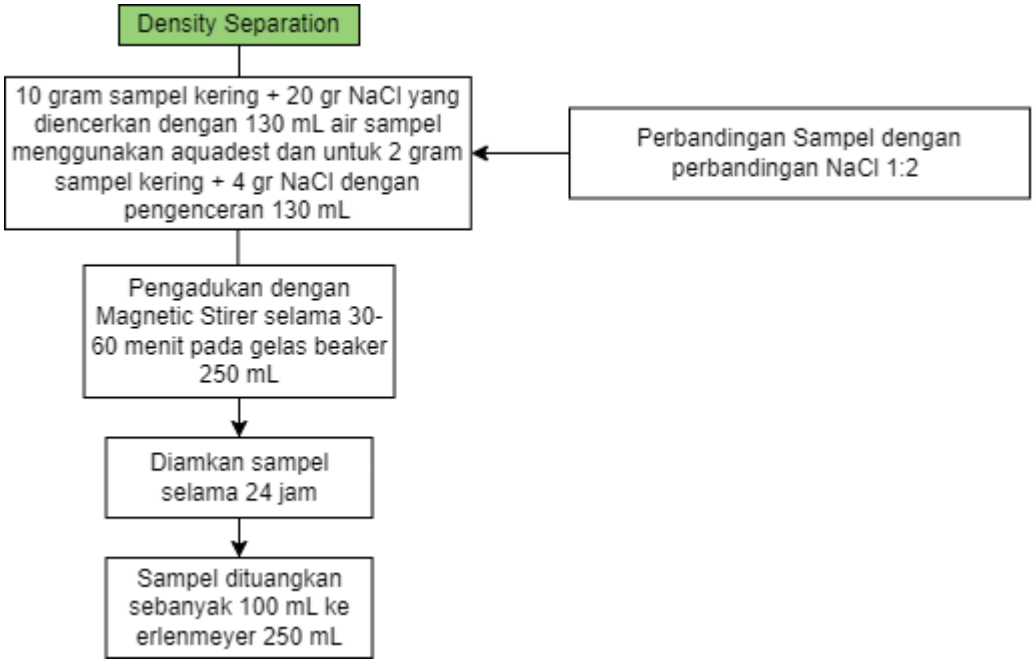


Gambar 3. 3 Cara kerja proses pengeringan

3.6.2 *Density Separation*

Pada tahap ini dilakukan bertujuan untuk pemisahan mikroplastik yang ada pada sampel *frass* sebelumnya dengan memanfaatkan perbedaan antara densitas atau berat jenis pada sampel. Tahap awal yang dilakukan pada tahap *density separation* yaitu dengan menimbang 10 gram dan 2 gram sampel yang sudah dikeringkan. Kemudian ditambahkan NaCl sebanyak 20 gram untuk sampel 10 gram dan 4 gram untuk sampel 2 gram dimana untuk perbandingan sampel dan NaCl adalah 1:2 setelah itu diletakan pada gelas beaker 250 ml. sampel yang sudah dipindahkan sebelumnya lalu diaduk menggunakan alat jar test selama 1 jam. Setelah proses pengadukan sampel didiamkan hingga

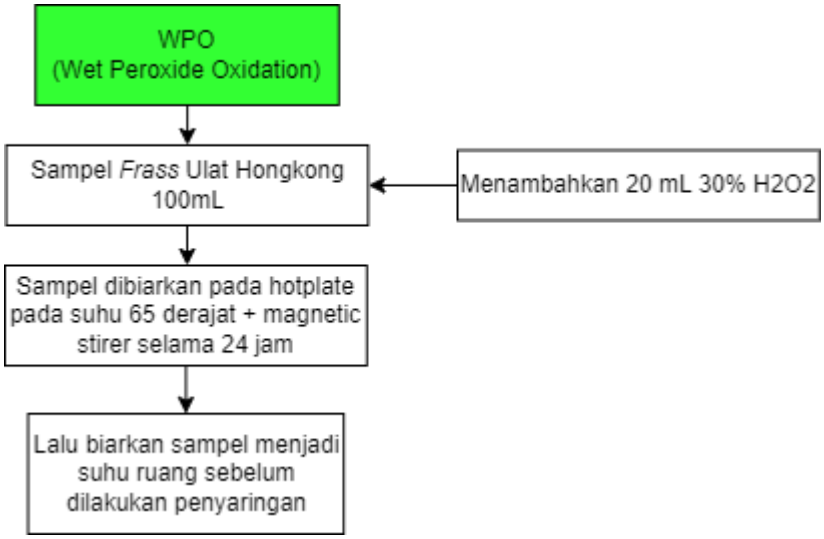
mengendap selama 24 jam. Berikut diagram alir dalam pemprosesan *density separation*:



Gambar 3. 4 Cara kerja proses *Density Separation*

3.6.3 WPO (*Wet Peroxide Oxidation*)

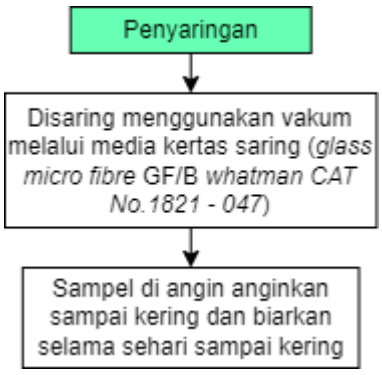
Tahap WPO ini bertujuan agar dapat menghancurkan kandungan organik yang ada pada sampel dan untuk mempermudah dalam menganalisis sampel yang ada. Pada tahapan ini yang dilakukan pertama adalah penambahan H_2O_2 dengan konsentrasi 30% dimasukkan sebanyak 20 ml ke dalam sampel dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer. Setelah itu, sampel yang sudah siap diaduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan temperatur sebesar 65 derajat *Celcius* selama waktu 24 jam. Berikut diagram alir yang dilakukan dalam pemprosesan WPO:



Gambar 3. 5 Cara kerja proses *Wet Peroxide Oxidation*

3.6.4 Penyaringan

Pada tahap penyaringan ini memiliki tujuan untuk menyaring mikroplastik yang ada pada sampel. Penyaringan dilakukan demgan menggunakan kertas saring *glass micro fiber* (GF/B) *Whatman CAT No. 1821-047*. Penyaringan ini dilakukan menggunakan *vaccum* dengan kertas saring yang diletakan pada atac *vaccum*. Lalu sampel dapat dituangkan ke *vaccum* dan penutup corong diletakan di atas kertas saring agar larutan sampel tidak tumpah dan tombol dihidupkan untuk kegiatan memulai proses yang ada pada penyaringan sampel. Kertas saring yang ada dikeringkan dalam cawan petri hingga kering. Berikut merupakan diagram alir dalam tahapan penyaringan:

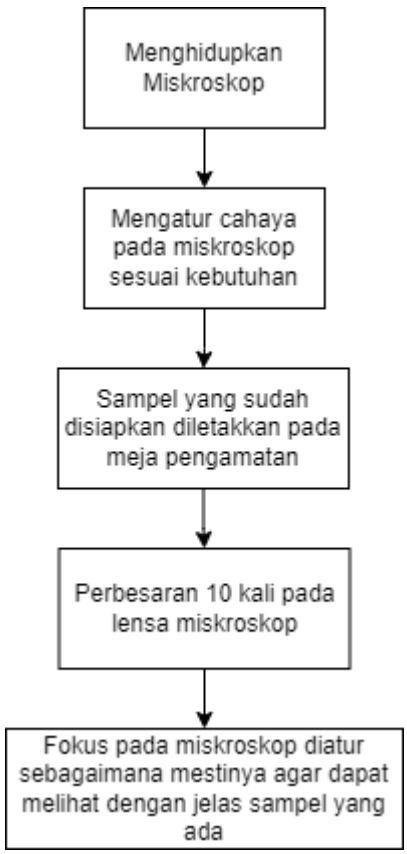


Gambar 3. 6 Cara kerja proses penyaringan

3.6.5 Pengujian pada sampel menggunakan Mikroskop

Mikroplastik yang akan diuji memiliki ukuran yang sangat kecil sehingga tidak dapat dilihat dengan mata begitu saja, maka diperlukan mikroskop untuk mengamati mikroplastik yang berukuran kecil tersebut. Pengoprasian pada

alat mikroskop dimulai dengan menghidupkan mikroskop dan mengatur pencahayaan sesuai dengan kebutuhan dari cahaya untuk melihat. Setelah itu, sampel diletakkan pada meja pengamatan yang ada menggunakan preparete dan pada mikroskop sendiri diperbesar 10 kali. Fokus pada mikroskop dapat diatur dengan cara diatur pada lensanya agar dapat melihat sampel yang ingin dilihat dengan jelas. Tujuan pada pengamatan menggunakan mikroskop adalah untuk melihat adanya mikroplastik pada sampel yang mana didasari oleh jumlah, jenis, bentuk dan warna. Jenis – jenis yang ada pada mikroskop yaitu *pellet, foam, fragment, fiber dan film*. Dan juga warna pada mikroplastik meliputi merah, biru, hitam, transparan ataupun multicolor



Gambar 3. 7 Cara Kerja Proses Mikroskop

3.6.6 Pengujian pada sampel dengan FT-IR

Pengamatan pada FT-IR bertujuan untuk mengetahui kandungan polimer yang ada di dalam sampel mikroplastik. Proses dalam pembacaan dilakukan dengan meletak sampel yang ada ditengah alat besi. Pada alat FT-IR terdapat kristal (ATR Diamond) yng dugunakan untuk menganalisis sampel

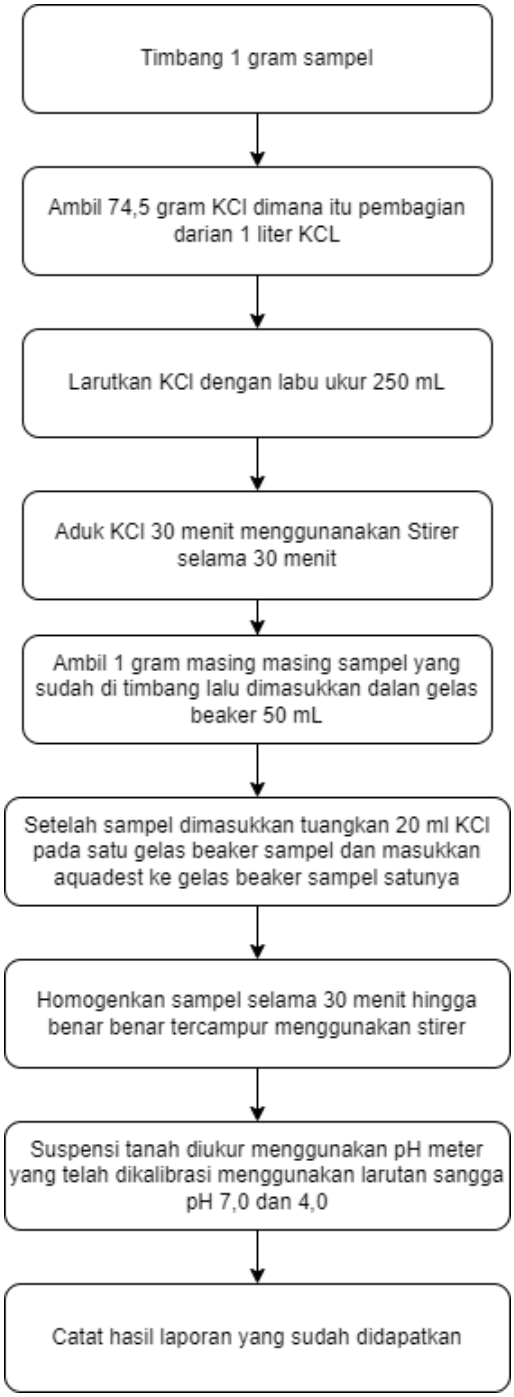
yang ada. Hasil yang didapatkan direkan dan disimpan pada software komputer yaitu berupa grafik dan juga unsur unsur polimer yang terbaca.

3.7 Prosedur Analisis Data untuk Pengujian Parameter Fisika

3.7.1 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman yang ada dalam sampel sangat mempengaruhi keberlangsungan mikroorganisme yang ada pada suatu kompos. Mengacu pada Petunjuk Teknis 3 Balai Pengujian Standar Instrumen Tanah dan Pupuk tentang Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk ISBN 978-602-8039-49-9 bahwasannya pada pengomposan memiliki derajat sendiri yaitu pemrosesannya sekitar 6,5 sampai 7,5. Hal ini dikarenakan jika ph terlalu asam ataupun basa akan mempengaruhi aktivitas mikroorganisme yang ada pada kompos yang akan mengakibatkan kompos yang dihasilkan menjadi lambat dan mengalami perubahan yang tidak diinginkan.

Berikut merupakan proses dalam penganalisisan pada pengujian Derajat Keasaman:

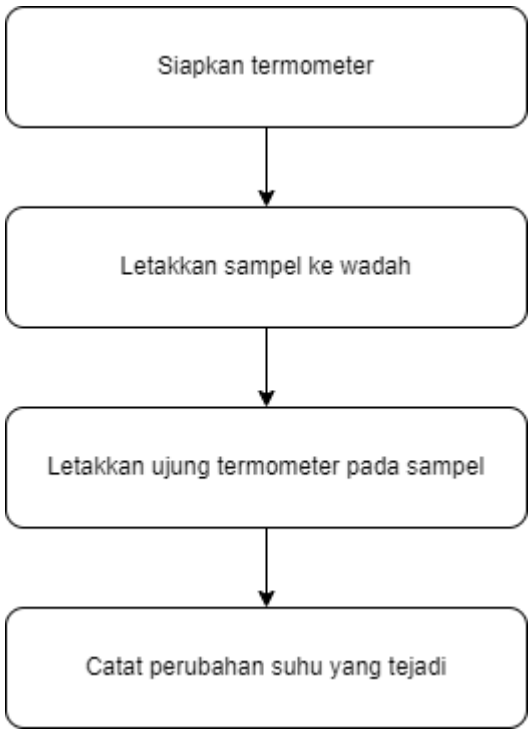


Gambar 3. 8 Cara kerja proses Derajat Keasaman

3.7.2 Temperatur

Temperatur merupakan salah satu pendukung dalam aktivitas penguraian yang ada pada suatu mikroorganisme yang ada dalam kompos. Berdasarkan SNI 19-7030-2004 syarat suhu dalam penggunaan kompos berdasar suhu air tanah yaitu <30°C. dengan adanya suhu yang terjaga akan mendukung dari penguraian bahan bahan yang ada dalam kompos.

Berikut merupakan proses dalam penganalisisan pada pengujian Temperatur:



Gambar 3. 9 Cara kerja proses Temperatur

3.7.3 Warna

Perubahan warna yang ada dalam kompos menjadi indikator bahwasannya kematangan yang ada dalam kompos tersebut. Menurut SNI 19-7030-2004 syarat mutu kompos organik domestik yaitu berwarna kehitaman. Dikarenakan kompos yang matang memiliki warna yang kehitaman dibandingkan bahan mentah atau kompos yang masih ada dalam proses. Pada proses ini dilakukan pengamatan warna pada sampel.

3.7.4 Kadar Air

Pengujian kadar air yang dilakukan pada kompos mengacu pada ISBN 978-602-8039-21-5 tentang Petunjuk Teknis Analisis Kimia Tanah, Tanaman, Air, dan Pupuk, yang bertujuan untuk mengetahui kompos yang dihasilkan terdapat kadar air. Karena dalam pengomposan dipengaruhi kadar air. Maka dari itu dilakukan pengujian kadar air pada kompos yang sudah hasilkan yang dimana menggunakan metode Gravimetri. Berikut cara menghitung kadar air yang ada pada sampel:

Kadar air (%) = $\frac{(W-W1)}{W} \times 100$

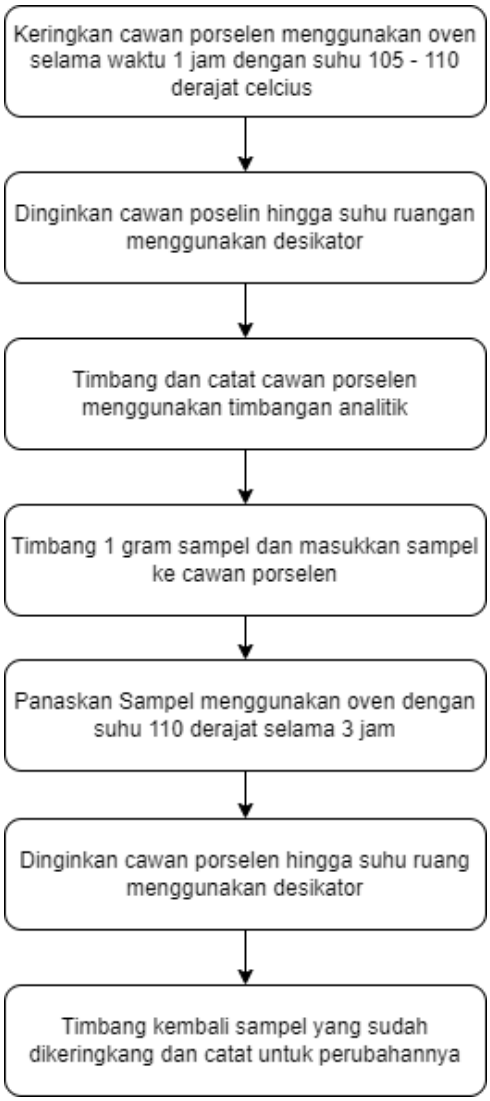
Dimana:

W = bobot sampel awal (gram)

W_1= bobot sampel setelah dikeringkan

100 = Faktor Konversi %

Berikut merupakan cara untuk mencari berat sampel yang dibutuhkan dalam mencari kadar air :



Gambar 3. 10 Cara kerja proses kadar air

3.8 Metode Analisis Data

3.8.1 Mikroskop

Dalam melakukan penganalisisan data dengan menggunakan mikroskop, maka dilakukan sesuai analisis perhitungan keberadaan atau kelimpahan dari mikroplastik yang ada pada setiap sampel. Pada perhitungan untuk sampel

frass dapat dihitung berdasarkan 10 gram *frass* yang sudah dikeringkan. Pengujian dilakukan agar dapat mengetahui terkait koefisien korelasi yang akan dilakukan secara statistik (Nurjannah, 2018). Berikut rumus dalam menghitung keberadaan terhadap mikroplastik pada sampel *frass* adalah sebagai berikut berdasarkan (Wilyalodia et al. 2023).

$$Kelimpahan\ MPs\ Frass = \frac{Jumlah\ mikroplastik\ per\ Sampel\ (Partikel)}{Berat\ Frass\ Kering\ (gr)}$$

Selain daripada itu didalam mikroplastik memiliki jenis serta warna yang dapat berbeda beda dari jenis *foam, fliments, dilm, fiber, fragment* dan *pellet* dan warnanya yaitu transparan, hitam biru, hijau, dan merah. Berdasarkan jenis dan warna ini dapat dianalisis melalui persentase perhitungan berdasarkan jenis dan warna dengan rumus berikut berdasarkan (Husnalia et al, 2023).

$$Persentase(\%) = \frac{Jumlah\ Partikel\ Jenis\ dan\ Warna\ (Partikel)}{Jumlah\ keseluruhan\ partikel\ jenis\ atau\ warna\ (Partikel)} \times 100\%$$

3.8.2 *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR)

Sampel *frass* (kotoran ulat hongkong) dapat dianalisis menggunakan metode dengan alat *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FT- IR) yang nantinya dapat menghasilkan suatu data berupa data grafik serta gugus fungsi yang terkandung dalam sampel yang diuji. Sampel yang sudah dilakukan observasi menggunakan kertas saring dapat dilakukan terkait pengukuran menggunakan intensitas inframerah terkait panjang gelombang yang ternbaca menggunakan analisis alat FT-IR. Pembacaan yang dihasilkan berupa informasi terkait struktur fungsi, persentase kemiripan dengan terbacanya sampel dengan gugus fungsi serta lain lainnya. Pembacaan hasil pada sampel didapatkan data yang diolah dengan menggabungkan hasil analisis data yang didapatkan dari mikroskop berupa warna, jenis dan bentuk dengan pembacaan hasil senyawa kimia hasil kalibrasi FT-IR. Setelah itu, data yang didapatkan disajikan dalam bentuk tabel, grafik dan sampel yang dipakai dalam identifikasi ini.

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

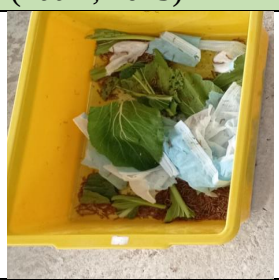
4.1 Deskripsi Kondisi Sampel.

Pengambilan sampel yang dilakukan pada *frass* ulat hongkong memiliki 9 buah reaktor yang mana untuk kondisi sampel diperlakukan pemberian makan yang berbeda. Waktu dan durasi pemberian makan ulat hongkong dilakukan selama 30 hari dan pemberian makan yang diberikan pada ulat hongkong diganti setiap 5 hari. Terdapat sampel kontrol yang berasal dari *frass* maggot yang digunakan sebagai sampel pembanding dalam menganalisis mikroplastik yang ada sampel *frass* ulat hongkong. Sampel *frass* Ulat Hongkong didapatkan dari penelitian ulat sebelumnya yaitu (Wirastuti, 2023), (Safattar, 2023), dan (Fauzi, 2023). Tanah kontrol pada penelitian ini menggunakan tanah kompos yang berasal dari biodegradasi maggot berasal dari Tanah Kompos Maggot TPS 3R Brama Muda, Ngaglik, Sleman.

Berikut deskripsi dan kondisi masing masing sampel yang akan diidentifikasi mikroplastik dan jenis polimer:

Tabel 4. 1 Deskripsi Kondisi Sampel Ulat Hongkong pada Reaktor

Sampel	Keterangan	Kondisi Reaktor
Sampel Pengujian Penelitian Ke 1 hari ke-30 (Wirastuti, 2023)		
W1	(Sampel Pollard 45gr + Masker 5gr)	
W2	(Sampel Pollard 45gr + Masker 5gr)	

W3	(Sampel Pollard 45gr + Masker 5gr)	
Sampel Pengujian Ke 2 hari ke-30 (Safattar, 2023)		
F1	(Sampel Pollard 40gr + Masker 5gr)	
F2	(Sampel Pollard 40gr + Masker 5gr)	
F3	(Sampel Pollard 40gr + Masker 5gr)	
Sampel Pengujian Penelitian Ke 3 hari ke-30 (Fauzi, 2023)		
E1	(Sampel Sayur 40gr + Masker 10gr)	
E2	(Sampel Sayur 40gr + Masker 10gr)	

E3	(Sampel Sayur 40gr + Masker 10gr)	
Sampel Tanah Kontrol		
Tanah Kompos Maggot TPS 3R Brama Muda, Ngaglik, Sleman		

4.2 Parameter Fisik

Parameter Fisik yang dilakukan pada penelitian ini bertujuan untuk mencari kualitas dari kompos yang akan diteliti ataupun kematangan yang ada pada kompos ini sendiri. Pada penelitian ini parameter fisik yang diuji yaitu kadar air, suhu dan pH. Pada pengujian ini sampel yang digunakan adalah frass Ulat Hongkong dan juga tanah kompos yang berasal dari frass Ulat Maggot. Berikut merupakan data yang didapatkan hasil penelitian:

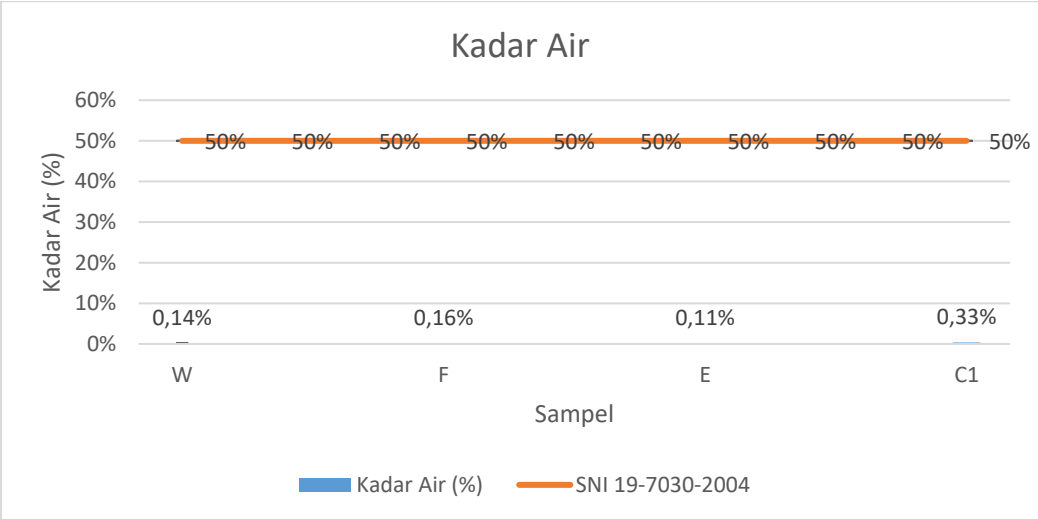
4.2.1 Kadar Air

Berikut merupakan data kadar air yang didapatkan hasil dari penelitian laboratorium:

Tabel 4. 2 Hasil Penelitian Kadar Air pada *Frass* Ulat Hongkong

Reaktor	Berat Cawan Awal (Wo) (gr)	Berat Sampel (gr)	Total Berat C + S (gr)	Berat Sampel Setelah di Oven	Kadar Air (%)
W1	47,52	1	48,53	48,45	0,16%
W2	41,96	1	42,96	42,91	0,12%
W3	45,08	1	46,09	46,02	0,15%
F1	45,4	1	46,41	46,34	0,15%
F2	47,08	1	48,08	48,002	0,16%
F3	45,87	1	46,88	46,8	0,17%
E1	40,08	1	41,08	41,02	0,15%
E2	50,88	1	51,88	51,84	0,08%
E3	34,5	1	35,5	35,46	0,11%
C1	47,09	1	48,09	47,93	0,33%

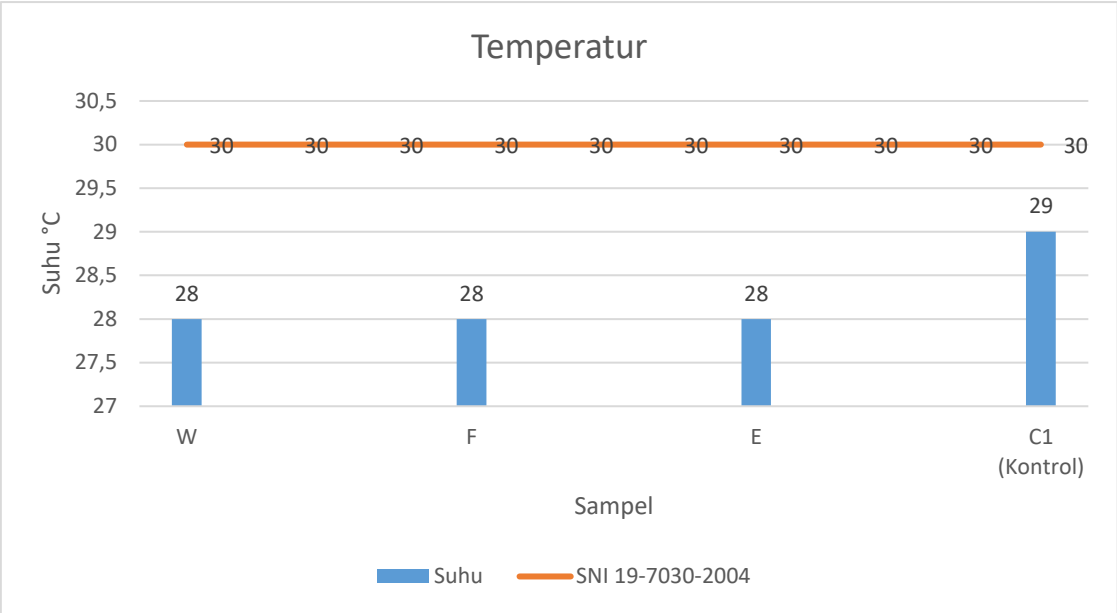
Tabel diatas merupakan hasil yang didapatkan dan hasil persentase kadar air yang berbeda tiap tiap reaktor. Berdasarkan data yang didapatkan kompos telah memenuhi standar yang disebutkan dalam SNI 19-7030-2004 yaitu sebesar 0% dan maksimal 50%. Berdasarkan data yang telah disajikan diatas kadar air yang paling rendah terdapat pada reaktor E yaitu reaktor yang berisi Ulat Hongkong yang diberi pakan Sayur 40gr + Masker 10gr yaitu dibawah 0,1%. Tingkat kadar air yang ada pada sampel. Tingkat kadar air dalam sampel itu sangat berpengaruh oleh suhu, dikarenakan suhu mempengaruhi penguapan yang ada pada sampel dimana jika suhu naik maka terjadi penguapan pada sampel dan sebaliknya jika suhu tidak terlalu panas maka semakin sedikit penguapan yang terjadi. Berikut bentuk grafik dari analisis kadar air yang dilakukan:



Gambar 4. 1 Grafik Kadar Air

4.2.2 Temperatur

Pengujian Temperatur pada kompos dilakukan menggunakan alat termometer. Tinggi ataupun rendahnya suhu yang dimili kompos yang dihasilkan itu merupakan hasil dari kematangan kompos (L. Sahwan 2016). Berikut merupakan hasil pengujian suhu yang dilakukan pada laboratorium dalam bentuk grafik:

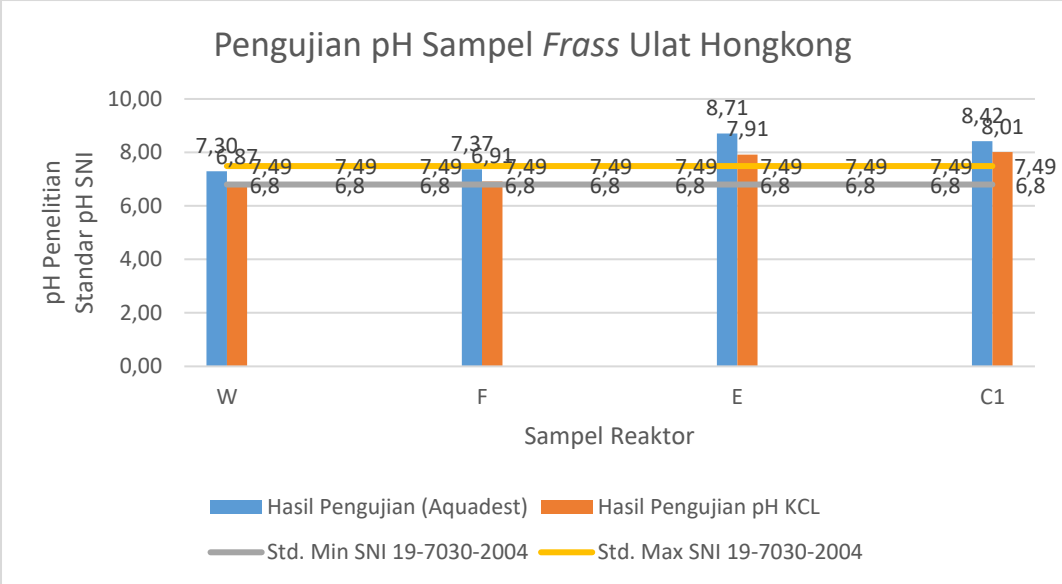


Gambar 4. 2 Grafik Temperatur dari *frass* Ulat Hongkong

Dari grafik yang dihasilkan menunjukkan suhu yang dihasilkan dari frass Ulat Hongkong. Grafik tertinggi yaitu pada sampel tanah kontrol sebesar 29°C dan terendah yaitu pada masing masing sampel yaitu 28°C. Temperatur yang ada pada kompos mempengaruhi kematangan yang ada pada kompos itu sendiri. Apabila suhu yang didapatkan terlalu tinggi maka akan mengganggu mikroorganisme yang bekerja dalam kompos.

4.2.3 Derajat Keasaman (pH)

pH merupakan salah satu indikator penting dalam pengujian parameter fisik. Pada penelitian kali ini pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan instrumen pH meter. Pengujian pH dengan sampel Ulat Hongkong dilakukan karena pH adalah parameter pendukung dari proses pendegradasian dan proses dari pematangan kompos yang ada. Berikut merupakan hasil grafik dari pengujian pH menggunakan aquades dan KCl:



Gambar 4. 3 Grafik Pengujian pH

Pengerjaan pH yang dilakukan pada penelitian ini dilakukan secara duplo yang berada pada masing masing sampel. Pengujian pH secara duplo merupakan prosedur yang memanfaatkan dua jenis pH yang berbeda, yaitu potensial dan aktual. Dari data yang didapatkan reaktor E melebihi baku mutu sesuai SNI 19-7030-2004, pada sampel tanah kontrol maggot (C1) yang melebihi baku mutu pH dan pada reaktor W dan F memiliki batas baku yang aman sesuai SNI 19-7030-2004. Pembacaan pH aktual lebih asam daripada pH potensial. PH sebenarnya dilakukan dengan mengukur pH tanah kompos atau *frass* Ulat Hongkong dalam air suling, hal ini dilakukan dengan mendeteksi adanya ion H+. Sedangkan pengukuran pH potensial merupakan prosedur yang menggunakan larutan KCI untuk mengukur pH. Tujuan penggunaan solusi KCI adalah untuk mengetahui jumlah ion H+ dan ion kompleks yang dapat ditukar.

4.2.4 Warna

Berikut warna yang didapatkan dari sampel kompos frass Ulat Hongkong:

Tabel 4. 3 Hasil Pengamatan Warna pada *Frass* Ulat Hongkong

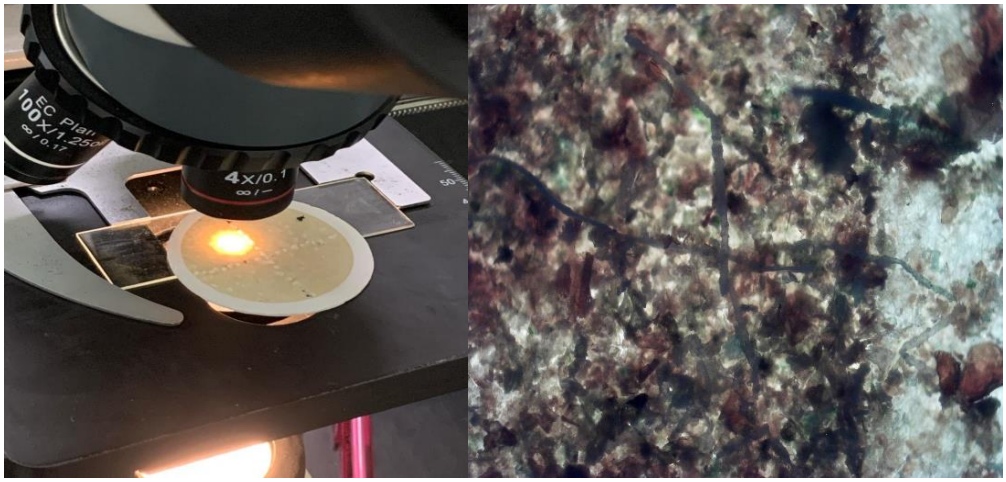
Sampel	Warna	SNI 19-7030-2004
W1	Coklat Muda	Kehitaman
W2	Coklat Muda	
W3	Coklat Muda	
F1	Coklat Muda	
F2	Coklat Muda	
F3	Coklat Muda	
E1	Coklat Kehijauan	
E2	Coklat Kehijauan	
E3	Coklat Kehijauan	
C1 (Kontrol)	Hitam	

Dari tabel diatas didapatkan bahwasannya sampel W dan sampel F merupakan sampel ulat pemakan pollard yang mengakibatkan warna kompos menjadi coklat muda dan pada sampel E didapatkan warna coklat kehijauan karena Ulat Hongkong yang ada diberikan pakan sayur sayuran. Jika dibandingkan dengan SNI 19-7030-2004 kompos yang matang memiliki warna kompos yang berwarna kehitaman. Maka didapatkan yang memenuhi sesuai standar baku SNI 19-7030-2004 maka hanya tanah kontrol C1. Ukuran dan warna merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi bioavailabilitas mikroplastik terhadap sampelnya (S.A. 2019). Hal ini dapat disimpulkan bahwa warna sampel dapat mempengaruhi mikroplastik yang ada.

4.3 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Jenis dan Warna

Penelitian dalam pencarian mikroplastik dengan menggunakan sampel *frass* ulat hongkong dalam hal ini dapat melakukan pengamatan dengan melakukan didasarkan pada jenis, jumlah serta warna dari setiap sampel mikroplastik yang diteliti yang mana diawali dengan proses preparasi sampel. Setelah sampel di preparasi dilakukan pencarian jenis dan jumlah mikroplastik yang dapat dilihat dari mikkroskop dan untuk jenis polimer dapat dicari dengan FT-IR yang selanjutnya akan dilakukan pemprosesan data. Berdasarkan analisis yang didaptkan, selanjutnya akan dirangkum menggunakan tabel dan grafik pengamatan agar selanjutnya dilakukan analisis data.

4.3.1 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah



Gambar 4. 4 Partikel Mikroplastik pada *frass* Ulat Hongkong dan Mikroskop Sampel

Pengamatan yang dilakukan pada masing masing sampel untuk menentukan jumlah mikroplastik pada sampel digunakan mikroskop mengidentifikasinya. Penelitian dilakukan menggunakan mikroskop jenis Binoculer XSZ-10BN untuk memperbesar dan menghitung jumlah mikroplastik yang berada pada sampel untuk sampelnya sendiri sudah disaring menggunakan kertas saring Glass Micro Fiber (GF/B) Whatman CAT No. 1821-047. Sebelum melakukan penelitian sampel yang ada pada kertas saring dibagi menjadi 4 kuadran bertujuan untuk mempermudah dalam mengidentifikasi jumlah mikroplastik yang ada pada sampel. Pada pengamatan pada mikroplastik yang ada pada sampel dilakukan perbesaran 4x, 10x, dan 40x sesuai kebutuhan dan besar kecilnya ukuran mikroplastik yang ada pada sampel. Setelah itu mikroplastik yang sudah terlihat pada monitor yang terhubung ke mikroskop dihitung jumlah yang ada pada tiap tiap sampel dan di identifikasi mikroplastik yang ada pada sampel tersebut

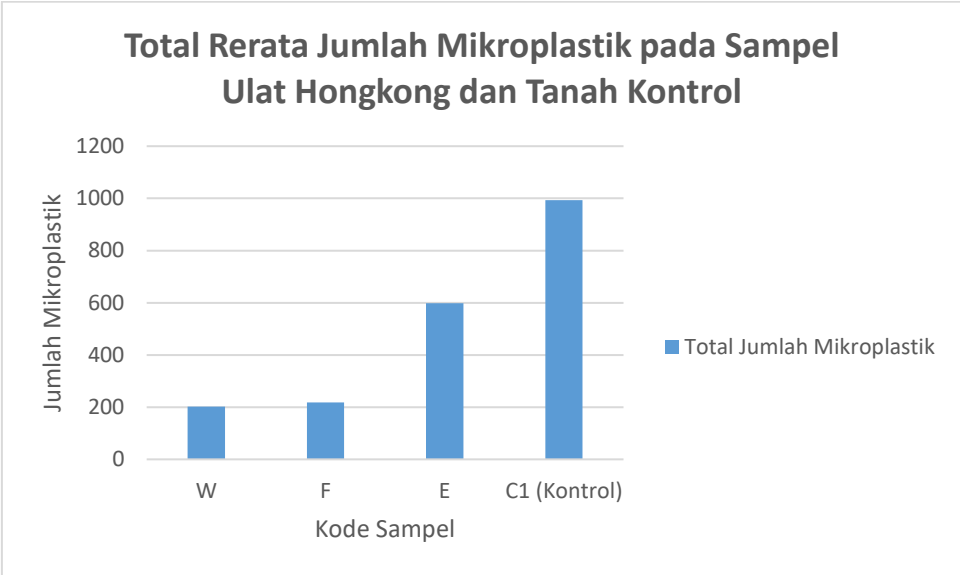
Berikut hasil mikroplastik yang sudah didapatkan berdasarkan jumlah:

Tabel 4. 4 Hasil Pengamatan Rerata Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

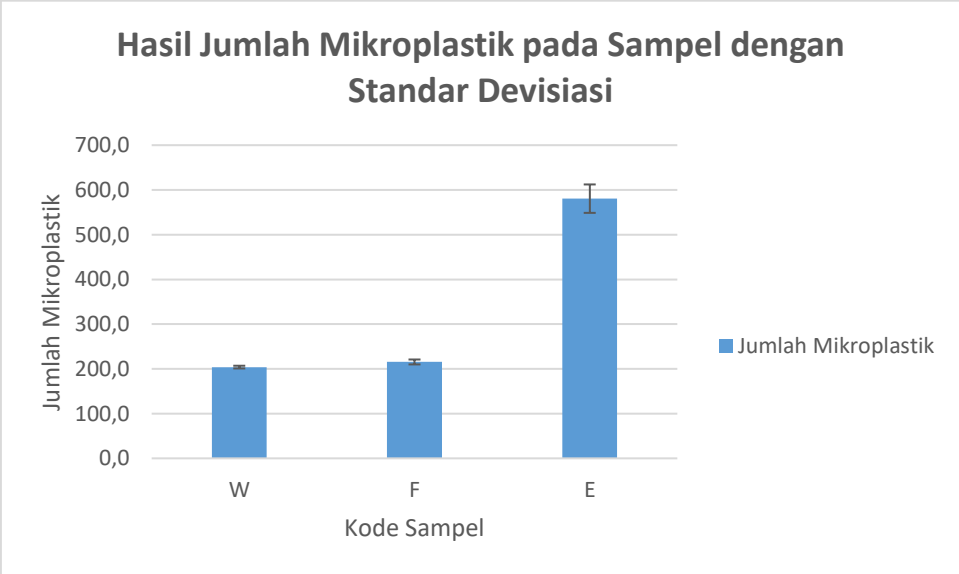
No	Kode Sampel	Total Jumlah Mikroplastik
1	W	202
2	F	218
3	E	598
4	C1 (Kontrol)	993

Berdasarkan data pengamatan yang sudah dilakukan berdasarkan jumlah dan masing masing sampel yang sudah melalui proses perhitungan di mikroskop, hasil yang ada dirangkum menggunakan format grafik. Grafik hasil dalam pengamatan klasifikasi yang didasari oleh sampel yang diteliti dan total partikel mikroplastik yang ditemukan.

Berikut hasil pengamatan mikroplastik yang didasarkan jumlah mikroplastik dan juga standar deviasi dalam bentuk grafik:



Gambar 4. 5 Grafik Partikel Rerata Mikroplastik Berdasarkan Jumlah



Gambar 4. 6 Hasil Jumlah Mikroplastik pada Sampel dengan Standar Devisiasi

Pada grafik hasil pengamatan yang sudah didapatkan diatas dapat dilihat bahwasannya terjadi kenaikan dan juga penurunan jumlah dalam mikroplastik pada masing masing sampel. Hal ini dikarenakan pemberian pakan reaktor yang berbeda antara kode W, F dan E. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Wirastuti, 2023), (Safattar, 2023), dan (Fauzi, 2023) terdapat data terkait konsumsi umpan, berikut data yang didapatkan dari penelitian sebelumnya untuk sampel frass ulat hongkong untuk konsumsi umpan:

Tabel 4. 5 Penelitian Sebelumnya Terkait Konsumsi Umpan Ulat Hongkong

Sumber: (Wirastuti, 2023)				
REAKTOR	HARI KE 30			
	Berat masker awal (gr)	Berat masker akhir (gr)	Berat masker dikonsumsi (gr)	Konsumsi Umpan (%)
W1	5	3,70	1,3013	26,03%
W2	5	3,70	1,2978	25,96%
W3	5	3,96	1,0397	20,79%
Sumber: (Saffatar, 2023)				
REAKTOR	HARI KE 30			
	Berat masker awal (gr)	Berat masker akhir (gr)	Berat masker dikonsumsi (gr)	Konsumsi Umpan (%)
F1	10	8,7018	1,2982	12,98%
F2	10	8,682	1,318	12,98%
F3	10	8,7962	1,2038	12,98%
Sumber: (Fauzi, 2023)				
REAKTOR	HARI KE 30			
	Berat masker awal (gr)	Berat masker akhir (gr)	Berat masker dikonsumsi (gr)	Konsumsi Umpan (%)
E1	10	7,5194	2,4806	24,81%
E2	10	7,3206	2,6794	26,79%
E3	10	6,9604	3,0396	30,40%

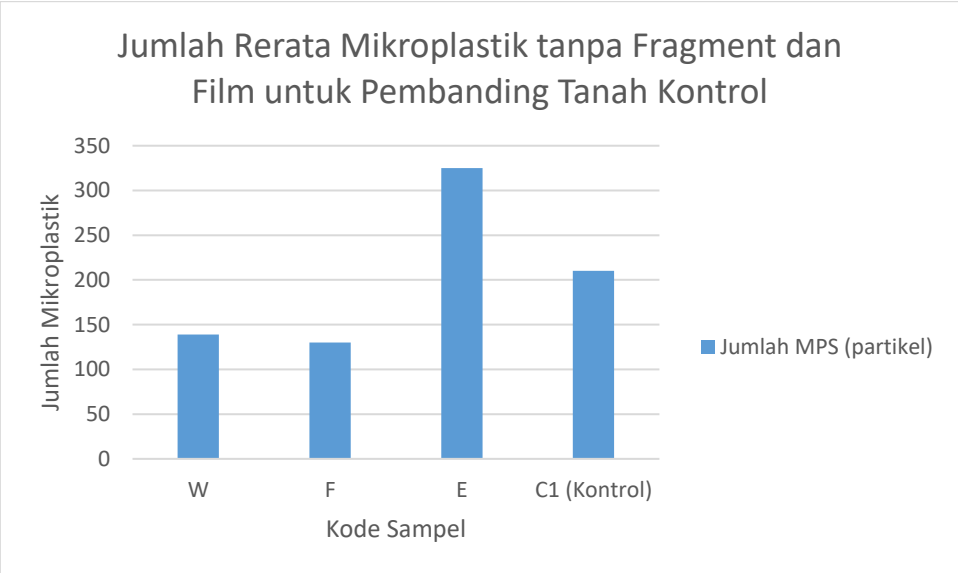
Berdasarkan data yang sudah didapatkan dari penelitian (Wirastuti, 2023), (Saffatar, 2023), dan (Fauzi, 2023) pada Tabel 4.4 dihubungkan data jumlah mikroplastik yang didapatkan pada Gambar 4.5 bahwasannya semakin besar berat masker yang dikonsumsi oleh ulat hongkong maka semakin banyak jumlah partikel mikroplastik yang dihasilkan. Pada reaktor W dan F memiliki jumlah mikroplastik relatif hampir sama dan jika dilihat dari berat masker yang

dikonsumsi oleh ulat hongkong pada sampel reaktor tersebut memiliki berat yang hampir sama. Pada reaktor sampel E memiliki peningkatan jumlah mikroplastik yang cukup drastis dikarenakan pada konsumsi masker yang dilakukan oleh ulat hongkong pada reaktor ini mengalami kenaikan 2-3 kali lebih berat dari pada reaktor sebelumnya. Dapat disimpulkan bahwasanya berat masker yang dikonsumsi oleh ulat hongkong sangat berpengaruh atas kenaikan partikel mikroplastik yang dihasilkan. Juga didapatkan hasil tanah kontrol mengandung mikroplastik yang paling tinggi diketahui bahwa kandungan *Fragmen* dan *Film* pada mikroplastik yang sudah diidentifikasi. berikut jika jenis *Fragment* dan *Film* dihilangkan pada sampel:

Tabel 4. 6 Jumlah Rerata Mikroplastik tanpa jenis *Fragment* dan *Film* pada Tanah Kontrol

Kode Sampel	Jumlah MPS (partikel)
W	139
F	130
E	325
C1 (Kontrol)	210

Berikut grafik yang didapatkan apabila jenis *Fragmen*t dan *Film* dihilangkan pada sampel:



Gambar 4. 7 Grafik Jumlah Rarata Mikroplastik tanpa jenis *Fragment* dan *Film* pada Tanah Kontrol

Didapatkan pada grafik analisis diatas bahwasannya jumlah tanah kontrol lebih sedikit dibandingkan sampel reaktor E. Dikarenakan sampel tanah kontrol mengandung banyak *Fragmen* dan *Film* mengakibatkan jumlah mikroplastik yang ada pada sampel menjadi tinggi. Jadi tanah kontrol yang ada pada sampel banyak mengandung mikroplastik yang diakibatkan *Fragmen* dan *Film* yang berasal dari pakan Maggot bervariasi yang tercampur oleh berbagai jenis plastik penyebar *Fragmen* dan *Film*

Penyerapan pada transpirasi yang ada pada pada tanaman berpengaruh sangat penting dalam serapan yang ada pada tanaman dan bioakumulasi partikel pada partikel plastik (Azeem et al. 2021). Studi literatur eksperimental yang ada pada lingkungan membuktikan bahwa tanaman dapat membawa suatu plastik yang berskala kecil atau nano (<100 nm), berukuran mikro (≥1 μm), dan sub mikrometer (<1 μm) yang mana tumbuhan dapat menyerap dari akar hingga daun (L. Li et al. 2020). Partikel plastik yang masuk ke jaringan epidermis akar lalu dirangsang melalui pericycle dan setelah itu pindah pada xilem, partikel yang ada dapat Melewati xilem yang melewati bagian pernafasan udara yang ada pada tanaman (J. Li, Song, and Cai 2020). Hal ini dapat membuktikan bahwa partikel kelimpahan mikroplastik yang didapatkan masing masing reaktor dapat berpengaruh dalam makanan yang dimakan oleh Ulat Hongkong yang ada.

4.3.2 Kelimpahan Mikroplastik

Selain perhitungan jumlah partikel mikroplastik, perlu dilakukan perhitungan kelimpahan pada partikel mikroplastik pada masing masing sampel *frass* ulat hongkong. Dalam menghitung jumlah kelimpahan mikroplastik, dibutuhkan data jumlah mikroplastik yang sudah didapatkan sebelumnya dan akan dianalisis dengan pembagian berat sedimen kering yang diimplementasikan pada praktiknya.

Berikut rumus yang digunakan dalam perhitungan kelimpahan partikel mikroplastik bersumber dari (Wilyalodia et al. 2023):

$$Kelimpahan\ MPs\ Sampel = \frac{Jumlah\ Mikroplastik\ per\ Sampel\ (Partikel)}{Berat\ Sampel\ Kering\ (gr)}$$

Perhitungan yang dilakukan pada kelimpahan mikroplastik pada rumus yang ada diatas dan dirumuskan pada tabel. Volume yang digunakan pada perhitungan sampel ini pada sampel W sebesar 10 gr, Sampel F sebesar 10 gr dan Sampel E

sebesar 2 gr. Volume berat sampel *frass* ulat hongkong yang digunakan pada sampel ini merupakan hasil sampel yang sudah di preparasi sebelumnya.

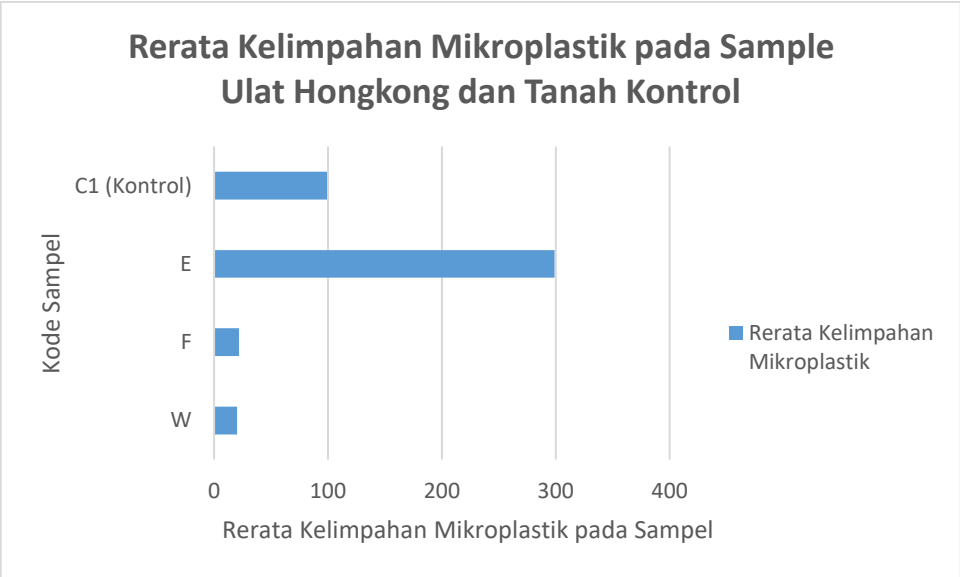
Berikut merupakan hasil perhitungan kelimpahan yang dilakukan pada sampel *frass* ulat hongkong:

Tabel 4. 7 Perhitungan Rerata Kelimpahan MPs pada Sampel *Frass* Ulat Hongkong dan tanah kontrol

Kode Sampel	Jumlah MPs pada sampel (Partikel)	Berat Sampel (gr)	Rerata kelimpahan Sampel (Partikel/gr)
W	202	10	20,2
F	218	10	21,8
E	598	2	299,0
C1 (Kontrol)	993	10	99,3

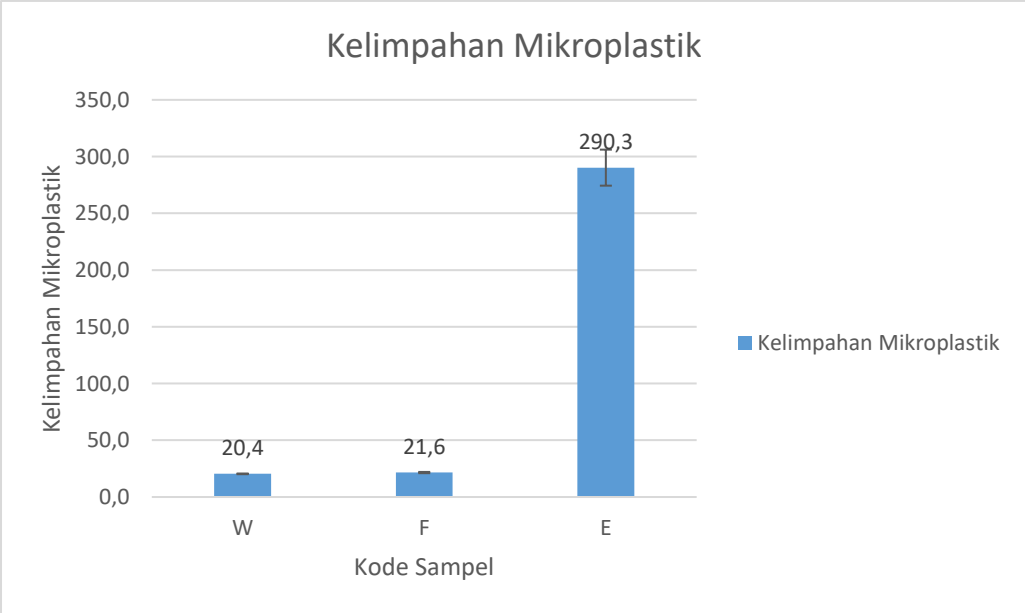
Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas pada kelimpahan mikroplastik pada masing masing sampel reaktor, dilakukan suatu pendataan dan dirumuskan dalam bentuk grafik agar memudahkan pembacaan. Grafik di bawah merupakan pengklasifikasian berdasarkan kode sampel dan hasil kelimpahan mikroplastik yang sudah diolah datanya.

Berikut hasil grafik pengamatan kelimpahan mikroplastik yang didapatkan:



Gambar 4. 8 Grafik Rerata Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel Frass Ulat Hongkong

Pada grafik diatas, kelimpahan mikroplastik pada sampel *frass* ulat hongkong memiliki hasil yang sama dengan hasil jumlah mikroplastik. Hal ini berbanding lurus dengan hasil jumlah akumulasi yang didapatkan. Dari perhitungan yang didapatkan kelimpahan mikroplastik pada sampel *frass* ulat hongkong yang paling tinggi yaitu pada sampel reaktor E yaitu sebesar 299 partikel/2 gr. Sedangkan kelimpahan partikel mikroplastik pada frass ulat hongkong yang paling rendah yaitu pada sampel W yaitu sebesar 20,2 Partikel/10 gr. Data sampel yang didapatkan kelimpahan pada sampel tanah kontrol lebih kecil dibandingkan sampel reaktor E hal ini dikarenakan berat sampel yang digunakan bahwasannya pada reaktor E walaupun berat sampel yang digunakan hanya 2 gram kelimpahannya lebih tinggi dari pada tanah kontrol dapat disimpulkan bahwa daro kelimpahan ini kelimpahan yang ada pada sampel rektor E lebih tinggi dari pada tanah kontrol. Berikut merupakan hasil Kelimpahan mikroplastik pada sampel dengan standar devisiasi:



Gambar 4. 9 Hasil Kelimpahan Mikroplastik pada Sampel dengan Standar Devisisasi

Perbedaan yang mempengaruhi perbedaan dari kelimpahan mikroplastik dari masing masing tempat dipengaruhi oleh dari karakteristik lokasi yang berbeda (Amin, Galib, and Setiawan 2020). Kelimpahan yang ada pada mikroplastik yang ditemukan dalam penelitian dapat diklasifikasikan berdasarkan warna dan jenis untuk warna sendiri yang terbesar adalah jenis *fiber* dengan besar 134.330 partikel/m^3 dan kelimpahan pada warna yang paling tinggi ditemukan pada warna

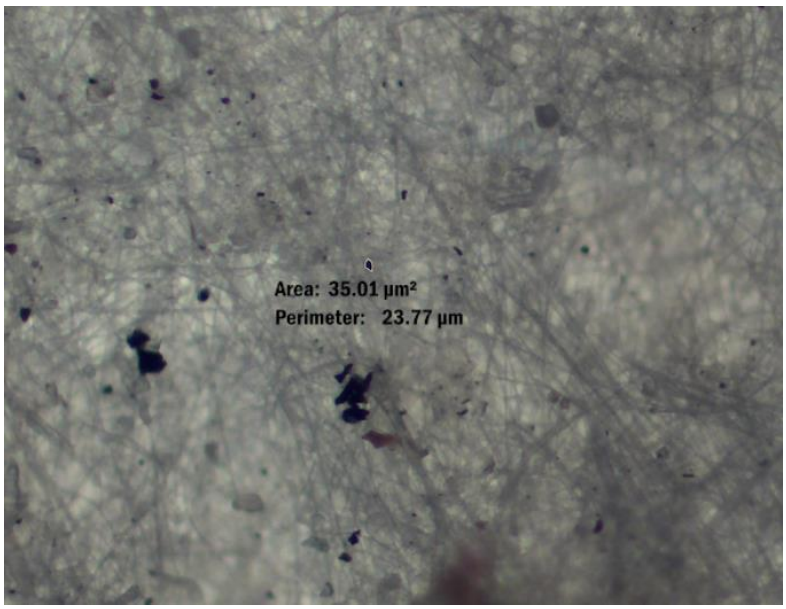
transparan yaitu sebesar 172.330 partikel/m^3. Hal ini disimpulkan bahwa kelimpahan pada masing-masing sampel berdasarkan dari karakteristik dan aktivitas sampel.

4.3.3 Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Mikroplastik dapat diamati dan diidentifikasi dapat menggunakan mikroskop yaitu dapat dilakukan dengan perbesaran 4x, 10x, dan 100x. mikroplastik yang diidentifikasi berdasarkan kategori dimana pengkategoriannya, yaitu *Fragment*, *Film*, *Fiber*, *Fillaments*, dan *Pellets*. Jenis pada mikroplastik terbentuk oleh aktivitas dan lokasi pengambilan sampel. Hal ini disebabkan oleh pemberian pakan yang berbeda dari aktivitas sampel *frass* ulat hongkong yang mana jenis-jenis mikroplastik yang sudah ditemukan dalam pengamatan adalah sebagai berikut.

1. *Fragment*

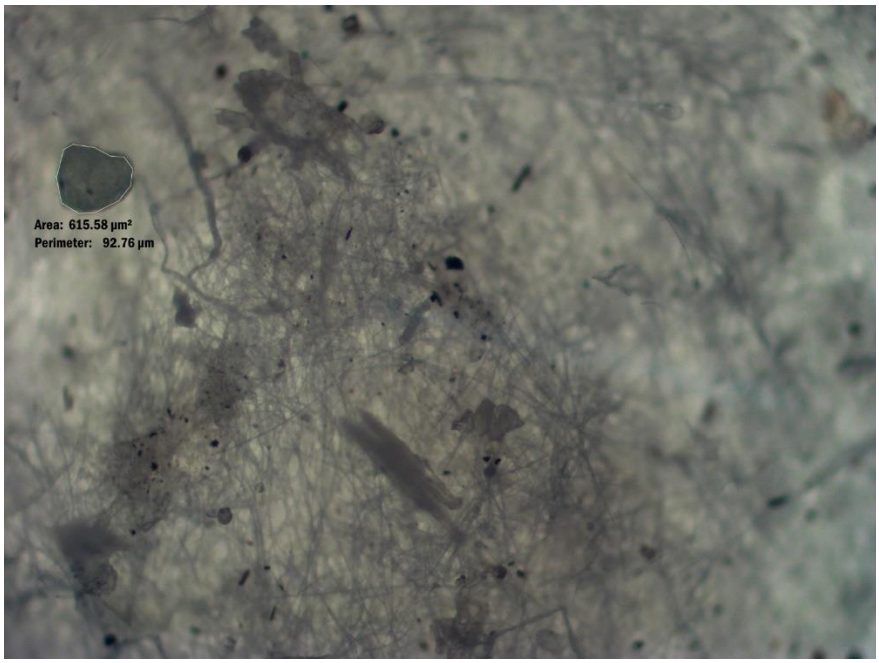
   Secara umum, jenis *Fragment* merupakan salah satu jenis mikroplastik yang dominan ditemukan di lingkungan perairan. Jenis ini termasuk pada mikroplastik sekunder dan berasal dari fragmentasi plastik (Ambarsari & Anggiani, 2022). *Fragment* memiliki bentuk seperti pecahan, tidak beraturan, dan memiliki warna yang lebih pekat jika dibandingkan dengan jenis mikroplastik lainnya. Mikroplastik ini ditemukan karena kandungan plastik yang ada pada kandungan non serat masker medis maka timbul kandungan *fragment* yang ada pada sampel.



Gambar 4. 10 Ukuran Mikroplastik *Fragmen*

2. *Film*

Jenis ini banyak ditemukan karena adanya pengaruh dari kegiatan masyarakat, salah satunya penggunaan plastik (Ambarsari & Anggiani, 2022). Selain itu, penggunaan kemasan produk dengan bahan plastik juga dapat menyebabkan terbentuknya mikroplastik jenis *film* ini. Berdasarkan penelitian yang dilakukan bahwa luas permukaan film yang didapatkan yaitu sebesar 615,58 μm^2 dengan perbesaran 10 kali. Jenis film yang telah ditemukan pada sampel *frass* ulat hongkong timbul karena kandungan plastik yang ada pada masker medis menjadikan sampel yang sudah dilakukan preparasi mengandung *film* didalamnya.

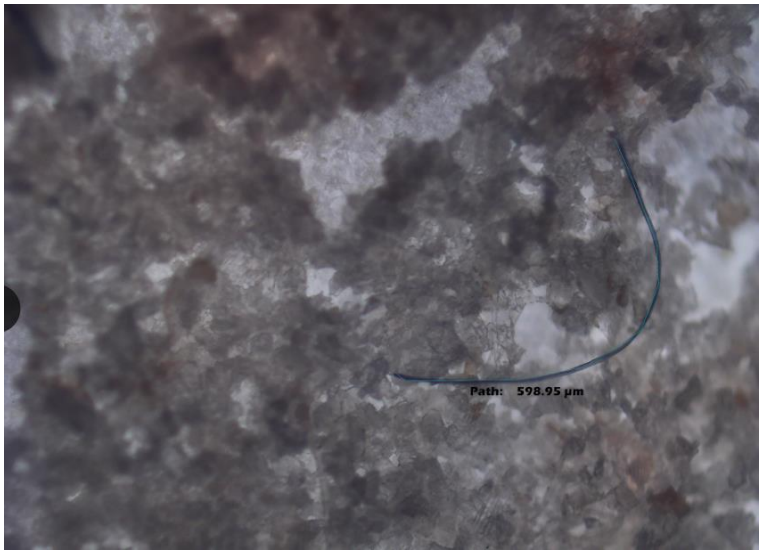


Gambar 4. 11 Ukuran Mikroplastik *Film*

3. *Fiber*

Selain *Fragment*, jenis mikroplastik lainnya yang ditemukan adalah jenis *Fiber*. *Fiber* memiliki warna yang berbeda – beda tergantung sumbernya. Jenis ini berbentuk seperti tali atau serabut dengan panjang yang beragam (Ambarsari & Anggiani, 2022). Lapisan penyaringan utama masker diproduksi oleh serat fabrikasi konvensional, yang dapat berupa nanofiber dan/atau microfiber tergantung pada ukuran partikel target dengan teknologi electrospinning (Dutton., 2008). Dikarenakan pada lapisan masker terdapat lapisan *fiber* yang mana pada masker sendiri untuk

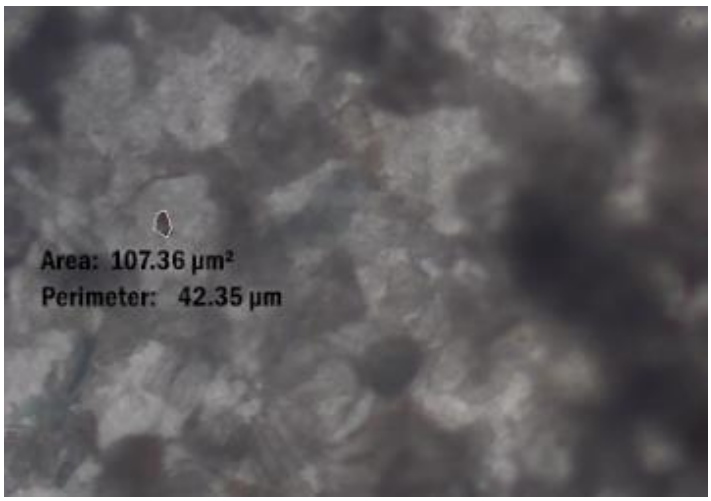
menyaring kotoran yang akan dihirup menjadikan kandungan jenis *fiber* yang ada pada kandungan mikroplastik sangat tinggi.



Gambar 4. 12 Ukuran Mikroplastik *Fiber*

4. *Fillament*

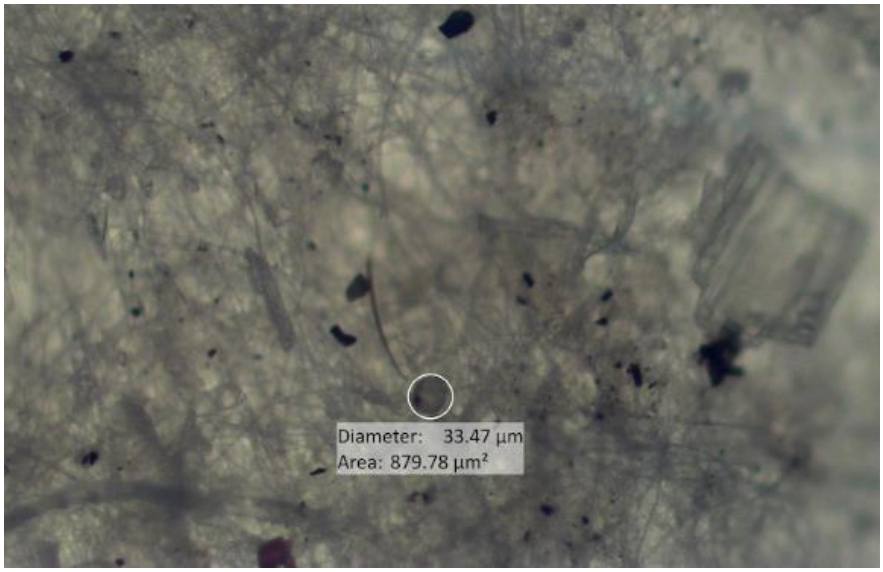
Fillamen memungkinkan menyebar dan terdegradasi dari plastik dan dapat menjangkau spesies tertentu dan tidak mudah menghilangkan mikroplastik tersebut jika terakumulasi dalam hewan yang ada didalamnya (Renzi, Guerranti, and Blašković., 2018). Pada penelitian yang dilakukan didapatkan *fillament* yang memiliki luas 107,36 µm^2. *Fillament* ini berasal dari plastik yang ada pada masker yang mengakibatkan terdapatnya kandungan mikroplastik jenis *fillament* pada sampel *frass* ulat hongkong



Gambar 4. 13 Ukuran Mikroplastik *Fillamen*

5. *Pellet*

Pellet memiliki ciri – ciri dengan bentuk lingkaran sempurna dengan warna yang beragam. *Pellet* memiliki warna yang pekat dan permukaan yang halus. Jenis ini berasal dari bahan baku plastik yang digunakan dalam pembuatan plastik. Selain itu, jenis ini juga berasal dari Styrofoam hasil pengemasan produk. Ini ditemukan pada sampel tanah kontrol dapat disimpulkan bahwa tanah kontrol terdapat plastik yang memiliki jenis mikroplastik *pellet*.



Gambar 4. 14 Ukuran Mikroplastik *Pellet*

Pengamatan jenis partikel yang ada pada mikroplastik dilakukan dengan cara menghitung masing masing sampel yang ada yang terlihat pada mikroskop. Pengamatan yang dilakukan sesuai jenis yang ditemukan pada pengambilan sampel dan di data menggunakan tabel yang berasal dari pencarian yang ada.

Berikut perhitungan persentase Jenis mikroplastik menggunakan rumus berdasarkan (Husnalia et al, 2023):

$$Persentase\ (\%) = \frac{Jumlah\ Partikel\ Jenis\ atau\ Warna\ (Partikel)}{Jumlah\ Keseluruhan\ Partikel\ Warna} \times 100\%$$

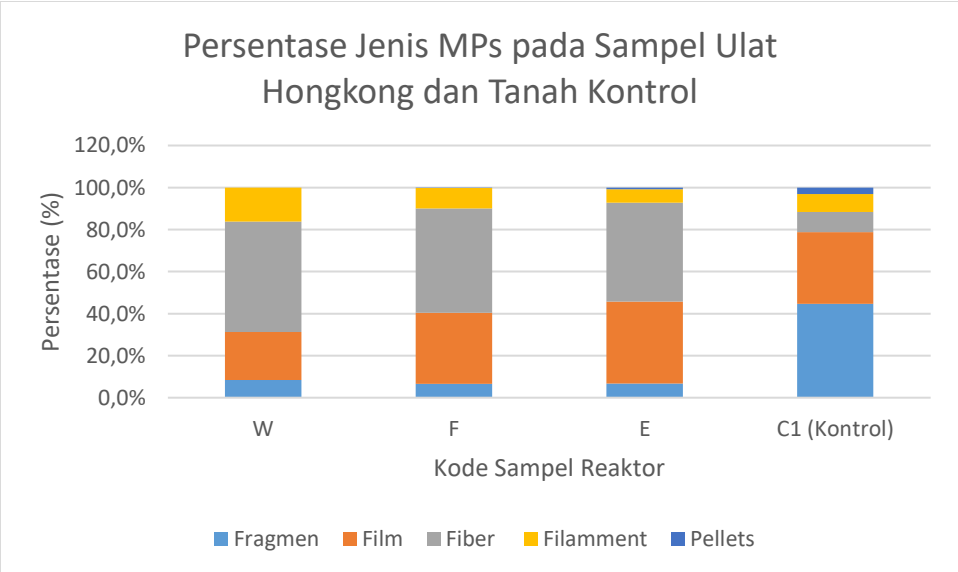
Berikut tabel hasil pengamatan yang didapatkan berdasarkan jenis mikroplastik:

Tabel 4. 8 Hasil Pengamatan Rerata Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Sampel Mikroplastik						
Kode Sampel	Fragmen	Film	Fiber	Filamment	Pellets	Total
W	17,0	46,3	106,3	32,7	0,0	202,3
F	14,3	74,0	108,3	21,3	0,3	218,3
E	40,0	233,0	281,7	38,3	5,0	598
C1 (Kontrol)	444	339	95	85	30	993
PERSENTASE (%)						Akmumulasi Persenan
Kode Sampel	Fragmen	Film	Fiber	Filamment	Pellets	
W	8,4	22,9	52,6	16,1	0,0	100,0
F	6,6	33,9	49,6	9,8	0,2	100,0
E	6,7	39,0	47,1	6,4	0,8	100,0
C1 (Kontrol)	44,7	34,1	9,6	8,6	3,0	100,0

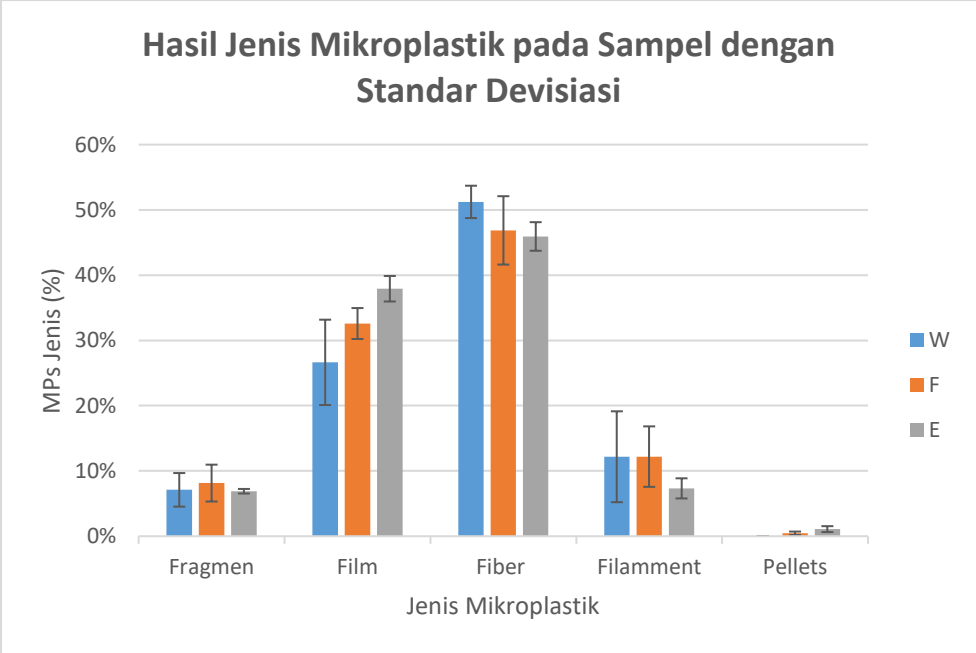
Berdasarkan tabel diatas, dapat dilakukan perhitungan persentase pada masing – masing jenis mikroplastik yang diidentifikasi pada pengamatan sampel sebelumnya. Persentase jenis mikroplastik ini akan digambarkan dalam bentuk grafik.

Berdasarkan hasil pengamatan berdasarkan jenisnya dalam bentuk grafik:



Gambar 4. 15 Grafik Persentase Mikroplastik pada Sampel Ulat Hongkong dan Tanah Kontrol Berdasarkan Jenis

Pada analisis yang sudah didapatkan jenis mikroplastik pada sampel *frass* ulat hongkong memiliki persentase yang berbeda dan beragam. Rerata jenis Mikroplastik *fragment, film, fiber, fillaments,* dan *pellets* berturut – turut pada masing – masing titik sampel dapat disimpulkan bahwa kode tiap tiap sampel W yaitu sebesar 8,4%; 22,9%; 52,6%; 16,1%; dan 0%. F yaitu sebesar 6,6%; 33,9%; 49,6%; 9,8%; dan 0,2%. E yaitu sebesar 6,7%; 39%; 47,1%; 6,4%; dan 0,8%. Terakhir tanah kontrol yaitu sebesar 44,71%; 34,14%; 9,57%; 8,56%; dan 3,02%. Seluruh jenis mikroplastik yang ada yang sudah diidentifikasi berasal dari aktivitas dan pemberian pakan yang berbeda dari sampel *frass* Ulat Hongkong. Berikut merupakan hasil jenis mikroplastik pada sampel dengan standar devisisasi:



Gambar 4. 16 Hasil Jenis Mikroplastik pada Sampel dengan Standar Devisisasi

Lapisan penyaringan utama masker diproduksi oleh serat fabrikasi konvensional, yang dapat berupa nanofiber dan/atau microfiber tergantung pada ukuran partikel target dengan teknologi elektrospinning (Dutton., 2008). Material polimer akan ke badan air dengan segala cara, demikian dengan masker wajah sekali pakai yang mana terbuat dari bahan polimer dan sampah tersebut dibuang ke tempat pembuangan sampah atau sembarangan di lingkungan hingga menyebabkan sumber *fiber* mikroplastik yang akan terdegradasi menjadi potongan potangan partikel ke berbagai kondisi lingkungan (Schmidt et al. 2018).

Hal ini dapat disimpulkan bahwa masker medis sekali pakai menimbulkan partikel mikroplastik *fiber* yang melimpah ke lingkungan

Pada hasil pengamatan yang dilakukan hal ini menampakkan pada ukuran pada masing – masing jenis mikroplastik pada setiap sampel. Aplikasi yang digunakan dalam mengukur ukuran mikroplastik adalah ImageRaster3 dan diukur sesuai jenis dan bentuk pada masing masing mikroplastik. Pada pengukuran mikroplastik berdasarkan data dokumentasi dari pencarian mikroplastik yang terlihat dengan jelas dan tidak semua diukur dalam mengukur mikroplastik pada penelitian kali ini. Berikut merupakan hasil pengamatan ukuran mikroplastik yang sudah diamati:

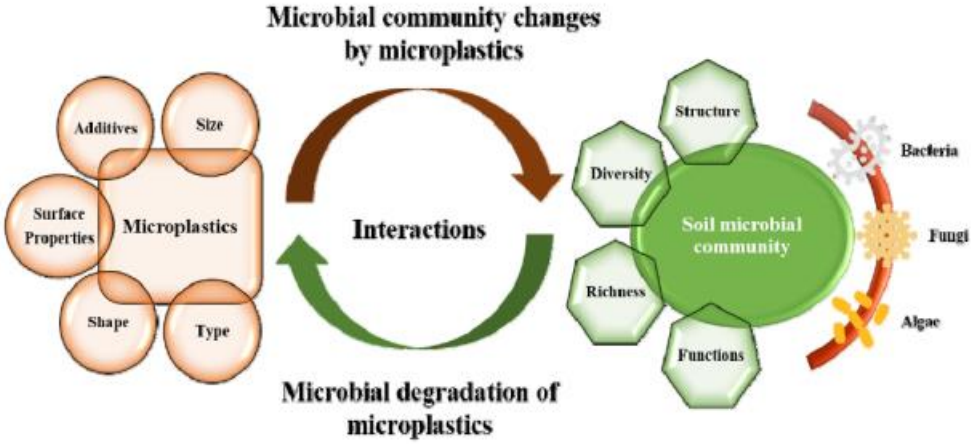
Tabel 4. 9 Ukuran Mikroplastik Berdasarkan Pengamatan

Jenis Mikroplastik	Ukuran	
	Panjang (µm)	Luas (μm^2)
Fragment		≤35, 01
Fiber	≤598,95	
Film		≤615,98
Fillament		≤107,36
Pellet		≤ 33,47

Berbagai jenis mikroplastik dengan ukuran yang beragam disebabkan oleh adanya proses degradasi. Proses degradasi plastik secara alami menjadi rantai yang lebih pendek membutuhkan waktu yang lama dikarenakan plastik memiliki rantai yang kompleks. Plastik dapat melakukan proses degradasi dari berbagai macam cara, yaitu biodegradasi yang merupakan proses penguraian dengan memanfaatkan mikroorganisme. Selain itu, proses degradasi plastik dapat terjadi karena adanya sinar UV, proses hidrolisis yang memanfaatkan air untuk memecah suatu ikatan, serta proses oksidasi (Sarkar et al., 2020).

Bermacam jenis pada mikroplastik memiliki ukuran yang beragam hal ini dapat disebabkan oleh adanya proses degradasi yang ada pada mikroplastik. Pemrosesan degradasi pada plastik terjadi secara alami dan menjadi rantai yang pendek hal ini plastik membutuhkan waktu yang cukup lama disebabkan oleh plastik memiliki rantai yang kompleks (Fachrul et al., 2021). Bahan plastik memiliki proses pendegredasian yang berbeda beda, contohnya yaitu memanfaatkan mikroorganisme dalam proses penguraiannya. Degradasi pada

plastik disebabkan oleh sinar UV, perlakuan hidrolis yang mana pemanfaatan air dalam memecahkan ikatan yang ada dalam plastik dan terjadilah proses oksidasi (Iftekhar et al., 2020)



Gambar 4. 17 Proses Degradasi Mikroplastik di Tanah

Sumber: (Omidoyin and Jho, 2023)

4.3.4 Mikroplastik Berdasarkan Warna

Identifikasi mikroplastik berdasarkan warna hal ini menggunakan mikroskop dalam penelitian, bersamaan dengan perhitungan dan jenis mikroplastik yang ada pada sampel. Penelitian ini, warna yang ditemukan pada sampel terdapat warna hitam, biru, merah, hijau, kuning dan transparan. Warna yang berada pada mikroplastik ialah warna yang berasal dari kemasan atau bahan produk dari plastik, radiasi yang berasal dari sinar matahari, sertanya banyaknya kontaminan yang terserap dalam mikroplastik itu sendiri (Iftekhar et al., 2020)

Dalam mengidentifikasi warna mikroplastik pada sampel *frass* ulat hongkong, dilakukan penelitian pencarian melalui mikroskop. Kemudian, data yang didapatkan dihitung serta dimasukkan ke dalam tabel hasil pengamatan dan setelah didapatkan angka dapat dihitung persentase pada masing – masing warna.

Berikut perhitungan persentase warna mikroplastik menggunakan rumus berdasarkan (Husnalia et al, 2023):

$$Persentase\ (\%) = \frac{Jumlah\ Partikel\ Jenis\ atau\ Warna\ (Partikel)}{Jumlah\ Keseluruhan\ Partikel\ Warna} \times 100\%$$

Berdasarkan rumus yang telah didapatkan, dapat dihitung dan ditemukan persentase warna pada sampel *frass* ulat hongkong yang di data menggunkan tabel hasil pengamatan. Tabel yang dianalisis berasal dari dasar warna serta kode reaktor pada masing masing sampel.

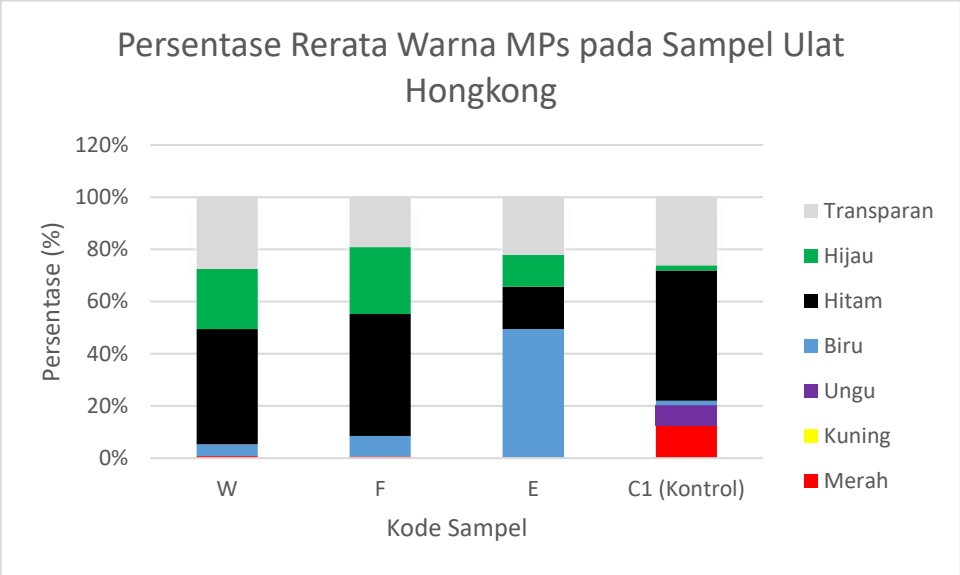
Berikut hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan warna yang didapatkan:

Tabel 4. 10 Hasil Pengamatan Rerata Mikroplastik pada Sampel *Frass* Ulat Hongkong Berdasarkan Warna

Kode Sampel	Merah	Kuning	Ungu	Biru	Hitam	Hijau	Transparan	Total
W	1,7	0,0	0,0	9,0	89,3	46,7	55,7	202,3
F	1,3	0,0	0,0	17,3	102,0	56,0	41,7	218,3
E	1,0	0,3	0,0	294,7	96,3	73,3	132,3	598,0
C1 (Kontrol)	124	0	78	17	497	20	260	996
Persentase (%)								Akumulasi Persenan
Kode Sampel	Merah	Kuning	Ungu	Biru	Hitam	Hijau	Transparan	
W	0,8	0,0	0,0	4,4	44,2	23,1	27,5	100
F	0,6	0,0	0,0	7,9	46,7	25,6	19,1	100
E	0,2	0,1	0,0	49,3	16,1	12,3	22,1	100
C1 (Kontrol)	12,4	0,0	7,8	1,7	49,9	2,0	26,1	100

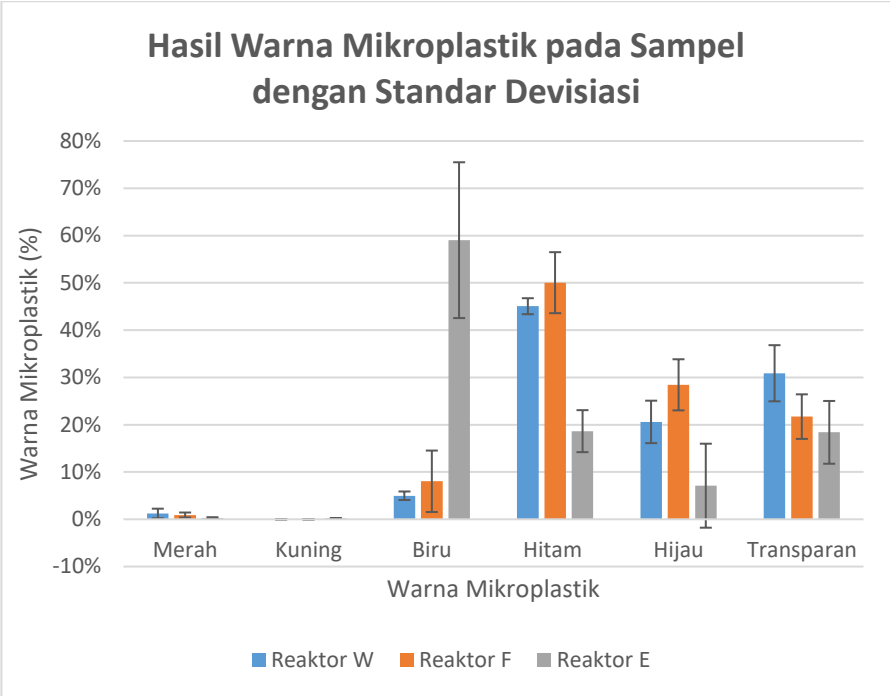
Berdasarkan tabel perhitungan yang dihasilkan pada sampel *frass* ulat hongkong pada masing masing kode reaktor dilakukan pengilustrasian berupa gambar grafik. Pada grafik ini sendiri data pengamatan akan diklasifikasikan berdasarkan kode sampel dan warna yang didapatkan pada tiap tiap reaktor.

Berikut hasil warna mikroplastik yang didapatkan setelah dianalisis data dalam bentuk grafik:



Gambar 4. 18 Grafik Persentase Mikroplastik pada Sampel *Frass* Ulat Hongkong Berdasarkan Warna

Pada grafik yang ada dapat dilihat persentase warna mikroplastik pada frass ulat hongkong. Dalam grafik ini, terdapat berbagai macam warna mikroplastik yang diamati pada sampel air, yaitu warna hitam, merah, biru, hijau, kuning, transparan dan ungu. Berdasarkan grafik diatas, terlihat bahwa mikroplastik pada sampel air didominasi oleh warna biru yang memiliki persentase terbesar adalah 49,3% pada sampel reaktor E. Sedangkan warna mikroplastik yang paling sedikit adalah warna kuning yang memiliki persentase terkecil yaitu 0,1% pada sampel reaktor E. Berikut merupakan grafik hasil warna mikroplastik pada sampel dengan standar devisiasi:



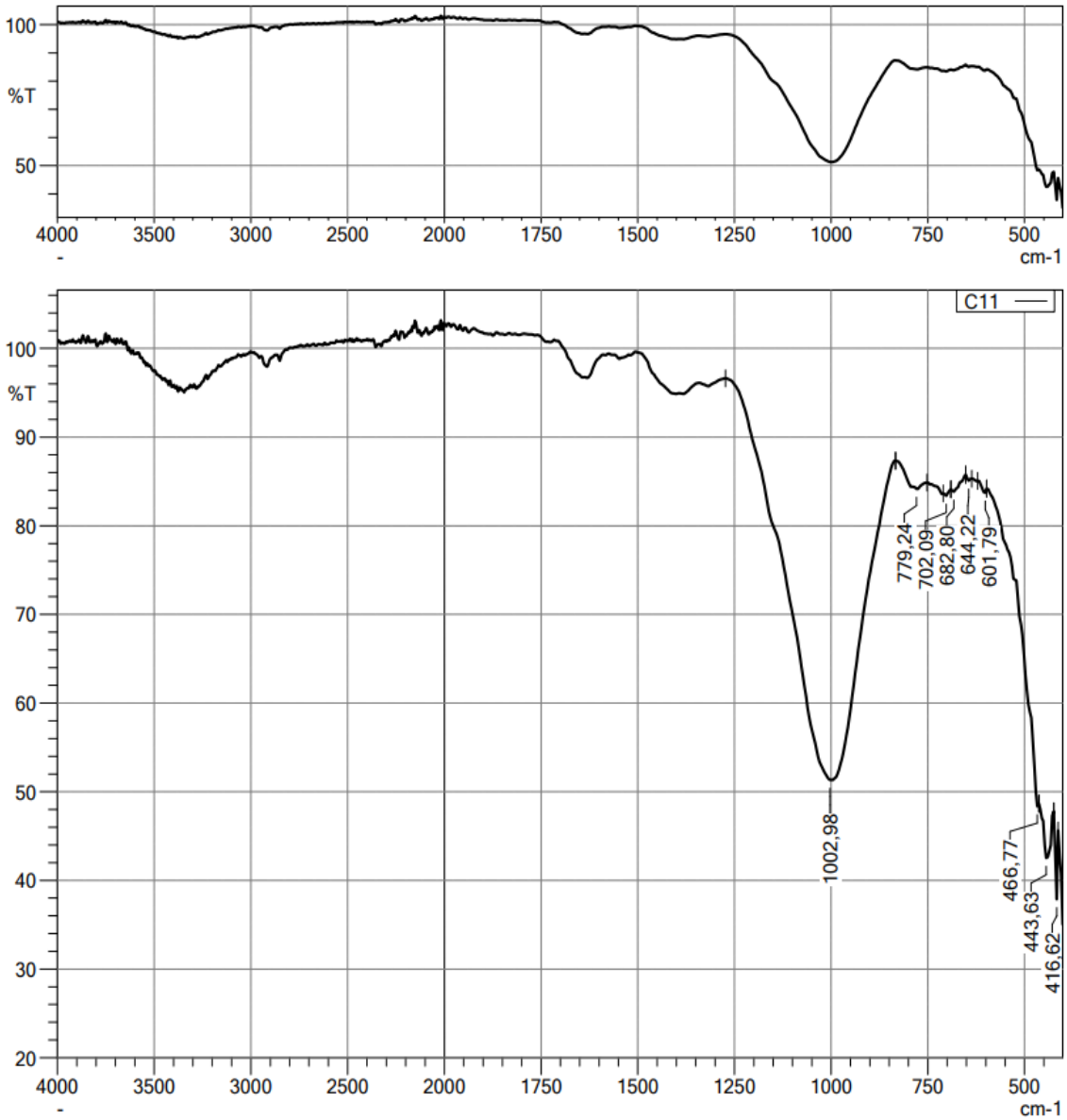
Gambar 4. 19 Hasil Warna Mikroplastik pada Sampel dengan Standar Devisisasi

Warna yang banyak ditemukan pada penelitian mikroplastik ini adalah warna transparan dari 7 warna lainnya yang ditemukakan dari warna lain, yaitu biru, merah, kuning, hitam, cokelat, abu – abu, dan hijau. Warna mikroplastik yang ditemukan ini berasal dari berbagai sampah tali rafia fiberglass, karung, dan kantong plastik (Sutanhaji et al., 2021).

4.4 Mikroplastik Berdasarkan Gugus Fungsi

Analisis yang berdasarkan karakteristik kimiawi pada sampel mikroplastik dikerjakan dengan instrumen atau alat Spektrofotometri *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (Spektrofotometri FT-IR). Alat yang digunakan berfungsi untuk mengidentifikasi dan mencari gugus fungsi yang berada di setiap sampel *frass* ulat hongkong sehingga didapatkan jenis gugus fungsi polimer dari mikroplastik tersebut. Sampel yang telah melalui proses pengamatan melalui mikroskop akan dinetralkan menggunakan aquades dan sampel dianalisis menggunakan Spektrofotometri FT-IR. Analisis sampel menggunakan instrumen ini diamati berdasarkan kuadran yang telah digambar pada kertas saring saat pengamatan melalui mikroskop. Untuk kuadran yang dianalisis, dipilih berdasarkan kuadran yang memiliki jumlah mikroplastik yang

paling banyak pada masing – masing sampel, yaitu sebanyak 9 sampel *frass* ulat hongkong dan 1 tanah kontrol kompos dari maggot. Hasil analisis menggunakan Spektrofotometri FT-IR berupa grafik dan tabel rekapitulasi skor kemiripan senyawa kimia yang terbaca dengan *library score* yang dimiliki oleh instrumen ini. Analisis pada *frass* ulat hongkong dilakukan menggunakan kertas saring Glass Micro Fiber (GF/B) Whatman CAT No. 1821- 047. Sehingga, hasil analisis senyawa kimia menggunakan Spektrofotometri FT-IR. Berikut merupakan salah satu grafik yang didapatkan dan didapatkan hasil pembacaan instrumen FT-IR:



Gambar 4. 20 Grafik hasil Analisis Kimia pada Sampel W1

Setelah grafik analisis kimia dalam bentuk grafik dalam pengamatan pada instrumen FT-IR, terdapat *hitlist* yang berkaitan dengan skor kemiripan jenis polimer

yang terdeteksi pada *library score*. Berikut hasil pengamatan FT-IR dalam bentuk pengamatan tabel dalam skor kemiripan sampel:

Tabel 4. 11 Hasil Analisis Spektrofotometri FT-IR pada Sampel *Frass* Ulat Hongkong

Gugus Polimer (Kimia)	Skor Kemiripan									Rata rata
	W1	W2	W3	F1	F2	F3	E1	E2	E3	
Ramie	792	833	816	779	714	759	727	717	744	764,6
Tancel	788	817	807	780	717	770	778	727	750	770,4
Cupra	788	813	803	771	716	765	767	717	735	763,9
Bemberg	758	805	796	744	715	765	767	710	740	755,6
Cellopha	776	795	793	737	708	741	732	716	752	750,0
Cotton	793	822	805	774	712	762	738	717	733	761,8
Rayon	758	774	760	732	0	726	709	0	719	575,3
Polyacetylene	743	762	747	734	0	726	709	0	0	552,6
Methyl Cellulose	743	762	753	715	0	723	750	0	719	573,9
Polyacrylamide	0	0	0	0	0	0	0	710	736	160,7
Hydroxybuty	0	744	738	0	0	711	739	0	0	325,8
Zein	745	744	758	780	791	727	0	814	818	686,3
PP	776	0	0	0	0	0	0	0	0	86,2
Glass Transmission	0	0	0	0	0	0	796	0	0	88,4
Polyamide	0	0	0	729	739	0	0	737	733	326,4
TALC	0	0	0	0	0	0	716	0	0	79,6
Na6Al6Si6O24S4	0	0	0	0	0	0	763	0	0	84,8
Na3PO4	0	738	0	0	0	708	722	0	0	240,9
MgSo4	0	756	752	712	0	0	0	0	720	326,7
Polyacrylamide	0	0	0	722	0	0	0	0	0	80,2
SIO2	0	0	0	0	0	0	704	0	0	78,2
Polytrimethy	0	0	0	0	0	0	0	708	0	78,7
Silk	0	0	0	0	716	0	0	747	747	245,6
Wool	0	0	0	728	746	0	0	766	775	335,0
Strach	745	735	780	732	0	722	741	0	0	495,0
Inorganic (Ratulie)	0	734		719	0	0	0	0	724	272,1

Arabic Gum Film	731	0	746	0	0	739	0	0	0	246,2
Papper	0	784	796	770	707	803	762	709	747	675,3
Soybean Powder	766	770	790	799	802	0	0	830	844	622,3
Gugus Polimer (Kimia)	Skor Kemiripan (%)									Rata rata
	W1	W2	W3	F1	F2	F3	E1	E2	E3	
Tancel	78,8	81,7	80,7	78	71,7	77	77,8	72,7	75	77,0
Cupra	78,8	81,3	80,3	77,1	71,6	76,5	76,7	71,7	73,5	76,4
Ramie	79,2	83,3	81,6	77,9	71,4	75,9	72,7	71,7	74,4	76,5
Cotton	79,3	82,2	80,5	77,4	71,2	76,2	73,8	71,7	73,3	76,2
Bemberg	75,8	80,5	79,6	74,4	71,5	76,5	76,7	71	74	75,6
Cellopha	77,6	79,5	79,3	73,7	70,8	74,1	73,2	71,6	75,2	75,0
Rayon	75,8	77,4	76	73,2	0	72,6	70,9	0	71,9	57,5
Polyacetylene	74,3	76,2	74,7	73,4	0	72,6	70,9	0	0	49,1
Methyl Cellulose	74,3	76,2	75,3	71,5	0	72,3	75	0	71,9	57,4
Polyacrylamide	0	0	0	0	0	0	0	71	73,6	16,1
Hydroxybuty	0	74,4	73,8	0	0	71,1	73,9	0	0	32,6
Zein	74,5	74,4	75,8	78	79,1	72,7	0	81,4	81,8	68,6
PP	77,6	0	0	0	0	0	0	0	0	8,6
Glass Transmission	0	0	0	0	0	0	79,6	0	0	8,8
Polyamide	0	0	0	72,9	73,9	0	0	73,7	73,3	32,6
TALC	0	0	0	0	0	0	71,6	0	0	8,0
Na6Al6Si6O24S4	0	0	0	0	0	0	76,3	0	0	8,5
Na3PO4	0	73,8	0	0	0	70,8	72,2	0	0	24,1
MgSo4	0	75,6	75,2	71,2	0	0	0	0	72	32,7
Polyacrylamide	0	0	0	72,2	0	0	0	0	0	8,0
SIO2	0	0	0	0	0	0	70,4	0	0	7,8
Polytrimethy	0	0	0	0	0	0	0	70,8	0	7,9
Silk	0	0	0	0	71,6	0	0	74,7	74,7	24,6
Wool	0	0	0	72,8	74,6	0	0	76,6	77,5	33,5
Strach	74,5	73,5	78	73,2	0	72,2	74,1	0	0	49,5

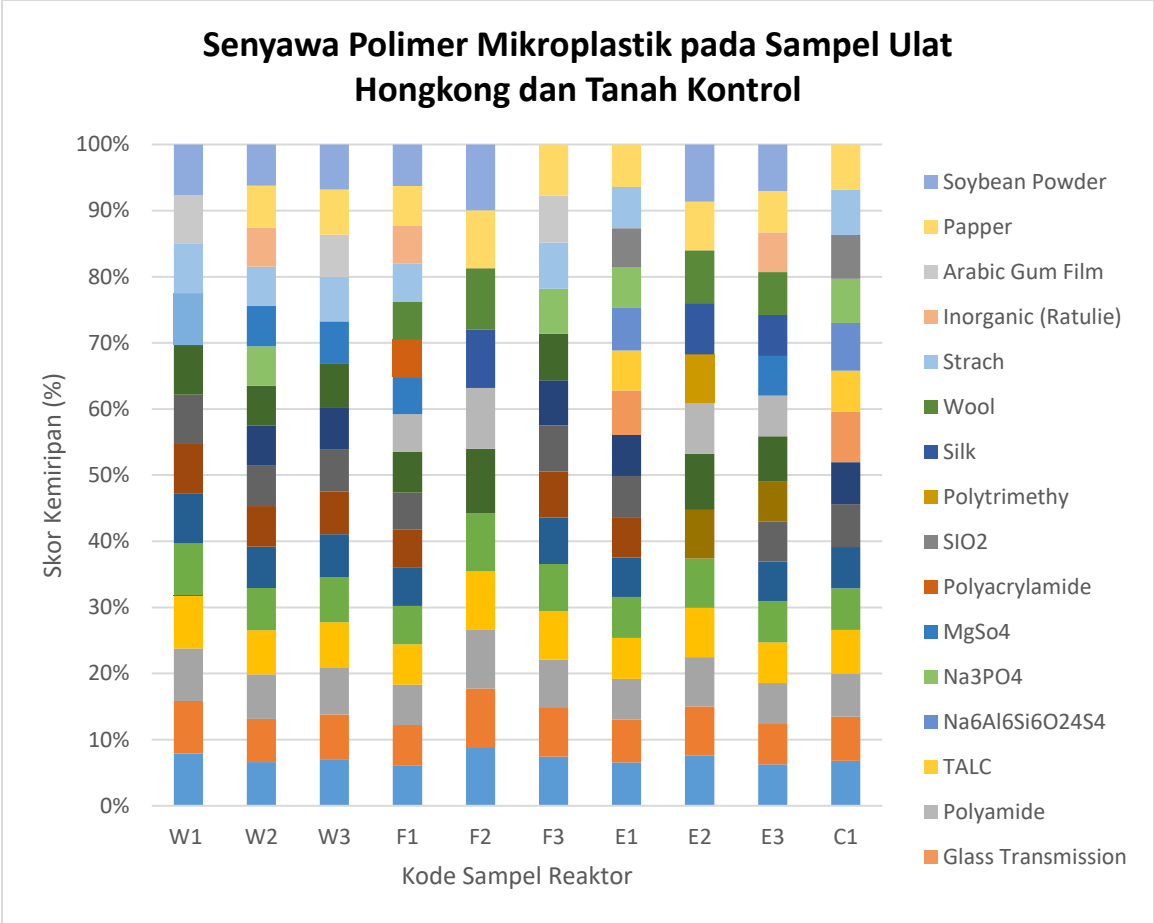
Inorganic (Ratulie)	0	73,4	0	71,9	0	0	0	0	72,4	24,2
Arabic Gum Film	73,1	0	74,6	0	0	73,9	0	0	0	24,6
Papper	0	78,4	79,6	77	70,7	80,3	76,2	70,9	74,7	67,5
Soybean Powder	76,6	77	79	79,9	80,2	0	0	83	84,4	62,2

Tabel 4. 12 Hasil Analisis Spektrofotometri FT-IR pada Sampel Tanah Kontrol

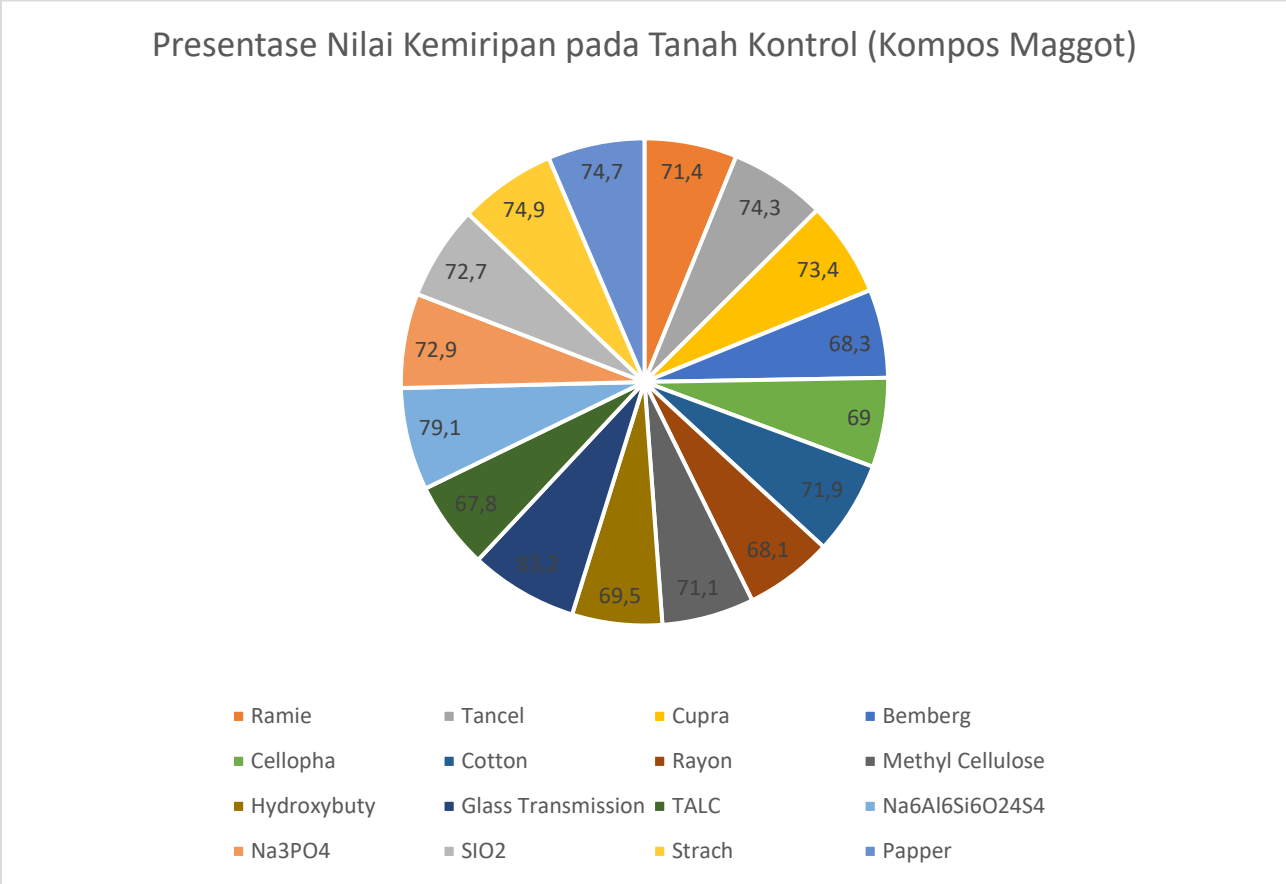
Gugus Polimer (Kimia)	C1
Ramie	714
Tancel	743
Cupra	734
Bemberg	683
Cellopha	690
Cotton	719
Rayon	681
Methyl Cellulose	711
Hydroxybuty	695
Glass Transmission	832
TALC	678
Na6Al6Si6O24S4	791
Na3PO4	729
SIO2	727
Strach	749
Papper	747

Gugus Polimer (Kimia) (%)	C1 (%)
Ramie	71,4
Tancel	74,3
Cupra	73,4
Bemberg	68,3
Cellopha	69
Cotton	71,9
Rayon	68,1
Methyl Cellulose	71,1
Hydroxybuty	69,5
Glass Transmission	83,2
TALC	67,8
Na6Al6Si6O24S4	79,1
Na3PO4	72,9
SIO2	72,7
Strach	74,9
Papper	74,7

Berdasarkan tabel diatas, data analisis senyawa kimia pada sampel *frass* ulat hongkong dapat digambarkan dalam bentuk grafik. Pada grafik ini, akan diklasifikasikan berdasarkan jenis polimer yang terkandung pada sampel dan lokasi titik sampel. Berikut merupakan hasil yang didapatkan dari analisis sampel yang dilakukan menggunakan instrumen FT-IR melalui grafik:



Gambar 4. 21 Grafik Hasil FT-IR Analisis Polimer pada Sampel Ulat Hongkong



Gambar 4. 22 Grafik Hasil FT-IR Analisis Polimer pada Sampel Tanah Kontrol

Pada komposisi kimia senyawa pada spektrofotometri FT-IR, skor kemiripan tiap polimer yang ditemukan berbeda-beda. Hal ini dikarenakan setiap sampel memiliki polimer yang berbeda-beda di dalamnya, tergantung pada jenis mikroplastik yang ada pada kertas saring. Dari analisis gambar di atas menunjukan bahwa terdapat 28 polimer dalam sampel. Berdasarkan polimer yang terdata dan dibaca, polimer dengan skor kemiripan terbesar atau skor tertinggi kemungkinan besar adalah yang paling mirip. Selain itu, pemilihan polimer juga bergantung pada polimer yang paling sering diamati pada spektrum inframerah FT-IR.. Sehingga, pada sampel air dipilih 5 polimer yang paling mendekati, yaitu *Tencel, Bemberg (Cupra), Cellophane, Ramie,* dan *Cotton*. Beberapa senyawa yang memiliki skor kemiripan paling tinggi, yaitu:

1. Tencel

   Tencel merupakan salah satu bahan penyusun kain dan benang, bahan tersebut dimanfaatkan sebagai bagian dari keperluan sehari-hari dalam menjalankan tugas rumah tangga dan juga sebagai pakaian. Tencel adalah polimer sintetik sebagian dari jenis tertentu. Tencel sering digunakan dalam bahan kain dalam membuat baju, bahan berdasar kain, pakaian sehari-hari, dan barang lainnya. Tencel merupakan serat atau fiber yang terdapat pada analisis kandungan kimia menggunakan Spektrofotometri FT-IR. Hal ini terjadi karena Pakan yang diberikan pada ulat hongkong yaitu masker medis yang mana *fiber* itu sendiri terkandung dalam masker itu sendiri.

2. Bemberg (Cupra)

   Bemberg adalah polimer yang tersusun sebagian yang menyerupai serat, baik sebagai rangkaian untaian yang sangat kecil atau sebagai serat. Dalam pembuatan serat Bemberg, bahan baku yang digunakan adalah kain katun atau pulp dari pohon yang telah dibersihkan dalam larutan natrium hidroksida pada suhu 150ºC. Larutan awalnya diklarifikasi dengan Amonia, Kapsul Sulfat, dan NaHCO3, kemudian direduksi hingga konsentrasi selulosa 9-10%. Serat-serat ini digosok, dilumasi dan dikeringkan sebelum dimasukkan ke dalam 1 kemasan. Sifat Bemberg pada dasarnya halus, namun dapat mencapai suhu 180 derajat Celcius atau terkena sinar matahari (Suliyanthini, 2016). Serat Bemberg digunakan sebagai bahan baku pakaian wanita, pembuatan kain batik, kaos kaki, dan jenis pakaian lainnya sehingga dapat menghasilkan mikroplastik berupa *fiber* yang berasal dari limbah penggunaannya.

3. Ramie

Ramie merupakan serat yang berasal dari bahan tumbuhan yang memiliki komposisi primer 72-97% selulosa. Serat ramie merupakan polimer alami yang memiliki sifat mirip kapas, namun kekuatan tariknya 2 kali lebih besar dibandingkan kapas. Selain itu, asupan air ramie lebih tinggi, yaitu 12%. Serat ramie sangat tahan terhadap bakteri, jamur dan sinar matahari, sehingga menjadi alternatif pengganti serat selulosa. Ramie digunakan sebagai bahan komposit dan tekstil, seperti pakaian musim panas. Selain itu, pemanfaatan ramie juga didedikasikan untuk produksi komponen otomotif (Novarini dan Sukardan, 2015). Ramie mempunyai bentuk seperti serat, bentuk ini menghasilkan jenis *fiber* mikroplastik.

4. Cellophane

   Cellopha adalah istilah yang menggambarkan lembaran fleksibel dan tipis yang sebagian bersifat semi-sintetis. Zat ini terdiri dari selulosa dan bereaksi dengan larutan Natrium Hidroksida dan Karbon Disulfida. Biasanya plastik ini digunakan untuk mengemas barang-barang seperti bungkus makanan minuman dan lain sebagainya (Soebijarso & Djumarman, 2011). Selain itu, plastik juga digunakan sebagai pelapis kertas pada kemasan obat-obatan, baterai, pakaian, barang kosmetik, dan peralatan penangkapan ikan. Plastik sebagai kertas tipis dapat menghasilkan mikroplastik dalam bentuk film.

5. Cotton

   katun atau kapas tersusun atas serat-serat yang tipis dan bertekstur ringan (Suliyanthini, 2016). Kapas merupakan serat alami dan dapat dicuci dengan air dingin atau panas karena bahan tersebut tidak mudah kusut permukaannya. Bahan katun mudah menyerap air dan tahan terhadap panas setrika, namun bahan ini mudah kusut dan cepat menyusut (Suardiningsih, 2013). Pemanfaatan kapas dalam kehidupan sehari-hari adalah sebagai bahan tekstil pakaian dan bahan non-daur ulang seperti masker yang menghasilkan mikroplastik berupa *fiber*.

4.5 Rekomendasi Penggunaan Frass Ulat Hongkong sebagai Kompos

Kualitas kompos ditentukan oleh sifat fisik dan kimianya. Komponen tersebut adalah suhu, pH, kadar air, dan warna berbeda. Suhu Hongkong Caterpillar Frass rata-rata 28 derajat Celcius, sesuai dengan baku mutu 30 derajat Celcius dengan SNI 19-7030-2004 tentang komposisi sampah organik domestik. Variabel lain seperti pH dan

kadar air ulat hongkong mengikuti standar SNI 19-7030-2004. Warna yang berasal dari frass ulat bambu biasanya berwarna kecoklatan muda dan kecoklatan kehijauan. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat kematangan *frass* Hong Kong Caterpillar belum sempurna. Berbeda dengan kompos maggot dari TPS 3R Brama Muda, Ngaglik, Sleman, warna komposnya lebih gelap, hal ini menandakan kematangan kompos sudah cukup.

Pada penelitian ini juga mengidentifikasi mikroplastik yang ada pada sampel didapatkan bahwa Kandungan mikroplastik pada frass Ulat Hongkong hasil degradasi limbah masker medis dengan variasi pakan pollard serta limbah sayuran cenderung hampir sama jika dibandingkan dengan kandungan mikroplastik pada tanah kompos maggot hasil TPS 3R Brama Muda, Sleman. Belum adanya baku mutu dalam analisis data dalam mikroplastik sehingga dibutuhkan parameter secara khusus terkait mikroplastik yang ada pada suatu sampel. Tetapi, dalam SNI 19-7030-2004 tentang Spesifikasi Kompos dari Sampah Organik Domestik Kandungan benda asing pada tanah kompos maksimal 15%. Kandungan mikroplastik dalam *frass* Ulat Hongkong melebihi ambang batas kandungan benda asing yang ditentukan. Studi ini akan memungkinkan dibuatnya rekomendasi mengenai peraturan khusus mengenai batasan kandungan mikroplastik dalam tanah kompos. Langkah tersebut bertujuan untuk memastikan kompos yang digunakan di lingkungan tidak menjadi siklus pencemaran yang ada pada lingkungan.

Seperti yang kita lihat ternyata di dalam kompos juga terdapat mikroplastik yang mana kompos tersebut akan dipakai untuk menyuburkan tanah. Lebih baiknya mencari alternatif lain untuk menggunakan kompos untuk kegunaan sehari-hari maupun dalam skala besar. Dalam studi bahwasannya mikroplastik juga dapat berada didalam suatu tumbuhan yang berasal dari menyerap tanah itu sendiri, apabila tumbuhan tersebut dimakan dan masuk ke dalam tubuh manusia dapat menyebabkan hemolisis, dan jika dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan peradangan (Hwang J et al, 2020)

BAB V
KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan juga analisis data yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan sampel pada *frass* ulat hongkong sebagai berikut:

1. hasil identifikasi yang ada pada 9 reaktor dan tanah kontrol *frass* Maggot yang berasal dari TPS 3R Brama Muda, Ngaglik, Sleman. Kelimpahan mikroplastik pada sampel frass ulat hongkong paling tinggi ialah sampel *frass* E sebesar 299 partikel/ 2gram sedangkan yang terendah yaitu pada sampel W sebesar 20,2 partikel /10 gram.
2. Pada identifikasi karaketeristik jenis pada mikroplastik ditemukan 5 jenis mikroplastik, yaitu *Fragment, Film, Fiber, Fillaments,* dan *Pellets* yang paling banyak ditemukan ialah jenis Fiber dengan jumlah 1584 jenis, serta memiliki 6 variasi warna berbeda, yaitu merah, kuning, ungu, biru, hitam, hijau dan transparan yang mana yang paling banyak ditemukan yaitu warna hitam dengan 1360 warna yang ditemukan. Ukuran mikroplastik berdasarkan jenis yang dijumpai di dalam sampel memiliki panjang dan lebar yang berbeda beda yaitu *fragment* berukuran ≤35, 01 μm^2, *fiber* berukuran ≤598,95 µm, *film* berukuran ≤615,98 μm^2, *fillaments* berukuran ≤107,36 μm^2 dan *pellet* dengan ukuran ≤ 33,47 μm^2.
3. Pada analisis yang dilakukan untuk jenis polimer mikroplastik menggunakan instrumen spektrofotometri FT-IR ditemukan 28 polimer dalam sampel pada sampel frass Ulat Hongkong pada pengamatan ini, setelah didapatkan dan dianalisis skor kemiripan pada masing - masing polimer yang ditemukan terdapat 5 polimer yang mendekati, yaitu *Tencel, Bemberg (Cupra), Cellophane, Ramie,* dan *Cotton* yang merupakan jenis berasal dari mikroplastik jenis *Fragment, Fiber, dan Film.*

5.2 Saran

Dari penelitian yang sudah dilakukan dan dianalisis, terdapat saran untuk lebih memperhatikan reaktor yang ada agar hasil yang didapatkan lebih maksimal terkhusus jumlah berat pada masing masing sampel. Dikarenakan sampel yang didapatkan sedikit maka sedikit juga sampel yang dapat digunakan dan tidak ada cadangan alangkah lebih baiknya sampel yang didapatkan sebelumnya lebih banyak. Setelah

itu analisis pada FT-IR pada sampel frass Ulat Hongkong perlu dikaji lebih lanjut lagi terkait perlakuan pada sampel dan agar sampel yang sesuai serta dapat dibedakan polimer yang terkandung dalam sampel lebih lanjut. Dari hasil analisis yang didapatkan jumlah kelimpahan mikroplastik pada sampel frass ulat hongkong lebih tinggi dari pada tanah kontrol maka dari itu sampel tanah kontrol lebih baik kualitasnya dari pada sampel frass ulat hongkong, maka diperlukan analisis terkait mikroplastik yang ada di kompos maggot yang ada di TPS3R bahwasannya penelitian menunjukkan bahwa kompos yang mengandung mikroplastik dapat mempengaruhi siklus karbon yang ada pada tanah, proses mikroba yang bekerja pada tanah, serta dekomposisi pada tanah yang dapat membawa logam beracun ke dalam ekosistem.

DAFTAR PUSTAKA

Akber Abbasi, Saddam, Amjad B. Khalil, and Muhammad Arslan. 2020. "Extensive Use of Face Masks during COVID-19 Pandemic: (Micro-)Plastic Pollution and Potential Health Concerns in the Arabian Peninsula." *Saudi Journal of Biological Sciences* 27(12):3181–86. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.09.054.

Amin, B., M. Galib, and F. Setiawan. 2020. "Preliminary Investigation on the Type and Ditribution of Microplastics in the West Coast of Karimun Besar Island." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 430(1):1–10. doi: 10.1088/1755-1315/430/1/012011.

Andrady, Anthony L. 2011. "Microplastics in the Marine Environment." *Marine Pollution Bulletin* 62(8):1596–1605. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.05.030.

Astuti, Farida Kusuma, Ahmad Iskandar, and Eka Fitasari. 2017. "Peningkatan Produksi Ulat Hongkong Di Peternak Rakyat Desa Patihan, Blitar Melalui Exhoust Dan Termometer Digital Otomatis." *Jurnal Akses Pengabdian Indonesia* 1(2):39–48.

Azeem, Imran, Muhammad Adeel, Muhammad Arslan Ahmad, Noman Shakoor, Gama Dingba Jiangcuo, Kamran Azeem, Muhammad Ishfaq, Awais Shakoor, Muhammad Ayaz, Ming Xu, and Yukui Rui. 2021. "Uptake and Accumulation of Nano/Microplastics in Plants: A Critical Review." *Nanomaterials* 11(11):1–22. doi: 10.3390/nano11112935.

Beesigamukama, D., B. Mochoge, N. Korir, K. Menale, B. Muriithi, M. Kidoido, H. Kirscht, G. Diiro, C. J. Ghemoh, S. Sevgan, D. Nakimbugwe, M. W. Musyoka, S. Ekesi, and C. M. Tanga. 2022. "Economic and Ecological Values of Frass Fertiliser from Black Soldier Fly Agro-Industrial Waste Processing." *Journal of Insects as Food and Feed* 8(3):245–54. doi: 10.3920/JIFF2021.0013.

Bulak, Piotr, Kinga Proc, Anna Pytlak, Andrzej Puszka, Barbara Gawdzik, and Andrzej Bieganowski. 2021. "Biodegradation of Different Types of Plastics by Tenebrio Molitor Insect." *Polymers* 13(20). doi: 10.3390/polym13203508.

Cole, Matthew, Pennie Lindeque, Claudia Halsband, and Tamara S. Galloway. 2011. "Microplastics as Contaminants in the Marine Environment: A Review." *Marine Pollution Bulletin* 62(12):2588–97. doi: 10.1016/j.marpolbul.2011.09.025.

Comnea-Stancu, I.R., Wieland, K., Ramer, G., Schwaighofer, A., Lendl, B., 2017. On the identification of rayon/viscose as a major fraction of Microplastics in the marine

environment: discrimination between natural and manmade cellulosic fibers using fourier transform infrared spectroscopy. Appl. Spectrosc. 71 (5), 939–950. https:// doi.org/10.1177/0003702816660725.

De-la-Torre, Gabriel Enrique. 2020. "Microplastics: An Emerging Threat to Food Security and Human Health." *Journal of Food Science and Technology* 57(5):1601–8. doi: 10.1007/s13197-019-04138-1.

Dutton, Kathryn C. 2008. "Volume 6, Issue 1, Fall2008." *Analysis* 6(1).

Fachrul, Melati Ferianita, Astri Rinanti, Afferdo Agustria, and Dini Amalia Naswadi. 2021. "Degradasi Mikroplastik Pada Ekosistim Perairan Oleh Bakteri Kultur." *Jurnal Penelitian Dan Karya Ilmiah* 6(2):304–16.

Fauzi, 2023. "Analisis Parameter Fisik Hasil Biodegradasi Sampah Masker dengan Campuran Sampah Sayur menggunakan Ulat Hongkong (Tenebrio Molitor L.)." Environmental Engineering. dspace.uii.ac.id/123456789/47398

Fisika, Berkala, Choirul Anam, and Laboratorium Fisika Atom. 2007. "Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FTIR." *Berkala Fisika* 10(2):79-85–85.

Frias, João, Elena Pagter, Roisin Nash, and Ian O'connor. 2018. "Standardised Protocol for Monitoring Microplastics in Sediments FRAM Pollution Observatory View Project European Project on OCean Acidification View Project." (July). doi: 10.13140/RG.2.2.36256.89601/1.

Houben, David, Guillaume Daoulas, Michel Pierre Faucon, and Anne Maïmiti Dulaurent. 2020. "Potential Use of Mealworm Frass as a Fertilizer: Impact on Crop Growth and Soil Properties." *Scientific Reports* 10(1):1–10. doi: 10.1038/s41598-020-61765-x.

Husnalia, Nadhifah, Searphin Nugroho, and Fahrizal Adnan. 2023. "Analisis Keterkaitan Kelimpahan Mikroplastik Dengan Sampah Plastik Pada Sungai Mahakam Di Desa Sebulu Modern Kecamatan Sebulu." *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL* 7(2):1–10.

Hwang J, Choi D, Han S, Jung SY, Choi J, Hong J. Potential toxicity of polystyrene microplastic particles. Sci Rep. 2020;10(1):1–12.

Iftekhar, Sazia, Susan Ovbude, and David S. Hage. 2020. *Contaminants in Drinking and Wastewater Sources: Challenges and Reigning Technologies*.

Jemec Kokalj, Anita, Andraž Dolar, Damjana Drobne, Luka Škrlep, Andrijana Sever Škapin, Gregor Marolt, Ana Nagode, and Cornelis A. M. van Gestel. 2022. "Effects of Microplastics from Disposable Medical Masks on Terrestrial Invertebrates." *Journal of Hazardous Materials* 438:129440. doi: 10.1016/j.jhazmat.2022.129440.

Kostamovaara, J., Tenhunen, J., Kogler, ¨ M., Nissinen, I., Nissinen, J., Keranen, ¨ P., 2013. Fluorescence suppression in Raman spectroscopy using a time-gated CMOS SPAD. Opt. Express 21 (25), e31632. https://doi.org/10.1364/OE.21.031632.

L. Sahwan, Firman. 2016. "Pengaruh Penambahan Starter Terhadap Karakteristik Proses Pengomposan Dan Kualitas Kompos Limbah Pabrik Agar." *Jurnal Teknologi Lingkungan* 11(2):247. doi: 10.29122/jtl.v11i2.1209.

Lee, Seung Jin, Min Seok Kang, Young Min Park, and Jae Yol Lim. 2022. "Reliability of Acoustic Measures in Dysphonic Patients With Glottic Insufficiency and Healthy Population: A COVID-19 Perspective." *Journal of Voice* (January). doi: 10.1016/j.jvoice.2022.06.013.

Lestari, Kamelia, Haeruddin Haeruddin, and Oktavianto Eka Jati. 2021. "Karakterisasi Mikroplastik Dari Sedimen Padang Lamun, Pulau Panjang, Jepara, Dengan Ft-Ir Infra Red." *Jurnal Sains &Teknologi Lingkungan* 13(2):135–54. doi: 10.20885/jstl.vol13.iss2.art5.

Li, Jia, Yang Song, and Yongbing Cai. 2020. "Focus Topics on Microplastics in Soil: Analytical Methods, Occurrence, Transport, and Ecological Risks." *Environmental Pollution* 257:113570. doi: https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113570.

Li, Lianzhen, Yongming Luo, Ruijie Li, Qian Zhou, Willie J. G. M. Peijnenburg, Na Yin, Jie Yang, Chen Tu, and Yunchao Zhang. 2020. "Effective Uptake of Submicrometre Plastics by Crop Plants via a Crack-Entry Mode." *Nature Sustainability* 3(11):929–37. doi: 10.1038/s41893-020-0567-9.

Loughlin, Christine, Ana R. Marques Mendes, Liam Morrison, and Audrey Morley. 2021. "The Role of Oceanographic Processes and Sedimentological Settings on the Deposition of Microplastics in Marine Sediment: Icelandic Waters." *Marine Pollution Bulletin* 164(January):111976. doi: 10.1016/j.marpolbul.2021.111976.

Lusher, Amy, FAO Consultant, United Kingdom Plymouth, Peter Hollman, FAO Consultant, The Netherlands Wageningen, And, Jeremy Mendoza-Hill, FAO Consultant, and Spain Madrid. 2017. *Microplastics in Fisheries and Aquaculture*.

Marvelia, Awalita, Sri Darmanti, and Sarjana Parman. 2006. "Produksi Tanaman Jagung Manis (Zea Mays L. Saccharata) Yang Diperlakukan Dengan Kompos Kascing Dengan Dosis Yang Berbeda." *Buletin Anatomi Dan Fisiologi* XIV(2):7–18.

McCormick, Amanda, Timothy J. Hoellein, Sherri A. Mason, Joseph Schluep, and John J. Kelly. 2014. "Microplastic Is an Abundant and Distinct Microbial Habitat in an Urban River." *Environmental Science and Technology* 48(20):11863–71. doi:

10.1021/es503610r.

Nur Faujiah, Isma, Dan Ira Ryski Wahyuni, Kata Kunci, Air Minum Kemasan, and Air Minum Isi Ulang. 2022. "Kelimpahan Dan Karakteristik Mikroplastik Pada Air Minum Serta Potensi Dampaknya Terhadap Kesehatan Manusia." *Gunung Djati Conference Series* 7:89–95.

Nurjanah, P. (2018). Analisis Pengaruh Curah Hujan Terhadap Kualitas Air Parameter Mikrobiologi dan Status Mutu Air di Sungai Code , Yogyakarta The Analysis of Rainfall Impact on Water Quality of Microbiological Parameters and Water Quality Status in Code River , Yogyakarta. Universitas Islam Indonesia, 1(20), 1–14.

Omidoyin, Kehinde Caleb, and Eun Hea Jho. 2023. "Effect of Microplastics on Soil Microbial Community and Microbial Degradation of Microplastics in Soil: A Review." *Environmental Engineering Research* 28(6):0–3. doi: 10.4491/eer.2022.716.

Patrício Silva, Ana L., Joana C. Prata, Tony R. Walker, Armando C. Duarte, Wei Ouyang, Damià Barcelò, and Teresa Rocha-Santos. 2021. "Increased Plastic Pollution Due to COVID-19 Pandemic: Challenges and Recommendations." *Chemical Engineering Journal* 405(August 2020):126683. doi: 10.1016/j.cej.2020.126683.

Polymerdatabase. Polymer Data., 2022, https://www.polymerdatabase.com/polymer%20index/home.html, 2022. (Accessed November 11, 2022).

Putra, Ichsan Luqmana Indra, and Nina Restyaningsih. 2022. "Laju Degradasi Beberapa Jenis Paper Pulp Menggunakan Ulat Hongkong (Tenebrio Molitor L.) Di Laboratorium." *JRST (Jurnal Riset Sains Dan Teknologi)* 5(2):101. doi: 10.30595/jrst.v5i2.10254.

Putra, W. P. .., M. Gunawan, E. .. Kaiin, and S. Said. 2018. "Prosiding Seminar Teknologi Dan Agribisnis Peternakan VI: Pengembangan Sumber Daya Genetik Ternak Lokal Menuju Swasembada Pangan Hewani ASUH, Fakultas Peternakan Universitas Jenderal Soedriman, 7 Juli 2018." *Prosiding Seminar Teknologi Dan Agribisnis Peternakan VI* (7 Juli):327–34.

Renzi, Monia, Cristiana Guerranti, and Andrea Blašković. 2018. "Microplastic Contents from Maricultured and Natural Mussels." *Marine Pollution Bulletin* 131:248–51. doi: 10.1016/j.marpolbul.2018.04.035.

Růžičková, Jana, Helena Raclavská, Michal Šafář, Silvie Kovaľ, Dagmar Juchelková, Marek Kucbel, Barbora Švédová, and Karolina Slamová. 2022. "Fate of Microplastics during Composting and Their Leachability." *Sustainable Chemistry and Pharmacy* 30:100867. doi: https://doi.org/10.1016/j.scp.2022.100867.

S.A., Naidu. 2019. "Preliminary Study and First Evidence of Presence of Microplastics and

Colorants in Green Mussel, Perna Viridis (Linnaeus, 1758), from Southeast Coast of India." *Marine Pollution Bulletin* 140:416–22. doi: https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.01.024.

Safattar. 2023. "Analisis Parameter Fisik Hasil Biodegradasi dan Laju Penguraian Sampah Masker Medis dengan Ulat Hongkong (Tenebrio Molitor L)" Environmental Engineering. dspace.uii.ac.id/123456789/47438

Sandra, Saptian Wisnu, and Arlini Dyah Radityaningrum. 2021. "Kajian Kelimpahan Mikroplastik Di Biota Perairan." *Jurnal Ilmu Lingkungan* 19(3):638–48. doi: 10.14710/jil.19.3.638-648.

Schmidt, Natascha, Delphine Thibault, François Galgani, Andrea Paluselli, and Richard Sempéré. 2018. "Occurrence of Microplastics in Surface Waters of the Gulf of Lion (NW Mediterranean Sea)." *Progress in Oceanography* 163:214–20. doi: https://doi.org/10.1016/j.pocean.2017.11.010.

Seprandita, Cornelia Widya, Jusup Suprijanto, and Ali Ridlo. 2022. "Kelimpahan Mikroplastik Di Perairan Zona Pemukiman, Zona Pariwisata Dan Zona Perlindungan Kepulauan Karimunjawa, Jepara." *Buletin Oseanografi Marina* 11(1):111–22. doi: 10.14710/buloma.v11i1.30189.

Sulistiyanto, B., and C. S. Utama. 2019. "PENGARUH PEMBERIAN POLLARD TEROLAH TERHADAP PERTUMBUHAN TOTAL BAKTERI ASAM LAKTAT DAN JAMUR PADA USUS HALUS AYAM KAMPUNG UMUR 7 MINGGU." *Jurnal Litbang Provinsi Jawa Tengah* 17(2 SE-Artikel). doi: 10.36762/jurnaljateng.v17i2.796.

Sutanhaji, Alexander Tunggul, Bambang Rahadi, and Nazarina Tiftah Firdausi. 2021. "Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air Permukaan Di Sungai Metro, Malang." *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan* 8(2):74–84. doi: 10.21776/ub.jsal.2021.008.02.3.

Syaifudin, Luqman Nur. 2013. "URAKAR I ' A Surat Persetuiuan Artikel Publikasi Llmiah NIPA { IK Studi :" *Skripsi*.

Tagg, Alexander S., Melanie Sapp, Jesse P. Harrison, and Jesús J. Ojeda. 2015. "Identification and Quantification of Microplastics in Wastewater Using Focal Plane Array-Based Reflectance Micro-FT-IR Imaging." *Analytical Chemistry* 87(12):6032–40. doi: 10.1021/acs.analchem.5b00495.

Teuten, Emma L., Jovita M. Saquing, Detlef R. U. Knappe, Morton A. Barlaz, Susanne Jonsson, Annika Björn, Steven J. Rowland, Richard C. Thompson, Tamara S. Galloway,

Rei Yamashita, Daisuke Ochi, Yutaka Watanuki, Charles Moore, Pham Hung Viet, Touch Seang Tana, Maricar Prudente, Ruchaya Boonyatumanond, Mohamad P. Zakaria, Kongsap Akkhavong, Yuko Ogata, Hisashi Hirai, Satoru Iwasa, Kaoruko Mizukawa, Yuki Hagino, Ayako Imamura, Mahua Saha, and Hideshige Takada. 2009. "Transport and Release of Chemicals from Plastics to the Environment and to Wildlife." *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences* 364(1526):2027–45. doi: 10.1098/rstb.2008.0284.

Wang, Limin, Shengxuan Li, Ibrahim M. Ahmad, Guiying Zhang, Yanfeng Sun, Yang Wang, Congnan Sun, Chuan Jiang, Peng Cui, and Dongming Li. 2023. "Global Face Mask Pollution: Threats to the Environment and Wildlife, and Potential Solutions." *Science of the Total Environment* 887(May):164055. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.164055.

Wang, Zheng, Chunjiang An, Xiujuan Chen, Kenneth Lee, Baiyu Zhang, and Qi Feng. 2021. "Disposable Masks Release Microplastics to the Aqueous Environment with Exacerbation by Natural Weathering." *Journal of Hazardous Materials* 417(May):126036. doi: 10.1016/j.jhazmat.2021.126036.

Watteau, Francoise, Marie France Dignac, Adeline Bouchard, Agathe Revallier, and Sabine Houot. 2018. "Microplastic Detection in Soil Amended With Municipal Solid Waste Composts as Revealed by Transmission Electronic Microscopy and Pyrolysis/GC/MS." *Frontiers in Sustainable Food Systems* 2(December). doi: 10.3389/fsufs.2018.00081.

Wilyalodia, Hefty Clarissa. 2023. "Seasonal Variability on Microplastic Polutions In Water and Sediment of Ciliwung River Seasonal Variability on Microplastic Polutions In Water and Sediment of Ciliwung." 6(2). CSID Journal of Infrastructure Development (6) 2: 185-197. *Environmental Engineering*. https://doi.org/10.7454/jid.v6.i2.1118.

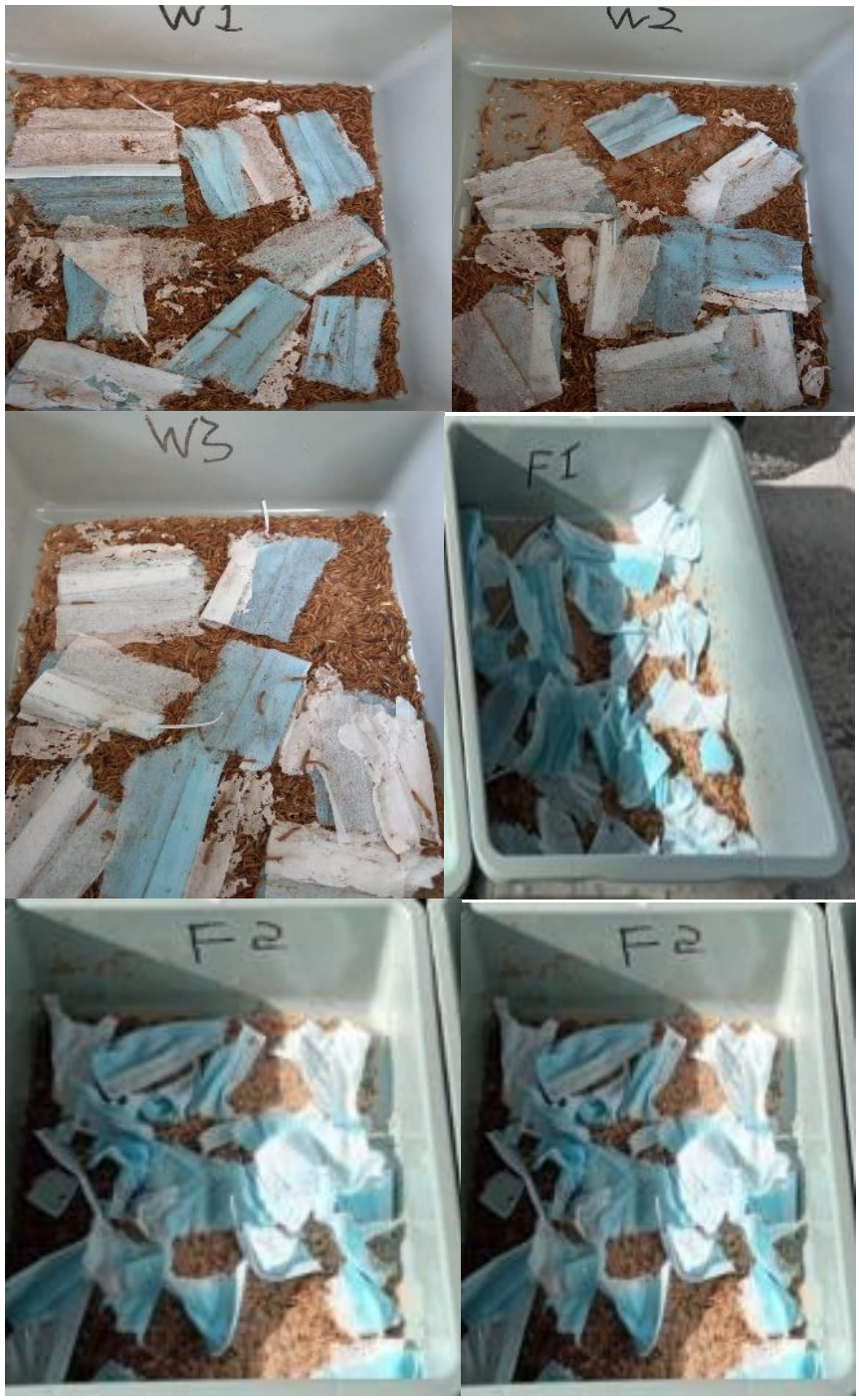
Wirastuti. 2023. "Analisis Hasil Biodegradasi Sampah Masker Medis dengan Ulat Hongkong (Tenebrio molitor L.) Menggunakan Parameter Kimia." *Environmental Engineering*. dspace.uii.ac.id/123456789/45876

Yang, Yu, Jun Yang, Wei Min Wu, Jiao Zhao, Yiling Song, Longcheng Gao, Ruifu Yang, and Lei Jiang. 2015. "Biodegradation and Mineralization of Polystyrene by Plastic-Eating Mealworms: Part 2. Role of Gut Microorganisms." Environmental Science and Technology 49(20):12087–93. doi: 10.1021/acs.est.5b02663.

Zhang, Haoyue, Daniel J. Emerson, Thomas G. Gilgenast, Katelyn R. Titus, Yemin Lan, Peng Huang, Di Zhang, Hongxin Wang, Cheryl A. Keller, Belinda Giardine, C. Ross, Jennifer E. Phillips-cremins, and Gerd A. Blobel. 2020. "HHS Public Access." 576(7785):158–62. doi: 10.1038/s41586-019-1778-y.Chromatin.

LAMPIRAN

1. Sampel Frass Ulat Hongkong dan reaktor




F1 3



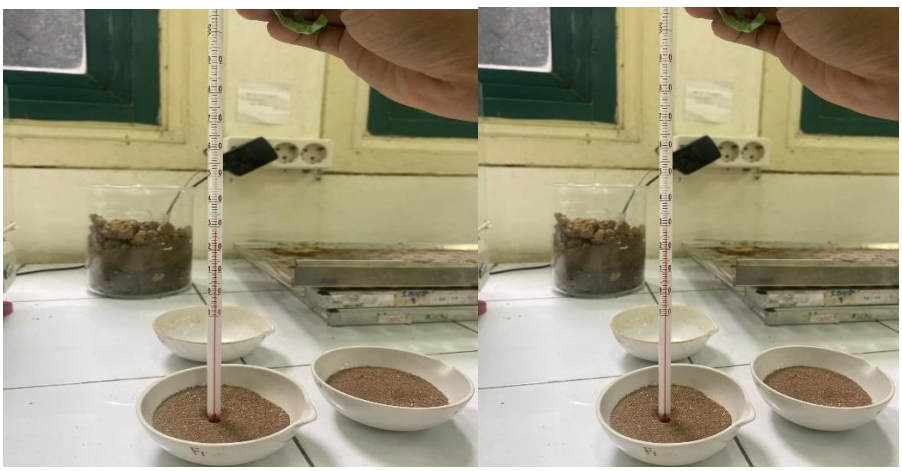

E II


E III



Lampiran 1. Sampel *Frass* Ulat Hongkong dan Reaktor Ulat Hongkong

2. Pengujian parameter fisik
   a. Suhu



Lampiran 2. Pengujian Suhu

b. Pengujian Kadar air





Lampiran 3. Pengujian Kadar Air

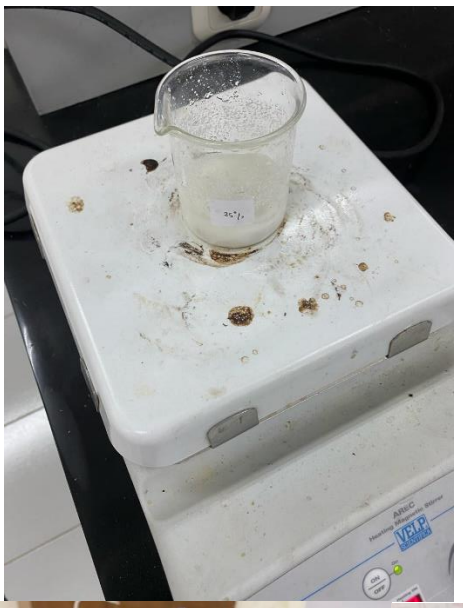
c. Pengujian pH

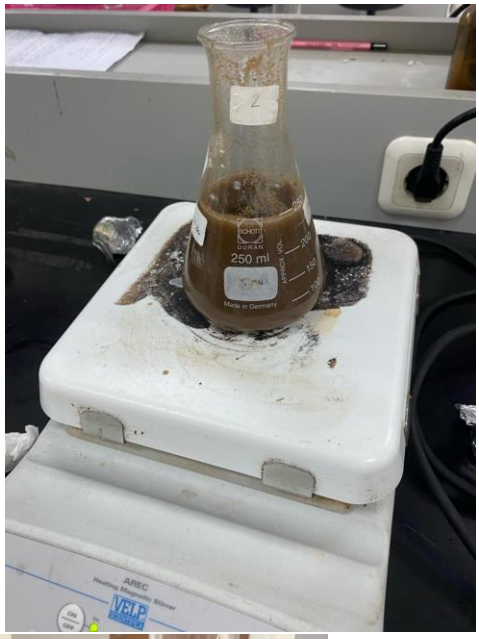


Lampiran 4 Pengujian pH Menggunakan Larutan Aquadest dan KCl

3. Preparasi Sampel Mikroplastik

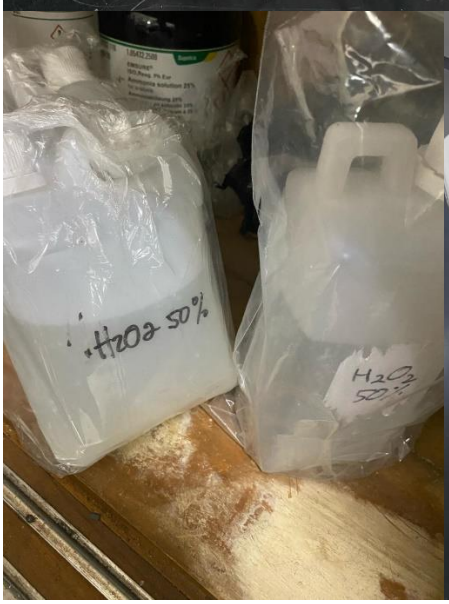


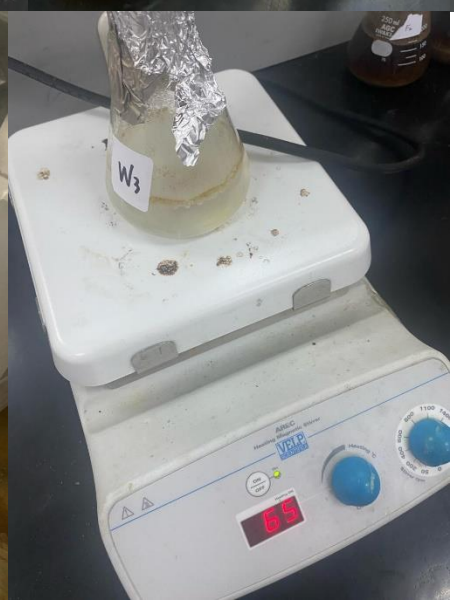


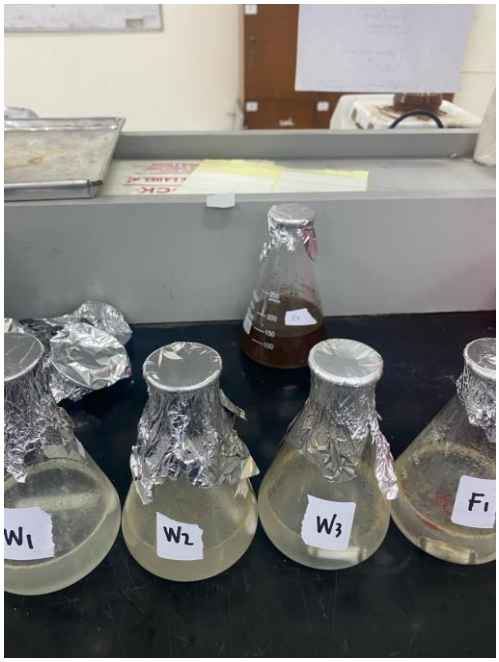

250 ml
Made in Germany
AREC
VELP


250
200
150
100


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10

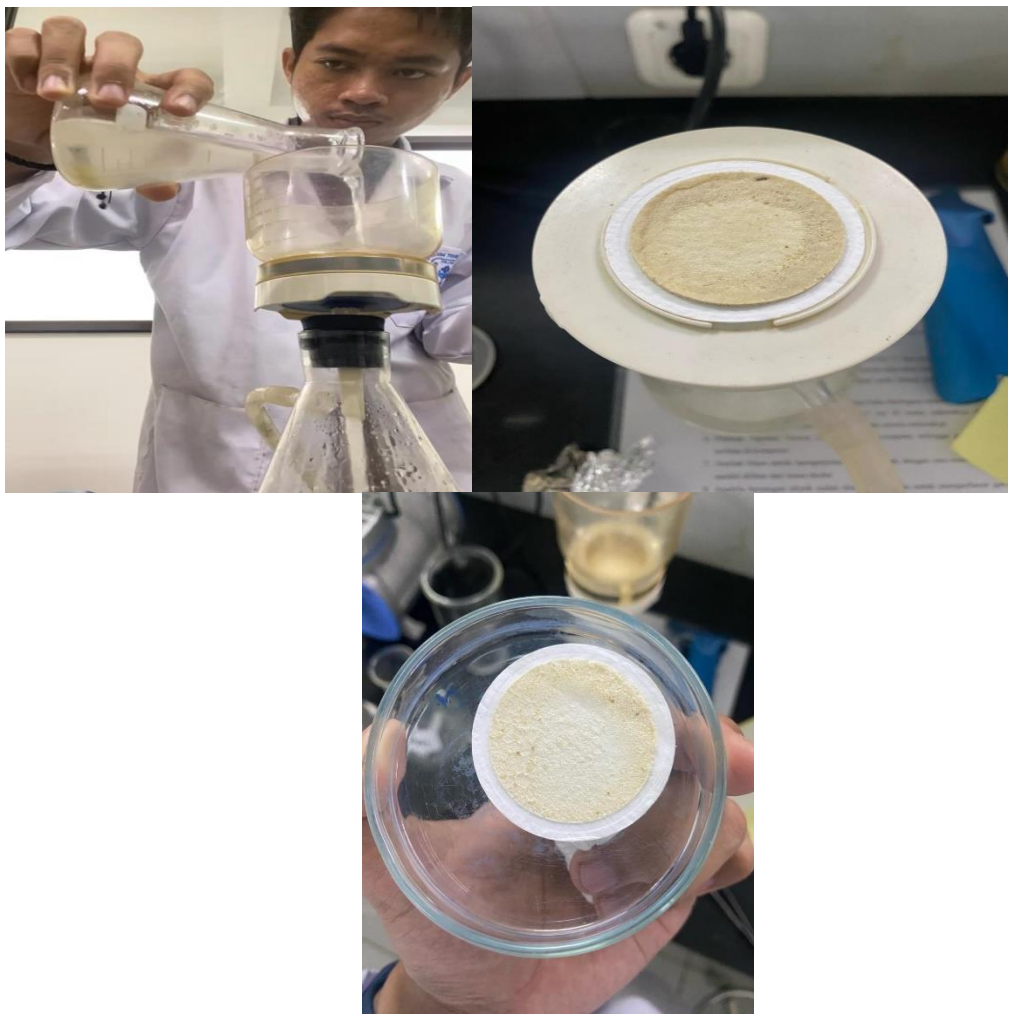

H2O2 50%
H2O2
50%


W3
AREC
VELP
65



Lampiran 5. Proses Preparasi Sampel *Frass* Ulat Hongkong

4. Penyaringan Sampel



Lampiran 6. Penyaringan Sampel

5. Analisis Sampel Menggunakan Mikroskop



Lampiran 7. Analisis Mikroplastik Menggunakan Mikroskop

6. Analisis Sampel Menggunakan Spektrofotometri FT-IR



Lampiran 8 Analisis Polimer Menggunakan Instrumen Spektrofotometri FT-IR

7. Data Pengamatan Mikroplastik Berdasarkan Jenis, Warna, Kelimpahan dan Jumlah

Sampel Mikroplastik						
Kode Sampel	Fragmen	Film	Fiber	Filamment	Pellets	Total
W1	17	32	107	49	0	205
W2	12	51	112	28	0	203
W3	22	56	100	21	0	199
F1	19	72	101	31	1	224
F2	17	72	106	23	0	218
F3	7	78	118	10	0	213
E1	40	212	268	44	7	571
E2	40	242	265	41	2	590
E3	40	245	312	30	6	633
C1 (Kontrol)	444	339	95	85	30	993

Lampiran 9 Data Mikroplastik Berdasarkan Jenis

Kode Sampel	Jumlah MPs pada sampel (Partikel)	Berat Sampel (gr)	Kelimpahan MPs (Partikel/gr)
W1	205	10	20,5
W2	203		20,3
W3	199		19,9
F1	224	10	22,4
F2	218		21,8
F3	213		21,3
E1	571	2	285,5
E2	590		295
E3	633		316,5
C1 (Kontrol)	993	10	99,3

Lampiran 10 Data Mikroplastik Berdasarkan Kelimpahan

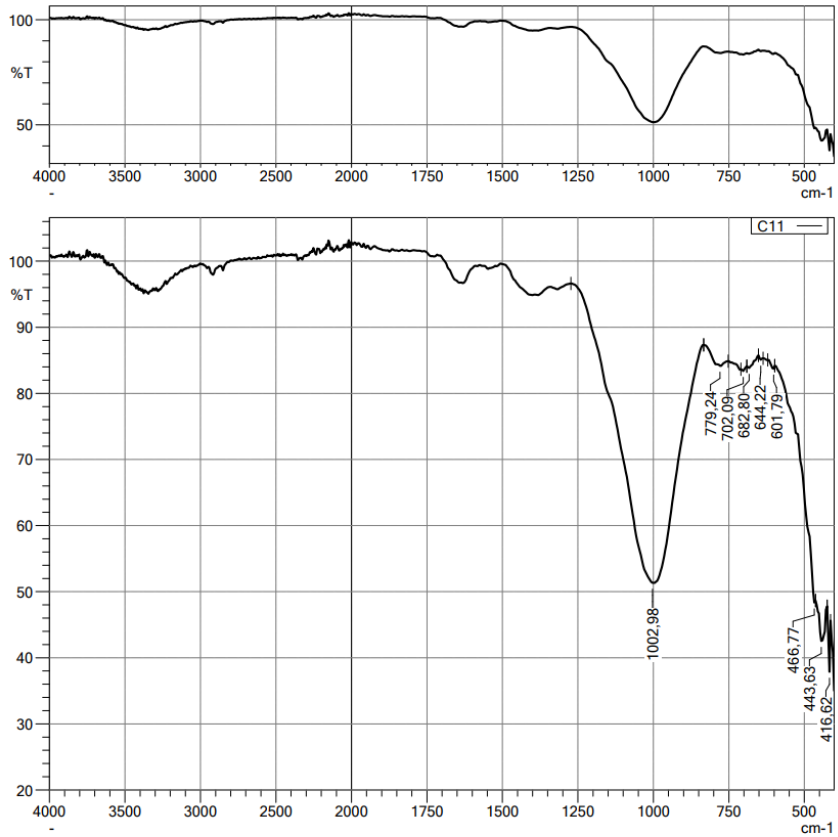
No	Kode Sampel	Total Jumlah Mikroplastik
1	W1	205
2	W2	203
3	W3	199
4	F1	224
5	F2	218
6	F3	213
7	E1	571
8	E2	590
9	E3	633
10	C1 (Kontrol)	993
	Jumlah	4049

Lampiran 11 Data Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Kode Sampel	Merah	Kuning	Ungu	Biru	Hitam	Hijau	Transparan	Total
W1	4	0	0	7	91	40	63	205
W2	0	0	0	10	86	44	63	203
W3	1	0	0	10	91	56	41	199
F1	2	0	0	8	106	58	50	224
F2	2	0	0	11	115	44	46	218
F3	0	0	0	33	85	66	29	213
E1	2	1	0	315	110	24	119	571
E2	1	0	0	371	65	59	94	590
E3	0	0	0	198	114	137	184	633
C1 (Kontrol)	124	0	78	17	497	20	260	996

Lampiran 12. Data Mikroplastik Berdasarkan Warna

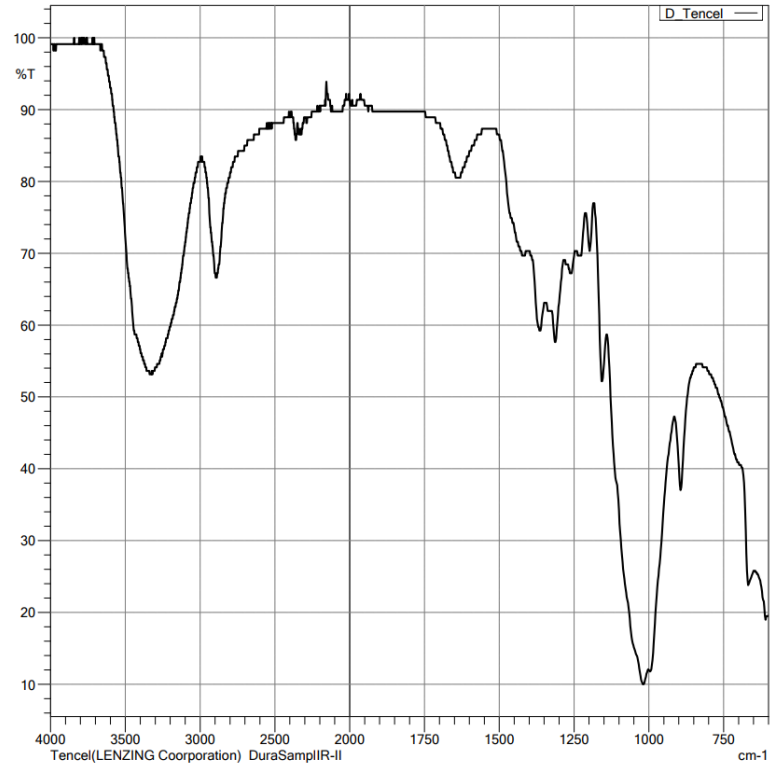
8. Hasil Analisis Menggunakan Spektrofotometri FT-IR



Lampiran 13 Hasil Grafik Polimer yang Terbaca

	Score	Library	Name	Comment
1	804	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
2	800	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
3	800	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
4	788	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
5	779	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
6	776	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
7	774	6 - T-Inorganic2	Glass2	Glass Transmission
8	771	4 - ATR-Organic2	D_Starch	Soluble Starch DuraSamplIR
9	766	29 - T-Inorganic2	T_Na6Al6Si6O24S4	Na6Al6Si6O24S4, Transmission(Microscope), Pig No. B-29, Ultramarine, CAS No. 57455-37-5
10	765	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
11	753	11 - T-Inorganic2	Na3PO4	Na3PO4 12H2O Transmission
12	751	4 - T-Organic2	Starch	Soluble Starch Transmission
13	750	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II
14	747	11 - ATR-Inorganic2	D_Na3PO4	Na3PO4 12H2O DuraSamplIR
15	746	5 - T-Inorganic2	Glass1	Glass Transmission
16	741	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
17	736	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
18	734	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
19	732	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
20	730	3 - T-Inorganic2	TALC	TALC/3Mg4SiO2H2O Transmissio
21	728	34 - ATR-Inorganic2	D_Na6Al6Si6O24S4	Na6Al6Si6O24S4, DuraSamplIR, Pig No. B-29, Ultramarine, CAS No. 57455-37-5
22	725	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
23	724	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
24	720	4 - ATR-Inorganic2	D_KAOLIN	KAOLIN/Al2Si2O5(OH)4 DuraSamplIR
25	717	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSamplIR-II
26	716	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
27	711	28 - ATR-Inorganic2	D_KAOLIN2	KAOLIN(with Polyethylene, Chlorinated/Chlorine content 36%) DuraSamplIR-II
28	705	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
29	703	24 - ATR-Inorganic2	D_ZnSO4	ZincSulfate/ZnSO4 7H2O DuraSamplIR
30	698	23 - ATR-Inorganic2	D_CuSO4	CupricSulfate/CuSO4 5H2O DuraSamplIR

Lampiran 14 Hasil Grafik Polimer yang Terbaca



Lampiran 15 Hasil Grafik Polimer dengan Skor Tertinggi

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area	Comment
1	416,62	24,47	16,11	428,20	401,19	1777,139	166,784	
2	432,05	38,09	2,79	439,77	428,20	705,126	15,199	
3	447,49	35,27	4,95	655,80	439,77	8591,425	-600,892	
4	775,38	83,44	0,39	829,39	771,53	872,097	16,767	
5	1006,84	48,31	2,66	1018,41	829,39	5660,561	-440,705	
6	1631,78	88,61	7,47	1716,65	1573,91	1048,797	541,538	
7	3286,70	88,19	0,29	3290,56	3248,13	479,763	14,004	
8	3305,99	88,07	0,33	3313,71	3290,56	272,730	3,981	
9	3363,86	88,05	0,41	3383,14	3352,28	361,129	7,648	
10	3390,86	88,64	0,34	3398,57	3383,14	172,330	2,270	
11	3425,58	89,76	0,43	3433,29	3417,86	154,655	3,254	

Lampiran 16 Hasil Peak Table dari Polimer yang Terbaca

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Berita Acara
Seminar Proposal / Hasil Tugas Akhir

Periode : II
Hari, Tanggal : Jum'at, 1 Maret 2024
Nama/NIM Mhs : Arif Rahmansyah / 20513254
Judul Proposal : Identifikasi Kandungan Mikroplastik pada Feses ular tlongkong. (Terebrid Molitorl)

Berdasarkan penilain Dosen Pembimbing dan Pengarah, maka Proposal/ Hasil Tugas Akhir Mahasiswa tersebut diatas: ditolak/diterima/diterima* dengan syarat dan revisi:

Dosen 1: Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

1. Penjelasan mengenai faktor pada mikroplastik, perombakan referensi rumus kesimpulan

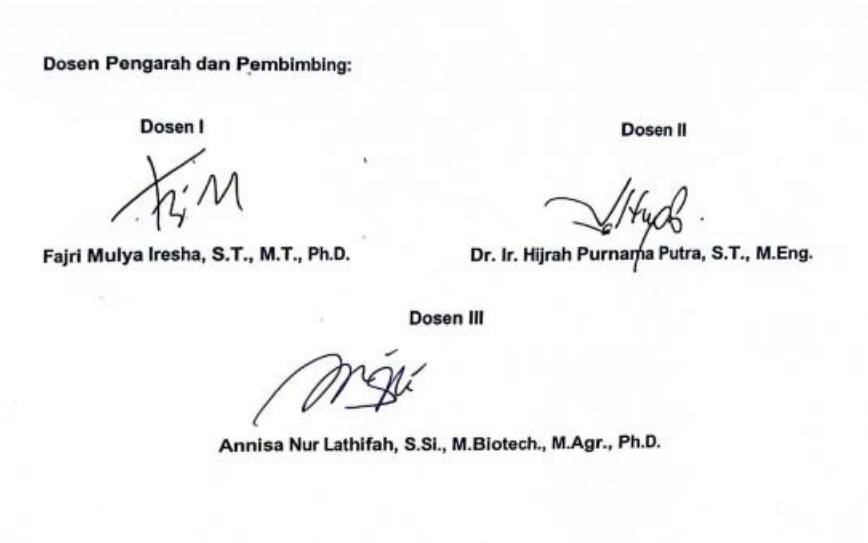
Dosen 2: Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng

1. Format dan isi laporan lebih diperhatikan
2. apa hubungan parameter fisik dengan mikroplastik
3. Dibuat alur penelitian sebelumnya dan dilanjutkan pada penelitian ini
4. kesimpulan dalam bentuk poin
5. penjelasan terkait pengaruh faktor pada mikroplastik
6.

Dosen 3: Annisa Nur Laihifah, S.Si., M Biotech, M Agr., Ph.D.

1. Sistematika penulisan Abstrak pada laporan
2. penyajian data disajikan tabel rerata dan ditambahkan Standar deviasi
3. ditambahkan referensi perhitungan kelimpahan mikroplastik
4. Ditambah pemaparan perbedaan sampel pada metode
5. tanah kontrol ditambahkan sampel tanah kompos
6.

Lampiran 17 Berita Acara Seminar Hasil


Dosen Pengarah dan Pembimbing:

Dosen I

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Dosen II

Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.

Dosen III

Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D.

Lampiran 18 Lembar Pengesahan Seminar Hasil

Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan
Universitas Islam Indonesia

Daftar Hadir Mahasiswa
Seminar Proposal / Hasil/ Tugas Akhir/ KP

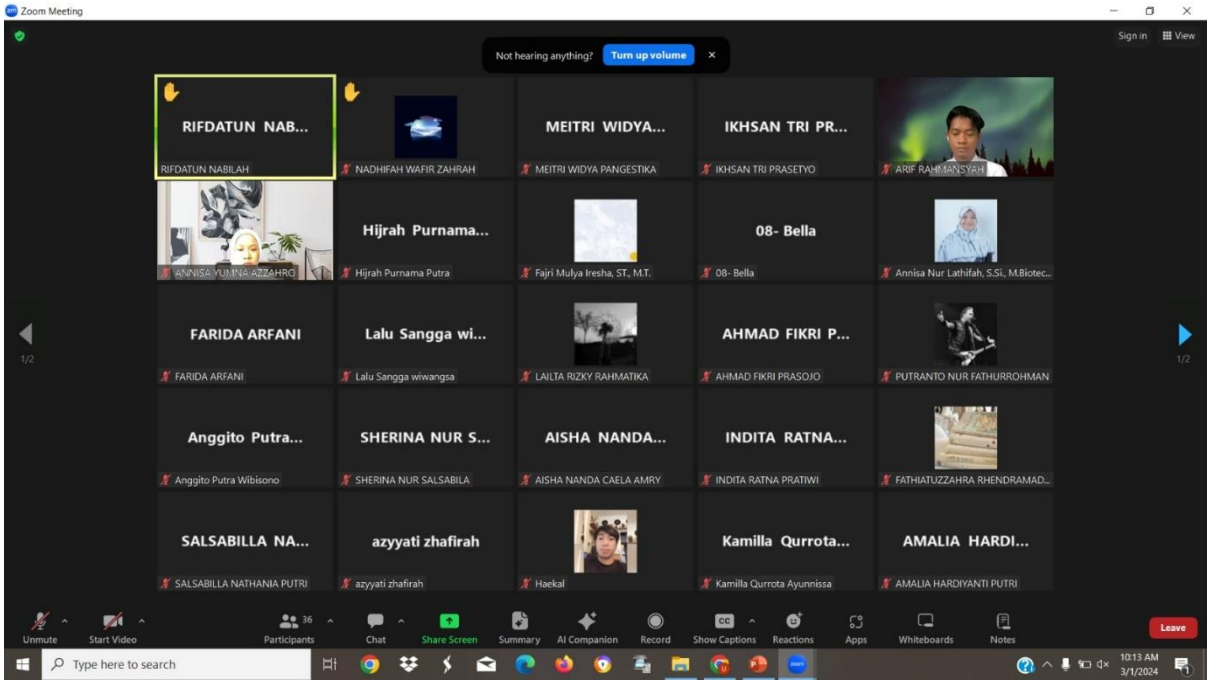
Periode : II
Hari, Tanggal : Jum'at, 1 Maret 2024
Nama/NIM Mhs : Arif Rahmansyah/20513254
Judul Proposal : IDENTIFIKASI KANDUNGAN MIKROPLASTIK PADA FRASS ULAT HONGKONG (Tenebrio molitor L).

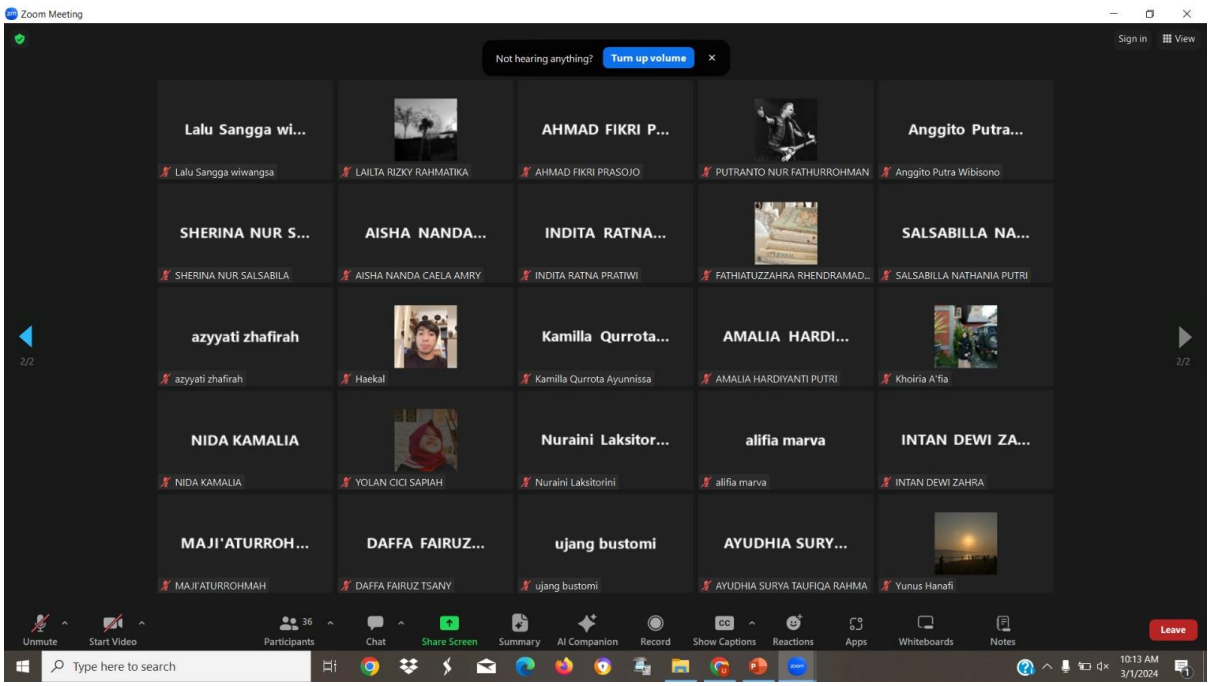
No.	Nama	NIM
1	Anggito Putra Wibisono	20513085
2	Indita Ratna Pratiwi	21513174
3	Yolan cici sapiah	20513100
4	Rahmatia Due	20513084
5	Lailta Rizky Rahmatika	20513068
6	Putranto Nur Fathurrohman	20311555
7	Khoiria Afia	20513190
8	Nadhifah Wafir Zahrah	20513076
9	AHMAD FIKRI PRASOJO	20513092
10	Sherina Nur Salsabila	20613054
11	Kamilla Qurrota Ayunnissa	20513051
12	Ikhsan Tri Prasetyo	20513128
13	Lalu Sangga Wiwangsa	20513088
14	Farida Arfani	20513227
15	AISHA NANDA CAELA AMRY	20613028
16	Haekal Dawaniq	18423183
17	Fathiatuzzahra Rhendramadany	20423161
18	Puspita Kumala	20513216
19	Maharani Fitrah Sawala	20513224
20	Nida Kamalia	20513257

Dosen Pengarah

Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.

Lampiran 19 Daftar Hadir Audience Seminar Hasil





Lampiran 20 Bukti Screenshoot Zoom Seminar Hasil

RIWAYAT HIDUP

Arif Rahmansyah dengan nama panggilan Arif lahir di Prabumulih, 10 Juli 2002. Penulis ialah anak kedua dari dua bersaudara yang memiliki orang tua bernama Bapak Mulyono dan Ibu Suharyati. Penulis menempuh pendidikan Sekolah Dasar di SD Negeri 4 Talang Ubi (2009-2014), SMP Negeri 1 Talang Ubi (2014-2017), SMA Negeri 1 Talang Ubi (2017-2020) dan melanjutkan jenjang Strata-1 di Universitas Islam Indonesia pada jurusan Teknik Lingkungan (2020-2024).

Selama menjadi mahasiswa, penulis mengikuti beberapa kegiatan Kepanitiaan, keorganisasian hingga menjadi asisten laboratorium selama perkuliahan. Mengikuti organisasi Himpunan Mahasiswa Teknik Lingkungan (HMTL) menjadi staff Pengembangan Sumber Daya Mahasiswa (PSDM) menjadi ketua penanggung jawab Latihan Dasar Kepemimpinan (LDK) untuk angkatan 2021 (2021-2022), Selanjutnya melanjutkan organisasi menjadi Ketua Komisi 3 Dewan Perwakilan Mahasiswa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia (DPM FTSP UII) (2022-2023). Pada Semester enam penulis melakukan kerja praktik yang bertempat pada Perusahaan Air Minum Daerah (PDAM) Tirtamarta Kota Yogyakarta (2022). Pada semester tujuh penulis menjadi asisten laboratorium Praktikum Teknik Lingkungan 2 dan Toksikologi Lingkungan (2023) dan pada semester delapan menjadi asisten laboratorium Praktikum Kimia Lingkungan (2024).