TA/TL/2024/1880

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA PRODUK KOMPOS TPS 3R DI KABUPATEN KULON PROGO, D.I. YOGYAKARTA

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

IKHSAN TRI PRASETYO

20513128

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

2024

TUGAS AKHIR

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA PRODUK KOMPOS TPS 3R DI KABUPATEN KULON PROGO, D. I. YOGYAKARTA

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

Disusun Oleh :

IKHSAN TRI PRASETYO

20513128

Disetujui,

Pembimbing 1	Pembimbing 2
Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng.	**Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D.**
NIK. 095130404	**NIK. 155130507**
Tanggal: 21/10 2024.	Tanggal: 21/10 2024

Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc.(Res.Eng)., Ph.D.Na
NIK. 045130401
Tanggal: 23/10 2024

HALAMAN PENGESAHAN

IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA PRODUK KOMPOS TPS 3R DI KABUPATEN KULON PROGO, D. I. YOGYAKARTA

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Selasa

Tanggal : 22 Oktober 2024

Disusun Oleh :

IKHSAN TRI PRASETYO

20513128

Tim Penguji :

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

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

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T. ( )

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah doajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar Pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggung jawab Universitas Islam Indonesia.

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, 27 Agustus 2024

Yang membuat pernyataan,

Ikhsan Tri Prasetyo

NIM : 20513128

PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh,

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "**Identifikasi Mikroplastik Pada Produk Kompos TPS 3R Di Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta**". Laporan ini disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknik Lingkungan di Universitas Islam Indonesia.

Dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, penulis menghadapi berbagai tantangan. Namun, berkat bimbingan dan dukungan dari berbagai pihak, baik secara moral maupun spiritual, penulis berhasil mengatasinya dengan baik. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT. yang telah memberikan segala kenikmatan yang tidak bisa dihitung dan dijabarkan, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Keluarga penulis yang selalu memberikan dukungan, doa, semangat, dan kepercayaan kepada penulis untuk menyelesaikan penelitian ini khususnya kedua orang tua.
3. Bapak Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. dan Bapak Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D. selaku Dosen Pembimbing I dan II Tugas Akhir yang telah memberikan ilmu, masukan, serta bimbingan selama berjalannya tugas akhir ini.
4. Seluruh *crew* dan sahabat "Mending Tobat" yang selalu memberikan dorongan serta semangat.
5. Teman-teman kelompok penelitian tentang mikroplastik, terutama dengan media kompos.
6. Seluruh dosen, staf, laboran dan Keluarga Besar Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.

yang telah memberikan pengajaran dan ilmu yang bermanfaat selama masa perkuliahan yang dapat menjadi panduan selama proses pengerjaan tugas akhir .

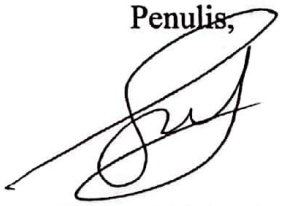
7. Teman-teman Angkatan 2020 Program Studi Teknik Lingkungan.
8. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih memiliki kekurangan yang disebabkan oleh keterbatasan pengetahuan dan kemungkinan adanya kesalahan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun, baik untuk penulis maupun laporan ini. Semoga laporan tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Billahi taufiq wal hidayah,
Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 27 Agustus 2024

Penulis,



Ikhsan Tri Prasetyo

NIM : 20513128

ABSTRAK

IKHSAN TRI PRASETYO. Identifikasi Mikroplastik Pada Produk Kompos TPS 3R Di Kabupaten Kulon Progo, D.I. Yogyakarta. Dibimbing oleh Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. dan Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D

Tempat Pengelolaan Sampah *Reuse-Reduce-Recycle* (TPS 3R) mengelola sampah organik melalui proses pengomposan. Keberadaan mikroplastik dalam kompos dapat menurunkan kualitasnya dan menyebabkan pencemaran lingkungan. Mikroplastik dalam kompos ini terbentuk dari degradasi plastik akibat paparan sinar ultraviolet, panas, aktivitas mikroorganisme, serta oksidasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas pengomposan, jumlah, kelimpahan, warna, dan bentuk mikroplastik pada TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo serta menganalisis kandungan polimer dari mikroplastik tersebut. Terdapat 3 lokasi TPS 3R serta kompos kontrol yaitu kompos humus daun bambu dari Fagrow. Pada identifikasi aktivitas pengomposan terdapat pengolahan secara manual dan mesin, metode pengomposan dilakukan secara aerobik, serta terdapat hasil akhir produk yang dikemas. Setiap aktivitas pengomposan diidentifikasi untuk melihat sumber masuknya mikroplastik yang mempengaruhi karakteristik hasil akhir produk kompos. Metode pengujian yang digunakan mengacu pada metode *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) yang sudah dimodifikasi. Identifikasi jumlah, bentuk dan warna mikroplastik dilakukan dengan menggunakan instrumen mikroskop. Hasil identifikasi ditemukan 5 bentuk mikroplastik, yaitu *Fragment*, *Film*, *Fiber*, *Foam*, dan *Pellet* yang paling banyak ditemukan ialah jenis *Fragment* dan *Film* dengan jumlah 4.804 partikel dan 2.166 partikel. Warna yang ditemukan memiliki 8 variasi warna, yaitu coklat, merah, kuning, ungu, biru, hitam, hijau dan transparan. Warna mikroplastik paling dominan adalah warna hitam dengan 3.526 partikel. Didapatkan hasil kelimpahan mikroplastik pada sampel kompos tertinggi ialah sampel kompos kontrol sebanyak 787,2 partikel/gram. Berdasarkan analisis data, jumlah mikroplastik dari semua sampel setiap TPS 3R masih berada di bawah sampel kompos kontrol. Pada analisis yang dilakukan untuk jenis polimer mikroplastik menggunakan instrumen Spektrofotometri FT-IR. Pada penelitian ini hasil penggunaan FT-IR didapatkan jenis polimer yaitu *Polypropylene* (PP), *Polycarbonate* (PC), *Polytetrafluorethylene* (PTFE), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE).

Kata Kunci : Kompos, Karakteristik, Mikroplastik, Mikroskop, Spektrofotometri FT-IR.

ABSTRACT

IKHSAN TRI PRASETYO. *Identification of Microplastics in Compost Products from TPS 3R in Kulon Progo Regency, D. I. Yogyakarta*. *Supervised by* Dr. Ir. Hijrah Purnama Putra, S.T., M.Eng. *and* Fajri Mulya Iresha, S.T., M.T., Ph.D

Waste Management Center Reduce-Reuse-Recycle (TPS 3R) manages organic waste through the composting process. The presence of microplastics in compost can reduce its quality and cause environmental pollution. Microplastics in compost are formed from the degradation of plastic due to exposure to ultraviolet light, heat, microbial activity, and oxidation. This study aims to examine the composting activities, quantity, abundance, color, and shape of microplastics at TPS 3R in Kulon Progo Regency and to analyze the polymer content of these microplastics. There are 3 TPS 3R locations and a control compost, namely bamboo leaf humus compost from Fagrow. In the identification of composting activities, both manual and machine processing were found, the composting method used was aerobic, and the final product was packaged. Each composting activity was identified to determine the sources of microplastic entry that influence the characteristics of final compost product. The testing method used was based on the modified National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA) method. The identification of microplastic quantity, shape and color was carried out using a microscope. The identification results revealed 5 microplastic shapes: fragment, film, fiber, foam, and pellet, with fragments and films being the most abundant, with 4,804 particles and 2,166 particles, respectively. Eight color variations were found: brown, red, yellow, purple, blue, black, green, and transparent. The most dominant microplastic color was black, with 3,526 particles. The highest abundance of microplastics in the compost samples was in the control compost sample, with 787.2 particles per gram. Based on data analysis, the number of microplastics in all TPS 3R samples was still lower than that in the control compost sample..The analysis of the microplastic polymer types was conducted using FT-IR spectrophotometry, revealing that the polymers were Polypropylene (PP), Polycarbonate (PC), Polytetrafluorethylene (PTFE), High Density Polyethylene (HDPE), and Low Density Polyethylene (LDPE).

Keywords *: Compost, Characteristics, Microplastics, Microscope, FT-IR Spectrophotometry.*

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN i
LEMBAR PERNYATAAN ii
PENGANTAR iii
ABSTRAK v
ABSTRACT vi
DAFTAR ISI vii
DAFTAR GAMBAR x
DAFTAR TABEL xii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 4
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Ruang Lingkup 4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA 4
2.1 TPS 3R 4
2.2 Kompos 4
2.2.1 Kompos 4
2.2.2 Pengomposan 5
2.2.3 Tahapan Pengomposan 6
2.2.3.1 Pemilahan dan Pencacahan Sampah 6

2.2.3.2 Proses Pengomposan 6
2.2.3.3 Pengayakan dan Pengepakan 8
2.3 Mikroplastik 9
2.3 Mikroplastik Pada Kompos 11
2.4 Dampak dan Bahaya Mikroplastik 12
2.5 Mikroskop dan Spektrofotometri FT-IR 13
2.6 Penelitian Terdahulu 15
BAB III METODE PENELITIAN 18
3.1 Tahapan Penelitian 18
3.2 Waktu dan Lokasi 19
3.3 Variabel Penelitian 20
3.4 Alat dan Bahan 20
3.4.1 Alat 21
3.4.2 Bahan 21
3.5 Sampel Produk Kompos 21
3.6 Pengumpulan dan Pengambilan Data 22
3.7 Metode Pengujian Sampel 23
3.7.1 Preparasi Sampel 23
3.7.2 Analisis Sampel 29
3.8 Analisis Data 31
3.8.1 Analisis Data Pengamatan Mikroskop 31
3.8.2 Analisis Data Pengamatan Spektrofotometri FT-IR 32
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 33
4.1 Deskripsi Aktivitas Pembuatan Kompos pada TPS 3R di Kab. Kulon Progo 33

4.1.1 Deskripsi Sampel 33
4.1.1.1 Proses Pemilahan Sampah..... 34
4.1.1.2 Proses Pencacahan Sampah..... 36
4.1.1.3 Proses Pengomposan Sampah 37
4.1.1.4 Proses Pengayakan Kompos 39
4.1.1.5 Proses Pengemasan Produk Kompos 40
4.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Bentuk, dan Warna 42
4.2.1 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah..... 42
4.2.1.1 Kelimpahan Mikroplastik..... 46
4.2.2 Mikroplastik Berdasarkan Bentuk..... 48
4.2.3 Mikroplastik Berdasarkan Warna 57
4.3 Identifikasi Mikroplastik dengan FTIR..... 65
4.3.1 Identifikasi Mikroplastik dengan FT-IR 66
4.3.2 Identifikasi Makroplastik dengan FT-IR..... 69
4.4 Hubungan Aktivitas Pembuatan Kompos Dengan Karakteristik Mikroplastik Yang Dihasilkan 72
4.4.1 TPS 3R Migunani (Sampel M) 72
4.4.2 TPS 3R Sampoerna Asih (Sampel SA)..... 74
4.4.3 TPS 3R Agung Gumilang (Sampel AG)..... 75
4.4.4 Kompos Kontrol Dari Fagrow (Sampel C) 77
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN..... 83
4.1 Kesimpulan 83
4.2 Saran..... 84
DAFTAR PUSTAKA 86
LAMPIRAN..... 95

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Mikroskop 14
Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian 18
Gambar 3. 2 Proses Pengambilan Sampel Produk Kompos 23
Gambar 3. 3 Persiapan Proses Pengeringan Sampel 24
Gambar 3. 4 Proses Pengayakan Sampel Tanah 25
Gambar 3. 5 Proses Penimbangan 10 gram Sampel 25
Gambar 3. 6 Proses Pemisahan Densitas 26
Gambar 3. 7 Proses Memasukkan Sampel ke Tabung Reaksi 27
Gambar 3. 8 Proses Centrifuge Pada Sampel 27
Gambar 3. 9 Proses WPO Pada Sampel 28
Gambar 3. 10 Proses Penyaringan Dengan Bantuan *Vacuum* 29
Gambar 3. 11 Analisis Sampel Menggunakan Mikroskop 30
Gambar 3. 12 Analisis Sampel Menggunakan FTIR 31
Gambar 4. 1 Grafik Jumlah Partikel Mikroplastik 8 Sampel 43
Gambar 4. 2 Jumlah Partikel Mikroplastik Rerata Duplo 45
Gambar 4. 3 Kelimpahan Mikroplastik dari Data Rerata Duplo 47
Gambar 4. 4 Mikroplastik Bentuk *Fragment* 49
Gambar 4. 5 Mikroplastik Bentuk *Film* 50
Gambar 4. 6 Mikroplastik Bentuk *Fiber* 50
Gambar 4. 7 Mikroplastik Bentuk *Foam* 51
Gambar 4. 8 Mikroplastik Bentuk *Pellet* 52
Gambar 4. 9 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk 53
Gambar 4. 10 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dari Rerata Duplo 54
Gambar 4. 11 Grafik Persentase Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dari Rerata Duplo 55
Gambar 4. 12 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna 58
Gambar 4. 13 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna Rerata Duplo 59
Gambar 4. 14 Grafik Persentase Mikroplastik Berdasarkan Warna dari Rerata Duplo 61

Gambar 4. 15 Contoh grafik hasil pengujian FTIR sampel TC1 66
Gambar 4. 16 Contoh grafik hasil pengujian FT-IR pada sampel C 70

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Klasifikasi Bentuk Mikroplastik 10
Tabel 2. 2 Jenis Polimer dan Densitas Pembentuk Plastik..... 10
Tabel 2. 3 Dugaan Jenis Polimer Berdasarkan Panjang Gelombang FT-IR 15
Tabel 2. 4 Penelitian Sebelumnya Mengenai Mikroplastik Pada Kompos 16
Tabel 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Kompos Di TPS 3R.....19
Tabel 3. 2 Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian 21
Tabel 3. 3 Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian..... 21
Tabel 3. 4 Kode Sampel Produk Kompos 22
Tabel 4. 1 Deskripsi Sampel Kompos.....42
Tabel 4. 2 Jumlah Partikel Mikroplastik Pada 8 Sampel..... 43
Tabel 4. 3 Jumlah Mikroplastik dari Rerata Duplo 45
Tabel 4. 4 Kelimpahan Mikroplastik dari Rerata Duplo 46
Tabel 4. 5 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk 52
Tabel 4. 6 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dari Rerata Duplo..... 54
Tabel 4. 7 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dari Rerata Duplo 55
Tabel 4. 8 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna 57
Tabel 4. 9 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna dari Rerata Duplo 59
Tabel 4. 10 Jumlah Persentase Mikroplastik Berdasarkan Warna dari Rerata Duplo 60
Tabel 4. 11 Ukuran Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dan Warna Mikroplastik 63
Tabel 4. 12 Hasil Analisis Spektrofotometri FT-IR pada setiap sampel kompos 67
Tabel 4. 13 Penjelasan setiap jenis polimer teridentifikasi 68
Tabel 4. 14 Hasil Analisis Pendugaan Jenis Polimer 70
Tabel 4. 15 Perbandingan Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada TPS 3R Migunani 73
Tabel 4. 16 Perbandingan Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada TPS 3R Sampoerna Asih 75
Tabel 4. 17 Perbandingan Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada TPS 3R Agung Gumilang..... 77

Tabel 4. 18 Perbandingan Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada Kompos Humus Daun Bambu dari Fagrow 78
Tabel 4. 19 Rekapitulasi Hasil Aktivitas Pembuatan Kompos di TPS 3R Dengan Karakteristik Mikroplastik Setiap Sampel 78

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. 1 Kondisi Eksisting di TPS 3R Migunani..... 95
Lampiran 1. 2 Kondisi Eksisting di TPS 3R Agung Gumilang 95
Lampiran 1. 3 Kondisi Eksisting di TPS 3R Sampoerna Asih..... 96
Lampiran 1. 4 Kondisi Sampel Kompos Kontrol dari Fagrow 96
Lampiran 2. 1 Grafik Sampel M.....97
Lampiran 2. 2 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel M 98
Lampiran 2. 3 Grafik Sampel SA..... 99
Lampiran 2. 4 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel SA 100
Lampiran 2. 5 Grafik Sampel AG 101
Lampiran 2. 6 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel AG..... 102
Lampiran 2. 7 Grafik Sampel C 103
Lampiran 2. 8 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel C..... 104
Lampiran 2. 9 Grafik Sampel A1 105
Lampiran 2. 10 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel A1..... 105
Lampiran 2. 11 Grafik Sampel A2 106
Lampiran 2. 12 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel A2..... 106
Lampiran 2. 13 Grafik Sampel A3 107
Lampiran 2. 14 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel A3..... 107
Lampiran 2. 15 Grafik Sampel B1 108
Lampiran 2. 16 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel B1..... 108
Lampiran 2. 17 Grafik Sampel B2 109
Lampiran 2. 18 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel B2..... 109
Lampiran 2. 19 Grafik Sampel B3 110
Lampiran 2. 20 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel B3..... 110
Lampiran 2. 21 Grafik Sampel TC1..... 111
Lampiran 2. 22 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel TC1 111
Lampiran 2. 23 Grafik Sampel TC2..... 112
Lampiran 2. 24 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel TC2 112

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Plastik merupakan salah satu bahan yang sering digunakan dan mudah ditemukan saat ini. Peningkatan penggunaan plastik ini terjadi karena plastik memiliki keunggulan sebagai bahan yang ringan, praktis, ekonomis, dan mampu menggantikan peran dari benda-benda lainnya (Fitri dan Ferza, 2020). Jumlah rata-rata sampah plastik di Indonesia mengalami peningkatan menjadi 10,36 juta ton/tahun ditahun 2020 (Yusari dan Purwohandoyo, 2020). Kehadiran plastik berperan signifikan dalam menyebabkan dampak negatif terhadap lingkungan karena rendahnya tingkat kemampuan degradasi plastik yang diperkirakan memakan waktu ratusan hingga ribuan tahun (Farin, 2021). Dalam proses penguraian tersebut akan menjadi masalah baru apabila plastik tersebut menjadi ukuran yang lebih kecil atau mikroskopis yang disebut juga mikroplastik.

Mikroplastik memiliki karakteristik tersendiri, seperti bermacam bentuk, beragam ukuran, warna, massa jenis, senyawa polimer penyusunnya dan sifat-sifat lainnya (Bergmann dkk., 2015). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Gui dkk. (2021) serta Alam dan Rachmawati (2020), mikroplastik memiliki berbagai bentuk seperti serat (*Fiber*), lapisan tipis (*Film*), *Fragment*, *Foam*, dan *Pellet* yang memiliki diameter kurang dari 5 mm serta. Dengan ukuran yang begitu kecil, mikroplastik sering dianggap sebagai makanan bagi hewan air dan darat (Subowo G, 2011). Sedangkan untuk warna dapat dibedakan menjadi warna seperti transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, kuning dan ungu. Berbagai karakteristik ini memiliki hubungan yang saling berkesinambungan untuk mengidentifikasi jenis polimer dari polutan mikroplastik yang ditemukan.

Dilansir dari Gui dkk. (2021), yang bersumber dari Chae dan An (2018); He dkk. (2018), para ahli meyakini bahwa berbagai sumber mikroplastik dalam tanah meliputi penutup tanah organik, endapan lumpur, proses pengomposan, irigasi

dengan air limbah, aktivitas lalu lintas, serta deposisi atmosfer. Akan tetapi, jumlah dari mikroplastik secara keseluruhan di dalam tanah atau kompos masih belum bisa dikatakan secara jelas. Apabila dibandingkan dengan sumber lain, sejauh ini baru terdapat sedikit penelitian yang telah dilakukan mengenai mikroplastik pada pengomposan.

Pengomposan merupakan sebuah upaya dalam mengelola sampah berupa penguraian bahan-bahan organik untuk menghasilkan kompos atau pupuk kompos. Cerda dkk. (2018), mengatakan apabila pupuk kompos tersebut diberikan pada tanaman, maka dapat meningkatkan kualitas tanahnya. Namun, jika kompos tersebut mengandung mikroplastik di dalamnya, maka dapat menjadi salah satu sumber kemungkinan besar mikroplastik tersebut masuk ke dalam tanah melalui pemberian pupuk pada tanah tersebut (Rodrigues dkk., 2020). Mikroplastik dapat ditemukan dalam produk kompos karena adanya plastik yang tercampur dengan sampah organik selama proses pengomposan. Pencampuran plastik dalam kompos ini disebabkan oleh penggunaan plastik yang tidak bisa dihindari. Hampir semua produk belanjaan dikemas dengan plastik untuk menjaga daya tahan produk tersebut. Sedangkan untuk pengomposan sendiri dapat dilakukan secara individu maupun berkelompok atau organisasi sesuai dengan kebutuhan seperti pada TPS 3R (Tempat Pengolahan Sampah *Reduce-Reuse-Recycle)*.

Pengomposan ini sering dilakukan salah satunya oleh TPS 3R untuk membantu mengurangi volume sampah organik yang masuk. Secara statistika, jumlah TPS3R sendiri setiap tahun mengalami fluktuasi dan cenderung terdapat peningkatan, khususnya pada Kabupaten Kulon Progo. Dilansir dari data laporan akhir Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Kulon Progo tahun 2023, pada wilayah ini terdapat 14 TPS3R yang lokasinya tersebar di berbagai kapanewon di wilayah tersebut (DLH Kulon Progo, 2023). Aktivitas pembuatan kompos yang dilakukan oleh TPS 3R sangat mempengaruhi adanya kontaminasi mikroplastik yang terkandung di dalamnya. Pengaruh ini dapat berupa jumlah, bentuk, maupun warna mikroplastik.

Investigasi penelitian mengenai mikroplastik itu sendiri sebenarnya telah dilakukan di berbagai belahan dunia, antara lain di benua Australia (Kroon dkk., 2018), China (Ding dkk., 2019), Amerika (Mason dkk., 2016), bahkan Antartika.

(Waller dkk., 2017). Penelitian mikroplastik telah dilakukan pada berbagai objek yang diteliti antara lain air laut (Kumar dkk., 2020), air sungai (Sulistyo dkk., 2020), sedimen (Azizah dkk., 2020), udara (Syafei dkk., 2019), dan organisme (Bessa dkk., 2018). Akan tetapi, sampai saat ini, untuk penelitian mengenai kandungan mikroplastik pada kompos masih minim terutama di Indonesia. Hal ini didukung juga dari penelitian oleh (Li dkk., 2020), yang dimana pada penelitian tersebut menyatakan bahwa tanaman menyerap partikel nanoplastik, yaitu *Fragment* yang memiliki ukuran sangat kecil antara 1-100 nm. Penelitian tersebut juga menyatakan bahwa *Fragment* tersebut berasal dari air serta tanah yang masuk melalui retakan kecil pada akar tanaman dan dari hasil analisisnya didapatkan bahwa sebagian besar plastik terakumulasi di akar tanaman dan sebagian kecil berada di pucuk tanaman. Selain itu, mikroplastik yang terintegrasi dalam tanah atau kompos dapat mempengaruhi transportasi senyawa organik, karena perilaku penyerapan dapat berubah secara signifikan akibat interaksi dengan bahan organik dan kandungan mineral dalam tanah (Teuten dkk., 2009). Penelitian ini diharapkan dapat menjadi alternatif untuk mengidentifikasi mikroplastik dalam kompos TPS 3R dan mengevaluasi apakah kompos tersebut layak diedarkan ke masyarakat.

Berdasarkan permasalahan tersebut dan masih terbatasnya penelitian terkait mikroplastik di daerah dan topik tersebut, maka diharapkan penelitian ini dapat dilakukan untuk mengetahui aktivitas proses pembuatan kompos di TPS 3R, kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk, dan warna yang terkandung di dalam produk kompos dari TPS 3R khususnya di wilayah Kabupaten Kulon Progo. Hasil dari penelitian ini juga dilakukan untuk memperkaya penelitian mikroplastik pada kompos, serta dapat dijadikan sebagai sumber informasi, maupun bahan penelitian lanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1) Bagaimana aktivitas pembuatan kompos di TPS 3R Kabupaten Kulon Progo?

2) Bagaimana kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk dan warna yang terdapat pada produk kompos TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo?
3) Bagaimana hasil identifikasi jenis mikroplastik dari sampel uji produk kompos?

1.3 Tujuan Penelitian

Dengan rumusan masalah yang telah diuraikan, maka penelitian ini memiliki beberapa tujuan penelitian, yaitu :

1) Mengidentifikasi aktivitas proses pembuatan produk kompos di setiap TPS 3R Kabupaten Kulon Progo.
2) Mengidentifikasi dan mengklasifikasikan mikroplastik berdasarkan jumlah, bentuk, dan warna mikroplastik pada produk kompos dari TPS 3R Kulon Progo.
3) Mengidentifikasi senyawa polimer yang terkandung dalam mikroplastik pada sampel uji.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini yaitu :

1) Penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan suatu kebijakan baru dan memberikan teknologi terbaik dalam proses pengolahan bahan organik di dalam kompos yang minim dengan polutan mikroplastik.
2) Penelitian ini diharapkan dapat memutus rantai penyebaran mikroplastik yang terakumulasi pada tanaman dan berdampak pada kesehatan apabila terkonsumsi oleh tubuh manusia.

1.5 Ruang Lingkup

Berdasarkan rumusan masalah yang ada maka ruang lingkup dalam penelitian ini adalah:

1) Ruang Lingkup Metode Penelitian

   Penelitian ini membahas tentang keberadaan, persebaran, dan karakteristik mikroplastik yang dipengaruhi oleh aktivitas

pengomposannya. Untuk karakteristik yang dianalisis yaitu karakteristik fisik (warna dan ukuran), serta jenis polimer dari mikroplastik tersebut. Pengolahan sampel kompos dan analisis sampel untuk identifikasi mikroplastik menggunakan modifikasi dari metode NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) (Masura dkk., 2015).

2) Ruang Lingkup Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada beberapa TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta yang menghasilkan produk kompos. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Sampah Teknik Lingkungan untuk Persiapan Sampel dan Uji Mikroskop serta Laboratorium Kualitas Lingkungan untuk Uji Spektrofotometri FT-IR

3) Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian tidak mengikuti aktivitas pembuatan kompos yang berlangsung di TPS 3R, sehingga dalam penelitian ini tidak dilakukan pengamatan dalam pembuatan kompos dari awal proses pemilahan sampah hingga produk dikemas dan hanya mengambil sampel dari produk jadi kompos.

4) Ruang Lingkup Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan dalam pengujian mikroplastik merupakan hasil produk kompos yang diambil dari beberapa TPS 3R dan penelitian ini hanya dilakukan pada jenis mikroplastik berukuran < 0,425 mm.

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 TPS 3R

Berdasarkan Petunjuk Teknis TPS 3R (2017), Tempat Pengolahan Sampah *Reduce-Reuse-Recycle* (TPS 3R) merupakan sebuah pendekatan dengan masyarakat dengan mengusung konsep untuk mengurangi jumlah dan/atau meningkatkan kualitas sampah, yang akan diproses lebih lanjut di Tempat Pemrosesan Akhir (TPA). Secara statistika, jumlah TPS 3R di Indonesia mengalami meningkat dari tahun ke tahun khususnya di Kabupaten Kulon Progo yang dimana tercatat pada Laporan Akhir Dinas Lingkungan Hidup (DLH) Kabupaten Kulon Progo pada tahun 2023 sebanyak 14 unit. Dari 12 kecamatan yang ada, hanya 5 daerah saja yang belum memiliki unit TPS 3R (DLH Kulon Progo, 2023).

Dalam situasi darurat sampah yang sedang terjadi di D. I. Yogyakarta, operasional TPS 3R tidak berjalan dengan optimal, sehingga baru beberapa TPS3R yang masih memproduksi kompos untuk mengurangi sampah organik yang masuk. Upaya peningkatan pengurangan sampah dilakukan dengan mengoptimalkan penggunaan peralatan yang ada, seperti mesin pemilah dan pengayak yang rata-rata setiap TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo memilikinya (DLH Kulon Progo, 2023). TPS 3R dilengkapi dengan bangunan hanggar yang berfungsi untuk menerima sampah, mengolahnya menjadi kompos, dan menampung residu. Selain itu, terdapat juga kantor yang digunakan untuk keperluan administrasi. DLH Kulon Progo saat ini sedang menjalankan sebuah program pengomposan kembali yang akan diberlakukan di beberapa TPS 3R.

2.2 Kompos

2.2.1 Kompos

Salah satu cara untuk mengolah sampah yang berupa bahan organik dengan

sederhana dan mudah adalah dengan mengubahnya menjadi kompos. Kompos merupakan sebuah pupuk yang berasal dari bahan-bahan organik seperti daun, ranting, sampah organik, kotoran hewan, dan sebagainya. Cerda dkk. (2018),mengatakan apabila pupuk kompos tersebut diberikan pada tanaman, maka dapat meningkatkan kualitas tanahnya. Di dalam pelaksanaan pembuatan kompos dengan bahan organik, harus memenuhi parameter yang ada yaitu Standar Nasional Indonesia (SNI) 19-7030-2004 tentang "Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik". SNI ini disusun dalam rangka pengaturan mutu produk kompos sehingga dapat melindungi konsumen dan mencegah pencemaran lingkungan. Standar ini dapat digunakan sebagai acuan bagi produsen kompos dalam memproduksi kompos

2.2.2 Pengomposan

Pengomposan adalah proses penguraian bahan-bahan organik secara biologis oleh mikroba-mikroba yang memanfaatkan bahan organik sebagai sumber energy (Tressnowati dan Dewi, 2012). Pengomposan sendiri merupakan salah satu metode dalam mengelola sampah organik dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai pengurainya. Dalam prosesnya, mikroorganisme akan menguraikan bahan organik tersebut dengan memecah molekul kompleksnya menjadi bentuk yang lebih sederhana. Pengomposan adalah dekomposisi produk sampingan organik padat yang dikendalikan secara biologis dalam kondisi aerobik atau anaerobik. Pengomposan aerobik dilakukan dalam kondisi terbuka. Dalam hal ini, udara bebas bersentuhan langsung dengan bahan kompos. Kontrol terpusat terhadap kadar air, suhu, pH, kelembaban, ukuran bahan, curah bahan dan pemilihan bahan diperlukan untuk menjaga proses pengomposan tetap stabil untuk proses pengomposan yang optimal. Pengomposan aerobik adalah pengomposan dengan bantuan oksigen bebas dan produk akhirnya adalah CO_2, H_2O, panas, nutrisi dan beberapa humus (Djazuli, 2002). Dalam proses pengomposan sendiri hingga saat ini sudah memiliki berbagai macam metode yang sudah berkembang dan mengikuti zaman yang dapat diterapkan di dalam pembuatannya.

2.2.3 Tahapan Pengomposan

Secara umum dalam pembuatan pupuk kompos melewati 5 tahapan, yaitu pemilahan sampah, pencacahan sampah, proses pengomposan, pengayakan dan pengepakan atau pengemasan.

2.2.3.1 Pemilahan dan Pencacahan Sampah

Pemilahan sampah adalah kegiatan mengelompokkan sampah menurut jenis, sifat dan jumlahnya. Pemilahan sampah dari awal akan mempengaruhi kualitas bahan yang akan didaur ulang dan akan mempermudah proses pengolahan di tahap selanjutnya, yaitu pengolahan sampah organik dan pengolahan sampah anorganik. Kegiatan pemilahan sampah dari sumbernya harus dilakukan sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam Undang-Undang Pengelolaan Sampah No.18 Tahun 2008 (Juknis, 2023). Jika terdapat sampah yang tercampur, maka akan menurunkan nilai sampah dan menyulitkan pengolahan sampah, serta proses pengolahan selanjutnya akan memakan waktu lebih lama dan menambah biaya. Proses pemilahan ini dapat dilakukan secara manual (tempat pilah, meja pilah) maupun mesin (*conveyor* dan mesin cacah pilah).

Menurut Abdillah (2018), pencacahan merupakan sebuah proses dimana kompos akan untuk mengecilkan bentuk dan ukuran sampah organik. Teknologi yang dapat digunakan dapat berupa mesin pencacah baik kelas A atau B sesuai dengan SNI 7580:2010. Pencacahan ini sangat berguna di sebuah TPS-3R untuk membantu mengecilkan ukuran sampah agar lebih mudah terdegradasi oleh mikroba.

2.2.3.2 Proses Pengomposan

Berdasarkan Petunjuk Teknis TPS 3R (2023), terdapat beberapa metode yang dapat digunakan dalam pengomposan di TPS 3R, sebagai berikut:

1. Sistem Aerator Bambu

Sistem Aerator bambu dibuat dengan menimbun sampah organik di atas segitiga bambu dengan bilah memanjang di kedua sisi. Ini memungkinkan udara mengalir di antara rongga. Sehingga dalam teknik ini membutuhkan oksigen untuk

melakukan komposting.

2. Teknik Bata Berongga

Metode pengomposan ini melibatkan penumpukan material organik di dalam sebuah struktur boks bata berongga yang dirancang khusus. Bata berongga tersebut bertujuan untuk memfasilitasi aliran udara di dalam timbunan sampah melalui pipa-pipa berpori. Struktur ini dirancang untuk mengarahkan aliran udara ke dalam kompos melalui lubang-lubang yang terdapat di dinding dan pipa-pipa vertikal di dalam tumpukan. Lubang-lubang di bagian dasar struktur tersebut berperan sebagai saluran untuk mengalirkan air dari dalam timbunan sampah di dalam boks.

3. Teknik Takakura Susun

Proses pengomposan ini dilaksanakan dengan menumpuk bahan organik ke dalam wadah berongga seperti keranjang, yang dapat terbuat dari plastik atau bambu. Dimensi keranjang Takakura dapat disesuaikan sesuai kebutuhan. Bagian bawah keranjang diperforasi untuk memfasilitasi pengaliran kelebihan air dari proses pengomposan.

4. Teknik Komposter Drum

Metode komposter drum adalah metode pengomposan dengan menggunakan drum yang dilakukan secara tertutup untuk mendapatkan pupuk cair dan kompos yang berasal dari lindi kompos. Teknik ini menggunakan pengomposan secara anaerobik.

5. Bokashi

Teknik bokashi adalah metode pengomposan yang melibatkan penggunaan starter mikroorganisme baik anaerobik maupun aerobik untuk menguraikan sampah organik. Biasanya, starter ini terdiri dari campuran air, molases, sekam padi, dan kultur mikroba yang aktif. Proses pengomposan bokashi terjadi dalam kondisi anaerobik, yang berarti tanpa adanya oksigen, dan dilakukan dalam wadah yang kedap udara, seperti ember atau tong. Mikroorganisme yang terlibat dalam proses ini membantu menguraikan sampah organik menjadi bahan kompos yang kaya nutrisi.

6. Teknik *Open Windrow*

Open windrow merupakan cara pembuatan kompos ditempat terbuka beratap

tanpa komposter dan menggunakan aerasi alamiah (Kurnia dkk., 2017). Aerasi sangat penting bagi mikroorganisme untuk mendekomposisi bahan organik. Sistem pengomposan windrow dianggap sesuai dengan kondisi di Indonesia karena fleksibilitasnya yang tinggi. Salah satu keunggulan utama metode windrow adalah bahwa secara teknis tidak memerlukan infrastruktur yang kompleks dan modern, sehingga dapat diterapkan dengan mudah dan efisien. Selain itu, biaya pembangunan, operasional, dan pemeliharaan tempat pengomposan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan sistem pengomposan lainnya. Prosesnya juga sesuai dengan iklim tropis yang ada di Indonesia (Wahyono dkk., 2019).

7. Teknik *Vermicomposting*

Metode Vermicomposting merupakan metode pengomposan yang menggunakan metode degradasi secara biologi dengan memanfaatkan cacing tanah. Metode komposting ini melakukan dua tahap. Cacing tanah akan terdegradasi dan dicampur dengan limbah organik, meningkatkan luas permukaan dan mempercepat dekomposisi. Selanjutnya, mikroba akan memecahkan limbah yang telah dikonsumsi oleh cacing (Dominguez dkk., 1997). Pengomposan dengan metode ini membutuhkan media seperti jerami dan padi untuk diletakkan dalam wadah.

2.2.3.3 Pengayakan dan Pengepakan

Pengayakan kompos adalah proses pemisahan kompos menjadi bagian yang lebih halus atau berukuran seragam. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan kasar yang belum terurai sepenuhnya, seperti serpihan kayu, batang besar, atau benda-benda asing lainnya, sehingga menghasilkan kompos yang lebih homogen dan siap digunakan sebagai pupuk organik. Proses ini dapat dilakukan dengan menggunakan mesin, maupun secara manual menggunakan tangan manusia.

Pengepakan merupakan sebuah proses akhir pembuatan kompos untuk mengemas produk. Pengemasan atau pengepakan ini biasanya dihadirkan dengan kompos dibalut dengan plastik. Pengepakan ini biasanya dilakukan untuk proses pemasaran kompos sebagai pemasukan tambahan oleh sebuah unit TPS 3R dengan diedarkan di kalangan masyarakat.

2.3 Mikroplastik

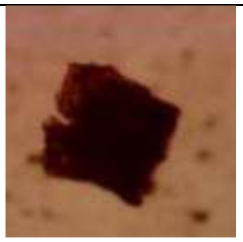
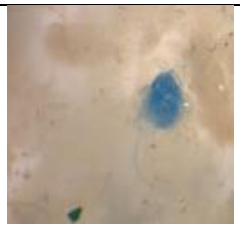
Mikroplastik merupakan salah satu jenis sampah anorganik yang memiliki ukuran kurang dari 5 mm yang digolongkan menjadi 2 jenis yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik ini dapat berbentuk serat (*Fiber*), lapisan tipis, *Fragment* (Alam dan Rachmawati, 2020). Mikroplastik primer merupakan partikel mikroplastik yang berasal dari bahan tambahan seperti *microbead* atau *microexfoliate* yang terkandung dalam produk kosmetik dan kesehatan, seperti *polietilen* (PE), *polipropilen* (PP), dan *polistiren* (PS) (Horton dkk., 2017). Sebaliknya, mikroplastik sekunder dihasilkan dari proses degradasi fisik, kimia, dan biologis pada plastik yang dimana molekulnya masih sama berupa polimer (Thompson dkk., 2004).

Pada dasarnya mikroplastik memiliki berbagai jenis dan bentuk yang berbeda-beda seperti warna, komposisi, ukuran, bentuk, dan lain-lain. Mengenai ukuran mikroplastik sendiri dapat bervariasi karena *Fragment*asi dan pengecilan ukuran yang disebabkan oleh paparan radiasi UV dalam waktu lama, serta guncangan fisik dari faktor lingkungan (Gui dkk., 2021). Menurut Lusher dkk. (2017), mengenai ukuran besar kecilnya mikroplastik tersebut berkaitan juga dengan jangkauan pengaruhnya terhadap organisme, karena mikroplastik akan terurai lebih cepat jika memiliki luas permukaan lebih besar dan rasio volume partikel mikroskopis yang lebih besar.

Mikroplastik memiliki berbagai warna dan bentuk yang berbeda. Warna dari mikroplastik sendiri dapat dibedakan menjadi 8 warna seperti transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, kuning dan ungu. Sedangkan untuk bentuknya sendiri dapat dibedakan menjadi beberapa bentuk, yaitu *Pellet*, *Fiber*, *Fragment*, *filament*, *Film*, dan *Foam* (Browne dkk., 2013). Mikroplastik dengan jenis *Film* dan *Fragment* biasanya terkandung dalam sampah plastik seperti pada kemasan makanan atau kresek yang sering kita pakai. Mikroplastik dengan jenis *Fiber* dan *filament* biasanya terkandung dalam jaring ikan atau benang pancing dan serat pakaian. Mikroplastik dengan bentuk *Pellet* merupakan mikroplastik primer yang diproduksi langsung oleh pabrik untuk bahan pembuatan plastik (Kingfisher, 2011) Sedangkan untuk mikroplastik berupa *Foam* dapat berasal dari sterofoam (Yin dkk.,

2019). Bentuk-bentuk dari mikroplastik sendiri dapat dilihat pada **Tabel 2.1.**

Tabel 2. 1 Klasifikasi Bentuk Mikroplastik

Klasifikasi Bentuk	Gambar	Klasifikasi Bentuk	Gambar
Pellet		*Film*	
Fragment		*Filament*	
Fiber		*Foam*	

Sumber : Frias dkk. (2018); Hiwari dkk. (2019)

Mikroplastik sendiri memiliki berbagai jenis polimer yang berbeda. Menurut Bergmann dkk (2015), jenis polimer yang umum adalah *polyethylene* (PE), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PS), *polyethylene terephthalate* (PET). Polimer berbagai mikroplastik ini memiliki jenis dan densitas (massa jenis) yang berbeda. Densitas dari berbagai jenis polimer pembentuk plastik dapat dilihat pada **Tabel 2.2**.

Tabel 2. 2 Jenis Polimer dan Densitas Pembentuk Plastik

Jenis Polimer Pembentuk Plastik	Densitas (g/cm^3)
Polytetrafluorethylene (PTFE)	2,18
Polyethylene Terephthalate (PET)	1,38 - 1,39
Polycarbonate (PC)	1,04 - 1,1
Polystyrene (PS)	1,04 - 1,1
Nylon	1,02 - 1,05

Jenis Polimer Pembentuk Plastik	Densitas (g/cm^3)
High Density Polyethylene (HDPE)	0,93 - 0,96
Low Density Polyethylene (LDPE)	0,91 - 0,93
Polypropylene (PP)	0,89 - 0,91

Sumber : Browne (2015)

2.3 Mikroplastik Pada Kompos

Keberadaan mikroplastik pada kompos salah satunya bersumber dari sampah plastik yang terurai menjadi mikroplastik pada proses pengomposan. Jumlah dari kandungan mikroplastik pada kompos berbeda-beda dan dipengaruhi oleh beberapa hal. Jumlah mikroplastik dalam kompos mungkin lebih tinggi dibandingkan makroplastik (Gui dkk., 2021). Dari penelitian yang telah dilakukan oleh Gui dkk. (2021), hingga saat ini hampir semua sampah biodegradable yang digunakan sebagai bahan baku pengomposan terkontaminasi bahan plastik akibat pembuangan yang tidak tepat dan pemisahan sampah yang tidak memadai.

Mengenai ukuran mikroplastik sendiri dapat bervariasi karena *Fragment*asi dan pengecilan ukuran yang disebabkan oleh paparan radiasi UV dalam waktu lama, serta guncangan fisik dari faktor lingkungan (Gui dkk., 2021). Menurut Lusher dkk. (2017), mengenai ukuran besar kecilnya mikroplastik tersebut berkaitan juga dengan jangkauan pengaruhnya terhadap organisme, karena mikroplastik akan terurai lebih cepat jika memiliki luas permukaan lebih besar dan rasio volume partikel mikroskopis yang lebih besar. Oleh karena itu, beberapa peneliti percaya bahwa sebagian kecil mikroplastik akan dihasilkan dari pecahan plastik besar selama proses pengomposan itu berlangsung (Kumar dkk., 2020). Hal ini didukung juga dengan penelitian oleh Gui dkk. (2021), yang dimana selama proses pengomposan secara aerobik berlangsung, jumlah mikroplastik secara bertahap meningkat, dan distribusi bentuk serta ukuran mikroplastik juga berubah. Pelepasan mikroplastik akibat *Fragment*asi permukaan makroplastik dalam proses pengomposan menjadi salah satu penyebab perubahan ini.

2.4 Dampak dan Bahaya Mikroplastik

Mikroplastik memiliki dampak yang signifikan terhadap biota daratan. Mikroplastik yang terdapat pada kompos akan berpindah pada tanah dimana kompos tersebut diberikan. Menurut Teuten dkk (2009), mikroplastik yang mengandung kontaminan organik dapat menyebabkan efek jangka panjang pada biota, seperti gangguan endokrin. Kontaminan organik ini seperti *polybrominated diphenylethers*, *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAH), *organochlorine pesticides*, *polychlorinated biphenyl* (PCBs), *petroleum hydrocarbon*, *bisphenol*, dan *alkylphenol*. Hal ini didukung oleh penelitian dari Bashir dan Hashmi (2022), yang dimana plastik yang terkandung dapat berpindah ke tubuh organisme, meningkatkan paparan kontaminan kimia, yang pada akhirnya dapat membahayakan keamanan pangan.

Akumulasi mikroplastik dalam tubuh organisme berdampak negatif pada sistem rantai makanan, yang pada akhirnya bermuara pada manusia sebagai puncak rantai makanan (Widianarko dan Hantoro, 2018). Masuknya mikroplastik pada organisme ini berbahaya karena dapat mengakibatkan tubuh mengalami berbagai masalah seperti imunitas tubuh dan bermuara dengan kesehatan tubuh. Apabila mikroplastik tersebut sudah terakumulasi dan kemudian organisme tersebut terkonsumsi oleh manusia, maka bahayanya akan pindah ke manusianya. Mikroplastik yang berukuran >10 mikrometer masih dapat dibuang oleh tubuh melalui proses pencernaan. Sedangkan mikroplastik yang berukuran <10 mikrometer memiliki risiko yang lebih besar karena dapat mencapai organ vital dan masuk ke aliran darah. Mikroplastik yang sudah masuk ke aliran darah akan sulit untuk dikeluarkan. Sehingga mikroplastik sendiri sulit diatasi karena persebarannya bisa melalui rantai makanan dan juga ukurannya yang kecil serta sulit terlihat dengan jelas.

Selain itu, mikroplastik yang mencemari tanah biasanya dapat mengubah sifat tanah seperti struktur, kepadatan, kelembaban, dan kandungan nutrisi pada tanah. Apabila mikroplastik ini terus-menerus menumpuk atau terakumulasi di dalam tanah, maka dapat mengurangi kesuburan dan sirkulasi di dalam tanah tersebut. Akibatnya, ini dapat mengganggu pertumbuhan, akar, dan penyerapan

nutrisi tanaman (Dissanayake dkk., 2022). Mikroplastik dapat menyerap berbagai macam bahan kimia beracun, menjadikannya magnet untuk bahan kimia beracun di lingkungan dan mengangkutnya ke berbagai tempat. Akibatnya, mikroplastik dapat dikonsumsi oleh berbagai spesies, masuk ke dalam jaringan makanan dan membahayakan organisme yang mengonsumsinya (Amobonye dkk., 2021).

2.5 Mikroskop dan Spektrofotometri FT-IR

Dalam penelitian yang dilakukan akan menggunakan beberapa instrumen untuk mengetahui kandungan mikroplastik di dalam kompos. Beberapa instrumen tersebut adalah menggunakan mikroskop dan Spektrofotometri FT-IR. Dalam penelitian ini, mikroskop digunakan untuk mengetahui jenis, jumlah, dan warna mikroplastik, sedangkan Spektrofotometri FT-IR digunakan untuk mengetahui polimer yang terkandung dalam mikroplastik. Berikut merupakan sedikit penjelasan dari kedua instrumen tersebut :

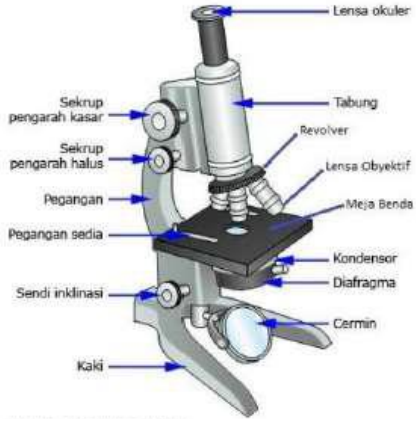
1. Mikroskop

   Mikroskop merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk mengamati objek yang tidak dapat dilihat secara langsung oleh mata manusia. Istilah Yunani "mikroskop" berasal dari kata "*mikros*" (kecil) dan "*scopein*" (melihat). Mikroskop elektron dan cahaya adalah dua jenis mikroskop yang bergantung pada cahaya. Mikroskop memiliki dua lensa, yaitu lensa okuler dan lensa objektif. Lensa objektif terdiri dari lensa cembung yang memberikan perbesaran awal dan menghasilkan bayangan nyata. Sementara itu, lensa okuler memiliki dua susunan lensa, yaitu lensa kolektif dan lensa mata. Bayangan nyata yang dihasilkan oleh lensa objektif akan dikirim ke lensa okuler, yang kemudian menghasilkan bayangan maya yang kasat mata. Sebagaimana dinyatakan oleh Rahman (2015), kedua lensa tersebut dapat digunakan untuk melihat struktur dari objek pengamatan yang berukuran kecil dan tidak kasat mata.

   Dalam penggunaan mikroskop terdapat beberapa jenis perbesaran yang dapat digunakan, yaitu :

   1. Objektif 4x dengan okuler 10x, perbesaran 40x

2. Objektif 10x dengan okuler 10x, perbesaran 100x
3. Objektif 40x dengan okuler 10x, perbesaran 400x
4. Objektif 100x dengan okuler 10x, perbesaran 1000x



Gambar 2. 1 Mikroskop
Sumber: Rahman (2015)

2. Spektrofotometri FT-IR

Jumlah mikroplastik dan berbagai polimer dalam sampel dapat dideteksi dengan spektrofotometri FT-IR. Teknik spektrofotometri FT-IR adalah metode analisis sampel yang paling umum digunakan untuk mengidentifikasi polimer mikroplastik karena efisiensi biaya, keandalan, dan kenyamanan penggunanya (Pungut dkk., 2021). Prinsip kerja spektrofotometri FT-IR adalah menganalisis senyawa yang teridentifikasi dengan cara mengabsorbsi senyawa tersebut dengan sinar infra merah pada rentang panjang gelombang 400–4000 cm^{-1}, kemudian dapat diidentifikasi gugus fungsinya (Lestari dkk., 2021). Untuk memudahkan mengetahui berbagai jenis polimer berdasarkan karakteristik puncak dari Spektrofotometri FT-IR, dapat dilihat pada **Tabel 2.3.**

Tabel 2. 3 Dugaan Jenis Polimer Berdasarkan Panjang Gelombang FT-IR

No	Polimer	*Characteristic Peaks* (cm^{-1})	No	Polimer	*Characteristic Peaks* (cm^{-1})
1	*High Density Polyethylene* (HDPE)	1377 730 717	**5**	*Polystyrene* (PS)	3024 2847 1601 1492 1451 1027 694 537
2	*Low Density Polyethylene* (LDPE)	2915 2845 1467 1462 1377 730 717	**6**	*Polycarbonate* (PC)	2966 1768 1503 1409 1364 1186 1158 1013 828
3	*Polyethylene Terephthalate* (PET)	1713 1241 1094 720	**7**	*Polytetrafluor ethylene* (PTFE)	1201 1147 638 554 509
4	*Polypropylene* (PP)	2950 2915 2838 1455 1377 1166 997 972 840 808	**8**	Nylon	3298 2932 2858 1634 1538 1464 1372 1274 1199 687

Sumber : Veerasingam dkk. (2021)

2.6 Penelitian Terdahulu

Beberapa penelitian terdahulu mengenai keberadaan mikroplastik di kompos dapat dilihat pada **Tabel 2.4**.

Tabel 2. 4 Penelitian Sebelumnya Mengenai Mikroplastik Pada Kompos

No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Gui dkk. 2021	*Microplastics in composting of rural domestic waste: abundance, characteristics, and release from the surface of macroplastics*	Ditemukan mikroplastik berbentuk : *Fiber, Film, Foam, Fragment,* dan *Pellet* Jenis polimer yang ditemukan : Poliester, PP, dan PE Metode pengomposan : Aerobik
2.	Zafiu dkk. 2023	*The dynamics of macro- and microplastic quantity and size changes during the composting process*	Jenis polimer yang ditemukan : PP (39 %), PE (20 %), PA (11 %), PU (5 %), PET (5 %), dan lain-lain Alat identifikasi jenis polimer : FT-IR
3.	Sholokhova dkk. 2022	*Abundance and Characteristics of Microplastic in Treated Organic Wastes of Kaunas and Alytus Regional Waste Management Centres, Lithuania*	Ditemukan mikroplastik berbentuk : *Fragment* (50%) dan *Film* (31,3%). Jenis polimer yang ditemukan : *polypropylene* (PP), *low density polyethylene* (LDPE), *high density polyethylene* (HDPE), *polystyrene* (PS), *polyester* (PES), dan *polyamide* (PA) *Fiber*.
4.	Weithmann dkk. 2018	*Organic fertilizer as a vehicle for the entry of microplastic into the environment*	Ditemukan mikroplastik berbentuk : *Fragment* (75%-100%), *Fiber* (0%-8%), dan *Pellet* (0%-8%). Analisis dengan FTIR mengidentifikasi 11 jenis polimer dalam sampel: polimer berbasis stirena (PS, akrilonitril butadiena stirena, dan stirenaakrilonitril), poliester (PES), PE, PP, PET, PVC, PUR, polivinilidenaklorida (PVDC), poliamida (PA), dan polimer berbasis lateks dan selulosa.
5.	Braun dkk. 2021	*Plastic in compost: prevalence and potential input into agricultural and horticultural soils*	Bentuk mikroplastik yang ditemukan : *Fragment* (68 ± 24% hingga 91 ± 15% dari seluruh barang plastik) dibandingkan serat (5 ± 7% hingga 13 ± 22% dari seluruh barang plastik).
6	Putri, 2022	Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Pasir Di Pesisir Pantai Kabupaten Bantul D. I. Yogyakarta	Metode analisa sampel : *National Oceanic and Atmospheric Administration* (NOAA) Ditemukan mikroplastik berbentuk: *Fiber* (3%), *Foam* (4%), *Fragment*

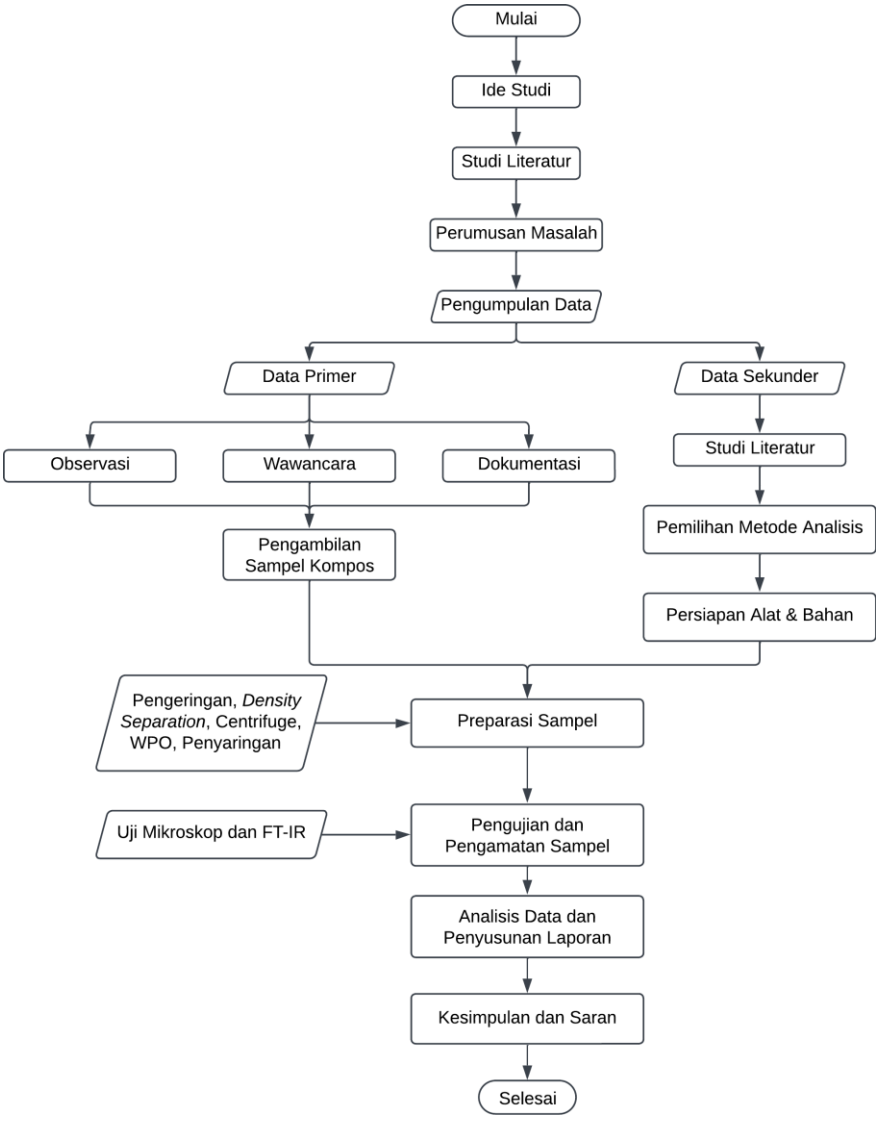
No	Peneliti	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
			(12%), *Film* (2%), dan granula/*filament* (79%). Ditemukan juga warna transparan (8%), merah (21%), hitam (27%), biru (3%), hijau (1%), ungu (0%), orange (15%), dan kuning (8%).

Berdasarkan penelitian-penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya terkait identifikasi keberadaan mikroplastik, penelitian mengenai mikroplastik dalam kompos di Indonesia masih terbatas. Perbedaan penelitian terdahulu dengan penelitian yang akan dilakukan terletak pada sampel kompos yang diteliti dan ukuran mikroplastiknya, yaitu sampel merupakan produk akhir kompos dari TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta dengan ukuran < 0,425 mm. Belum ada penelitian terkait mikroplastik pada produk kompos yang berasal dari TPS 3R Migunani, TPS 3R Sampoerna Asih, dan TPS 3R Agung Gumilang sebelumnya. Penelitian ini akan menggunakan metode NOAA yang dimodifikasi.

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan penelitian dalam penelitian Identifikasi Mikroplastik Pada Produk Kompos TPS 3R Di Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta sesuai dengan diagram alir yang terdapat pada **Gambar 3.1**.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Tahapan Penelitian

3.2 Waktu dan Lokasi

Penelitian dengan Judul "Identifikasi Mikroplastik Pada Produk Kompos TPS3R Di Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta" dilakukan dalam rentang waktu dari bulan Maret 2024 sampai dengan bulan September 2024. Lokasi Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Kabupaten Sleman, D. I. Yogyakarta. Pengambilan sampel produk kompos diambil dari produk kompos dari TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta dengan detail lokasi seperti pada **Tabel 3.1**. Setelah dilakukan survey lapangan secara langsung sebanyak 14 lokasi TPS 3R, didapatkan 3 lokasi yang memiliki produk kompos untuk dijadikan sampel dalam penelitian ini. Tahapan yang dilakukan pada penelitian ini terdapat empat tahapan, yaitu tahapan persiapan, tahapan penelitian, tahapan analisis data dan tahapan penyusunan laporan.

Tabel 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel Kompos Di TPS 3R

No	Nama TPS3R	Lokasi	*Link Google Maps*	Dokumentasi
1	Migunani	Jl. Sentolo - Brosot, Klebakan, Salamrejo, Kec. Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta 55664	https://maps.app.goo.gl/p9WPDYUR9JQZN7AB8	
2	Agung Gumilang	Banyunganti Lor, Kaliagung, Kec. Sentolo, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta 55664	https://maps.app.goo.gl/RZRDpdrCf9mMjRLV8	

No	Nama TPS3R	Lokasi	*Link Google Maps*	Dokumentasi
3	Sampoerna Asih	Dayakan, Pengasih, Kec. Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Daerah Istimewa Yogyakarta 55652	https://maps.app.goo.gl/ZD2BukhmA7nEYzN37	

Sumber : Survey Lapangan (2024)

3.3 Variabel Penelitian

Variabel penelitian merupakan petunjuk untuk mengukur suatu variabel dalam sebuah penelitian. Dalam penelitian ini, variabel yang diidentifikasi dan dibahas adalah sebagai berikut:

a. Variabel Utama

Variabel utama penelitian ini adalah mengidentifikasi proses pembuatan kompos serta parameter seperti kelimpahan, jumlah, jenis dan warna mikroplastik pada produk kompos TPS 3R, serta analisis data menggunakan mikroskop dan pengujian senyawa polimer menggunakan spektrofotometri FT-IR.

b. Variabel Pendukung

Variabel pendukung dalam penelitian ini adalah ketersediaan produk kompos dari setiap TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo.

c. Variabel Kontrol

Variabel kontrol dalam penelitian ini menggunakan produk kompos yang sudah terjual secara umum di masyarakat, yaitu Produk Kompos Humus Daun Bambu dari Fagrow.

3.4 Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini, terdapat berbagai alat dan bahan yang digunakan untuk mendukung penelitian ini. Alat dan bahan dalam melakukan penelitian "Identifikasi Mikroplastik Pada Produk Kompos TPS 3R Di Kabupaten Kulon

Progo, D. I Yogyakarta" adalah sebagai berikut :

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam melakukan pengujian mikroplastik pada sampel kompos TPS3R dapat dilihat pada **Tabel 3.2.**

Tabel 3. 2 Alat Yang Digunakan Dalam Penelitian

No.	Nama Alat	No	Nama Alat
1	Oven	10	Pipet Volume
2	Cawan Petri	11	*Magnetic Stirrer*
3	Loyang Oven	12	*Hotplate Stirrer*
4	Spektrofotometri FT-IR	13	Erlenmeyer
5	Mikroskop OLYMPUS	14	Kertas Saring Whatman CAT No. 1821 -047 diameter 47 mm, ukuran pori 1.0 µm.
6	Neraca Analitik	15	Gelas Ukur
7	Sendok Pengaduk	16	Gelas Beaker
8	Alumunium Foil	17	Karet Hisap
9	Ayakan 4,8,20,40 *mesh*	18	Vakum *filter*
10	Centrifuge	19	Tabung reaksi 10 ml

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.3**.

Tabel 3. 3 Bahan Yang Digunakan Dalam Penelitian

No.	Nama Bahan	No	Nama Bahan
1	Sampel Kompos dari TPS3R	4	NaCl jenuh
2	Sampel Kompos Kontrol	5	Larutan H_2O_2 30%
3	Aquadest		

3.5 Sampel Produk Kompos

Penjelasan mengenai kode sampel kompos dalam penelitian ini dapat dilihat pada **Tabel 3.4.**

Tabel 3. 4 Kode Sampel Produk Kompos

No	Kode Sampel	Keterangan
1	A1	Sampel dari produk kompos TPS 3R Migunani
2	A2	Sampel dari produk kompos TPS 3R Agung Gumilang
3	A3	Sampel dari produk kompos TPS 3R Sampoerna Asih
4	TC1	Sampel kompos kontrol dari Fagrow
5	B1	Sampel duplo dari produk kompos TPS 3R Migunani
6	B2	Sampel duplo dari produk kompos TPS 3R Agung Gumilang
7	B3	Sampel duplo dari produk kompos TPS 3R Sampoerna Asih
8	TC2	Sampel duplo kompos kontrol dari Fagrow
9	M	Sampel rerata dari produk kompos TPS 3R Migunani
10	AG	Sampel rerata dari produk kompos TPS 3R Agung Gumilang
11	SA	Sampel rerata dari produk kompos TPS 3R Sampoerna Asih
12	C	Sampel rerata produk kompos kontrol dari Fagrow

3.6 Pengumpulan dan Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan dibedakan menjadi dua, yaitu data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh secara langsung di lapangan melalui kegiatan observasi dan wawancara terkait proses pembuatan kompos yang disertai dengan dokumentasi. Sedangkan data sekunder merupakan data dari studi literatur.

Pada pengambilan data primer, observasi dilakukan dengan pengecekan langsung ke lokasi sampel TPS 3R. Observasi ini dilakukan secara mandiri dan disertai dengan wawancara dengan pihak pengelola atau petugas dari TPS 3R untuk mendapatkan data yang dibutuhkan untuk penelitian yang dilakukan. Pada tahap ini dilakukan secara berkala diawali dengan survey langsung ke lokasi TPS 3R dan dilakukan pengambilan sampel.

Pada proses pengambilan sampel dilakukan secara mandiri dengan menggunakan alat yang ada. Pada pengambilan ini diambil secara manual dengan tangan yang sudah dilapisi dengan sarung tangan lateks dan dimasukkan ke dalam wadah yang terbuat dari kaca. Botol kaca yang digunakan sudah dilakukan pembilasan dengan air sebanyak 3 kali dan dikeringkan. Penggunaan botol kaca dan penutup sebagai wadah sampel dimaksudkan agar meminimalisir paparan mikroplastik di luar dari sampel.

Gambar 3. 2 Proses Pengambilan Sampel Produk Kompos

3.7 Metode Pengujian Sampel

Setelah dilakukan pengambilan dan pengumpulan sampel, sampel diolah terlebih dahulu agar dapat dilakukan pengujian. Metode pengujian sampel dibagi menjadi preparasi sampel dan analisis sampel. Pengujian ini mengacu pada metode NOAA (*National Oceanic Atmosphere Administration*) yang telah di modifikasi (Masura dkk., 2015). Sampel pada penelitian ini harus dipreparasikan terlebih dahulu yang diawali dengan pengeringan sampel, pengayakan sampel, *Density Separation*, centrifuge, WPO (*Wet Peroxide Oxidation*), dan penyaringan sampel. Setelah itu, sampel dapat masuk ke tahap identifikasi serta analisis mikroplastik pada laboratorium dengan menggunakan mikroskop dan spektrofotometri FT-IR.

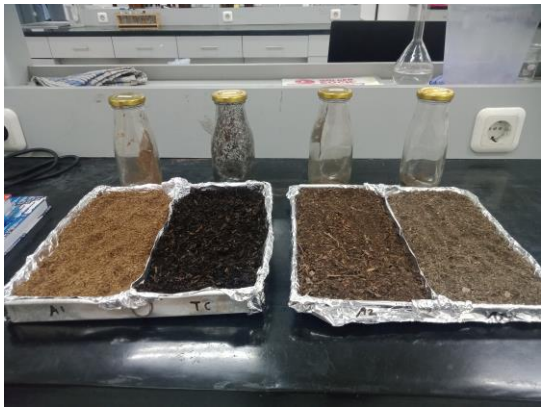
3.7.1 Preparasi Sampel

Pada tahap preparasi sampel, sampel melewati berbagai tahapan preparasi seperti berikut :

1. Pengeringan Sampel

   Pada tahap preparasi sampel yang pertama dilakukan dengan pengeringan sampel. Sampel uji dari tanah atau kompos kontrol dan sampel kompos dari TPS 3R diambil dan dikeluarkan dari wadah botol kaca serta

diletakkan ke dalam loyang sebelum dimasukkan kedalam oven. Pada loyang tersebut diberikan label sesuai dengan nama sampel yang dikeringkan. Proses pengeringan sampel dengan media oven dilakukan selama 24 dengan suhu sebesar 70°C. Pengeringan pada tahap ini berfungsi untuk menghilangkan kadar air yang ada pada sampel. Setelah 24 jam, sampel dikeluarkan dari oven dan didiamkan disuhu ruang untuk menurunkan suhu setelah dilakukan proses pengeringan. Pendinginan sampel dilakukan secara tertutup pada suhu ruang.

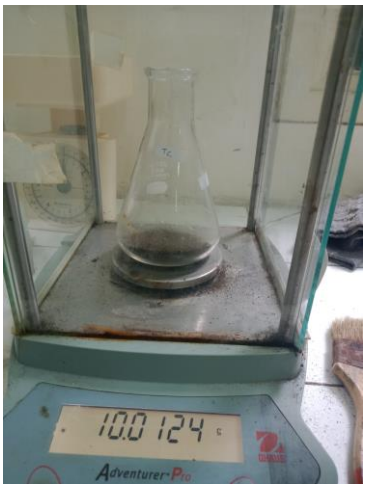


Gambar 3. 3 Persiapan Proses Pengeringan Sampel

2. Pengayakan Sampel

Setelah sampel dilakukan pengeringan, selanjutnya masuk pada tahap kedua yaitu pengayakan sampel. Pengayakan sampel sendiri merupakan sebuah proses untuk memisahkan ukuran sampel sesuai dengan ukuran *sieve* yang digunakan. Pada tahap ini, sampel yang berada pada loyang dilakukan proses pengayakan menggunakan ayakan *sieve silver* dengan *mesh* nomor 4, 8, 20, dan 40. Sampel kompos yang lolos melewati ayakan *mesh* nomor 40 atau ukuran saringan 0,425 mm diambil dan dimasukkan ke dalam botol kaca yang sudah disterilkan. Sampel kompos yang sudah dimasukkan kedalam botol kaca dihomogenkan. Sampel tersebut kemudian diambil sebanyak 10 gram dengan neraca analitik dan dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer 250 ml serta diberikan label.

Gambar 3. 4 Proses Pengayakan Sampel Tanah

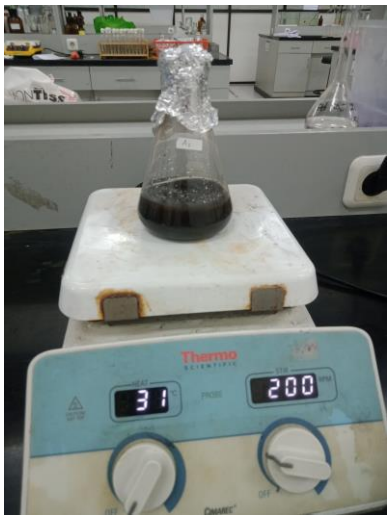


Gambar 3. 5 Proses Penimbangan 10 gram Sampel

3. *Density Separation*

Density separation merupakan sebuah proses pemisahan mikroplastik dari sampel menggunakan perbedaan densitas atau berat jenis. Pada tahap ini setiap sampel diambil dari hasil pengayakan sebanyak 10 gram dengan menggunakan neraca analitik, kemudian dimasukkan kedalam gelas beaker 250 ml dan penambahan Larutan NaCl jenuh dengan perbandingan 1 (berat sampel) : 2(berat NaCl) atau 20 gram NaCl yang dilarutkan kedalam 100 ml aquadest untuk setiap

sampel. Larutan NaCl yang digunakan bertujuan untuk mempercepat proses pengapungan partikel mikroplastik dan mempercepat proses sedimentasi kandungan yang lebih tinggi daripada densitas NaCl. Sampel yang telah ditambahkan NaCl dilakukan pengadukan menggunakan *Hotplate stirrer* dan *Magnetic stirrer* selama 1 jam kemudian ditutup rapat serta dibiarkan selama 24 jam untuk sampel dapat terjadi flotasi dan tersedimentasi.



Gambar 3. 6 Proses Pemisahan Densitas

4. Centrifuge

Sampel dari proses pemisahan densitas kemudian dilanjutkan dengan proses sentrifugasi yang bertujuan untuk memisahkan partikel dengan *liquid*. Prinsip kerja dari centrifuge adalah melawan arah gaya tarik bumi (gravitasi) dan sedimentasi. Dengan adanya suatu percepatan gaya sentripetal dan kekuatan gaya sentrifugal yang membuat objek terbentuk sedimentasi menjadi beberapa fase (Pratiwi, 2022). Hal ini dilakukan sebelum memasuki proses WPO (*Wet Peroxide Oxidation*) dengan tujuan kertas saring tidak menjadi kotor dan memudahkan pembacaan dengan mikroskop.

Semua supernatan hasil dari sampel yang telah didiamkan selama 24 jam diambil menggunakan pipet volume 10 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi 10 ml dan kemudian ditutup. Selanjutnya tabung tersebut dimasukkan ke dalam mesin Centrifuge PLC Series dan mesin ditutup.

Kemudian mesin diaktifkan dalam waktu 10 menit dengan kecepatan 300 rpm setelah itu dikeluarkan dari mesin. Selanjutnya supernatan diambil dengan hati-hati menggunakan pipet dan dimasukkan kedalam erlenmeyer 100 ml untuk dilanjutkan ke proses WPO.

Gambar 3. 7 Proses Memasukkan Sampel ke Tabung Reaksi

Gambar 3. 8 Proses Centrifuge Pada Sampel

5. WPO (*Wet Peroxide Oxidation*)

Salah satu metode digesting yang bertujuan untuk menghilangkan bahan organik dalam sampel adalah WPO. Pada proses WPO penelitian ini mengacu pada penelitian terdahulu oleh Ding dkk. (2019). Pada saat proses ini, sebanyak 50 ml hingga 100 ml dari supernatan setelah sampel di*centrifuge* diambil dan dimasukkan ke dalam tabung Erlenmeyer 100 ml dengan pipet ukur. Kemudian sampel ditambahkan larutan *Hidrogen peroksida* (H_2O_2) 30% sebanyak 20 mL, lalu sampel diletakkan pada *Hot Plate Stirrer* dan *Magnetic Stirrer* pada suhu 65°C selama 24 jam dengan kecepatan pengadukan 50 rpm. Metode WPO menghilangkan zat organik dari sampel, sehingga zat organik tidak terkumpul di sampel uji, karena penumpukan ini dapat mengganggu pada proses pengamatan secara mikroskopis.

Gambar 3. 9 Proses WPO Pada Sampel

6. Penyaringan Sampel

Tahap terakhir pada proses preparasi sampel adalah dilakukannya penyaringan setelah proses WPO. Tujuan dari penyaringan ini adalah untuk menyaring mikroplastik dengan menggunakan kertas saring *Glass MicroFiber* (GF/B) Whatman CAT No. 1821-041 dengan diameter 47 mm serta ukuran pori-pori 1,0 µm. Pada proses ini dibantu dengan alat *vacumm* untuk mempercepat

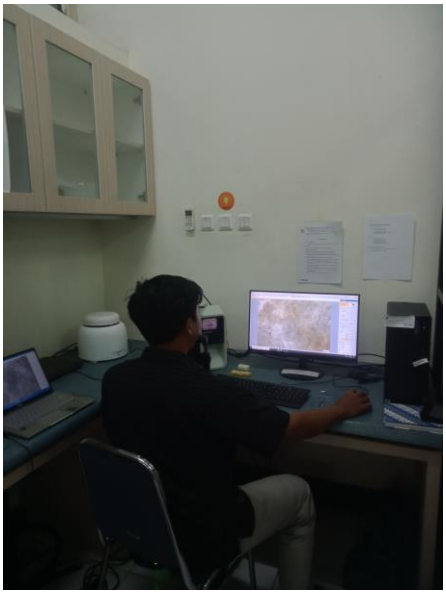
penyaringan. Sampel yang sudah diletakkan diatas kertas saring dihisap dengan alat bantu *vacuum*. Sampel yang sudah tersaring dikeringkan dengan cara diletakkan ke dalam cawan petri dan didiamkan hingga kering, selanjutnya dilakukan pengujian menggunakan mikroskop dan spektrofotometri FT-IR.

Gambar 3. 10 Proses Penyaringan Dengan Bantuan *Vacuum*

3.7.2 Analisis Sampel

1) Analisis dengan Mikroskop

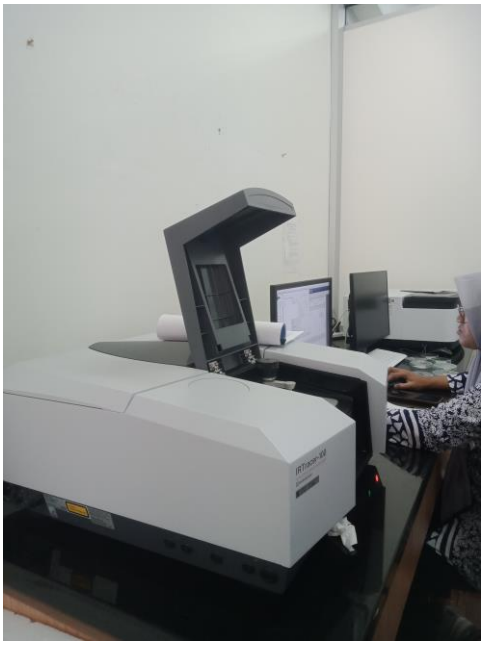
Pengujian selanjutnya adalah mengidentifikasi mikroplastik pada sampel dengan menggunakan mikroskop, tepatnya mikroskop trinokuler yang berada di laboratorium bermerek Olympus. Tujuan dari penggunaan alat mikroskop adalah untuk mengetahui dan mengamati kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada sampel yang diuji. Sampel yang sudah melewati tahap penyaringan diletakkan pada kaca preparat dan dibagi menjadi 4 kuadran menggunakan pensil untuk memudahkan proses pengamatan yang dilakukan. Selanjutnya, sampel diamati secara teratur sesuai dengan perbesaran dan penggunaan yang dilakukan. Perbesaran pada mikroskop menggunakan perbesaran 10x dan 4x.



Gambar 3. 11 Analisis Sampel Menggunakan Mikroskop

2) Analisis dengan Spektrofotometri FT-IR

Pengujian dengan Spektrofotometri FT-IR merupakan pengujian tahap akhir dengan tujuan untuk mengetahui adanya kandungan unsur kimia yang berbentuk polimer pada mikroplastik di sampel. Prinsip kerja alat ini adalah melakukan identifikasi serta analisis dari spektrum atau panjang gelombang yang dikeluarkan. Pengujian pada alat ini dilakukan dengan sampel diletakkan pada alat di bagian *sampel compartement* dan dibaca dengan sinar infra merah. Hasil pengujian dengan alat ini disajikan dalam bentuk histogram intensitas yang disertai dengan panjang gelombang mikroplastik pada sampel. Panjang gelombang tersebut dapat diidentifikasi jenis polimernya dengan melihat *library* yang tersedia pada FT-IR dan dari referensi jurnal internasional.



Gambar 3. 12 Analisis Sampel Menggunakan FTIR

3.8 Analisis Data

3.8.1 Analisis Data Pengamatan Mikroskop

Analisis data pengamatan mikrosplastik menggunakan mikroskop trinokuler dapat dilakukan dengan analisis deskriptif. Analisis deskriptif ini dapat digunakan untuk menggambarkan kelimpahan dan persentase mikroplastik pada sampel, yaitu jumlah, jenis, serta warna. Perhitungan mikroplastik pada sampel kompos dari TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta menggunakan sampel yang telah melewati tahap preparasi. Setiap sampel memiliki berat kering total adalah 10 gram yang kemudian dianalisis kelimpahannya. Menurut Boerger dkk. (2010), untuk menghitung kelimpahan tersebut dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$Kelimpahan = \frac{Jumlah\ Mikroplastik\ Per\ Sampel\ (Partikel)}{10\ Gram\ Sampel\ Kering}$$

Sedangkan untuk menghitung persentase bentuk dan warna dari mikroplastik dapat disajikan dalam bentuk jumlah dan persentase dengan menggunakan rumus berikut berdasarkan penelitian oleh Husnalia dkk. (2023) :

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

3.8.2 Analisis Data Pengamatan Spektrofotometri FT-IR

Analisis data pengamatan dengan alat Spektrofotometri FT-IR dapat diperoleh dari pembacaan hasil sampel dalam bentuk grafik serta serapan gugus fungsi kimia yang berupa senyawa polimer. Dalam hasil pembacaan tersebut, puncak dari unsur kimia yang terserap di catat pada kurva mulai dari yang tertinggi hingga terendah dan hasil serapan dari gugus fungsi kimianya diperoleh dari daftar nama gugus fungsi senyawa kimia yang terbaca oleh alat Spektrofotometri FT-IR. Untuk gugus fungsi yang didapatkan dari pembacaan pada alat dapat disesuaikan dengan senyawa polimer yang terdapat di referensi dari alat Spektrofotometri FT-IR dan jurnal internasional yang sudah disertakan.

BAB IV
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi Aktivitas Pembuatan Kompos pada TPS 3R di Kab. Kulon Progo

1.1.1 Deskripsi Sampel

Sampel yang digunakan dalam penelitian Identifikasi Mikroplastik Pada Produk Kompos TPS 3R Di Kabupaten Kulon Progo, D. I. Yogyakarta merupakan sampel yang berasal dari TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo yang menghasilkan kompos. Sampel terdiri dari beberapa produk kompos dari TPS 3R dengan masing-masing lokasi diambil secara duplo. Pengambilan sampel dilakukan hanya 3 lokasi saja dari 14 TPS 3R yang ada di Kabupaten Kulon Progo. Hal ini dikarenakan hanya 3 lokasi saja yang saat ini menghasilkan produk kompos. Selain dari TPS 3R, pada penelitian ini juga menggunakan sampel kompos kontrol yaitu kompos humus daun bambu dari Fagrow yang dibeli dari Alfarizqi Garden yang berlokasi di Kabupaten Bantul. Produk kompos kontrol ini sudah banyak diperjual belikan di *e-commerce*.

Pada setiap TPS 3R memiliki sumber sampah organik yang digunakan sebagai bahan-bahan dalam pembuatan kompos. Pada TPS 3R Migunani menggunakan sumber sampah yang berasal dari sampah rumah tangga seperti daun atau tanaman dan sisa sayuran. Kemudian pada TPS 3R Sampoerna Asih menggunakan sumber sampah yang berasal dari sampah rumah tangga berupa daun dan sisa sayuran. Pada TPS 3R Agung Gumilang menggunakan sumber sampah yang berasal dari sampah rumah tangga seperti daun, sisa sayuran, dan sisa nasi atau makanan. Perbedaan ini dikarenakan setiap TPS 3R memiliki metode pengelolaan sumber sampah sesuai dengan hal yang sudah mereka rencanakan. Sedangkan pada sampel kompos kontrol hanaya menggunakan daun bambu yang sudah difermentasikan oleh pihak penjual yaitu Fagrow.

Setiap produk kompos memiliki pemanfaatannya masing-masing. Pemanfaatan ini didapatkan dari wawancara dengan pihak pengelola setiap TPS 3R.

Pada produk kompos dari TPS 3R Migunani dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman di sekitar TPS 3R dan dijual kepada orang lain apabila membutuhkan yang biasanya hanya sebagai pupuk tanaman di kebun atau hias. Pada produk kompos dari TPS 3R Sampoerna Asih dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman kebun yang diperjualbelikan, digabung dengan bahan lain sebagai media tanam, dan diperjualbelikan dalam jumlah besar sebagai pupuk tanaman apabila stoknya tersedia. Pada produk kompos dari TPS 3R Agung Gumilang dimanfaatkan sebagai pupuk tanaman di sekitar TPS 3R dan diberikan kepada orang lain apabila membutuhkan. Sementara pada produk kompos kontrol dari Fagrow sudah diperjualbelikan secara *online* atau *offline* dan menjadi produk terlaris di beberapa *e-commerce*.

Secara umum, proses pembuatan kompos dimulai dari pemilahan sampah hingga pengepakan, di mana setiap tahapan dapat menggunakan bantuan teknologi yang berbeda-beda sesuai dengan kapasitas serta kebutuhan (Abdillah, 2018). Pada setiap tahap aktivitas pengomposan akan mempengaruhi hasil akhir produk kompos yang dibuat. Aktivitas pengomposan dengan cara manual maupun dengan teknologi mempengaruhi kualitas dari produk kompos yang dibuat pada periode tersebut. Salah satu hal yang perlu diperhatikan pada hasil akhirnya nanti yaitu mengenai kontaminasi mikroplastik pada pengomposan yang dilakukan. Setiap TPS 3R memiliki aktivitas pengomposan tersendiri yang dilakukan dan dari setiap aktivitas tersebut dilakukan analisis untuk melihat potensi masuknya mikroplastik pada kompos.

1.1.1.1 Proses Pemilahan Sampah

a. Manual

Pemilahan sampah menggunakan cara manual masih digunakan oleh TPS 3R Sampoerna Asih. Pemilahan secara manual dilakukan dengan tangan dan dipilah satu persatu sesuai dengan jenisnya. Pemilahan dengan cara manual memberikan kelebihan biaya awal rendah karena hanya investasi pada alat bantu sederhana atau hanya melakukan pembayaran kepada pegawai dan pemilahan dengan metode ini dapat menyesuaikan

dengan setiap jenis sampah yang dipilah. Akan tetapi, kekurangan dengan cara ini memiliki efisiensi yang terbatas, kualitas pemilahan dapat bervariasi, serta dapat membahayakan pegawai mengenai kesehatannya karena bersentuhan langsung dengan sampah.

Pada proses pemilahan sampah secara manual memiliki potensi kontaminasi mikroplastik yang bervariasi tergantung dari ketelitian pekerjanya. Pada pemilahan menggunakan cara ini dapat dibantu dengan alat seperti keranjang sampah dan meja pemilah sampah. Pada TPS 3R Sampoerna Asih, proses pemilahan dilakukan dengan bantuan alat sebagai wadah berupa keranjang sampah yang terbuat dari bambu. Meskipun demikian, ternyata pada tumpukan diproses selanjutnya masih terdapat beberapa plastik yang tidak terpisah. Hal ini mengindikasikan bahwa pemilahan secara manual di TPS 3R ini kurang maksimal. Hasil akhir dari kekurangan tersebut menyebabkan kualitas kompos dapat menurun dikarenakan makroplastik masih tercampur atau masuk ke dalam proses pengomposan dan berpotensi menjadi mikroplastik pada proses-proses selanjutnya. Selain itu, penggunaan sarung tangan lateks juga berpotensi memberikan tambahan mikroplastik terhadap sampel karena sarung tangan tersebut mengandung bahan plastik di dalamnya.

b. Mesin

Pemilahan sampah menggunakan teknologi berupa mesin dilakukan oleh TPS 3R Migunani dan TPS 3R Agung Gumilang. Dari kedua TPS 3R tersebut menggunakan berupa mesin cacah pilah. Mesin ini dapat melakukan pemilahan dan juga pencacahan secara langsung. Keberadaan mesin ini sangat membantu dan efektif dalam mempercepat proses pengomposan. Akan tetapi, memerlukan perawatan dan biaya investasi yang besar.

Pada proses pemilahan sampah dengan mesin cacah pilah yang dapat dilihat pada **Lampiran 1.1** memiliki potensi memberikan kontaminasi mikroplastik yang bervariasi tergantung dari efisiensi alatnya. Pada fokus proses pemilahannya, alat ini akan memilah berdasarkan jenis sampah yang

masuk. Sampah yang masuk seperti plastik akan terpental keluar akibat dari perputaran mesin di dalamnya apabila tutup dibuka dan sampah yang organik yang terpotong akan jatuh kebawah dan tidak terpental keluar. Dari penggunaan mesin dapat berpotensi memberikan kontaminan berupa mikroplastik apabila terdapat beberapa kondisi. Kondisi tersebut seperti kondisi sampah apakah kering atau basah. Sampah yang basah akan saling mengikat, tidak terkecuali apabila sampah plastik yang berukuran kecil masuk dan menempel pada mesin yang berputar ataupun sampah organik yang memiliki kondisi basah. Sehingga sampah tersebut dapat menggumpal. Selain itu, potensi masuknya mikroplastik juga dapat berasal dari kesalahan alat yang dimana terkadang alat tidak bisa memuntahkan seperti sampah plastik karena plastik tersebut melilit mesin yang berputar di dalamnya. Sehingga diperlukan pengawasan dalam penggunaannya dan perawatan secara berkala pada mesinnya.

1.1.1.2 Proses Pencacahan Sampah

a. Manual

Pencacahan sampah menggunakan cara manual digunakan oleh TPS 3R Sampoerna Asih dalam aktivitas pengomposannya. Pencacahan manual dilakukan oleh TPS 3R Sampoerna asih dengan cara memotong sampah organik yang masih panjang menggunakan tangan dan alat seperti sabit. Pencacahan di TPS 3R ini tidak sering dilakukan karena sampah organik yang diolah sudah berukuran kecil dan bisa masuk ke alat pengomposan.

Pada proses pencacahan sampah secara manual, tidak memiliki dampak secara signifikan terhadap bertambahnya kontaminasi mikroplastik pada produk kompos. Hal ini dikarenakan yang dilakukan oleh TPS 3R Sampoerna Asih hanya memotong sampah yang masih besar-besar saja. Sehingga kecil kemungkinan terjadi penambahan atau kontaminasi tambahan dari mikroplastik pada proses tersebut.

b. Mesin

Pemilahan sampah menggunakan teknologi berupa mesin dilakukan oleh TPS 3R Migunani dan TPS 3R Agung Gumilang. Mesin yang digunakan pada kedua lokasi ini adalah menggunakan mesin cacah pilah. Mesin ini membantu mencacah sampah organik yang dimasukkan ke dalamnya. Sampah organik akan dicincang menjadi bagian yang lebih kecil karena di dalamnya terdapat mata pisau yang bergerak secara otomatis. Pencacahan dengan mesin akan menambah efektivitas pengomposan dan mempercepat prosesnya.

Pada proses pencacahan sampah dengan mesin cacah pilah yang dapat dilihat pada **Lampiran 1.1** memiliki potensi memberikan kontaminasi mikroplastik yang bervariasi tergantung dari efisiensi alatnya. Pada fokus proses pencacahannya, alat ini akan mencacah sampah yang masuk apabila tutupnya tidak dibuka. Alat akan mencacah dan hasilnya akan jatuh kebawah melalui lubang. Sampah yang masuk akan dicacah dengan perputaran mesin di dalamnya dan akan tercacah semakin kecil. Dari penggunaan mesin dapat berpotensi memberikan kontaminan berupa mikroplastik apabila terdapat beberapa kondisi. Kondisi tersebut seperti kondisi sampah basah. Sampah yang basah akan saling mengikat, tidak terkecuali apabila dalam memasukkan sampah, ternyata terdapat sampah plastik yang berukuran kecil masuk dan menempel pada mesin yang berputar ataupun sampah organik yang basah dan saling mengikat. Sehingga sampah tersebut dapat menggumpal. Meskipun kecil kemungkinannya, tetapi hal ini dapat menjadi salah satu sumber masuknya kontaminan mikroplastik pada produk komposnya nanti.

1.1.1.3 Proses Pengomposan Sampah

a. Penambahan EM4

Pengomposan sampah menggunakan metode Aerobik dengan penambahan EM4 (*Effective Microorganism* 4) digunakan oleh TPS 3R Migunani dan TPS 3R Agung Gumilang. Pada penelitian Yuniwati dkk.

(2012), Larutan EM4 mengandung mikroorganisme fermentasi dan dapat bekerja secara efektif untuk mempercepat proses fermentasi bahan organik. Penambahan EM4 pada proses pembuatan kompos dapat lebih efektif dibandingkan dengan cara yang konvensional.

Pada proses ini terdapat kemungkinan bahwa mikroplastik pada proses ini dapat terpengaruh komposisinya. Hal ini dikarenakan pada proses pengomposannya menggunakan metode aerobik dengan penambahan EM4 atau mikroorganisme. Menurut Lusher dkk. (2017) dan Thompson dkk. (2004), ditemukannya berbagai bentuk mikroplastik yang ada dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti *Fragment*asi, degradasi dan perilaku mikroorganisme. Hal ini didukung dengan penelitian oleh Ningrum dkk (2022) yaitu suhu berperan penting dalam proses degradasi sampah plastik, yang dapat menyebabkan variasi dalam ukuran dan warna mikroplastik. Suhu yang tinggi pada kompos atau tanah dapat mempercepat degradasi mikroplastik, sementara suhu yang lebih rendah akan memperlambat proses tersebut. Sehingga terdapat kemungkinan dengan metode penambahan EM4 mempengaruhi kondisi mikroplastik di dalamnya.

b. *Open Windrow*

Pengomposan sampah menggunakan metode *Open Windrow* digunakan oleh TPS 3R Sampoerna Asih. Salah satu keunggulan utama *metode windrow* adalah bahwa secara teknis tidak memerlukan infrastruktur yang kompleks dan modern, sehingga dapat diterapkan dengan mudah dan efisien. Selain itu, biaya pembangunan, operasional, dan pemeliharaan tempat pengomposan cenderung lebih rendah dibandingkan dengan sistem pengomposan lainnya (Wahyono dkk., 2019).

Pada proses ini terdapat kemungkinan bahwa mikroplastik pada proses ini dapat terpengaruh komposisinya. Hal ini dikarenakan pada proses pengomposannya menggunakan metode aerobik dengan teknik *Open Windrow*. Menurut Lusher dkk. (2017) dan Thompson dkk. (2004), ditemukannya berbagai bentuk mikroplastik yang ada dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti *Fragment*asi, degradasi dan perilaku

mikroorganisme. Hal ini didukung dengan penelitian oleh Ningrum dkk. (2022) yaitu suhu berperan penting dalam proses degradasi sampah plastik, yang dapat menyebabkan variasi dalam ukuran dan warna mikroplastik. Suhu yang tinggi pada kompos atau tanah dapat mempercepat degradasi mikroplastik, sementara suhu yang lebih rendah akan memperlambat proses tersebut. Sehingga terdapat kemungkinan dengan metode ini mempengaruhi kondisi mikroplastik di dalamnya.

1.1.1.4 Proses Pengayakan Kompos

a. Manual

Pengayakan kompos secara manual dilakukan oleh TPS 3R Migunani, TPS 3R Sampoerna Asih dan TPS 3R. Pada seluruh TPS 3R ini menggunakan tenaga manusia dan bantuan alat saring untuk menyortir ukuran dari bahan organik. Ukuran kompos yang sudah sesuai akan dikumpulkan dan yang belum sesuai akan dikembalikan pada proses pengomposan.

Pada proses pengayakan secara manual menggunakan bantuan alat saring seperti pada **Lampiran 1.1** dalam proses pengayakannya. Alat tersebut secara sederhana adalah ayakan menggunakan besi atau kawat yang sudah dibentuk sesuai dengan kegunaan. Prinsip kerja alat tersebut adalah sampah yang masuk akan mengalami perputaran dan sampah yang masih besar akan tertahan, sedangkan sampah yang lolos akan jatuh ke bawah. Seluruh lokasi TPS 3R menggunakan alat ini dengan bantuan tenaga manusia untuk memutarnya.

Pada proses pengayakan ini dapat berpotensi adanya penambahan mikroplastik. Hal ini dapat terjadi jika pada kawat-kawat penyusunnya terdapat mikroplastik yang terjepit dan ternyata jatuh sewaktu digunakan untuk mengayak produk kompos. Hal ini dapat semakin buruk jika setiap selesai penggunaannya tidak dilakukan pembersihan. Sehingga terdapat kemungkinan dapat mempengaruhi jumlah mikroplastik setiap hasil dari pengayakannya jika terjadi kondisi seperti contoh tersebut.

1.1.1.5 Proses Pengemasan Produk Kompos

a. Dikemas

Produk hasil jadi dari aktivitas pengomposan yang dikemas atau di *packing* adalah produk kompos dari TPS 3R Sampoerna Asih dan kompos kontrol dari Fagrow dengan menggunakan wadah berupa plastik. Hasil pengemasan dari TPS 3R Sampoerna Asih diperjualbelikan kepada masyarakat secara *offline* dengan harga Rp 6.000 per kemasan. Selain itu, pada TPS 3R ini juga terdapat kompos yang belum dikemas dan biasanya disiapkan untuk pelanggan yang sedang mencari produk kompos dalam jumlah banyak tanpa kemasan. Sementara itu, kompos humus daun bambu dari Fagrow diperjualbelikan secara *offline* dan *online* di *e-commerce* dengan harga Rp 5.000 di toko *offline* dan RP 8.000 di toko *online*.

Produk kompos yang dikemas memiliki potensi terkena kontaminasi dari mikroplastik dikarenakan wadah yang digunakan oleh kedua lokasi tersebut adalah plastik. Menurut Lusher dkk. (2017) dan Thompson. dkk (2004), ditemukannya berbagai bentuk mikroplastik yang ada dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti Fragmentasi, degradasi, perubahan iklim, perilaku mikroorganisme, dan paparan sinar UV. Menurut Koehler dkk. (2015), degradasi fisik pada plastik dipengaruhi oleh paparan sinar matahari atau radiasi UV dalam jangka waktu yang lama, yang mengakibatkan degradasi oksidatif pada polimer plastik. Selama proses ini, plastik akan menjadi lebih lunak, mudah rapuh, dan warnanya akan memudar seiring waktu. Sementara itu, degradasi mekanis biasanya disebabkan oleh aktivitas manusia dan mikroorganisme, yang menyebabkan plastik hancur menjadi Fragment-Fragment yang lebih kecil. Sehingga penggunaan wadah plastik, dapat berpotensi memberikan kontribusi seperti penambahan pada jumlah mikroplastik diproduk kompos yang dikemas.

b. Tidak dikemas

Produk hasil jadi dari aktivitas pengomposan yang tidak dikemas atau di *packing* adalah produk kompos dari TPS 3R Migunani dan TPS 3R Agung Gumilang. Kedua TPS 3R ini tidak melakukan pengemasan

dikarenakan bahan yang dibutuhkan untuk pembuatan kompos tidak banyak. Meskipun tidak dikemas, produk hasil pengomposannya terkadang diambil juga oleh masyarakat yang mau atau yang butuh.

Produk kompos yang tidak dikemas dari TPS 3R Migunani dan TPS 3R Agung Gumilang berpotensi memberikan kontribusi seperti penambahan mikroplastik. Hal ini dikarenakan salah satunya mikroplastik dapat menyebar melalui udara. Pada kedua sampel ini memiliki kondisi yang hampir sama sewaktu pengambilan sampelnya. Pada pengambilan sampel dari TPS 3R Migunani, komposnya tertimbun dengan sampah-sampah yang menumpuk di hanggar. Sedangkan pada sampel dari TPS 3R Agung Gumilang, komposnya ditemukan tertimbun oleh sampah di hanggar dan hanya dilapisi pemisah yaitu karung bagor. Sehingga kondisi ini mempengaruhi kondisi kontaminasi mikroplastik pada kedua sampel. Hal yang membedakan adalah usia kompos yang dimana pada kompos TPS 3R Migunani merupakan hasil dari periode pengomposan bulan Februari Tahun 2024 dan pada kompos TPS 3R Agung Gumilang merupakan hasil dari periode pengomposan pada Tahun 2023. Hal ini sejalan dengan menurut Koehler dkk. (2015), dimana degradasi mekanis makroplastik disebabkan oleh aktivitas manusia dan mikroorganisme, yang menyebabkan plastik hancur menjadi *fragment-fragment* yang lebih kecil.

Berdasarkan uraian di atas, dapat diketahui bahwa setiap TPS 3R memiliki aktivitas pengomposan yang tidak 100% sama meskipun dalam 1 wilayah di Kabupaten Kulon Progo. Hal ini dilihat seperti dalam proses pemilahan hingga pengemasan mereka memiliki perbedaannya masing-masing. Dari hasil analisis dan uraian tersebut, untuk memudahkan melihat perbedaan yang ada dapat dilihat pada **Tabel 4.1**. Selain itu, setiap perbedaan aktivitas pengomposan memiliki potensi menjadi sumber masuk atau bertambahnya mikroplastik pada hasil akhirnya yang berupa produk kompos setiap lokasi.

Tabel 4. 1 Deskripsi Sampel Kompos

Nama TPS 3R	Kode Sampel	Kode Duplo	Periode Kompos	Aktivitas Pengomposan				
				Pemilahan	**Pencacahan**	**Pengomposan**	**Pengayakan**	**Pengemasan**
Migunani	M	A1 B1	Bulan Februari	Cacah Pilah	Cacah Pilah	Penambahan EM4	Manual	Tidak dikemas
Sampoerna Asih	SA	A2 B2	Bulan April	Manual	Manual	*Open Windrow*	Manual	Dikemas
Agung Gumilang	AG	A3 B3	Tahun 2023	Cacah Pilah	Cacah Pilah	Penambahan EM4	Manual	Tidak dikemas
Kompos Kontrol Fagrow	C	TC1 TC2	Tidak diketahui	Berbahan dasar daun bambu yang difermentasikan. Memiliki karakteristik lembab dan berwarna hitam.				Dikemas

4.2 Identifikasi Mikroplastik Berdasarkan Jumlah, Bentuk, dan Warna

Pada penelitian ini, produk kompos dari TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo, D. I.. Yogyakarta dan kompos kontrol diamati menggunakan mikroskop untuk mengidentifikasi jumlah kelimpahan mikroplastik, bentuk mikroplastik, dan warna mikroplastik yang terkandung di dalamnya. Identifikasi mikroplastik yang berada di kertas saring, yaitu menggunakan kertas saring *Whatman Glass MicroFiber Filters* GF/B CAT No. 1821-047. Berdasarkan analisis yang didapatkan, selanjutnya akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik pengamatan agar memudahkan dalam proses analisis data.

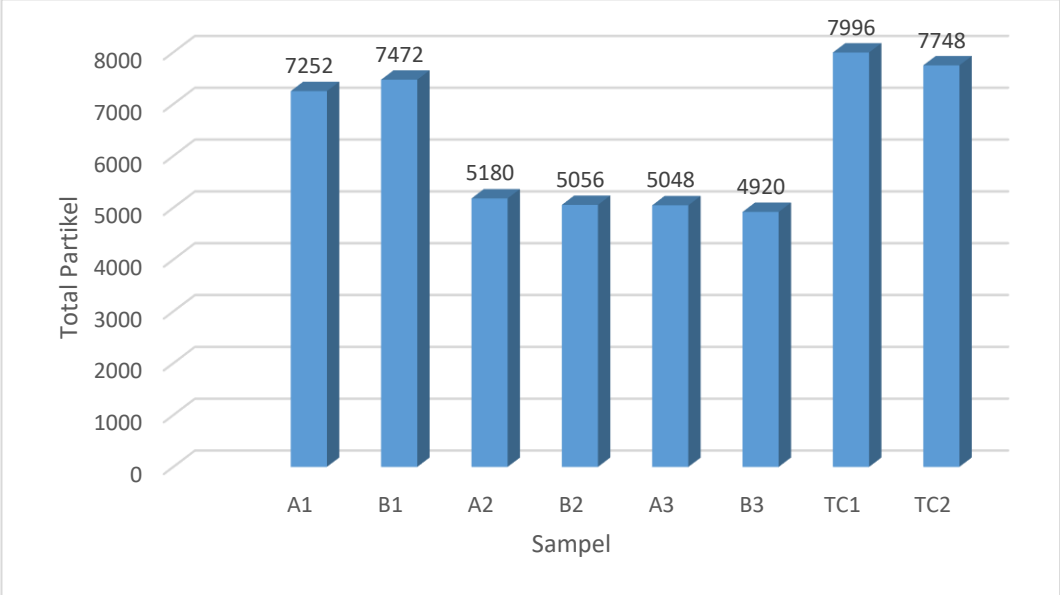
1.2.1 Mikroplastik Berdasarkan Jumlah

Identifikasi mikroplastik berdasarkan jumlah dilakukan dengan menghitung berdasarkan bentuk menggunakan mikroskop yang disebut nantinya sebagai partikel. Identifikasi jumlah mikroplastik dilakukan pada 8 sampel yang telah melalui tahap preparasi. Kertas saring yang telah diproses dibagi menjadi 4 kuadran untuk mempermudah identifikasi mikroplastik. Pengamatan terhadap jumlah mikroplastik dilakukan dengan perbesaran 10x, disesuaikan dengan ukuran mikroplastik dalam sampel. Mikroplastik yang teramati melalui mikroskop kemudian dihitung dan dianalisis lebih lanjut. Hasil pengamatan jumlah partikel mikroplastik dalam sampel kompos TPS 3R dapat dilihat pada **Tabel 4.2**

Tabel 4. 2 Jumlah Partikel Mikroplastik Pada 8 Sampel

No	Kode Sampel	Jumlah Partikel Mikroplastik
1	A1	7252
2	B1	7472
3	A2	5180
4	B2	5056
5	A3	5048
6	B3	4920
7	TC1	7996
8	TC2	7748

Berdasarkan hasil dari **Tabel 4.2** yang telah menunjukkan hasil pengamatan 8 sampel, selanjutnya disajikan dalam bentuk grafik untuk memudahkan melakukan perbandingan jumlah partikel dari mikroplastik dari setiap sampel. Grafik hasil perhitungan mikroplastik dari setiap sampel dan kontrol dapat dilihat pada **Gambar 4.1**



Gambar 4. 1 Grafik Jumlah Partikel Mikroplastik 8 Sampel

Berdasarkan **Tabel 4.2** terkait jumlah partikel mikroplastik pada sampel kompos TPS 3R dan kontrol pada setiap lokasi penelitian, dapat dilihat bahwa pada

masing-masing lokasi TPS 3R terdapat jumlah mikroplastik yang berbeda. Jumlah mikroplastik didapatkan dari 10 gram sampel kompos yang telah dipreparasi. Pada TPS 3R Migunani (Sampel A1 dan B1) ditemukan mikroplastik sebanyak 7.252 dan 7.472 partikel, pada TPS 3R Sampoerna Asih (Sampel A2 dan B2) ditemukan mikroplastik sebanyak 5.180 dan 5.056 partikel, dan pada TPS 3R Agung Gumilang (Sampel A3 dan B3) ditemukan mikroplastik sebanyak 5.048 dan 4.920 partikel. Kemudian pada kompos kontrol (sampel TC1 dan TC2) ditemukan mikroplastik sebanyak 7.996 partikel dan 7.748 partikel. Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa mikroplastik terbanyak justru ditemukan pada kompos kontrol, sedangkan jumlah mikroplastik terkecil ditemukan pada produk kompos TPS 3R Agung Gumilang (Sampel A3 dan B3). Dari berbagai sampel tersebut hanya ditemukan perbedaan paling tinggi pada sampel kompos kontrol.

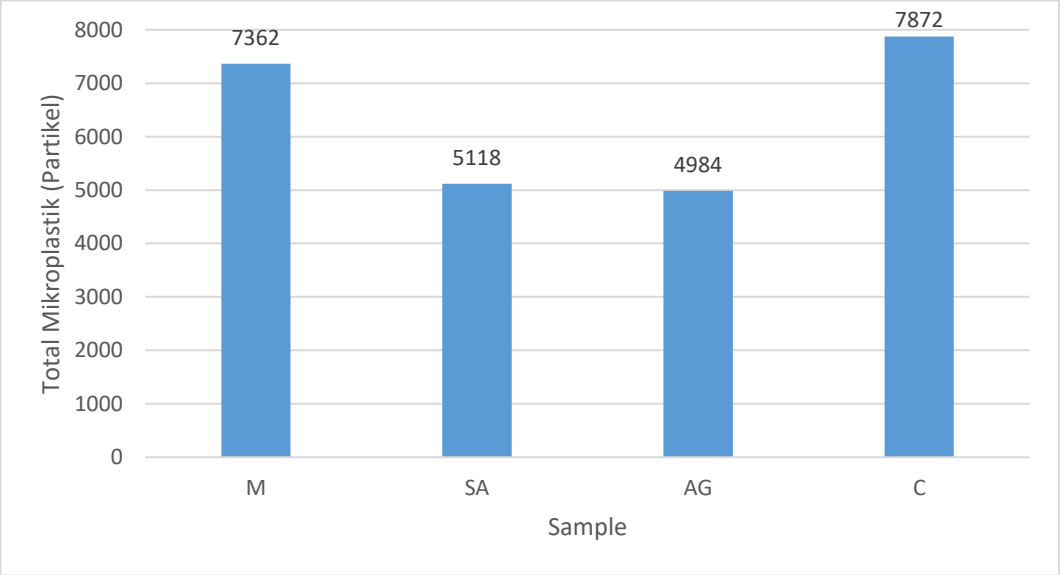
Jumlah dari mikroplastik yang didapatkan juga terpengaruh oleh penggunaan larutan pada proses pemisahan densitas. Hal ini dikarenakan terdapat batas perbedaan massa jenis yang mempengaruhi jumlah partikel mikroplastik yang terangkat. Massa jenis larutan NaCl jenuh adalah 1.2 g/cm^3 yang artinya plastik dengan massa jenis besar seperti polivinil klorida (PVC 1.35 g/ cm^3), polietilen tereftalat (PET 1,38 g/cm^3), dan plastik lainnya dengan densitas tinggi akan susah dipisahkan dengan NaCl (Ruggero dkk., 2020).

Perbedaan jumlah mikroplastik pada masing-masing sampel juga dipengaruhi oleh beberapa hal diantaranya adalah perlakuan sampel pada saat penyiapan wadah serta aktivitas pembuatan kompos dari pemilahan hingga pengepakan produk kompos pada TPS 3R. Selain itu, proses penyimpanan akan berpotensi mempengaruhi adanya kontaminasi mikroplastik di setiap sampel.

Perlakuan duplo pada sampel salah satunya bertujuan untuk mendapatkan hasil yang sesuai dan validasi mengenai hasil yang didapatkan. Jumlah mikroplastik tersebut diolah dengan dilakukannya proses penghitungan rata-rata dari duplo yang dilakukan. Sehingga didapatkan hasil rerata dari duplo pada **Tabel 4.3** dan dipermudah dengan grafik pada **Gambar 4.2**.

Tabel 4. 3 Jumlah Mikroplastik dari Rerata Duplo

No	Sampel	Jumlah Partikel Mikroplastik (partikel)	Keterangan Sampel
1	M	7.362	TPS 3R Migunani
2	SA	5.118	TPS 3R Sampoerna Asih
3	AG	4.984	TPS 3R Agung Gumilang
4	C	7.872	Kompos Kontrol Fagrow



Gambar 4. 2 Jumlah Partikel Mikroplastik Rerata Duplo

Berdasarkan **Tabel 4.3** dan **Gambar 4.2** terkait jumlah partikel mikroplastik pada sampel kompos TPS 3R dan kontrol pada setiap lokasi penelitian setelah dilakukan rerata duplo, dapat dilihat bahwa pada masing-masing lokasi TPS 3R terdapat jumlah mikroplastik yang berbeda. Pada setiap sampel terdapat penaikan dan penurunan jumlah mikroplastik. Pada TPS 3R Migunani (sampel M) didapatkan mikroplastik sebanyak 7.362 partikel, pada TPS 3R Sampoerna Asih (sampel SA) didapatkan mikroplastik sebanyak 5.118 partikel, dan pada TPS 3R Agung Gumilang (sampel AG) didapatkan mikroplastik sebanyak 4.984 partikel. Kemudian pada kompos kontrol (sampel C) didapatkan mikroplastik sebanyak 7.872 partikel. Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa mikroplastik

terbanyak masih ditemukan pada kompos kontrol, sedangkan jumlah mikroplastik terkecil ditemukan pada produk kompos TPS 3R Agung Gumilang. Jumlah mikroplastik sudah ditemukan hal ini dapat menjadi acuan untuk menghitung kelimpahan mikroplastik pada setiap sampel.

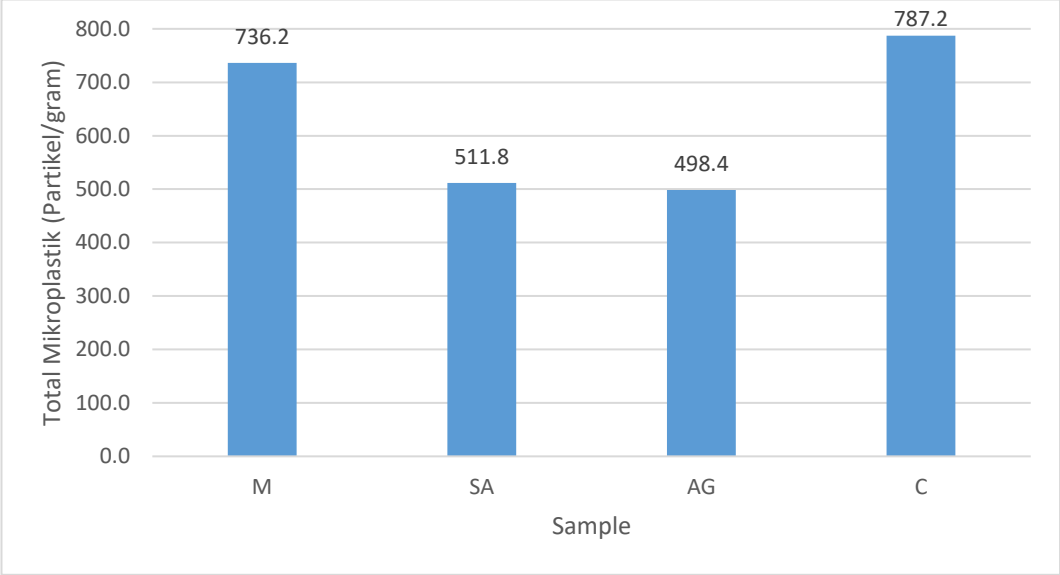
1.2.1.1 Kelimpahan Mikroplastik

Pada penghitungan kelimpahan mikroplastik, data yang digunakan adalah data setelah dilakukannya penghitungan jumlah mikroplastik dari rerata duplo. Berat sampel kering yang digunakan adalah 10 gram pada setiap sampel. Pada penghitungan ini menggunakan rumus yang sudah disediakan untuk memudahkan proses analisisnya. Perhitungan yang dilakukan pada kelimpahan mikroplastik mendapatkan hasil yang disajikan dalam **Tabel 4.4**.

Tabel 4. 4 Kelimpahan Mikroplastik dari Rerata Duplo

Kode Sampel	Total Partikel	Jumlah Berat Sampel (gram)	Kelimpahan Mikroplastik	Satuan
M	7362	10	736.2	partikel/gram
SA	5118	10	511.8	partikel/gram
AG	4984	10	498.4	partikel/gram
C	7872	10	787.2	partikel/gram

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas pada kelimpahan mikroplastik pada masing masing sampel, dilakukan pendataan dan dirumuskan dalam bentuk grafik agar memudahkan pembacaan. Grafik merupakan pengklasifikasian berdasarkan kode sampel dan hasil kelimpahan mikroplastik yang sudah diolah datanya. Data perhitungan tersebut dapat dilihat pada grafik pada **Gambar 4.3**.



Gambar 4. 3 Kelimpahan Mikroplastik dari Data Rerata Duplo

Dari hasil perhitungan kelimpahan mikroplastik pada semua sampel, dapat disimpulkan bahwasanya sampel kompos kontrol memiliki jumlah kelimpahan partikel mikroplastik/gram yang lebih banyak dibandingkan dengan sampel yang lain. Urutan kelimpahan mikroplastik dari yang terbanyak hingga terendah ditunjukkan mulai dari sampel C dengan kelimpahan 787,2 partikel/gram, kemudian sampel M dengan kelimpahan 736,2 partikel/gram, lalu sampel SA dengan kelimpahan 511,8 partikel/gram, dan yang terakhir atau paling sedikit adalah sampel AG dengan kelimpahan 498,4 partikel/gram. Menurut Amin dkk. (2020), perbedaan yang mempengaruhi perbedaan dari kelimpahan mikroplastik dari masing masing tempat dipengaruhi oleh dari karakteristik lokasi yang berbeda. Selain itu, perbedaan ini dapat terjadi dikarenakan berbagai kondisi produk sampel yang diteliti.

Hasil penelitian yang didapat apabila dibandingkan dengan penelitian yang lain terkait mikroplastik dalam kompos memiliki hasil yang sangat berbeda. Hasil ini apabila dibandingkan dengan Weithmann dkk. (2018) yang menganalisis dua kompos yang dihasilkan dari limbah hayati dan menemukan 20 hingga 24 item plastik dalam Kg^{-1}; dengan mempertimbangkan item plastik > 1 mm. Sedangkan pada penelitian Braun dkk. (2021), kompos limbah hayati dan kompos dari toko

perangkat keras (HS-GC-I), menunjukkan jumlah yang lebih besar lagi, yaitu 27 ± 17 dan 39 ± 14 item (> 1 mm)/kg kompos, sedangkan satu kompos dari pabrik kompos lokal (plantB-GC-e-20) mengandung lebih sedikit (10 ± 6 item/kg). Selain itu, di China juga terdapat penelitian dari Gui dkk. (2021), yang menunjukkan kandungan sampel kompos dengan ukuran 0,05-5 mm mendapatkan kelimpahan 2.533 ± 457 item/kg dan 2.266 ± 115 item/kg. Dari beberapa penelitian tersebut mengindikasikan bahwa jumlah mikroplastik pada penelitian ini jauh lebih besar daripada penelitian yang telah dilakukan di negara lain. Akan tetapi, perbedaan ini hanya sebagai pembanding bahwa penelitian ini ternyata menghasilkan lebih banyak mikroplastik yang dapat diketahui dari aktivitas pengomposan dan perlakuannya. Hal ini dibedakan juga atas kesadaran dan perlakuan yang terjadi dari awal aktivitas pengomposan hingga dapat menjadi hasil berupa produk kompos. Selain itu, pada proses mikroskopi tergantung orang yang meneliti dan menghitungnya, serta pada penelitian ini menggunakan perbesaran 10x yang dimana melihat mikroplastik yang lebih kecil tetapi tidak sampai pada ukuran nano. Analisis mengenai aktivitas pengomposannya dapat dilihat pada **Tabel 4.1** yang sudah dianalisis sebelumnya.

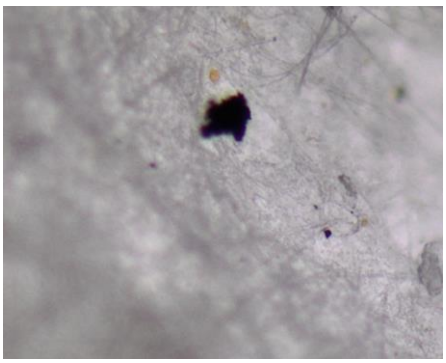
1.2.2 Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Identifikasi mikroplastik yang diamati dan diidentifikasi menggunakan mikroskop dengan perbesaran 10x. Mikroplastik yang diidentifikasi dibedakan menjadi beberapa kategori sesuai dengan cirinya, yaitu *Fragment*, *Film*, *Fiber*, *Foam,* dan *Pellet*. Perbedaan bentuk pada mikroplastik pada setiap sampel akan berbeda sesuai dari aktivitas lokasi sampelnya. Pengamatan jenis mikroplastik dapat dilakukan dengan perhitungan jumlah setiap jenis partikel mikroplastik yang terlihat pada mikroskop. Bentuk-bentuk pada mikroplastik dijelaskan sebagai beberapa poin deskripsi berikut.

1. Fragment

Mikroplastik dengan bentuk *Fragment* merupakan mikroplastik sekunder yang berasal dari proses *Fragment*asi plastik dan biasanya terkandung dalam sampah plastik seperti pada kemasan makanan, kantong plastik, dan botol plastik.

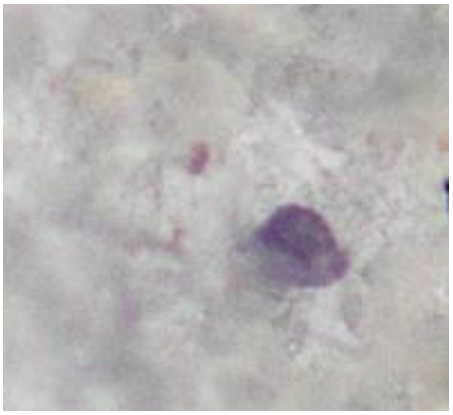
(Ambarsari dan Anggiani, 2022; Kingfisher, 2011; Ayuningtyas dkk., 2020). Selain itu, keberadaan mikroplastik dengan bentuk ini juga sering ditemukan dari pencemar antropogenik seperti limbah rumah tangga (Ayuningtyas dkk., 2020). Mikroplastik ini memiliki bentuk seperti pecahan yang tidak beraturan, bergerigi, bersudut, asimetris serta memiliki warna yang tegas atau lebih pekat apabila dibandingkan dengan mikroplastik bentuk lainnya, sehingga berbeda dengan bentuk *Film* (Syachbudi, 2015). Mikroplastik berbentuk *Fragment* juga banyak ditemukan seperti pada penelitian yang dilakukan oleh Weithmann dkk. pada tahun 2018, dan Braun dkk. pada tahun 2021.



Gambar 4. 4 Mikroplastik Bentuk *Fragment*

2. *Film*

Mikroplastik dengan bentuk *Film* merupakan mikroplastik yang berasal dari proses degradasi kemasan plastik atau kantong plastik berupa lembaran maupun pecahan plastik (Sari, 2018; Wahyuningsih dkk., 2018). Keberadaan total mikroplastik dari bentuk *Film* dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, seperti pada pemakaian kantong plastik atau kemasan makanan berbahan plastik dan dibuang begitu saja ke lingkungan (Ambarsari dan Anggiani, 2022; Azizah dkk., 2020). Meskipun bentuknya seperti *Fragment*, tetapi mikroplastik dengan bentuk *Film* memiliki salah satu ciri dengan warna yang cenderung tidak pekat seperti bentuk *Fragment*.



Gambar 4. 5 Mikroplastik Bentuk *Film*

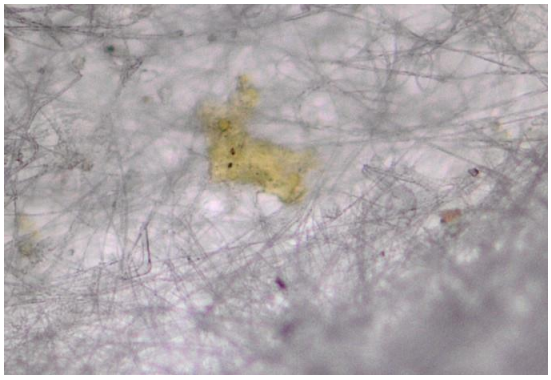
3. *Fiber*

Mikroplastik dengan bentuk *Fiber* merupakan mikroplastik yang memiliki ciri berbentuk serat sintetis yaitu panjang dan tipis seperti benang atau serabut dengan panjang yang beragam (Ayuningtyas dkk., 2020; Ambarsari dan Anggiani, 2022). Mikroplastik dengan bentuk *Fiber* memiliki beragam warna yang berasal dari sumber yang berbeda-beda dengan ketebalan yang beragam juga. Mikroplastik dengan bentuk ini dapat berasal dari jaring dan sisa benang pakaian sintetis (Kingfisher, 2011).

Gambar 4. 6 Mikroplastik Bentuk *Fiber*

4. *Foam*

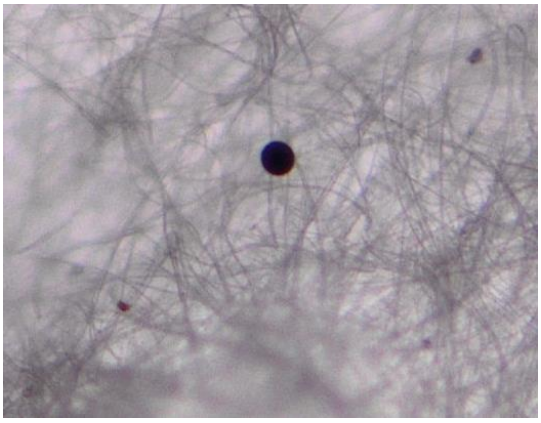
Mikroplastik dengan bentuk *Fiber* merupakan mikroplastik yang biasanya berasal dari kemasan dengan polimer *polystyrene* atau lebih dikenal dengan nama *styrofoam* (Yin dkk., 2019). Mikroplastik dengan bentuk ini sering ditemukan pada sisa kemasan makanan seperti pada bungkus pop mie dan gabus pada lapisan pengaman alat atau benda yang berpotensi pecah. Mikroplastik ini biasanya berbentuk hampir bulat dan bertekstur lunak, sehingga apabila terdapat tekanan akan berubah bentuk (Nainggolan dkk., 2022).



Gambar 4. 7 Mikroplastik Bentuk *Foam*

5. *Pellet*

Mikroplastik dengan bentuk *Pellet* merupakan mikroplastik dengan ciri-ciri lapisan dengan bentuk bulat dan permukaan yang cenderung halus serta biasanya memiliki warna yang pekat (Li dkk., 2018; Azizah dkk., 2020). Mikroplastik dengan bentuk *Pellet* merupakan mikroplastik primer yang diproduksi langsung oleh pabrik untuk bahan baku pembuatan plastik (Azizah dkk., 2020; Kingfisher, 2011).



Gambar 4. 8 Mikroplastik Bentuk *Pellet*

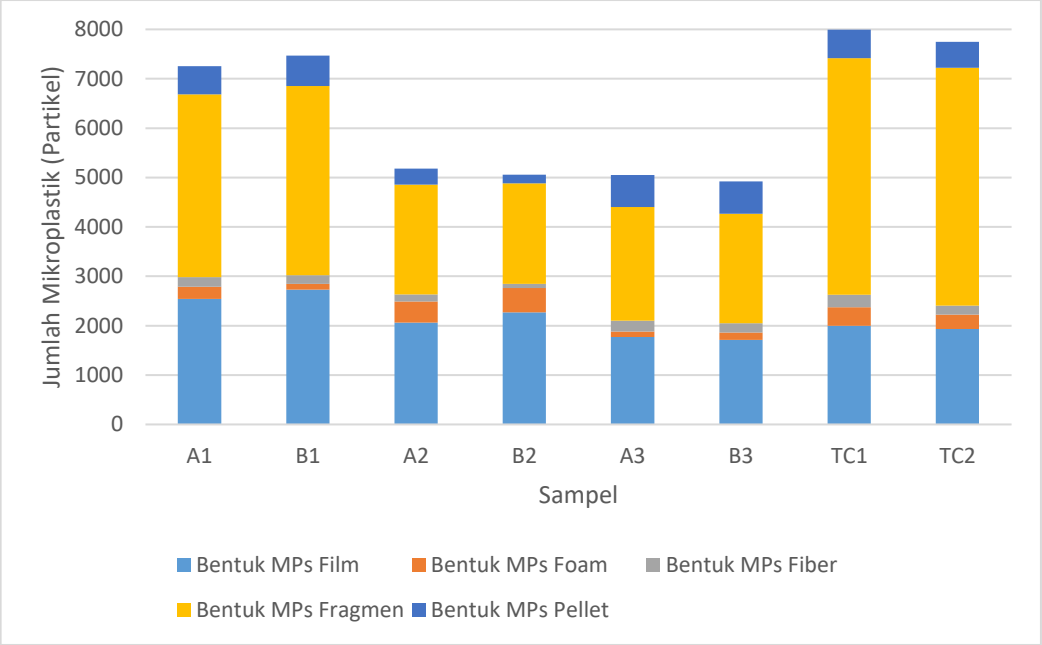
Pada penyajian data sampel akan dilakukan dari keseluruhan sampel terlebih dahulu, kemudian akan masuk ke data sampel hasil rerata duplo sebagai tambahan informasi dan perbedaan. Bentuk-bentuk mikroplastik yang ditemukan pada pengamatan keseluruhan sampel dengan mikroskop perbesaran 10x dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4. 5 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Sampel	Bentuk Mikroplastik					Jumlah Bentuk
	Film	Foam	Fiber	Fragmen	Pellet	
A1	2544	244	192	3704	568	7252
B1	2728	120	172	3836	616	7472
A2	2060	432	140	2224	324	5180
B2	2272	488	88	2032	176	5056
A3	1768	116	220	2296	648	5048
B3	1712	148	192	2212	656	4920
TC1	2000	372	252	4796	576	7996
TC2	1932	292	184	4812	528	7748
Total	17016	2212	1440	25912	4092	50672

Dari tabel diatas, mikroplastik dengan jenis *Film* paling banyak ditemukan pada sampel B1 yaitu sebanyak 2.728 partikel. Bentuk *Foam* paling banyak ditemukan pada sampel B2 yaitu sebanyak 488 partikel. Kemudian bentuk *Fiber* paling banyak terdapat pada sampel TC1 sebanyak 252 partikel, mikroplastik

dengan jenis *Fragment* paling banyak ditemukan pada sampel TC2 yaitu sebanyak 4.812 partikel, dan bentuk *Pellet* paling banyak terdapat pada sampel A3 sebanyak 648 partikel. Perbedaan banyaknya bentuk mikroplastik pada sampel bergantung pada ragamnya aktivitas dilingkungan dan aktivitas pembuatan produk kompos yang kemudian terjadinya kontaminasi mikroplastik pada sampel. Hasil pengamatan mikroplastik berdasarkan bentuk disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.9**.



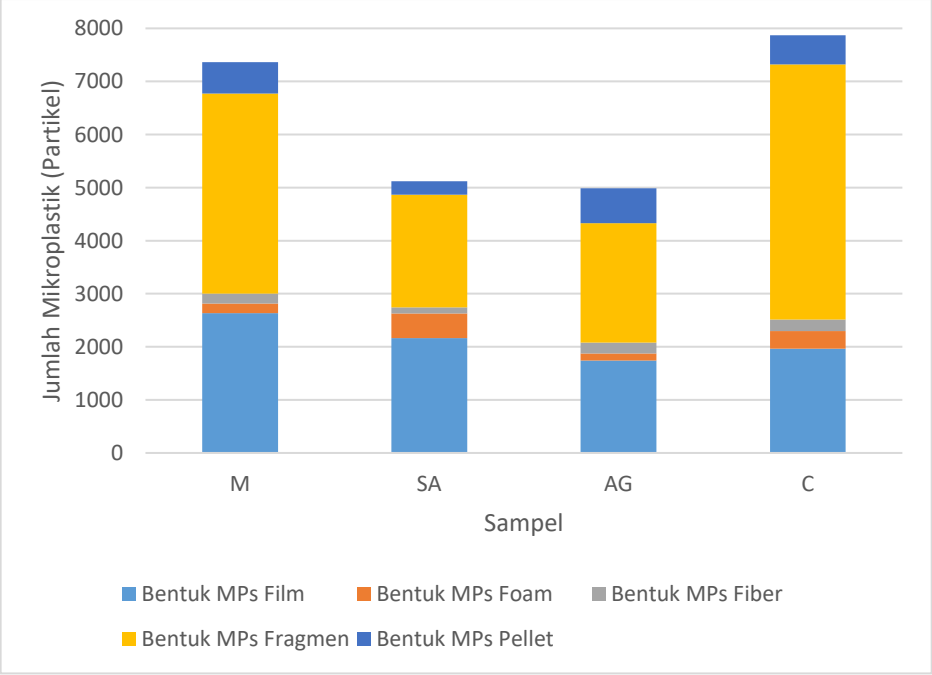
Gambar 4. 9 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk

Pada masing-masing sampel, terdapat perbedaan jumlah mikroplastik menurut bentuknya. Dari 8 sampel yang diuji, jenis mikroplastik yang paling banyak jumlahnya adalah berbentuk *Fragment* dan bentuk mikroplastik yang paling sedikit ditemukan pada masing-masing sampel adalah mikroplastik berbentuk *Fiber*. Kemudian untuk data perhitungan jumlah total Mikroplastik berdasarkan bentuk dari hasil duplo dapat dilihat pada **Tabel 4.6**.

Tabel 4. 6 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dari Rerata Duplo

Sampel	Bentuk Mikroplastik					Jumlah Bentuk
	Film	***Foam***	***Fiber***	***Fragment***	***Pellet***	
M	2636	182	182	3770	592	7362
SA	2166	460	114	2128	250	5118
AG	1740	132	206	2254	652	4984
C	1966	332	218	4804	552	7872
Total	8818	1158	762	13150	2136	26024

Dari tabel diatas, mikroplastik dengan jenis *Film* paling banyak ditemukan pada sampel M yaitu sebanyak 2.636 partikel. Bentuk *Foam* paling banyak ditemukan pada sampel SA yaitu sebanyak 460 partikel. Kemudian bentuk *Fiber* paling banyak terdapat pada sampel C sebanyak 218 partikel, mikroplastik dengan jenis *Fragment* paling banyak ditemukan pada sampel C yaitu sebanyak 4.804 partikel, dan bentuk *Pellet* paling banyak terdapat pada sampel AG sebanyak 652 partikel. Perbedaan banyaknya bentuk mikroplastik dari hasil duplo sebagai bentuk validasi dari data yang didapatkan. Hasil pengamatan mikroplastik menurut jenisnya juga disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.10**.

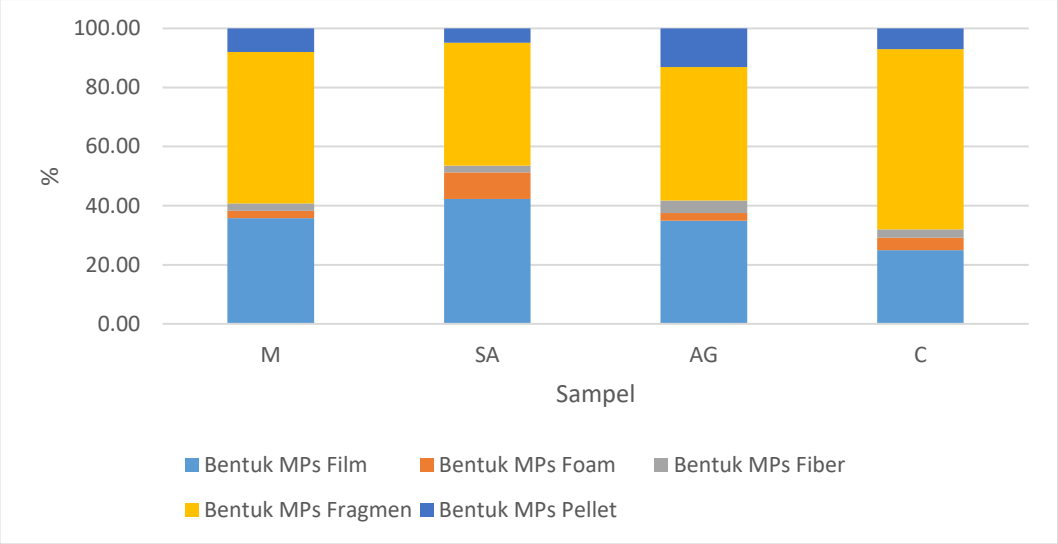


Gambar 4. 10 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dari Rerata Duplo

Data banyaknya mikroplastik menurut bentuknya pada setiap sampel sebagai data tambahan juga disajikan dalam bentuk persentase pada **Tabel 4.7** dan grafik pada **Gambar 4.11**.

Tabel 4. 7 Persentase Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dari Rerata Duplo

Sampel	**Bentuk Mikroplastik (%)**					**Jumlah Bentuk**
	Film	***Foam***	***Fiber***	***Fragment***	***Pellet***	**(%)**
M	35.81	2.47	2.47	51.21	8.04	100
SA	42.32	8.99	2.23	41.58	4.88	100
AG	34.91	2.65	4.13	45.22	13.08	100
C	24.97	4.22	2.77	61.03	7.01	100



Gambar 4. 11 Grafik Persentase Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dari Rerata Duplo

Berdasarkan **Tabel 4.7** dan **Gambar 4.11** terkait perhitungan serta persentase mikroplastik pada sampel kompos TPS 3R dan kontrol berdasarkan bentuk, dapat dilihat bahwa mikroplastik terbagi menjadi lima, yaitu *Fiber*, *Fragment*, *Film*, *Pellet*, dan *Foam*. Secara berurutan, jenis mikroplastik pada masing-masing sampel dapat dirangkum. Persentase jenis mikroplastik memberikan perbandingan jumlah yang didasarkan persen setiap bentuk mikroplastik.

Setiap sampel memiliki prosentasi tertinggi dan terendah. Diketahui pada sampel M dari TPS 3R Migunani, mikroplastik berbentuk *Fragment* merupakan mikroplastik yang paling banyak ditemui dengan 51,21% dan mikroplastik berbentuk *Fiber* serta *Foam* merupakan jenis mikroplastik paling sedikit sebanyak 2,47%. Persentase bentuk mikroplastik pada sampel SA dari TPS 3R Sampoerna Asih paling tinggi ada pada bentuk *Film* sebanyak 42,32% dan paling sedikit dengan bentuk *Fiber* sebesar 2,23% saja. Kemudian pada sampel AG dari TPS 3R Agung Gumilang memiliki kandungan mikroplastik paling tinggi berupa *Fragment* dengan persentase 45,22% dan paling sedikit dengan bentuk *Foam* sebesar 2,65%. Kemudian pada sampel C atau kompos control ditemukan kandungan mikroplastik tertinggi pada bentuk *Fragment* dengan 61,03% dan paling rendah adalah bentuk *Fiber* sebanyak 2,77% saja. Mikroplastik dengan bentuk *fragment* mendominasi pada hampir seluruh lokasi sampel yang dimana hal ini seperti pada penelitian oleh Sholokhova dkk. (2022), Weithmann dkk. (2018), dan Braun dkk. (2021). Sedangkan pada bentuk *film* dengan paling banyak kedua setelah bentuk *fragment* sama seperti penelitian oleh Sholokhova dkk. (2022)

Menurut Lusher dkk. (2017) dan Thompson dkk. (2004), ditemukannya berbagai bentuk mikroplastik yang ada dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti *Fragment*asi, degradasi, perubahan iklim, perilaku mikroorganisme, dan paparan sinar UV. Menurut Koehler dkk. (2015), degradasi fisik pada plastik dipengaruhi oleh paparan sinar matahari atau radiasi UV dalam jangka waktu yang lama, yang mengakibatkan degradasi oksidatif pada polimer plastik. Selama proses ini, plastik akan menjadi lebih lunak, mudah rapuh, dan warnanya akan memudar seiring waktu. Sementara itu, degradasi mekanis biasanya disebabkan oleh aktivitas manusia dan mikroorganisme, yang menyebabkan plastik hancur menjadi *Fragment-Fragment* yang lebih kecil. Pada hasil data tersebut menjelaskan bahwa pada seluruh lokasi penelitian, jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan yaitu mikroplastik jenis *Fragment.* Sedangkan mikroplastik yang jarang ditemukan yaitu mikroplastik jenis *Fiber* dan *Foam*.

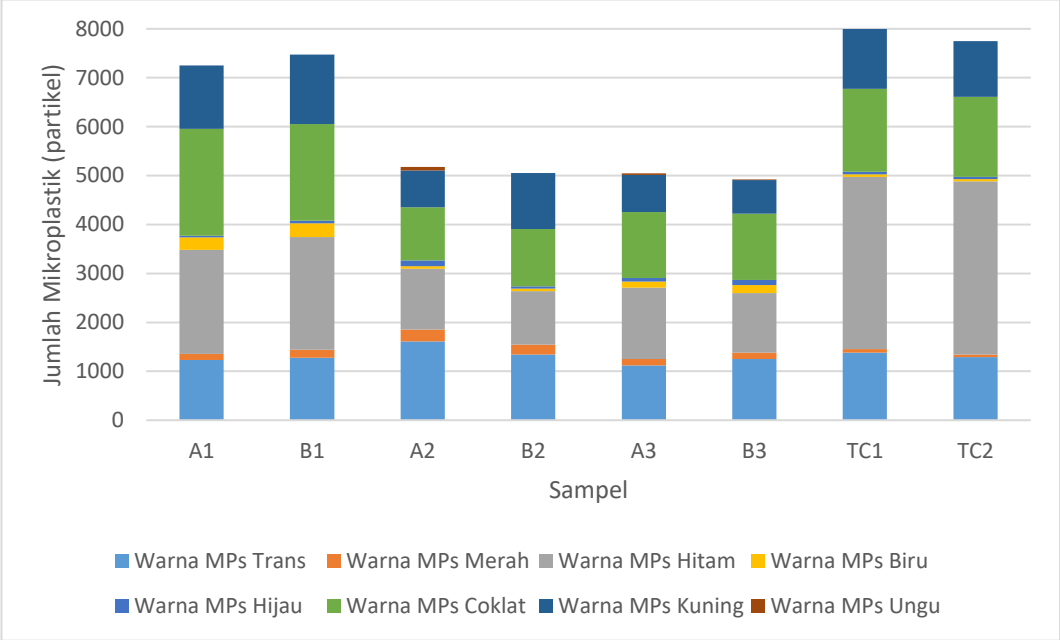
1.2.3 Mikroplastik Berdasarkan Warna

Dalam mengidentifikasi mikroplastik berdasarkan warnanya pada penelitian ini dilakukan pada saat pengamatan dengan menggunakan mikroskop yang ada pada laboratorium. Penelitian ini, warna yang ditemukan pada sampel ini meliputi warna hitam, biru, merah, hijau, kuning, coklat, ungu dan transparan. Menurut Kumar dkk. (2020), berbagai warna yang berada pada mikroplastik merupakan warna yang bersumber dari produk berbahan plastik, radiasi dari sinar matahari, dan banyaknya kontaminan yang terserap pada mikroplastik di dalam sampel itu sendiri.

Dalam proses mengidentifikasi warna mikroplastik pada sampel kompos di penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop. Kemudian, data yang didapatkan dilakukan perhitungan dan kemudian dimasukkan ke dalam tabel hasil pengamatan serta setelah dihitung persentase menggunakan rumus pada masing – masing warna setiap sampel yang diteliti. Berikut merupakan hasil perhitungan dari jumlah mikroplastik berdasarkan warna pada keseluruhan sampel yang disajikan pada **Tabel 4.8**. Hasil pengamatan mikroplastik menurut warnanya juga disajikan dalam bentuk grafik pada **Gambar 4.12** untuk memudahkan melihat perbedaan setiap sampel.

Tabel 4. 8 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna

Sampel	Warna Mikroplastik								Jumlah Warna
	Trans	Merah	Hitam	Biru	Hijau	Coklat	Kuning	Ungu	
A1	1228	128	2124	256	36	2184	1296	0	7252
B1	1280	160	2304	284	48	1976	1420	0	7472
A2	1608	248	1240	52	116	1088	752	76	5180
B2	1340	204	1096	52	44	1172	1148	0	5056
A3	1120	128	1460	124	76	1344	760	36	5048
B3	1248	136	1216	164	100	1356	688	12	4920
TC1	1384	72	3516	52	52	1696	1224	0	7996
TC2	1292	52	3536	48	48	1636	1136	0	7748
Total	10500	1128	16492	1032	520	12452	8424	124	50672



Gambar 4. 12 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna

Pada **Tabel 4.8** warna mikroplastik yang ditemukan pada penelitian ini terdapat berbagai macam warna meliputi warna transparan, merah, hijau, biru, kuning, ungu , coklat, dan hitam. Warna mikroplastik pada seluruh sampel yang paling banyak ditemukan adalah warna hitam sebanyak 16.492 partikel mikroplastik dalam 8 sampel. Mikroplastik dengan jumlah terbanyak kedua didapati pada warna coklat sebanyak 12.452 partikel. Kemudian mikroplastik berwarna transparan sebanyak 10.500 partikel, mikroplastik berwarna kuning mendapatkan total partikel sebanyak 8.424 partikel. Kemudian mikroplastik berwarna merah dan biru memiliki jumlah yang hampir sama yaitu sebanyak 1.128 partikel dan 1.032 partikel. Pada mikroplastik berwarna hijau ditemukan sebanyak 520 partikel. Warna mikroplastik yang paling sedikit ditemukan dalam penelitian kali ini adalah mikroplastik dengan warna ungu dengan jumlah 124 partikel saja.

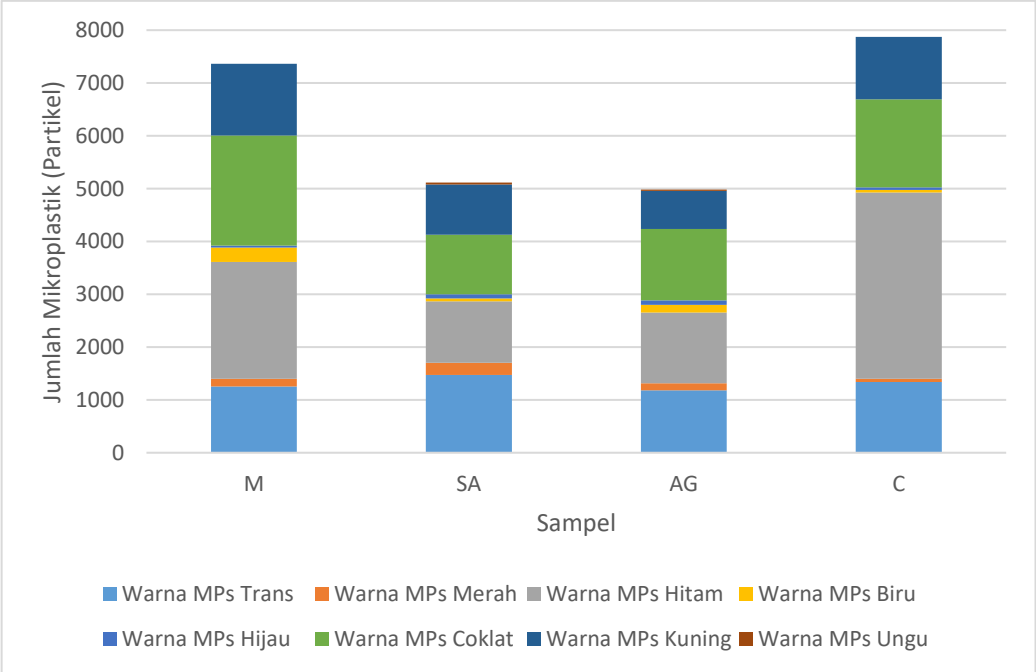
Pada masing-masing sampel, terdapat perbedaan jumlah mikroplastik menurut warnanya. Dari 8 sampel yang diuji, warna mikroplastik yang paling banyak jumlahnya adalah berwarna hitam dan warna mikroplastik yang paling sedikit ditemukan pada masing-masing sampel adalah mikroplastik berwarna ungu.

Kemudian untuk data perhitungan jumlah total mikroplastik berdasarkan warna dari hasil duplo dapat dilihat pada **Tabel 4.9**.

Tabel 4. 9 Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna dari Rerata Duplo

Sampel	Warna Mikroplastik (partikel)								Jumlah Warna
	Trans	Merah	Hitam	Biru	Hijau	Coklat	Kuning	Ungu	
M	1254	144	2214	270	42	2080	1358	0	7362
SA	1474	226	1168	52	80	1130	950	38	5118
AG	1184	132	1338	144	88	1350	724	24	4984
C	1338	62	3526	50	50	1666	1180	0	7872
Total	5250	564	8246	516	260	6226	4212	62	25336

Berdasarkan hasil perhitungan tabel diatas pada jumlah mikroplastik duplo berdasarkan pada masing-masing sampel, dilakukan pendataan dan dirumuskan dalam bentuk grafik agar memudahkan pembacaan. Grafik merupakan pengklasifikasian berdasarkan kode sampel dan hasil kelimpahan mikroplastik yang sudah diolah datanya. Data perhitungan tersebut dapat dilihat pada grafik pada **Gambar 4.13**.



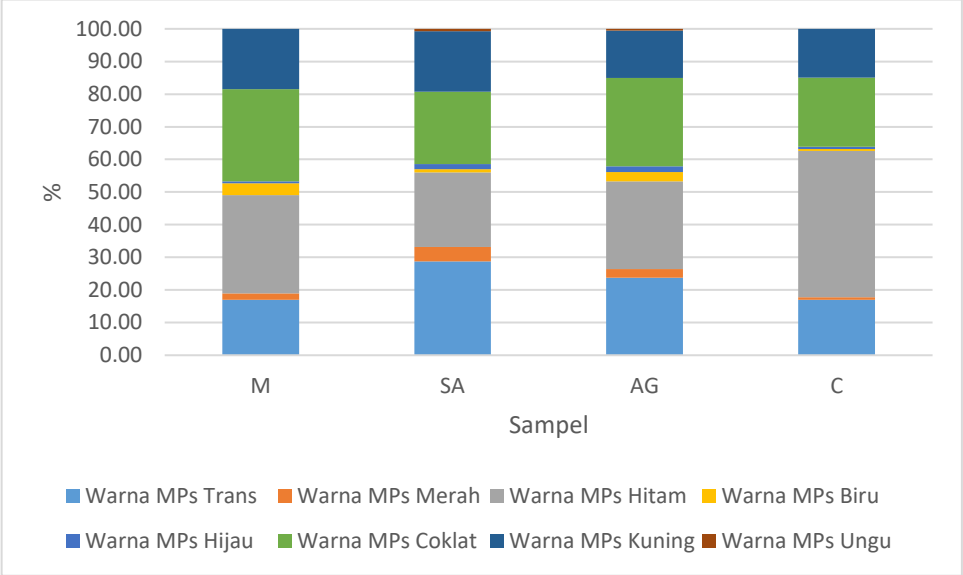
Gambar 4. 13 Grafik Jumlah Mikroplastik Berdasarkan Warna Rerata Duplo

Dari total 8 sampel dilakukan duplo, dilakukan proses rata-rata dengan mendapatkan hasil yang dapat dilihat pada **Tabel 4.9**. Pada tabel tersebut warna mikroplastik pada seluruh sampel yang paling banyak ditemukan masih dengan warna hitam sebanyak 8.246 partikel mikroplastik. Mikroplastik dengan jumlah terbanyak kedua didapati pada warna coklat sebanyak 6.226 partikel. Kemudian mikroplastik berwarna transparan sebanyak 5.250 partikel, mikroplastik berwarna kuning mendapatkan total partikel sebanyak 4.212 partikel. Kemudian mikroplastik berwarna merah dan biru memiliki jumlah yang hampir sama yaitu sebanyak 564 partikel dan 516 partikel. Pada mikroplastik berwarna hijau ditemukan sebanyak 260 partikel. Warna mikroplastik yang paling sedikit ditemukan dalam penelitian kali ini adalah mikroplastik dengan warna ungu dengan jumlah 62 partikel saja dan tidak ditemukan sama sekali pada sampel M serta C. Duplo disini berfungsi sebagai validasi data dari perhitungan dan pengujian yang telah dilakukan.

Data banyaknya mikroplastik menurut bentuknya pada setiap sampel sebagai data tambahan juga disajikan dalam bentuk persentase pada **Tabel 4.10** dan grafik pada **Gambar 4. 14**.

Tabel 4. 10 Jumlah Persentase Mikroplastik Berdasarkan Warna dari Rerata Duplo

Sampel	**Warna Mikroplastik (%)**								**Jumlah Warna**
	Trans	**Merah**	**Hitam**	**Biru**	**Hijau**	**Coklat**	**Kuning**	**Ungu**	**(%)**
M	17.03	1.96	30.07	3.67	0.57	28.25	18.45	0.00	100
SA	28.80	4.42	22.82	1.02	1.56	22.08	18.56	0.74	100
AG	23.76	2.65	26.85	2.89	1.77	27.09	14.53	0.48	100
C	17.00	0.79	44.79	0.64	0.64	21.16	14.99	0.00	100



Gambar 4. 14 Grafik Persentase Mikroplastik Berdasarkan Warna dari Rerata Duplo

Pada hasil tabel dan grafik di atas, dapat dilihat persentase warna mikroplastik pada seluruh sampel rerata duplo TPS 3R dan kompos kontrol. Dalam hasil ini, terdapat berbagai macam warna mikroplastik yang diamati pada sampel produk kompos, yaitu warna coklat, hitam, merah, biru, hijau, kuning, transparan dan ungu. Berdasarkan hasil di atas, terlihat bahwa mikroplastik pada sampel kompos didominasi oleh warna hitam dari sampel C yang memiliki persentase terbesar adalah 44,79% dari semua jumlah pada sampel tersebut. Sedangkan warna mikroplastik yang paling sedikit adalah warna ungu yang memiliki persentase terkecil yaitu 0,48% pada sampel AG. Dari persentase tersebut terdapat nilai 0,0%, hal tersebut memiliki artian bahwa pada sampel tersebut tidak ditemukan mikroplastik dengan warna terkait seperti pada warna ungu di sampel M dan C. Warna pada penelitian ini bervariasi tergantung kontaminan mikroplastik pengusungnya dan faktor lain yang dapat mempengaruhi warnanya.

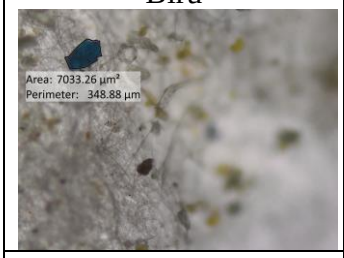
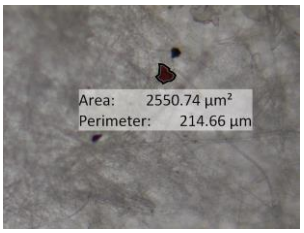
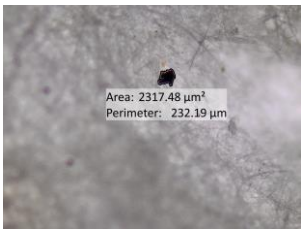
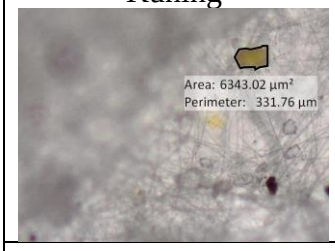
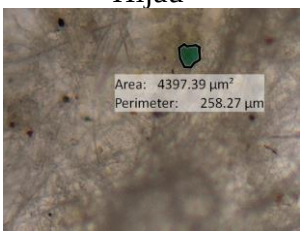
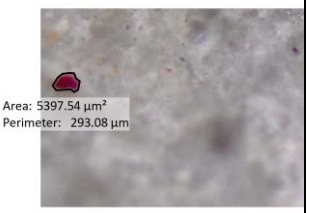
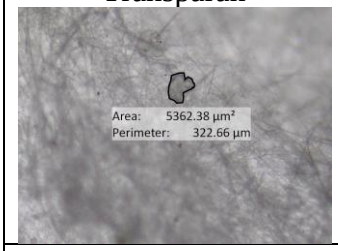
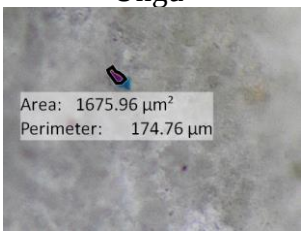
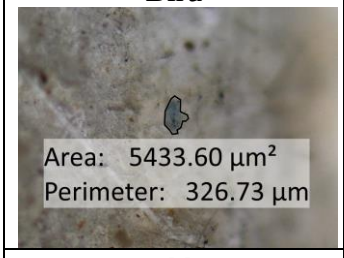
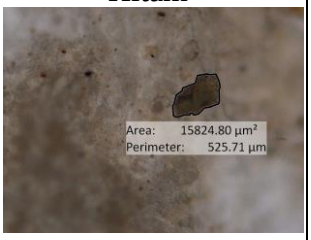
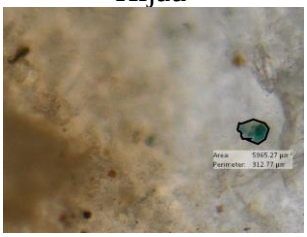
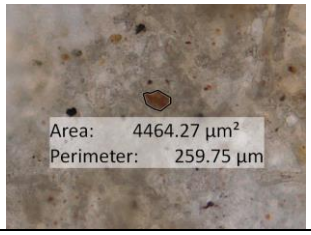
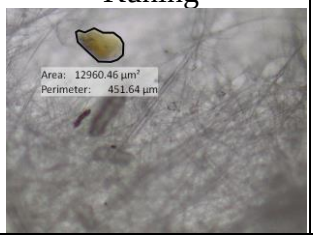
Menurut Kumar dkk. (2020) dan Browne dkk. (2013), berbagai warna yang berada pada mikroplastik merupakan warna yang bersumber dari produk berbahan plastik, terkena radiasi dari sinar matahari, dan banyaknya kontaminan yang terserap pada mikroplastik di dalam sampel itu sendiri. Setiap plastik memiliki warna yang unik, sehingga dengan mengidentifikasi warna mikroplastik, kita dapat

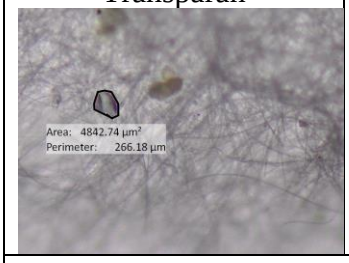
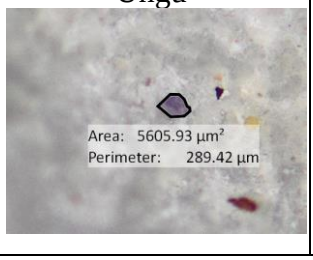
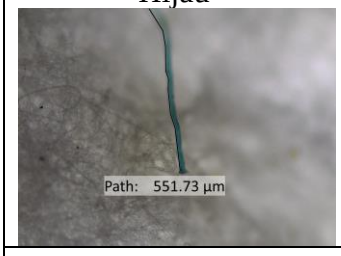
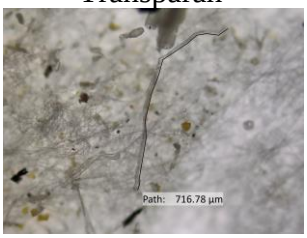
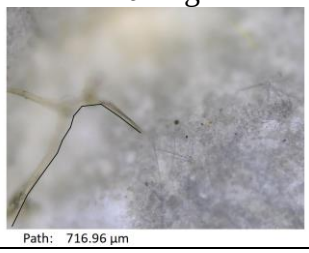
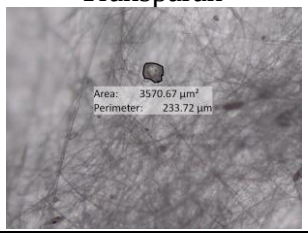
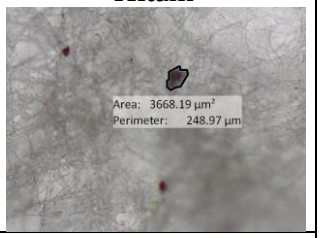
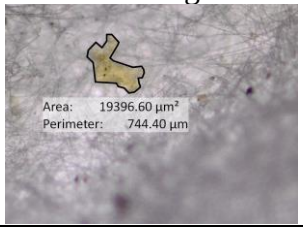
memperkirakan asal plastik dalam proses pembuatannya (Seftianingrum dkk., 2023). Menurut penelitian dari Browne dkk. (2013), warna yang pekat pada mikroplastik menunjukkan bahwa mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna yang signifikan.

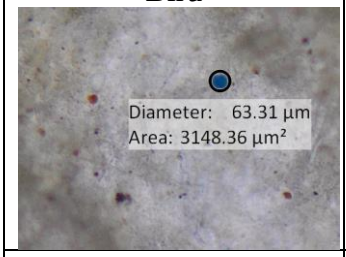
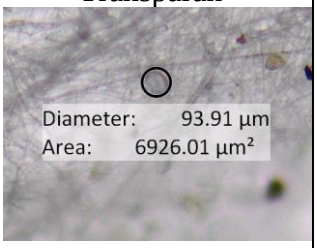
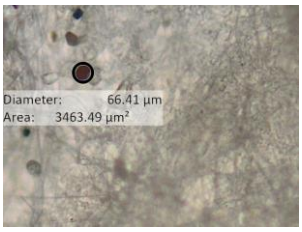
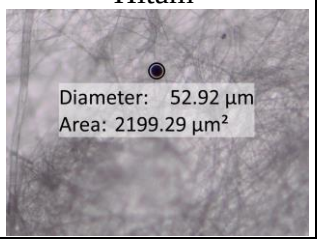
Dalam penelitian Hiwari dkk. (2019), ditemukan bahwa mikroplastik berwarna hitam mengandung berbagai jenis kontaminan dan partikel organik. Hal ini disebabkan oleh kemampuan warna hitam dalam menyerap polutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan mikroplastik berwarna lain. Mikroplastik berwarna biru kemungkinan berasal dari kantong sampah plastik, tali pancing, dan tali berwarna biru (Sathish dkk., 2020). Mikroplastik berwarna merah dapat dihasilkan dari limbah cucian rumah tangga, botol plastik, kemasan makanan, serta bahan baku plastik. Mikroplastik berwarna oranye atau kuning diperkirakan berasal dari sedotan plastik, kertas mika, kantong plastik, dan sampah plastik lainnya yang mengalami penurunan intensitas warna akibat paparan sinar UV (Kapo dkk., 2020). Sementara itu, mikroplastik berwarna transparan mungkin berasal dari limbah plastik yang telah lama terdegradasi dan kehilangan warnanya (Sugandi dkk., 2021). Selain itu, menurut disertasi Daryanto (2023), mikroplastik yang berasal dari serat tekstil sintetis seperti akrilik dan poliester cenderung memiliki warna cerah atau putih, sedangkan mikroplastik berwarna hitam kemungkinan berasal dari ban mobil yang telah aus serta produk karet lainnya.

Hasil analisis terhadap bentuk dan warna pada mikroplastik yang ada pada sampel kemudian dilakukan pengukuran untuk mengetahui panjang, luas, atau diameter sesuai dengan bentuk dan warna mikroplastik yang ada. Pada data pengukuran tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4. 11**. Tabel ini sebagai informasi tambahan dari penelitian yang telah dilakukan pada seluruh sampel yang ada.

Tabel 4. 11 Ukuran Mikroplastik Berdasarkan Bentuk dan Warna Mikroplastik

Fragment		
Biru	Coklat	Hitam
		
Kuning	Hijau	Merah
		
Transparan	Ungu	
		
Film		
Biru	Hitam	Hijau
		
Coklat	Kuning	Merah
		

Transparan	Ungu	
		
Fiber		
Biru	Coklat	Merah
Hijau	Hitam	Transparan
		
Kuning	Ungu	
		
Foam		
Coklat	Transparan	Hitam
		
Kuning		
		

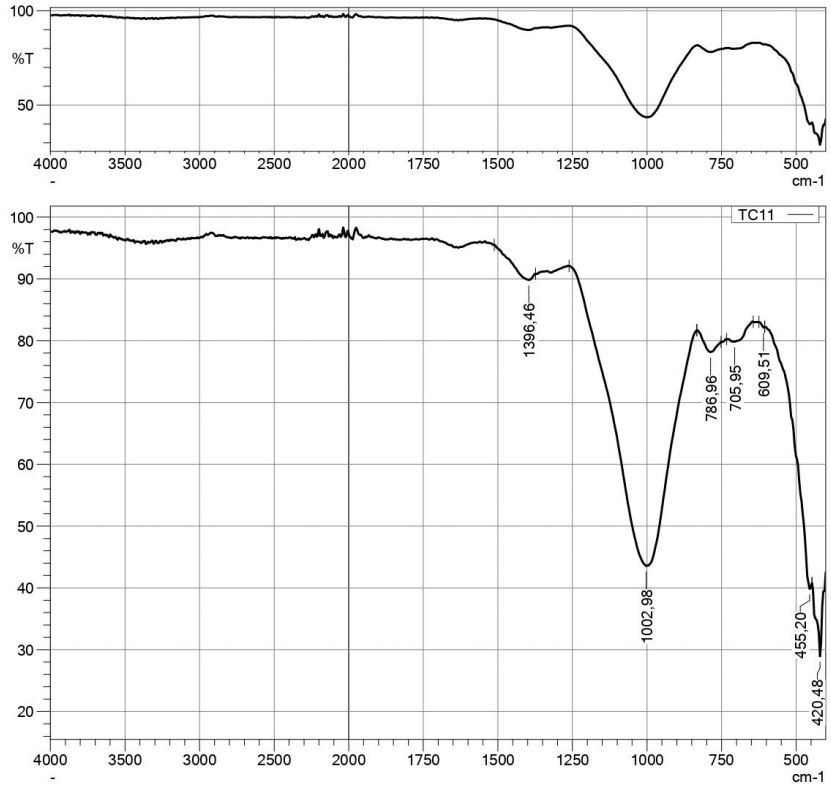
Pellet		
Biru	Kuning	Transparan
		
Coklat	Merah	Hitam
		

4.3 Identifikasi Mikroplastik dengan FTIR

Tahapan selanjutnya setelah mengidentifikasi jumlah, jenis, dan warna mikroplastik ialah mengidentifikasi senyawa polimer atau karakteristik kimia dari mikroplastik. Analisis senyawa polimer pada mikroplastik dilakukan setelah identifikasi menggunakan mikroskop. Tahap analisis ini menggunakan instrumen FTIR atau *Fourier Transform Infrared*. FTIR yang digunakan tipe SHIMADZU IRTracer-100. Prinsip kerja FTIR adalah menganalisis susunan gugus fungsi yang terdapat pada mikroplastik. Sebelum pengujian dilakukan, instrumen FTIR harus disterilkan dengan menggunakan aquades. Instrumen ini memiliki fungsi untuk mengidentifikasi dan mencari gugus fungsi dari mikroplastik pada setiap sampel kompos TPS 3R dan juga pada kompos kontrol. Pembacaan gelombang FTIR pada rentang panjang 400-4000 cm^{-1}. Hasil dari analisis menggunakan FTIR berupa grafik dan hitlist yang menunjukkan nilai kemiripan senyawa polimer yang terdeteksi dengan pustaka nilai yang telah dimiliki oleh instrumen FTIR. Hasil analisis senyawa polimer dengan Spektrofotometri FT-IR pada masing-masing lokasi sampel dapat dilihat pada lampiran. Pembacaan ini juga didukung dengan pengecekan makroplastik paling dominan di setiap sampel. Pembacaan ini sebagai data pendukung penelitian yang dilakukan.

1.3.1 Identifikasi Mikroplastik dengan FT-IR

Setiap sampel dilakukan identifikasi menggunakan instrumen berupa Spektrofotometri FT-IR. Hasil analisis senyawa polimer dengan Spektrofotometri FT-IR pada masing-masing lokasi sampel dapat dilihat pada lampiran. Pengambilan sampel dilakukan dengan membalikkan kertas saring dan mengarahkan kepada laser infra merah dari instrumen Spektrofotometri FT-IRnya. Berikut merupakan contoh salah satu grafik hasil pembacaan dari sampel TC1 dengan alat Spektrofotometri FT-IR yang dapat dilihat pada **Gambar 4.15**.



Gambar 4. 15 Contoh grafik hasil pengujian FTIR sampel TC1

Setelah dilakukan analisis pada sampel kompos kontrol, maka dilakukan analisis pada sampel produk kompos yang telah diuji menggunakan NaCl. Hasil keseluruhan kemiripan senyawa kimia yang terdeteksi pada sampel diolah dalam bentuk tabel yang disajikan pada **Tabel 4.12**. Hasil ini merupakan hasil perbandingan hasil sampel dengan *peak* acuan dari Veerasingam dkk. 2021 dengan minimal memiliki 2 panjang gelombang yang berbeda.

Tabel 4. 12 Hasil Analisis Spektrofotometri FT-IR pada setiap sampel kompos

TPS 3R	Sampel	Pendugaan Jenis Polimer	Peak (Cm^{-1})	Peak Acuan (Cm^{-1})
Migunani	A1	PTFE	501,49	509
			651,94	638
		PP	783,30	808
			914,26	840
	B1	PTFE	520,78	509
			594,08	554
		PC	1029,99	1013
			1319,31	1364
Sampoerna Asih	A2	PP	786,96	808
			1002,98	997
	B2	PTFE	520,78	509
			628,79	638
Agung Gumilang	A3	PTFE	501,49	509
			551,64	554
		PP	783,10	808
			1002,98	997
	B3	PTFE	447,49	509
			547,78	554
			636,51	638
Kompos Kontrol Fagrow	TC1	PTFE	455,20	509
			609,51	638
		LDPE	705,95	717
			1396,46	1377
		PP	786,98	808
			1002,98	997
			1396,46	1377
		HDPE	705,95	717
			1396,46	1377
	TC2	PP	783,10	808
			1002,98	997

Berdasarkan hasil dari **Tabel 4.12** di atas, didapatkan pendugaan jenis polimer yang teridentifikasi pada setiap sampel kompos berupa *Polypropylene* (PP), *Polycarbonate* (PC), *Polytetrafluorethylene* (PTFE), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE). Pada pendugaan jenis polimer didominasi oleh keberadaan PTFE dan yang kedua adalah PP. Penjelasan setiap jenis polimer yang teridentifikasi pada sampel yang diteliti terdapat pada **Tabel 4.13**.

Tabel 4. 13 Penjelasan setiap jenis polimer teridentifikasi

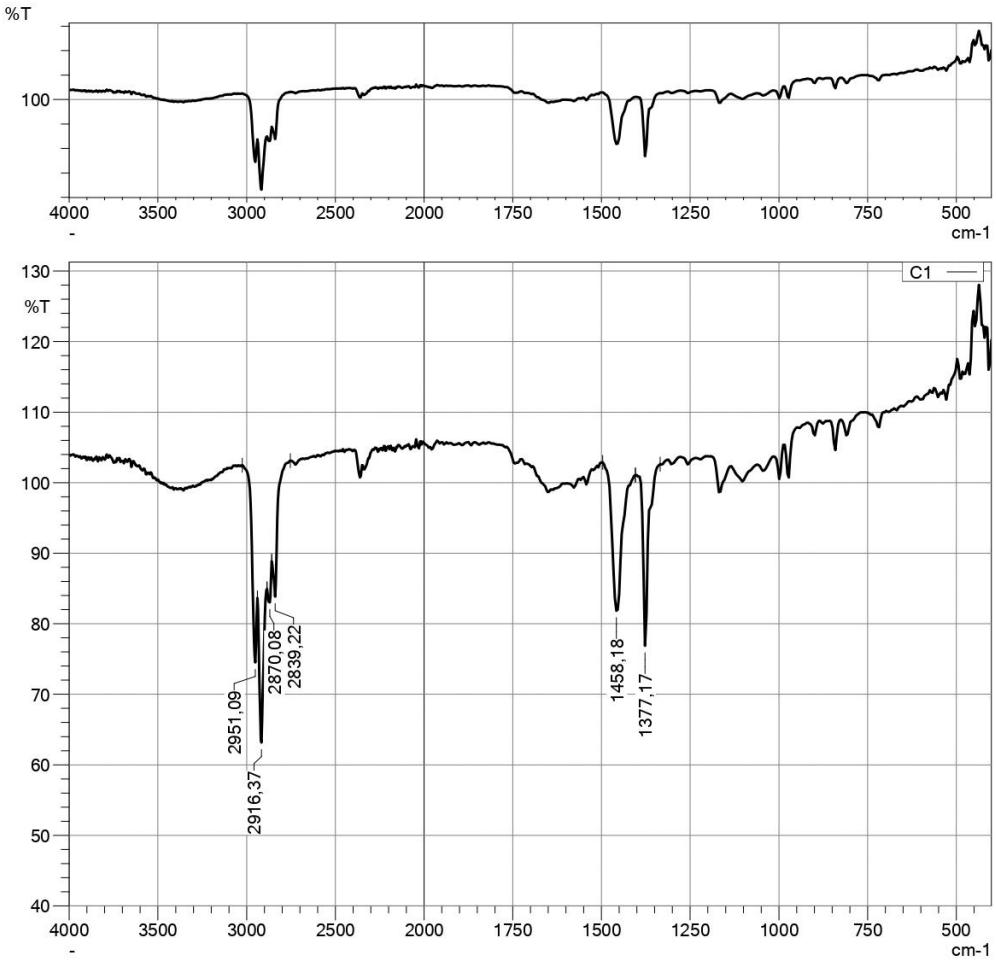
Jenis Polimer	Penggunaan	Referensi
Polypropylene (PP)	*Polypropylene* (PP) adalah jenis plastik yang terbuat dari monomer *propylene* dan termasuk dalam kategori termoplastik. PP memiliki sifat yang kaku dan tahan terhadap pelarut kimia. Biasanya, PP digunakan untuk membuat komponen otomotif, speaker, peralatan laboratorium, serta wadah yang dapat digunakan berkali-kali dan memiliki tekstur yang keras.	Supriono dkk., 2022; Bow dkk. 2018
High Density Polyethylene (HDPE)	*High Density Polyethylene* (HDPE) merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang banyak dikembangkan dalam industri. Termoplastik dianggap lebih ramah lingkungan karena dapat didaur ulang. Dalam industri, pengembangan thermoplastik bertujuan untuk mengurangi penggunaan baja. Selain itu, polimer thermoplastik memiliki kemampuan untuk terdegradasi dan tahan terhadap panas, cahaya, serta bahan kimia. HDPE biasanya digunakan untuk kemasan air, kantong tisu, botol detergen, minyak, plastik tahan panas, pipa plastik, tas belanja, dan kantong plastik untuk sayuran atau makanan berkuah	Siswanto dan Wiyono, 2020; Pupon dkk. 2020; Rahmadiny dkk. 2019
Low Density Polyethylene (LDPE)	*Low Density Polyethylene* (LDPE) adalah plastik yang biasa digunakan untuk kemasan plastik, botol-botol lunak, kantong plastik, dan jenis plastik tipis lainnya. LDPE bersifat non-biodegradable, yang berarti tidak bisa terurai oleh mikroorganisme, sehingga berpotensi mencemari lingkungan. Selain itu, LDPE sering digunakan untuk kemasan obat karena ketahanannya.	Bow dkk. 2018
Polycarbonate (PC)	*Polycarbonate* (PC) merupakan bahan bersifat termoplastik yang ringan, tahan panas, dan sangat kuat. PC sering digunakan dalam berbagai industri, termasuk sebagai bahan campuran pembuatan kaca anti peluru, botol minuman, dan atap transparan.	Telaumbanua dan Rahmadianto, 2022
Polytetrafluorethylene (PTFE)	*Polytetrafluorethylene (PTFE)* adalah jenis fluoropolymer yang memiliki kemampuan isolasi yang sangat baik, sehingga sering digunakan sebagai lapisan anti lengket pada alat masak. PTFE juga banyak digunakan dalam peralatan medis, produksi kacamata, serta sebagai pestisida inert.	Radulovic dan Wojcinski, 2014

Dari kelima jenis polimer yang teridentifikasi, dengan jenis *Polypropylene* (PP), *Polycarbonate* (PC), *Polytetrafluorethylene* (PTFE), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE) merupakan jenis polimer dengan densitas rendah, sesuai dengan **Tabel 2.2**. Jenis polimer *Polytetrafluorethylene* (PTFE) merupakan polimer dengan densitas tinggi (Avio dkk., 2015).

Polimer yang ditemukan pada sampel penelitian ternyata memiliki perbedaan. Hal ini dapat disebabkan kondisi dilapangan yang tercemar oleh sampah plastik dari aktivitas pengomposannya. Akan tetapi, faktor dari manusia pada proses aktivitas pengomposan memiliki pengaruh. Apabila pada aktivitas pengomposan tersebut diproses dengan baik, maka hasil akhir kompos terkait kandungan mikroplastik bisa semakin sedikit.

1.3.2 Identifikasi Makroplastik dengan FT-IR

Identifikasi makroplastik pada FT-IR merupakan data pendukung yang diambil dari hasil bentuk paling dominan setiap lokasi sampel. Hasil analisis senyawa polimer dengan Spektrofotometri FT-IR pada masing-masing lokasi sampel dapat dilihat pada lampiran. Berikut merupakan contoh salah satu grafik hasil pembacaan dari sampel C dengan alat Spektrofotometri FT-IR yang dapat dilihat pada **Gambar 4.16**.



Gambar 4. 16 Contoh grafik hasil pengujian FT-IR pada sampel C

Setelah dilakukan analisis pada sampel kompos kontrol, maka dilakukan analisis pada setiap lokasi sampel produk kompos yang telah diuji menggunakan NaCl. Hasil keseluruhan pendugaan jenis polimer yang terdeteksi pada setiap lokasi sampel diolah dalam bentuk tabel yang disajikan pada **Tabel 4.12**.

Tabel 4. 14 Hasil Analisis Pendugaan Jenis Polimer

Kode Sampel	Peak (Cm-1)	Peak Acuan (Cm-1)	Pendugaan Jenis Polimer
M	975,98	972	PP
	999,13	997	
	1377,17	1377	
	1454,33	1455	
	2839,22	2838	
	2916,37	2915	
	2951,09	2950	

Kode Sampel	Peak (Cm-1)	Peak Acuan (Cm-1)	Pendugaan Jenis Polimer
SA	717,52	717	LDPE
	1465,90	1467	
	2846,93	2845	
AG	1377,17	1377	PP
	1458,18	1455	
	2916,37	2915	
	2951,09	2950	
C	1458,18	1455	PP
	2839,22	2838	
	2916,37	2915	
	2951,09	2950	

Berdasarkan hasil dari **Tabel 4.12** di atas, didapatkan pendugaan jenis polimer yang teridentifikasi pada makroplastik setiap lokasi sampel kompos berupa *Polypropylene* (PP) dan *Low Density Polyethylene* (LDPE). Pada pendugaan jenis polimer didominasi oleh keberadaan PP yaitu pada sampel M dari TPS 3R Migunani, sampel AG dari TPS 3R Agung Gumilang, dan sampel C dari kompos kontrol Fagrow. Sedangkan jenis polimer LDPE ditemukan pada sampel SA dari TPS 3R Sampoerna Asih. Penjelasan setiap jenis polimer yang teridentifikasi pada sampel yang diteliti terdapat pada **Tabel 4.13**.

Dari kedua jenis polimer yang ditemukan pada makroplastik sampel, mereka memiliki sumber dan karakteristik tertentu. Pada identifikasi dugaan jenis polimer PP, biasanya berasal dari mikroplastik yang berbentuk *fragment* dengan sifat yang cenderung kaku. Sedangkan dugaan jenis polimer LDPE, biasanya berasal dari mikroplastik yang berbentuk *film* dengan permukaan yang halus dan lunak. Jenis polimer LDPE sendiri memiliki penyusun utama berupa PE atau *Polyethylene*. Penemuan kedua polimer tersebut sama seperti penelitian dari Gui dkk. (2021), Zafiu dkk. (2023), Sholokhova dkk. (2022), dan Weithmann dkk. (2018) yang dimana paling dominan dari keseluruhan sampel adalah PP dan yang kedua adalah LDPE.

4.4 Hubungan Aktivitas Pembuatan Kompos Dengan Karakteristik Mikroplastik Yang Dihasilkan

Dari hasil identifikasi dan analisis aktivitas pembuatan kompos dan karakteristik mikroplastik setiap sampel, setiap lokasi TPS 3R dan kompos kontrol akan dilakukan dilihat hubungan yang terjadi diantara keduanya. Aktivitas pembuatan kompos dan potensi masuknya mikroplastik yang dimulai dari proses pemilahan sampah, pencacahan, metode pengomposan, pengayakan, hingga sampai tahap pengemasan dengan teknologinya masing-masing. Sedangkan, karakteristik mikroplastik yang dimaksud ialah dari jumlah, kelimpahan, bentuk, warna, dan senyawa polimer yang sudah dianalisis sebelumnya. Dari kedua bahasan tersebut akan diidentifikasi dan dianalisis setiap sampel setelah rerata duplo yang telah dilakukan pengujian dan dibedakan dari lokasi pengambilan sampelnya.

1.4.1 TPS 3R Migunani (Sampel M)

Dari hasil identifikasi aktivitas pembuatan kompos di TPS 3R Migunani dengan setiap karakteristik mikroplastik memiliki hasil yang berbeda dengan lokasi atau sampel lain. Dari hasil yang didapatkan, TPS 3R Migunani dalam aktivitas pengomposan dilakukan secara manual dan dengan bantuan mesin. Bahan organik yang digunakan bersumber dari sampah rumah tangga meliputi daun, tanaman, dan sisa sayuran. Aktivitas pengomposan yang dilakukan TPS 3R Migunani diawali dengan pemilahan dan pencacahan menggunakan mesin cacah pilah, metode pengomposan secara aerobik dengan penambahan EM4, pengayakan dilakukan secara manual dengan bantuan alat saring, dan produk kompos tidak dilakukan pengemasan. Sampel produk kompos dari TPS 3R Migunani yang diambil adalah hasil dari pengomposan periode bulan Februari tahun 2024.

Pada aktivitas pengomposan di TPS 3R ini juga mengidentifikasi sumber masuknya mikroplastik pada hasil akhir berupa komposnya. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, beberapa sumber masuknya mikroplastik di produk kompos diawali dari proses pemilahannya dan pencacahannya dengan menggunakan alat cacah pilah. Pada alat ini berpotensi masuk mikroplastik jika terdapat beberapa kondisi tertentu sampah seperti tingkat kelembapannya dan adanya kemungkinan kurang

maksimalnya alat dalam memisahkan maupun mencacah sampahnya. Kemudian metode pengomposan juga berpengaruh terhadap kondisi mikroplastik pada proses tersebut. Penambahan EM4 mempengaruhi keberadaan mikroorganisme yang membantu degradasi dan dapat menyebabkan plastik yang ada menjadi semakin terpecah-pecah menjadi *fragment* kecil. Pada proses pengayakan sendiri dapat berpotensi apabila tidak dibersihkan dengan baik dan pada hasil akhir dapat terjadi penambahan mikroplastik yang melayang diudara serta kondisi sewaktu penyimpanan produk.

Berdasarkan hasil dari identifikasi dan analisis dari setiap karakteristik yang ada, jumlah total dari mikroplastik pada TPS 3R Migunani sebanyak 7.362 partikel dalam 10 gram sampel. Kemudian pada sampel di lokasi ini ditemukan berbagai bentuk mikroplastik meliputi *Film*, *Fragment*, *Foam*, *Fiber*, dan *Pellet*. Bentuk mikroplastik yang paling banyak adalah *Fragment* dengan jumlah 2.770 partikel dan paling sedikit adalah *Foam* serta *Fiber* dengan jumlah 182 partikel. Sedangkan pada warna mikroplastik yang ditemukan meliputi warna transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, dan kuning. Warna mikroplastik yang paling banyak adalah coklat dengan jumlah 2.080 partikel dan paling sedikit adalah ungu yang tidak ditemukan serta merah dengan jumlah 144 partikel. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.14** untuk perbandingan setiap bentuk dan warna mikroplastiknya. Kemudian pada jenis polimer yang teridentifikasi, sampel dari TPS 3R Migunani memiliki jenis polimer pada setiap sampel yaitu A1 berupa PTFE dan PP serta pada sampel B1 berupa PTFE dan PC.

Tabel 4. 15 Perbandingan Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada TPS 3R Migunani

Sampel M	trans	merah	hitam	biru	hijau	coklat	kuning	ungu	total
Film	408	66	22	194	34	1052	860	0	2636
Foam	26	0	2	0	0	82	72	0	182
Fiber	148	0	6	10	0	14	4	0	182
Fragment	222	68	2164	64	8	852	392	0	3770
Pellet	450	10	20	2	0	80	30	0	592
total	1254	144	2214	270	42	2080	1358	0	7362

1.4.2 TPS 3R Sampoerna Asih (Sampel SA)

Dari hasil identifikasi aktivitas pembuatan kompos di TPS 3R Sampoerna Asih dengan setiap karakteristik mikroplastik memiliki hasil yang berbeda dengan lokasi atau sampel lain. Dari hasil yang didapatkan, TPS 3R Sampoerna Asih dalam aktivitas pengomposan dilakukan secara manual dan dengan bantuan mesin. Bahan organik yang digunakan bersumber dari sampah rumah tangga meliputi daun dan sisa sayuran. Aktivitas pengomposan yang dilakukan TPS 3R Sampoerna Asih diawali dengan pemilahan dan pencacahan secara manual menggunakan tenaga manusia, metode pengomposan secara aerobik dengan sistem *Open Windrow*, pengayakan dilakukan secara manual dengan bantuan alat saring, dan produk kompos dikemas menggunakan plastik. Sampel produk kompos dari TPS 3R Sampoerna Asih yang diambil adalah hasil dari pengomposan periode bulan April tahun 2024.

Pada aktivitas pengomposan di TPS 3R ini juga mengidentifikasi sumber masuknya mikroplastik pada hasil akhir berupa komposnya. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, beberapa sumber masuknya mikroplastik di produk kompos diawali dari proses pemilahannya. Pada proses pemilahan dilakukan secara manual yang berpotensi menjadi sumber masuknya plastik dikarenakan pada pemilahannya kurang maksimal, sehingga terdapat plastik yang tidak terpilah tetapi tercampur pada bahan kompos. Selanjutnya pada proses pencacahannya dengan menggunakan cara manual tidak terlalu mempengaruhi kuantitas mikroplastik karena hanya memotong sampah organik yang masih terlalu besar atau panjang saja. Kemudian metode pengomposan di TPS 3R ini juga berpengaruh terhadap kondisi mikroplastik pada proses tersebut. Teknik *Open Windrow* merupakan salah satu pengomposan secara aerobik yang dimana dapat mempengaruhi keberadaan mikroorganisme yang membantu degradasi dan dapat menyebabkan plastik yang ada menjadi semakin terpecah-pecah menjadi *fragment* kecil. Kemudian pada proses pengayakan sendiri dapat berpotensi apabila tidak dibersihkan dengan baik dan pada hasil akhir dapat terjadi penambahan mikroplastik yang melayang diudara serta kondisi sewaktu penyimpanan produk semakin lama. Apabila terkena kondisi

tertentu dan penyimpanan terlalu lama, berpotensi mikroplastik semakin terdegradasi dan semakin banyak.

Berdasarkan hasil dari identifikasi dan analisis dari setiap karakteristik yang ada, jumlah total dari mikroplastik pada TPS 3R Sampoerna Asih sebanyak 5.118 partikel dalam 10 gram sampel. Kemudian pada sampel di lokasi ini ditemukan berbagai bentuk mikroplastik meliputi *Film*, *Fragment*, *Foam*, *Fiber*, dan *Pellet*. Bentuk mikroplastik yang paling banyak adalah *Film* dengan jumlah 2.166 partikel dan paling sedikit adalah *Fiber* dengan jumlah 144 partikel. Sedangkan pada warna mikroplastik yang ditemukan meliputi warna transparan, merah, hitam, biru, hijau, coklat, kuning, dan ungu. Warna mikroplastik yang paling banyak adalah transparan dengan jumlah 1.474 partikel dan paling sedikit adalah ungu dengan jumlah 38 partikel. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.15** untuk perbandingan setiap bentuk dan warna mikroplastiknya. Kemudian pada jenis polimer yang teridentifikasi, sampel dari TPS 3R Sampoerna Asih memiliki jenis polimer pada sampel A2 berupa PP serta pada sampel B2 berupa PTFE.

Tabel 4. 16 Perbandingan Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada TPS 3R Sampoerna Asih

Sampel SA	trans	merah	hitam	biru	hijau	coklat	kuning	ungu	total
Film	736	110	56	20	36	502	668	38	2166
Foam	150	0	38	0	0	134	138	0	460
Fiber	74	22	0	6	2	0	10	0	114
Fragment	348	94	1066	26	42	442	110	0	2128
Pellet	166	0	8	0	0	52	24	0	250
total	1474	226	1168	52	80	1130	950	38	5118

1.4.3 TPS 3R Agung Gumilang (Sampel AG)

Dari hasil identifikasi aktivitas pembuatan kompos di TPS 3R Agung Gumilang dengan setiap karakteristik mikroplastik memiliki hasil yang berbeda dengan lokasi atau sampel lain. Dari hasil yang didapatkan, TPS 3R Agung Gumilang dalam aktivitas pengomposan dilakukan secara manual dan dibantu dengan mesin. Bahan organik yang digunakan bersumber dari sampah rumah tangga meliputi daun, sisa nasi, dan sisa sayuran. Aktivitas pengomposan yang

dilakukan TPS 3R Sampoerna Asih diawali dengan pemilahan dan pencacahan menggunakan mesin cacah pilah, metode pengomposan secara aerobik dengan penambahan EM4, pengayakan dilakukan secara manual dengan bantuan alat saring, dan produk kompos tidak dilakukan pengemasan. Sampel produk kompos dari TPS 3R Sampoerna Asih yang diambil adalah hasil dari pengomposan tahun 2023. Hal ini dikarenakan pada tahun ini belum dilakukan pengomposan lagi karena berbagai permasalahan seperti kekurangan tenaga kerja dan kekurangan tempat di hangar.

Analisis aktivitas pengomposan di TPS 3R Agung Gumilang sama seperti TPS 3R Migunani. Pada aktivitas pengomposan di TPS 3R ini dilakukan identifikasi sumber masuknya mikroplastik pada hasil akhir berupa komposnya. Seperti yang dijelaskan sebelumnya, beberapa sumber masuknya mikroplastik di produk kompos diawali dari proses pemilahannya dan pencacahannya dengan menggunakan alat cacah pilah. Pada alat ini berpotensi masuk mikroplastik jika terdapat beberapa kondisi tertentu sampah seperti tingkat kelembapannya dan adanya kemungkinan kurang maksimalnya alat dalam memisahkan maupun mencacah sampahnya. Kemudian metode pengomposan juga berpengaruh terhadap kondisi mikroplastik pada proses tersebut. Penambahan EM4 mempengaruhi keberadaan mikroorganisme yang membantu degradasi dan dapat menyebabkan plastik yang ada menjadi semakin terpecah-pecah menjadi *fragment* kecil. Pada proses pengayakan sendiri dapat berpotensi apabila tidak dibersihkan dengan baik dan pada hasil akhir dapat terjadi penambahan mikroplastik yang melayang diudara serta kondisi sewaktu penyimpanan produk. Produk ini disimpan di pojok hanggar yang ditutupi oleh karung bagor dan tertimbun oleh sampah-sampah yang meluap.

Berdasarkan hasil dari identifikasi dan analisis dari setiap karakteristik yang ada, jumlah total dari mikroplastik pada TPS 3R Agung Gumilang sebanyak 4.984 partikel dalam 10 gram sampel. Kemudian pada sampel di lokasi ini ditemukan berbagai bentuk mikroplastik meliputi *Film, Fragment, Foam, Fiber*, dan *Pellet*. Bentuk mikroplastik yang paling banyak adalah *Fragment* dengan jumlah 2.254 partikel dan paling sedikit adalah *Foam* dengan jumlah 132 partikel. Sedangkan pada warna mikroplastik yang ditemukan meliputi warna transparan, merah, hitam,

biru, hijau, coklat, kuning, dan ungu. Warna mikroplastik yang paling banyak adalah coklat dengan jumlah 1.350 partikel dan paling sedikit adalah ungu dengan jumlah 24 partikel. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.16** untuk perbandingan setiap bentuk dan warna mikroplastiknya. Kemudian pada jenis polimer yang teridentifikasi, sampel dari TPS 3R Migunani memiliki jenis polimer pada setiap sampel yaitu A3 berupa PTFE dan PP serta pada sampel B3 berupa PTFE.

Tabel 4. 17 Perbandingan Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada TPS 3R Agung Gumilang

Sampel AG	trans	merah	hitam	biru	hijau	coklat	kuning	ungu	total
Film	378	54	20	34	58	698	484	14	1740
Foam	18	0	14	0	0	66	34	0	132
Fiber	136	4	0	24	0	6	30	6	206
Fragment	248	68	1288	86	30	406	124	4	2254
Pellet	404	6	16	0	0	174	52	0	652
total	1184	132	1338	144	88	1350	724	24	4984

1.4.4 Kompos Kontrol Dari Fagrow (Sampel C)

Dari hasil identifikasi aktivitas pembuatan kompos kontrol dari Fagrow dengan setiap karakterisktik mikroplastik memiliki hasil yang berbeda dengan lokasi atau sampel lain. Dari hasil yang didapatkan, Kompos Humus Daun Bambu dari Fagrow dalam hasil akhir aktivitas pengomposan dikemas dengan media plastik dan dipasarkan secara *online* di *e-commerce* dan offline di Alfarizqiku garden. Sampel produk kompos dari Fagrow ini berbahan dasar daun bambu yang difermentasikan serta berkarakteristik lembab dan berwarna hitam.

Berdasarkan hasil dari identifikasi dan analisis dari setiap karakteristik yang ada, jumlah total dari mikroplastik pada kompos kontrol dari Fagrow sebanyak 7.872 partikel dalam 10 gram sampel. Kemudian pada sampel kontrol ini ditemukan berbagai bentuk mikroplastik meliputi *Film*, *Fragment*, *Foam*, *Fiber*, dan *Pellet*. Bentuk mikroplastik yang paling banyak adalah *Fragment* dengan jumlah 4.804 partikel dan paling sedikit adalah *Fiber* dengan jumlah 218 partikel. Sedangkan pada warna mikroplastik yang ditemukan meliputi warna transparan, merah, hitam,

biru, hijau, coklat, dan kuning. Warna mikroplastik yang paling banyak adalah hitam dengan jumlah 3.526 partikel dan hijau serta biru dengan masing-masing jumlah 50 partikel serta warna ungu tidak ditemukan. Hasil analisis tersebut dapat dilihat pada **Tabel 4.17** untuk perbandingan setiap bentuk dan warna mikroplastiknya. Kemudian pada jenis polimer yang teridentifikasi, setiap sampel dari Fagrow ini memiliki jenis polimer yaitu TC1 berupa PTFE, LDPE, HDPE dan PP serta pada sampel TC2 berupa PP.

Tabel 4. 18 Perbandingan Bentuk dan Warna Mikroplastik Pada Kompos Humus Daun Bambu dari Fagrow

Sampel C	trans	merah	hitam	biru	hijau	coklat	kuning	ungu	total
Film	504	24	42	22	18	682	674	0	1966
Foam	112	0	12	0	0	70	138	0	332
Fiber	182	6	0	2	10	14	4	0	218
Fragment	220	32	3442	26	22	780	282	0	4804
Pellet	320	0	30	0	0	120	82	0	552
total	1338	62	3526	50	50	1666	1180	0	7872

Berdasarkan hasil analisis hubungan aktivitas pembuatan kompos dengan karakteristik mikroplastik yang dihasilkan pada masing-masing sampel, didapatkan hasil yang berbeda-beda dari masing-masing sampel. Seluruh hasil yang ada ditampilkan pada **Tabel 4.18** agar lebih mudah melihat perbedaan dan hubungannya.

Tabel 4. 19 Rekapitulasi Hasil Aktivitas Pembuatan Kompos di TPS 3R Dengan Karakteristik Mikroplastik Setiap Sampel

Kode Sampel	Bahan Pembuat Kompos	Aktivitas Pengomposan	Jumlah Mikroplastik per 10 gram sampel	Bentuk Mikroplastik per 10 gram sampel	Warna Mikroplastik per 10 gram sampel	Polimer setiap sampel
M	Sampah rumah tangga seperti daun, tanaman, dan sisa sayuran	Pemilahan : Mesin Pencacahan : Mesin Pengomposan : Penambahan EM4 Pengayakan : Manual	7.362 partikel	Paling banyak : *Fragment* (2.770 partikel) Paling sedikit : *Foam* dan	Paling banyak : Coklat (2.080 partikel) Paling sedikit : Ungu dan Merah (0 dan 144 partikel	PTFE dan PP (A1); PTFE dan PC (B1)

Kode Sampel	Bahan Pembuat Kompos	Aktivitas Pengomposan	Jumlah Mikroplastik per 10 gram sampel	Bentuk Mikroplastik per 10 gram sampel	Warna Mikroplastik per 10 gram sampel	Polimer setiap sampel
		Pengemasan : Tidak		*Fiber* (182 partikel)		
SA	Daun dan sisa sayuran	Pemilahan : Manual Pencacahan : Manual Pengomposan : *Open Windrow* Pengayakan : Manual Pengemasan : Ya, dengan plastik	5.118 partikel	Paling banyak : *Film* (2.166 partikel) Paling sedikit : *Fiber* (114 partikel)	Paling banyak : Transparan (1.474 partikel) Paling sedikit : Ungu (38 partikel)	PP (A2); PTFE (B2)
AG	Sampah rumah tangga seperti daun, sisa nasi, dan sisa sayuran	Pemilahan : Mesin Pencacahan : Mesin Pengomposan : Penambahan EM4 Pengayakan : Manual Pengemasan : Tidak	4.984 partikel	Paling banyak : *Fragment* (2.254 partikel) Paling sedikit : *Fiber* (206 partikel)	Paling banyak : Coklat (1.350 partikel) Paling sedikit : Ungu (24 partikel)	PTFE dan PP (A3); PTFE (B3)
C	Daun bambu	Berbahan dasar daun bambu yang difermentasikan, berwarna hitam, bertekstur lembab, dikemas dalam plastik	7.872 partikel	Paling banyak : *Fragment* (4.804 partikel) Paling sedikit : *Fiber* (218 partikel)	Paling banyak : Hitam (3.526 partikel) Paling sedikit : Ungu, Biru dan Hijau (0, 50 dan 50 partikel	PTFE, LDPE, HDPE, dan PP (TC1); PP (TC2)

Berdasarkan **Tabel 4. 18** di atas, dapat diketahui perbedaan dan hubungan yang terjadi di dalamnya. Perlu digaris bawahi bahwa terdapat faktor eksternal juga yang mempengaruhi keberadaan mikroplastik di setiap sampel. Hal ini dapat berasal seperti dari faktor manusia, faktor lokasi penyimpanan, dan faktor lain yang dapat mempengaruhinya. Dari jumlah mikroplastik yang didapatkan dari seluruh sampel, terlihat bahwa sampel C atau kompos kontrol memiliki hasil paling tinggi dan sampel M, sampel SA, serta sampel AG berada di bawahnya. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa seluruh sampel dari TPS 3R memiliki jumlah mikroplastik yang masih berada di bawah sampel kompos kontrol yang sudah diedarkan.

Persamaan dari keseluruhan sampel adalah bentuk mikroplastik paling sedikit adalah *Fiber*.

Dari hasil yang didapatkan, setiap hasil dari TPS 3R memiliki hasil yang berbeda-beda, terutama dari hasil aktivitas pengomposannya. Kemudian dari hasil aktivitas pengomposan dari awal hingga akhir, sampel M dan AG sama -sama menggunakan cara yang sama, tetapi memiliki hasil yang berbeda. Pada sampel M memiliki jumlah yang lebih banyak daripada jumlah mikroplastik pada sampel AG. Perbedaan ini membuktikan bahwa meskipun semua aktivitas pengomposan sama, tetap menunjukkan hasil yang berbeda. Sehingga terdapat faktor lain penyebab melimpahnya mikroplastik. Dari data yang didapat, indikasi melimpahnya mikroplastik dapat berasal seperti dari waktu penyimpanan atau usia kompos dan faktor eksternal seperti dari manusianya. Pada sampel M merupakan kompos dengan usia masih baru, karena dari Bulan Februari yang penyimpanannya tercampur dengan timbunan sampah yang masuk di hanggar. Sedangkan pada sampel M merupakan kompos dengan usia dari Tahun 2023 yang penyimpanannya dilakukan di pojok hanggar dan di atasnya dilapisi karung bagor yang dimana di atas karung tersebut tertimbun tumpukan sampah yang masuk ke hanggar. Dari kedua waktu ini dapat memungkinkan kompos lebih banyak terdegradasi menjadi semakin kecil hingga nanoplastik setiap bertambahnya waktu dan tergantung pengaruh dari faktor lain. Akan tetapi, pada kedua sampel yang menggunakan metode aerobik dengan penambahan EM4 ini memiliki persamaan. Persamaan tersebut seperti bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan adalah *Fragment* dan paling sedikit adalah *Fiber*. Keberadaan bentuk *Fragment* ini berhubungan dengan hasil identifikasi senyawa polimer berupa PP. Dalam pengujian yang dilakukan pada makroplastik berbentuk *fragment* di FT-IR, menghasilkan panjang gelmbang dan skor kemiripan yang menunjukkan bahwa jenis polimer yang terkandung adalah PP. Sehingga antara jenis polimer PP dengan bentuk *fragment* saling berkesinambungan.

Sedangkan sampel SA merupakan sampel dengan aktivitas pengomposan dari awal hingga akhir menggunakan cara manual. Metode pengomposan yang digunakan adalah *Open Windrow* dan juga dilakukan pengemasan. Dari **Tabel 4.**

18 dapat diketahui bahwa bentuk mikroplastik yang paling banyak adalah *Film* dan paling sedikit adalah *Fiber*. Dominasi dari bentuk mikroplastik *film* berkaitan dengan hasil dari jenis polimer yang didapatkan. Pada sampel ini dengan pengujian menggunakan mikroplastik berupa *film* di FT-IR menghasilkan panjang gelombang dan skor kemiripan yang menunjukkan bahwa itu adalah LDPE. Sehingga antara jenis polimer LDPE dengan bentuk *film* saling berkesinambungan.

Dari hasil **Tabel 4. 18** di atas juga terlihat perbedaan antara polutan dari segi bentuk. Bentuk mikroplastik yang paling banyak ditemukan dari keseluruhan sampel yaitu *Fragment* dan *Film*. Sedangkan bentuk yang paling sedikit dari keseluruhan sampel adalah bentuk *Fiber*. Bentuk *Fragment* sendiri yang ditemukan dapat berasal dari limbah rumah tangga, seperti kemasan makanan dan botol minuman yang dibuang ke lingkungan. Limbah ini mengalami proses penguraian dan pelapukan hingga menjadi serpihan kecil yang membentuk *Fragment* (Dewi dkk., 2015). Sedangkan untuk bentuk *Film* sendiri merupakan mikroplastik yang berasal dari proses degradasi kemasan plastik atau kantong plastik berupa lembaran maupun pecahan plastik (Sari, 2018; Wahyuningsih dkk., 2018). Sedangkan mikroplastik dengan *Fiber* dapat berasal dari jaring dan sisa benang pakaian sintetis (Kingfisher, 2011).

Dari hasil **Tabel 4. 18** di atas juga terlihat perbedaan antara polutan dari segi warna. Warna mikroplastik dapat berwarna gelap dan terang. Plastik berwarna gelap cenderung menyerap lebih banyak sinar matahari, menyebabkan suhu menjadi lebih tinggi atau panas, sehingga plastik dengan warna gelap akan mengalami pelapukan lebih cepat dibandingkan dengan plastik berwarna terang (Bergmann dkk., 2015). Selain itu, mikroplastik yang teridentifikasi dengan warna mencolok, seperti merah, biru, atau hijau, menandakan bahwa mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna, sehingga warna yang masih pekat menunjukkan bahwa mikroplastik tersebut masih memiliki warna aslinya (Febriani dkk., 2020). Warna-warna mencolok yang teridentifikasi biasanya ditemukan pada botol minuman atau kemasan makanan ringan. Pada lokasi pengambilan sampel yang dilakukan di TPS 3R memiliki kondisi yang berbeda. Produk kompos sampel M tertimbun dengan sampah lain. Produk kompos sampel SA dalam proses

pengomposannya terlihat plastik berwarna transparan yang juga ikut tercampur. Produk kompos sampel AG tertimbun oleh tumpukan plastik dan terkena kontaminasi plastik di atasnya. Sehingga setiap TPS 3R memiliki faktor eksternal yang mempengaruhi setiap karakteristik yang ada. Kemudian untuk warna mikroplastik paling sedikit adalah warna ungu dan sama seperti pada sampel AG. Sedangkan antara sampel C dan sampel AG memiliki persamaan, yaitu tidak ditemukan mikroplastik yang berwarna ungu. Kondisi eksisting setiap sampel dari TPS 3R dapat dilihat pada **Lampiran 1.1** hingga **Lampiran 1.3**.

BAB V
KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil identifikasi dan juga analisis data mengenai aktivitas pengomposan serta karakteristik mikroplastik yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Aktivitas pembuatan kompos di setiap TPS 3R di Kulon Progo memiliki persamaan dan perbedaan. Pada proses pemilahan dan sampah, TPS 3R Migunani dan TPS 3R Agung Gumilang menggunakan mesin cacah pilah, sedangkan pada TPS 3R Sampoerna Asih dilakukan secara manual. Metode pengomposan menggunakan metode aerobik dengan penambahan EM4 pada TPS 3R Migunani dan TPS 3R Agung Gumilang serta pada TPS 3R Sampoerna Asih menggunakan *Open Windrow*. Pada proses pengayakan seluruh TPS 3R menggunakan cara manual yang dibantu dengan alat saring. Pada tahap akhir berupa pengemasan, hanya TPS 3R Sampoerna Asih saja yang dilakukan pengemasan. Pada setiap aktivitas pengomposan yang dilakukan di masing-masing lokasi sampel dapat diidentifikasi sumber masuknya mikroplastik terhadap banyaknya kontaminasi mikroplastik pada produk komposnya.
2. Kelimpahan mikroplastik berdasarkan jumlah tertinggi dalam 10 gram sampel dimiliki oleh sampel kompos kontrol sebanyak 7.872 partikel atau dengan kelimpahan sebanyak 787,2 partikel/gram dan diikuti oleh sampel TPS 3R Migunani sebanyak 7.362 partikel atau dengan kelimpahan sebanyak 736 partikel/gram. Hasil analisis mikroplastik berdasarkan bentuk pada sampel ditemukan bentuk *Fragment*, *Film*, *Foam*, *Fiber*, dan *Pellet*. Persentase mikroplastik berdasarkan bentuk secara berurutan paling tinggi dari bentuk yaitu, *Fragment* 61,03% dari kompos kontrol, *Film* 42,32% dari sampel SA, *Foam* 8,99% dari sampel SA, *Fiber* 4,13 dari sampel AG, dan

Pellet 13,08% dari sampel AG. Pada hasil pengamatan, ditemukan variasi warna pada mikroplastik yaitu hitam, kuning, ungu, transparan, hijau, biru, merah, dan coklat. Persentase terbesar mikroplastik berdasarkan warna pada sampel yaitu warna hitam pada sampel kompos kontrol dengan persentase 44,79%, warna transparan pada sampel SA sebesar 28,8%, warna merah pada sampel SA sebesar 4,42%, warna biru pada sampel M sebesar 3,67%, warna hijau pada sampel AG sebesar 1,77%, warna coklat pada sampel M sebesar 28,25%, warna kuning pada sampel SA sebesar 18,56%, dan warna ungu pada sampel SA sebesar 0,74%.

3. Pada analisis yang dilakukan untuk jenis polimer mikroplastik menggunakan instrumen spektrofotometri FT-IR ditemukan jenis polimer pada setiap lokasi sampel. Pada analisis yang dilakukan, ditemukan jenis polimer *Polypropylene* (PP), *Polycarbonate* (PC), *Polytetrafluorethylene* (PTFE), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Low Density Polyethylene* (LDPE).

4.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh penulis, maka penulis memberikan saran sebagai berikut :

1. Perlu diperhatikan dalam pemilihan sampel kontrol, dimana sampel kontrol harus terbebas dari pencemaran mikroplastik. Hal ini dilakukan agar bisa membedakan antara sampel yang tercemar dengan sampel yang tidak tercemar.
2. Pada uji FT-IR, penting untuk memastikan ketelitian dalam menentukan titik pada kertas saring sebelum pembacaan dengan FT-IR dilakukan. Hal ini bertujuan agar titik sinar inframerah FT-IR tepat pada area di kertas saring yang menunjukkan konsentrasi mikroplastik yang tinggi, sehingga memungkinkan identifikasi berbagai jenis polimer.
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai analisis mikroplastik pada TPS 3R di Kabupaten Kulon Progo. Hal ini dikarenakan TPS 3R di wilayah tersebut sedang dilakukan pembimbingan oleh pihak Dinas Lingkungan

Hidup di Kabupaten Kulon Progo untuk beberapa TPS 3R lainnya, sehingga diperlukan penelitian juga mengenai mikroplastik pada produk kompos di yang sedang dibina untuk mengetahui kualitas kompos dari segi kelimpahan mikroplastiknya.

DAFTAR PUSTAKA

Abdillah, A. Z. (2018). Evaluasi Pengolahan Sampah Organik TPS 3R Di Desa Gunungpring, Kecamatan Muntilan, Kabupaten Magelang, Jawa Tengah. *Skripsi*. https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/11108

Alam, F. C., & Rachmawati, M. (2020). Development of Microplastic Research in Indonesia. *Jurnal Presipitasi : Media Komunikasi Dan Pengembangan Teknik Lingkungan*, *17*(3), 344–352. https://doi.org/10.14710/presipitasi.v17i3.344-352

Ambarsari, D. A., & Anggiani, M. (2022). KAJIAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK PADA SEDIMEN DI WILAYAH PERAIRAN LAUT INDONESIA. *OSEANA*.

Amin, B., Galib, M., & Setiawan, F. (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), 012011. https://doi.org/10.1088/1755-1315/430/1/012011

Amobonye, A., Bhagwat, P., Raveendran, S., Singh, S., & Pillai, S. (2021). Environmental Impacts of Microplastics and Nanoplastics: A Current Overview. *Frontiers in Microbiology*, *12*. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.768297

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

Ayuningtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., & Iranawati, F. (2020). KELIMPAHANMIKROPLASTIKPADAPERAIRANDIBANYUURIP,GRESIK,JAWATIMUR. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 41–45. https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.768297

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

Bashir, A., & Hashmi, I. (2022). Detection in influx sources and estimation of microplastics abundance in surface waters of Rawal Lake, Pakistan. *Heliyon*, *8*(3), e09166. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e09166

Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). *Marine Anthropogenic Litter* (M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages, Eds.). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3

Bessa, F., Barría, P., Neto, J. M., Frias, J. P. G. L., Otero, V., Sobral, P., & Marques, J. C. (2018). Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine Pollution Bulletin*, *128*, 575–584. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.01.044

Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L., & Moore, C. J. (2010). Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, *60*(12), 2275–2278. https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2010.08.007

Bow, Y., Lestari, S. P., Sihombing, S. R., Kharissa, S. A., Salam, Y. A., & Srijaya Negara Bukit Besar-Palembang, J. (2018). PENGOLAHAN SAMPAH LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) DAN POLYPROPYLENE (PP) MENJADI BAHAN BAKAR CAIR ALTERNATIF MENGGUNAKAN PROTOTIPE PIROLISIS THERMAL CRACKING PROCESSING OF LOW DENSITY POLYETHYLENE (LDPE) AND POLYPROPYLENE (PP) WASTE INTO ALTERNATIVE LIQUID FUEL USING THE PROTOTYPE PYROLYSIS THERMAL CRACKING. *Jurnal Kinetika*, *9*(03), 1–6. https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/index

Braun, M., Mail, M., Heyse, R., & Amelung, W. (2021). Plastic in compost: Prevalence and potential input into agricultural and horticultural soils. *Science of The Total Environment*, *760*, 143335. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143335

Browne, M. A. (2015). Sources and Pathways of Microplastics to Habitats. In *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 229–244). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_9

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

Cerda, A., Artola, A., Font, X., Barrena, R., Gea, T., & Sánchez, A. (2018). Composting of food wastes: Status and challenges. In *Bioresource Technology* (Vol. 248, pp. 57–67). Elsevier Ltd. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2017.06.133

Chae, Y., & An, Y.-J. (2018). Current research trends on plastic pollution and ecological impacts on the soil ecosystem: A review. *Environmental Pollution*, *240*, 387–395. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.05.008

Daryanto, W. (2023). ANALISIS MIKROPLASTIK PADA SUNGAI BATANGHARI WILAYAH INTAKE SIJENJANG PERUMDA TIRTA MAYANG KOTA JAMBI. *Skripsi*, 1–83. http://repository.unbari.ac.id/id/eprint/2434

Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., & Ritonga, I. R. (2015). Distribusi mikroplastik pada sedimen di Muara Badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*, *4*(3). https://doi.org/10.13170/depik.4.3.2888

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

Dirjen. (2023). *Petunjuk Teknis TPS 3R: Vol. Cipta Karya*.

Dissanayake, P. D., Kim, S., Sarkar, B., Oleszczuk, P., Sang, M. K., Haque, M. N., Ahn, J. H., Bank, M. S., & Ok, Y. S. (2022). Effects of microplastics on the terrestrial environment: A critical review. *Environmental Research*, *209*, 112734. https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112734

Djazuli, M. (2002). Pengaruh Aplikasi Kompos Limbah Penyulinngan Minyak Nilam Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Nilam. In M. Djazuli (Ed.), *Prosiding Seminar Nasional Dan Pameran Pertanian Organik Jakarta 2-3 juli* .

DLH Kulon Progo. (2023). *Updating Database Pengelolaan Sampah Kabupaten Kulon Progo*.

Dominguez, J., Edwards, C. A., & Subler, S. (1997). A comparison of vermicomposting and composting. *Biocycle*.

Farin, S. E. (2021). PENUMPUKAN SAMPAH PLASTIK YANG SULIT TERURAI BERPENGARUH PADA LINGKUNGAN HIDUP YANG AKAN DATANG. *Universitas Lambung Mengkurat, Banjarmasin*. https://doi.org/10.31219/osf.io/y2v5t

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

Fitri, S. E., & Ferza, R. (2020). Dinamika, Problematika, Dan Implikasi Kebijakan Pengelolaan Sampah Plastik Di Daerah. *Jurnal Kebijakan Pembangunan*, *15*(1), 11–24. https://doi.org/10.47441/jkp.v15i1.40

Frias, J., Pagter, E., Nash, R., & O'connor, I. (2018). Standardised protocol for monitoring microplastics in sediments. *BASEMAN Micoplastics Analyses In European Waters*, 1–33. https://doi.org/10.13140/RG.2.2.36256.89601/1

Gui, J., Sun, Y., Wang, J., Chen, X., Zhang, S., & Wu, D. (2021). Microplastics in composting of rural domestic waste: abundance, characteristics, and release from the surface of macroplastics. *Environmental Pollution*, *274*, 116553. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2021.116553

He, D., Luo, Y., Lu, S., Liu, M., Song, Y., & Lei, L. (2018). Microplastics in soils: Analytical methods, pollution characteristics and ecological risks. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, *109*, 163–172. https://doi.org/10.1016/j.trac.2018.10.006

Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., S Yuliadi, L. P., & Mulyani, P. G. (2019). Kondisi sampah mikroplastik di permukaan air laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *In Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, *5*(2), 22. https://doi.org/10.13057/psnmbi/m050204

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

Husnalia, N., Nugroho, S., & Adnan, F. (2023). ANALISIS KETERKAITAN KELIMPAHAN MIKROPLASTIK DENGAN SAMPAH PLASTIK PADA SUNGAI MAHAKAM DI DESA SEBULU MODERN KECAMATAN SEBULU. *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, *7*(2).

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

Kingfisher, J. (2011). Micro-Plastic Debris Accumulation on Puget Sound beaches. In *Port Townsend Marine Science Center*.

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

Kroon, F., Motti, C., Talbot, S., Sobral, P., & Puotinen, M. (2018). A workflow for improving estimates of microplastic contamination in marine waters: A case

study from North-Western Australia. *Environmental Pollution*, *238*, 26–38. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.03.010

Kumar, S., Rajesh, M., Rajesh, K. M., Suyani, N. K., Ahamed, R. A., & Pratiksha, K. S. (2020). Impact of microplastics on aquatic organisms and human health: A review. *International Journal of Environmental Sciences & Natural Resources*, *26*(2). https://doi.org/10.19080/ijesnr.2020.26.556185

Kurnia, V. C., Sumiyati, S., & Samudro, G. (2017). PENGARUH KADAR AIR TERHADAP HASIL PENGOMPOSAN SAMPAH ORGANIK DENGAN METODE OPEN WINDROW. *Jurnal Teknik Mesin*, *6*(2), 119–123. https://doi.org/10.22441/jtm.v6i2.1191

Lestari, K., Haeruddin, H., & Jati, O. E. (2021). KARAKTERISASI MIKROPLASTIK DARI SEDIMEN PADANG LAMUN, PULAU PANJANG, JEPARA, DENGAN FT-IR INFRA RED. *Jurnal Sains &Teknologi Lingkungan*, *13*(2), 135–154. https://doi.org/10.20885/jstl.vol13.iss2.art5

Li, L., Luo, Y., Li, R., Zhou, Q., Peijnenburg, W. J. G. M., Yin, N., Yang, J., Tu, C., & Zhang, Y. (2020). Effective uptake of submicrometre plastics by crop plants via a crack-entry mode. *Nature Sustainability*, *3*(11), 929–937. https://doi.org/10.1038/s41893-020-0567-9

Li, X., Chen, L., Mei, Q., Dong, B., Dai, X., Ding, G., & Zeng, E. Y. (2018). Microplastics in sewage sludge from the wastewater treatment plants in China. *Water Research*, *142*, 75–85. https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.034

Lusher, Amy., Hollman, P. C. H. ., & Mendoza-Hill, Jeremy. (2017). *Microplastics in fisheries and aquaculture : status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Mason, S. A., Garneau, D., Sutton, R., Chu, Y., Ehmann, K., Barnes, J., Fink, P., Papazissimos, D., & Rogers, D. L. (2016). Microplastic pollution is widely detected in US municipal wastewater treatment plant effluent. *Environmental Pollution*, *218*, 1045–1054. https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.08.056

Masura, J., Baker, J. E., Foster, G. D., Arthur, C., & Herring, C. (2015). Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments. In *Marine Debris Program*. https://doi.org/10.25607/OBP-604

Nainggolan, D. H., Indarjo, A., & Suryono, C. A. (2022). Mikroplastik yang Ditemukan di Perairan Karangjahe, Rembang, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, *11*(3), 374–382. https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.35021

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

Pratiwi, R. C. (2022). PENGEMBANGAN ALAT SENTRIFUGASI UNTUK MENINGKATKAN KINERJA DI LABORATORIUM DAN KETERAMPILAN PEMECAHAN MASALAH. In *Doctoral Dissertation, Universitas Lampung*. http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/65004

Pungut, Widyastuti, S., & Wiyarno, Y. (2021). IDENTIFIKASI MIKROPLASTIK PADA CANGKANG KERANG DARAH(Anadara Granosa Liin) DENGAN MENGGUNAKAN Fourier Transform Infrared (FTIR) dan Scanning Electron Microscopy (SEM). *Seminar Nasional Hasil Riset Dan Pengabdian Ke-III (SNHRP-III 2021)*, *3*, 1–12. https://snhrp.unipasby.ac.id/prosiding/index.php/snhrp/article/view/177

Pupon, S., Nugraha, M., Febryani, Y., Tasnim, R., Lestari, U., & Sarmada, A. (2020). IDENTIFICATION OF DEFECTS OF PET AND HDPE-BASED DRINKING WATER PACKAGING PRODUCTS. *Jurnal Ilmiah Publipreneur*, *8*(1), 48–56. https://doi.org/10.46961/jip.v8i1.57

Putri, S. S. (2022). Identifikasi Keberadaan Mikroplastik Pada Pasir Di Pesisir Pantai Kabupaten Bantul DI Yogyakarta. In *Tugas Akhir*. https://dspace.uii.ac.id/handle/123456789/41633

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

Rahmadiny, A., Novadh, B., Pamungkas, T. A. P., Chandra, R. R., Angky, M., & Setiawan, A. (2019). Penggunaan Material Limbah High Density Polyetylene (HDPE) Sebagai Bahan Pengganti Agregat Kasar Pada Campuran Beton. *WIDYAKALA JOURNAL*, *6*, 6. https://doi.org/10.36262/widyakala.v6i0.161

Rahman, A. (2015). PENGGUNAAN MOTOR SERVO SEBAGAI PENGATUR FOKUS PADA MIKROSKOP REFLEKSI DIGITAL BERBASIS MODUL MIKROKONTROLER ARDUINO UNO. In *Angewandte Chemie International Edition* (Vol. 6, Issue 11, pp. 951–952). Angewandte Chemie International Edition. https://adoc.pub/penggunaan-motor-servo-sebagai-pengatur-fokus-pada-mikroskop.html

Rodrigues, L. C., Puig-Ventosa, I., López, M., Martínez, F. X., Ruiz, A. G., & Bertrán, T. G. (2020). The impact of improper materials in biowaste on the quality of compost. *Journal of Cleaner Production*, *251*, 119601. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119601

Ruggero, F., Gori, R., & Lubello, C. (2020). Methodologies for Microplastics Recovery and Identification in Heterogeneous Solid Matrices: A Review. *Journal of Polymers and the Environment*, *28*(3), 739–748. https://doi.org/10.1007/s10924-019-01644-3

Sari, K. (2018). Keberadaan Mikroplastik pada Hewan Filter Feeder di Padang Lamun Kepulauan Spermonde Kota Makassar. In *Skripsi*, *Universitas Hasanuddin*.

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

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

Sholokhova, A., Ceponkus, J., Sablinskas, V., & Denafas, G. (2022). Abundance and characteristics of microplastics in treated organic wastes of Kaunas and Alytus regional waste management centres, Lithuania. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(14), 20665–20674. https://doi.org/10.1007/s11356-021-17378-6

Siswanto, & Wiyono, T. (2020). Efek Pemaparan Komposit High Density Polyethylene (HDPE) limbah berpenguat serat Cantula Agave terhadap Perubahan Sifat Lentur dan Impak. *POLITEKNOSAINS*, *XIX*(Edisi Khusus), 1–8.

Subowo G. (2011). PERAN CACING TANAH KELOMPOK ENDOGAESIS DALAM MENINGKATKAN EFISIENSI PENGOLAHAN TANAH LAHAN KERING. *Jurnal Litbang Pertanian*, *30*(4). https://doi.org/10.21082/jp3.v30n4.2011.p125-131

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

Sulistyo, E. N., Rahmawati, S., Putri, A. R., Arya, N., & Eryan, A. Y. (2020). Identification of the Existence and Type of Microplastic in Code River Fish, Special Region of Yogyakarta. *EKSAKTA: Journal of Sciences and Data Analysis*, 85–91. https://doi.org/10.20885/EKSAKTA.vol1.iss1.art13

Supriono, A. D., Wicaksono, D., & Sehono. (2022). ANALISA KEKUATAN POLYPROPYLENE DENGAN CAMPURAN HDPE DAN SERAT KARBON MENGGUNAKAN UJI IMPACT. *Teknika STTKD: Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, *8*(2), 251–256. https://doi.org/10.56521/teknika.v8i2.640

Syachbudi, R. R. (2015). Identifikasi keberadaan dan bentuk mikroplastik pada sedimen dan ikan di Sungai Code, D.I Yogyakarta. *Skripsi*, 66–67. https://dspace.uii.ac.id/23456789/30745

Syafei, A. D., Nurasrin, N. R., Assomadi, A. F., & Boedisantoso, R. (2019). Microplastic Pollution in the Ambient Air of Surabaya, Indonesia. *Current World Environment*, *14*(2), 290–298. https://doi.org/10.12944/CWE.14.2.13

Telaumbanua, C. S., & Rahmadianto, F. (2022). Analisa Kualitas Hasil Pembentukan Lembaran Polycarbonate terhadap Pengaruh Variasi Tekanan, Variasi Temperature, dan Variasi Waktu Pemanasan pada Proses Vacum Forming dengan Metode Taguchi. *Prosiding SENIATI*, *6*(1), 62–67. https://doi.org/10.36040/seniati.v6i1.4879

Teuten, E. L., Saquing, J. M., Knappe, D. R. U., Barlaz, M. A., Jonsson, S., Björn, A., Rowland, S. J., Thompson, R. C., Galloway, T. S., Yamashita, R., Ochi, D., Watanuki, Y., Moore, C., Viet, P. H., Tana, T. S., Prudente, M., Boonyatumanond, R., Zakaria, M. P., Akkhavong, K., … Takada, H. (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), 2027–2045. https://doi.org/10.1098/rstb.2008.0284

Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., & Russell, A. E. (2004). Lost at Sea: Where Is All the Plastic? *Science*, *304*(5672), 838–838. https://doi.org/10.1126/science.1094559

Tressnowati, & Dewi, Y. S. (2012). Pengolahan sampah skala rumah tangga menggunakan metode compostin. *Jurnal Ilmiah. Fakultas Teknik LIMIT'S*, 35–48.

Veerasingam, S., Ranjani, M., Venkatachalapathy, R., Bagaev, A., Mukhanov, V., Litvinyuk, D., Mugilarasan, M., Gurumoorthi, K., Guganathan, L., Aboobacker, V. M., & Vethamony, P. (2021). Contributions of Fourier transform infrared spectroscopy in microplastic pollution research: A review. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, *51*(22), 2681–2743. https://doi.org/10.1080/10643389.2020.1807450

Wahyono, S., Suryanto, F., & Sahwan, L. F. (2019). Komposting Sampah Kota Skala Kawasan Feddy Suryanto Badan Riset dan Inovasi Nasional. In *Pusat*

Teknologi Lingkungan, BPPT PRESS (pp. 1–23). BPPT Press. https://www.researchgate.net/publication/330737694

Wahyuningsih, H., Bangun, A. P., & Muhtadi, A. (2018). The relation of sediment texture to macro- and microplastic abundance in intertidal zone. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *122*(1), 012101. https://doi.org/10.1088/1755-1315/122/1/012101

Waller, C. L., Griffiths, H. J., Waluda, C. M., Thorpe, S. E., Loaiza, I., Moreno, B., Pacherres, C. O., & Hughes, K. A. (2017). Microplastics in the Antarctic marine system: An emerging area of research. *Science of The Total Environment*, *598*, 220–227. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.03.283

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

Widianarko, B., & Hantoro, I. (2018). *Mikroplastik dalam Seafood dari Pantai Utara Jawa: Vol. Unika Soegipranata*. Universitas Katolik Soegjipranata. www.unika.ac.id

Yin, L., Jiang, C., Wen, X., Du, C., Zhong, W., Feng, Z., Long, Y., & Ma, Y. (2019). Microplastic Pollution in Surface Water of Urban Lakes in Changsha, China. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *16*(9), 1650. https://doi.org/10.3390/ijerph16091650

Yuniwati, M., Iskarima, F., & Padulemba, A. (2012). OPTIMASI KONDISI PROSES PEMBUATAN KOMPOS DARI SAMPAH ORGANIK DENGAN CARA FERMENTASI MENGGUNAKAN EM4. *Jurnal Teknologi*, *5*(2), 172–181.

Yusari, T., & Purwohandoyo, J. (2020). Potensi timbulan sampah plastik di Kota Yogyakarta tahun 2035. *Jurnal Pendidikan Geografi*, *25*(2), 88–101. http://journal2.um.ac.id/index.php/jpg/

Zafiu, C., Binner, E., Beigl, P., Vay, B., Ebmer, J., & Huber-Humer, M. (2023). The dynamics of macro- and microplastic quantity and size changes during the composting process. *Waste Management*, *162*, 18–26. https://doi.org/10.1016/j.wasman.2023.03.002

LAMPIRAN

1. Kondisi Lokasi Saat Pengambilan Sampel

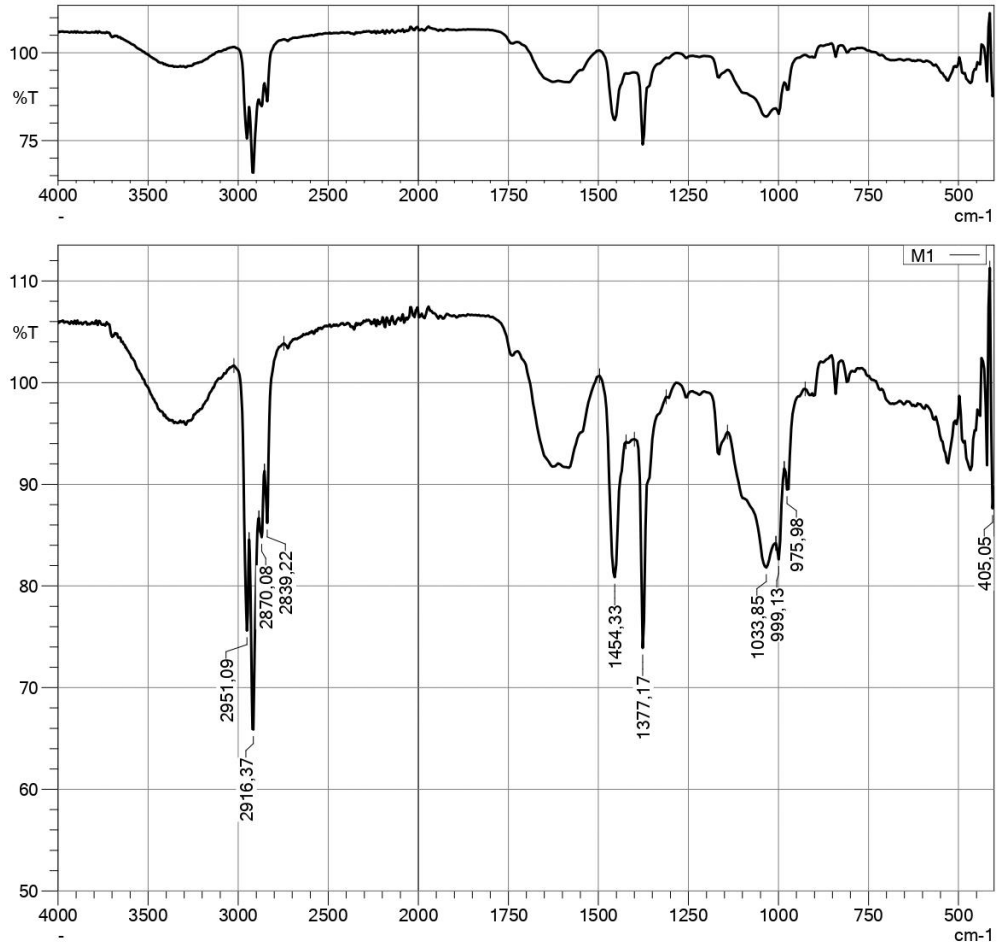
Lampiran 1. 1 Kondisi Eksisting di TPS 3R Migunani

Lampiran 1. 2 Kondisi Eksisting di TPS 3R Agung Gumilang

Lampiran 1. 3 Kondisi Eksisting di TPS 3R Sampoerna Asih

Lampiran 1. 4 Kondisi Sampel Kompos Kontrol dari Fagrow

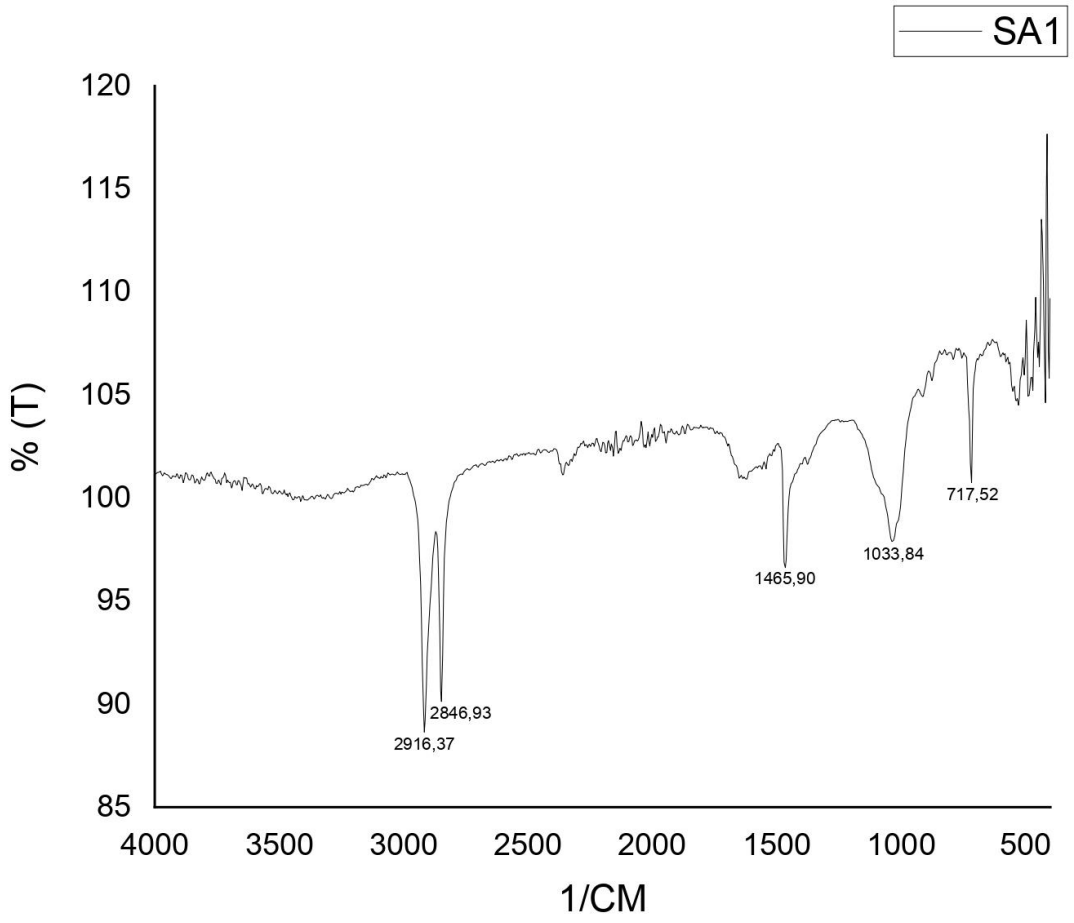
2. Hasil Analisis Polimer Menggunakan Spektrofotometri



Lampiran 2. 1 Grafik Sampel M

	Score	Library	Name	Comment
1	881	24 - ATR-Polymer2	D_PP	Polypropylene(PP) DuraSamplIR-II
2	878	156 - ATR-Polymer2	D_PP_Isotactic	Polypropylene, Isotactic DuraSamplIR-II
3	846	51 - IRs Polymer2	PP1	PP,Polyproplene ATR/diamond ATRcorrected
4	843	24 - T-Polymer2	PP	Polypropylene(PP) Transmission(Microscope)
5	821	50 - IRs Polymer2	PP	Polypropylene Film
6	802	39 - IRs Polymer2	PE-PP	Polyethylene-Polypropylene Copolymer Film
7	742	128 - T-Polymer2	T_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic Transmission(Microscope)
8	735	29 - T-Polymer2	Polybuten	Polybuten Transmission(Microscope)
9	733	133 - ATR-Polymer2	D_Poly_4_Methyl_1_Pentene	Poly(4-Methyl-1 Pentene) DuraSamplIR-II
10	721	56 - T-Polymer2	IR-cis	cis-Polyisoprene Rubber(IR-cis) Transmission(Microscope)
11	708	55 - T-Polymer2	NR	Natural Rubber(NR) Transmission(Microscope)
12	704	128 - ATR-Polymer2	D_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic DuraSamplIR-II
13	703	29 - ATR-Polymer2	D_Polybuten	Polybuten DuraSamplIR-II
14	700	126 - T-Polymer2	T_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) Transmission(Microscope)
15	691	34 - IRs Polymer2	PB	Polybutene ATR/diamond ATRcorrected
16	676	123 - ATR-Polymer2	D_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) DuraSamplIR-II
17	675	122 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-2	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 36%) with KAOLIN Transmission(Microscope)
18	672	85 - IRs Polymer2	NR	Natural Rubber Film
19	667	106 - T-Polymer2	T_HDPE	High Density Polyethylene(HDPE) Transmission(Microscope)
20	662	55 - ATR-Polymer2	D_NR	Natural Rubber(NR) DuraSamplIR-I
21	657	56 - ATR-Polymer2	D_IR-cis	cis-Polyisoprene Rubber(IR-cis) DuraSamplIR-II
22	656	99 - T-Polymer2	T_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) Transmission(Microscope)
23	656	23 - T-Polymer2	PE	Polyethylene(PE) Transmission(Microscope)
24	656	100 - T-Polymer2	T_EVA-1	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) Transmission(Microscope)
25	655	125 - T-Polymer2	T_PE_Chlorosulfonated	Polyethylene, Chlorosulfonated with TALC Transmission(Microscope)
26	653	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
27	650	101 - T-Polymer2	T_EVA-2	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 18%) Transmission(Microscope)
28	648	47 - IRs Polymer2	PINENE	Pinene [C10H16] ORIGIN Date: 92/02/21 File: PINENE.DX INFRARED SPECTROPHOTOMETER FTIR-8000 SERIES
29	644	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
30	643	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
31	640	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSamplIR-II
32	640	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
33	639	121 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-1	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 25%) with TALC Transmission(Microscope)
34	638	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
35	636	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
36	635	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
37	634	135 - T-Polymer2	T_Polyamide_Resin	Polyamide Resin Transmission(Microscope)
38	633	57 - T-Polymer2	IR-trans	trans-Polyisoprene Rubber(IR-trans) Transmission(Microscope)
39	631	4 - T-Polymer2	EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) Transmission(Microscope)
40	630	28 - T-Polymer2	Styrene-Ethylene-Butylene	Styrene-Ethylene-Butylene Transmission(Microscope)
41	629	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSamplIR-II
42	629	124 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-4	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 48%) with TALC Transmission(Microscope)
43	627	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
44	625	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
45	625	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
46	624	36 - T-Polymer2	EVOH	Ethylenevinylalcohol(EVOH) Transmission(Microscope)
47	624	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
48	623	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
49	620	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
50	619	137 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) DuraSamplIR-II

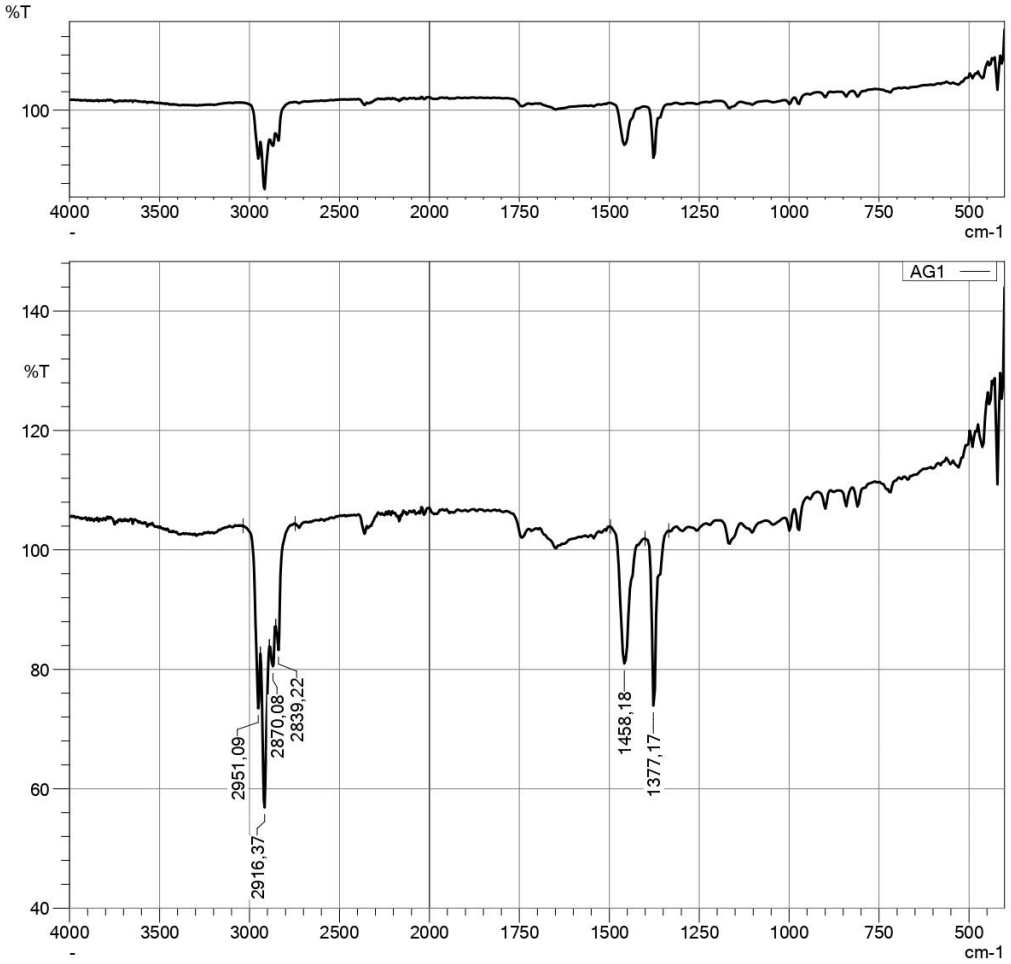
Lampiran 2. 2 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel M



Lampiran 2. 3 Grafik Sampel SA

	Score	Library	Name	Comment
1	826	23 - ATR-Polymer2	D_PE	Polyethylene(PE) DuraSamplIR-II
2	823	107 - ATR-Polymer2	D_HDPE	High Density Polyethylene(HDPE) DuraSamplIR-II
3	812	23 - T-Polymer2	PE	Polyethylene(PE) Transmission(Microscope)
4	803	4 - ATR-Polymer2	D_EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) DuraSamplIR-II
5	802	146 - ATR-Polymer2	D_Polyethylene_Oxidized	Polyethylene, Oxidized DuraSamplIR-II
6	800	123 - ATR-Polymer2	D_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) DuraSamplIR-II
7	800	122 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-2	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 36%) with KAOLIN Transmission(Microscope)
8	799	121 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-1	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 25%) with TALC Transmission(Microscope)
9	793	16 - IRs Polymer2	IONOMER1	Ionomer (Na Type) Surlyn1601 Film
10	786	126 - T-Polymer2	T_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) Transmission(Microscope)
11	782	17 - IRs Polymer2	IONOMER2	Ionomer (Zn Type) surlyn1652 Film
12	772	99 - T-Polymer2	T_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) Transmission(Microscope)
13	766	4 - T-Polymer2	EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) Transmission(Microscope)
14	765	100 - ATR-Polymer2	D_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) DuraSamplIR-II
15	762	106 - T-Polymer2	T_HDPE	High Density Polyethylene(HDPE) Transmission(Microscope)
16	756	101 - T-Polymer2	T_EVA-2	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 18%) Transmission(Microscope)
17	748	20 - IRs Polymer2	LLDPE	Low Density Polyethylene Film
18	746	19 - IRs Polymer2	LDPE	Low Density Polyethylene Film
19	745	71 - IRs Polymer2	VLDPE	Low Density Polyethylene Film
20	737	100 - T-Polymer2	T_EVA-1	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) Transmission(Microscope)
21	734	98 - T-Polymer2	T_Ethylene_AcrylicAcid	Ethylene/Acrylic Acid Copolymer(Acrylic Acid content 20%) Transmission(Microscope)
22	727	21 - IRs Polymer2	LLDPE1	Low Density Polyethylene Film
23	715	28 - T-Polymer2	Styrene-Ethylene-Butylene	Styrene-Ethylene-Butylene Transmission(Microscope)
24	709	29 - T-Polymer2	Polybuten	Polybuten Transmission(Microscope)
25	706	99 - ATR-Polymer2	D_Ethylene_AcrylicAcid	Ethylene/Acrylic Acid Copolymer(Acrylic Acid content 20%) DuraSamplIR-II
26	705	101 - ATR-Polymer2	D_EVA-1	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) DuraSamplIR-II
27	703	29 - ATR-Polymer2	D_Polybuten	Polybuten DuraSamplIR-II
28	698	135 - T-Polymer2	T_Polyamide_Resin	Polyamide Resin Transmission(Microscope)
29	694	34 - IRs Polymer2	PB	Polybutene ATR/diamond ATRcorrected
30	694	128 - T-Polymer2	T_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic Transmission(Microscope)
31	692	141 - ATR-Polymer2	D_Polyamide_Resin	Polyamide Resin DuraSamplIR-II
32	688	102 - ATR-Polymer2	D_EVA-2	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 18%) DuraSamplIR-II
33	679	123 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-3	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 42%) with TALC Transmission(Microscope)
34	677	103 - T-Polymer2	T_EVA-4	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 28%) Transmission(Microscope)
35	676	102 - T-Polymer2	T_EVA-3	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 25%) Transmission(Microscope)
36	675	152 - ATR-Polymer2	D_Polyvinyl_Stearate	Poly(Vinyl Stearate) DuraSamplIR-II
37	654	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
38	651	124 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-4	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 48%) with TALC Transmission(Microscope)
39	651	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
40	647	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II
41	647	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
42	645	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIR-II
43	642	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
44	637	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
45	637	35 - T-Polymer2	EVA	Ethylenevinylacetate(EVA) Transmission(Microscope)
46	637	28 - ATR-Polymer2	D_Styrene-Ethylene-Butylene	Styrene-Ethylene-Butylene DuraSamplIR-II

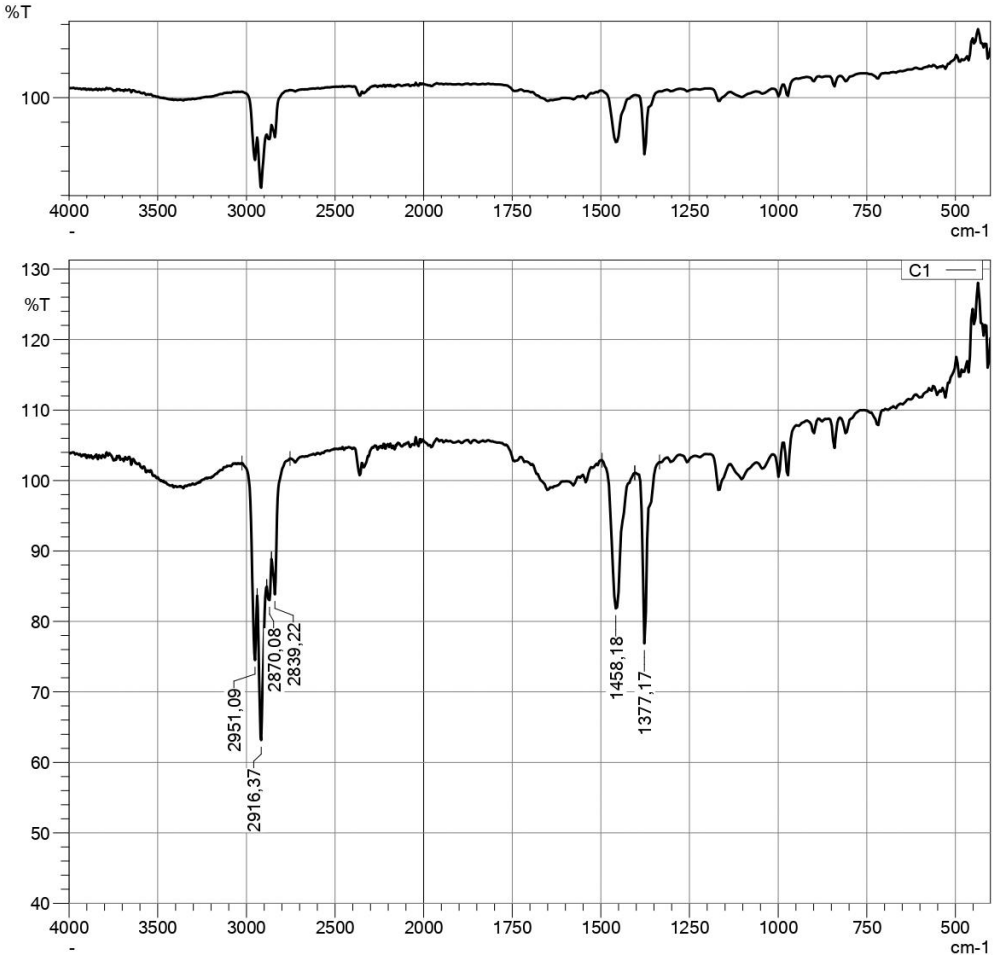
Lampiran 2. 4 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel SA



Lampiran 2. 5 Grafik Sampel AG

	Score	Library	Name	Comment
1	879	24 - ATR-Polymer2	D_PP	Polypropylene(PP) DuraSamplIR-II
2	873	156 - ATR-Polymer2	D_PP_Isotactic	Polypropylene, Isotactic DuraSamplIR-II
3	857	51 - IRs Polymer2	PP1	PP,Polyproplene ATR/diamond ATRcorrected
4	846	24 - T-Polymer2	PP	Polypropylene(PP) Transmission(Microscope)
5	825	50 - IRs Polymer2	PP	Polypropylene Film
6	809	39 - IRs Polymer2	PE-PP	Polyethylene-Polypropylene Copolymer Film
7	751	128 - T-Polymer2	T_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic Transmission(Microscope)
8	749	29 - T-Polymer2	Polybuten	Polybuten Transmission(Microscope)
9	731	133 - ATR-Polymer2	D_Poly_4_Methyl_1_Pentene	Poly(4-Methyl-1 Pentene) DuraSamplIR-II
10	716	126 - T-Polymer2	T_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) Transmission(Microscope)
11	710	34 - IRs Polymer2	PB	Polybutene ATR/diamond ATRcorrected
12	706	128 - ATR-Polymer2	D_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic DuraSamplIR-II
13	704	29 - ATR-Polymer2	D_Polybuten	Polybuten DuraSamplIR-II
14	700	56 - T-Polymer2	IR-cis	cis-Polyisoprene Rubber(IR-cis) Transmission(Microscope)
15	696	106 - T-Polymer2	T_HDPE	High Density Polyethylene(HDPE) Transmission(Microscope)
16	687	123 - ATR-Polymer2	D_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) DuraSamplIR-II
17	681	23 - T-Polymer2	PE	Polyethylene(PE) Transmission(Microscope)
18	677	100 - T-Polymer2	T_EVA-1	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) Transmission(Microscope)
19	674	99 - T-Polymer2	T_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) Transmission(Microscope)
20	666	55 - T-Polymer2	NR	Natural Rubber(NR) Transmission(Microscope)
21	655	101 - T-Polymer2	T_EVA-2	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 18%) Transmission(Microscope)
22	645	122 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-2	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 36%) with KAOLIN Transmission(Microscope)
23	643	121 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-1	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 25%) with TALC Transmission(Microscope)
24	637	4 - T-Polymer2	EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) Transmission(Microscope)
25	635	57 - T-Polymer2	IR-trans	trans-Polyisoprene Rubber(IR-trans) Transmission(Microscope)
26	633	146 - ATR-Polymer2	D_Polyethylene_Oxidized	Polyethylene, Oxidized DuraSamplIR-II
27	625	20 - IRs Polymer2	LLDPE	Low Density Polyethylene Film
28	620	23 - ATR-Polymer2	D_PE	Polyethylene(PE) DuraSamplIR-II
29	618	18 - IRs Polymer2	LANOLINE	Lanoline Film
30	614	71 - IRs Polymer2	VLDPE	Low Density Polyethylene Film
31	609	19 - IRs Polymer2	LDPE	Low Density Polyethylene Film
32	606	107 - ATR-Polymer2	D_HDPE	High Density Polyethylene(HDPE) DuraSamplIR-II
33	606	125 - T-Polymer2	T_PE_Chlorosulfonated	Polyethylene, Chlorosulfonated with TALC Transmission(Microscope)
34	602	21 - IRs Polymer2	LLDPE1	Low Density Polyethylene Film
35	586	85 - IRs Polymer2	NR	Natural Rubber Film
36	586	124 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-4	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 48%) with TALC Transmission(Microscope)
37	573	4 - ATR-Polymer2	D_EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) DuraSamplIR-II
38	570	28 - T-Polymer2	Styrene-Ethylene-Butylene	Styrene-Ethylene-Butylene Transmission(Microscope)
39	562	16 - IRs Polymer2	IONOMER1	Ionomer (Na Type) Surlyn1601 Film
40	545	40 - ATR-Polymer2	D_FEP	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene(FEP) DuraSamplIR-II
41	543	6 - T-Polymer2	Silicon Grease	Silicon Grease Transmission(Microscope)
42	538	50 - ATR-Polymer2	D_Polyester4	Polyester Film(TOYOBO ESTER FILM & ESPET FILM)
43	537	32 - ATR-Polymer2	D_PU3	Polyurethane DuraSamplIR-II
44	537	159 - ATR-Polymer2	D_PTFE2	Poly(Tetrafluoroethylene) DuraSamplIR-II
45	536	15 - IRs Polymer2	FEP	FEP,Tetrafluoroethylene Hexafluoropropylene ATR/diamond ATRcorrected

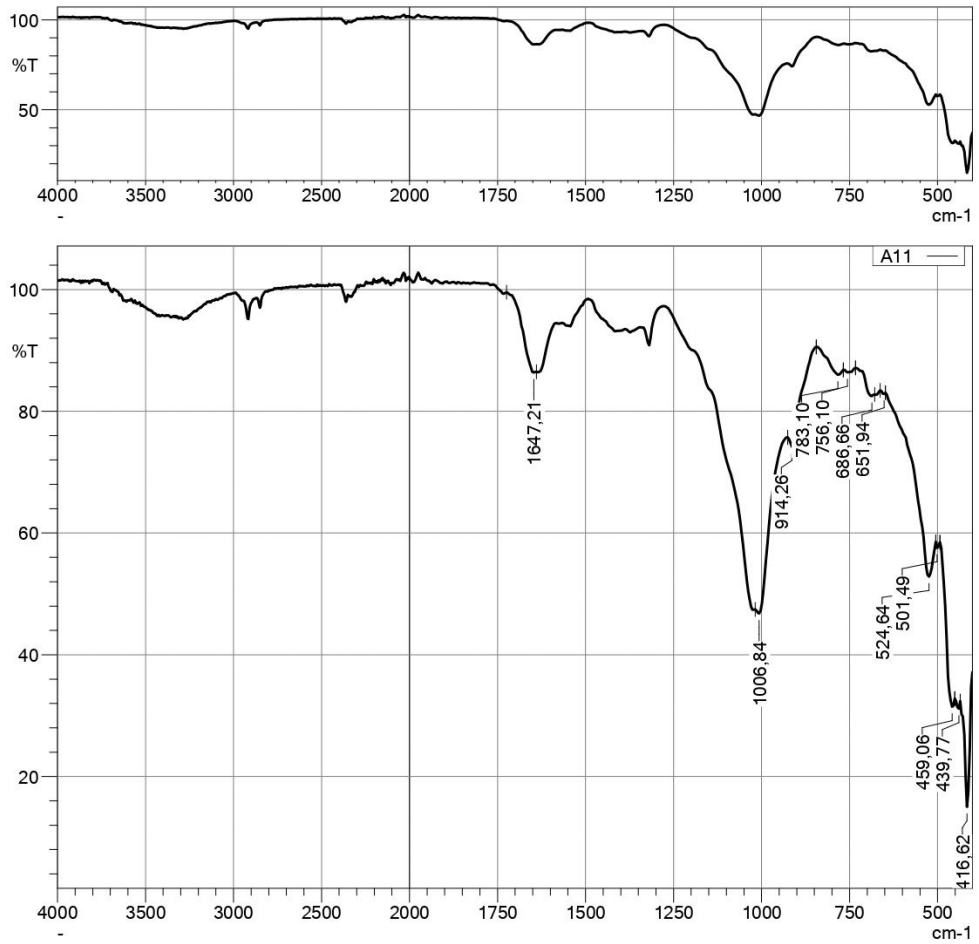
Lampiran 2. 6 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel AG



Lampiran 2. 7 Grafik Sampel C

	Score	Library	Name	Comment
1	899	24 - ATR-Polymer2	D_PP	Polypropylene(PP) DuraSamplIR-II
2	891	156 - ATR-Polymer2	D_PP_Isotactic	Polypropylene, Isotactic DuraSamplIR-II
3	864	51 - IRs Polymer2	PP1	PP,Polyproplene ATR/diamond ATRcorrected
4	855	24 - T-Polymer2	PP	Polypropylene(PP) Transmission(Microscope)
5	847	50 - IRs Polymer2	PP	Polypropylene Film
6	826	39 - IRs Polymer2	PE-PP	Polyethylene-Polypropylene Copolymer Film
7	758	29 - T-Polymer2	Polybuten	Polybuten Transmission(Microscope)
8	757	128 - T-Polymer2	T_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic Transmission(Microscope)
9	741	133 - ATR-Polymer2	D_Poly_4_Methyl_1_Pentene	Poly(4-Methyl-1 Pentene) DuraSamplIR-II
10	728	56 - T-Polymer2	IR-cis	cis-Polyisoprene Rubber(IR-cis) Transmission(Microscope)
11	720	128 - ATR-Polymer2	D_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic DuraSamplIR-II
12	719	29 - ATR-Polymer2	D_Polybuten	Polybuten DuraSamplIR-II
13	714	34 - IRs Polymer2	PB	Polybutene ATR/diamond ATRcorrected
14	714	126 - T-Polymer2	T_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) Transmission(Microscope)
15	708	55 - T-Polymer2	NR	Natural Rubber(NR) Transmission(Microscope)
16	694	123 - ATR-Polymer2	D_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) DuraSamplIR-II
17	687	106 - T-Polymer2	T_HDPE	High Density Polyethylene(HDPE) Transmission(Microscope)
18	685	23 - T-Polymer2	PE	Polyethylene(PE) Transmission(Microscope)
19	673	85 - IRs Polymer2	NR	Natural Rubber Film
20	672	99 - T-Polymer2	T_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) Transmission(Microscope)
21	666	100 - T-Polymer2	T_EVA-1	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) Transmission(Microscope)
22	661	122 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-2	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 36%) with KAOLIN Transmission(Microscope)
23	660	57 - T-Polymer2	IR-trans	trans-Polyisoprene Rubber(IR-trans) Transmission(Microscope)
24	654	101 - T-Polymer2	T_EVA-2	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 18%) Transmission(Microscope)
25	644	4 - T-Polymer2	EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) Transmission(Microscope)
26	642	121 - T-Polymer2	T_PE_Chlorinated-1	Polyethylene, Chlorinated(Chlorine content 25%) with TALC Transmission(Microscope)
27	640	146 - ATR-Polymer2	D_Polyethylene_Oxidized	Polyethylene, Oxidized DuraSamplIR-II
28	637	23 - ATR-Polymer2	D_PE	Polyethylene(PE) DuraSamplIR-II
29	634	55 - ATR-Polymer2	D_NR	Natural Rubber(NR) DuraSamplIR-II
30	627	107 - ATR-Polymer2	D_HDPE	High Density Polyethylene(HDPE) DuraSamplIR-II
31	621	16 - IRs Polymer2	IONOMER1	Ionomer (Na Type) Surlyn1601 Film
32	617	28 - T-Polymer2	Styrene-Ethylene-Butylene	Styrene-Ethylene-Butylene Transmission(Microscope)
33	617	4 - ATR-Polymer2	D_EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) DuraSamplIR-II
34	615	20 - IRs Polymer2	LLDPE	Low Density Polyethylene Film
35	614	19 - IRs Polymer2	LDPE	Low Density Polyethylene Film
36	611	18 - IRs Polymer2	LANOLINE	Lanoline Film
37	611	48 - IRs Polymer2	PIP	Polyisoprene [-CH2CH(CH3)=CHCH2-]n Film
38	611	71 - IRs Polymer2	VLDPE	Low Density Polyethylene Film
39	611	56 - ATR-Polymer2	D_IR-cis	cis-Polyisoprene Rubber(IR-cis) DuraSamplIR-II
40	610	125 - T-Polymer2	T_PE_Chlorosulfonated	Polyethylene, Chlorosulfonated with TALC Transmission(Microscope)
41	605	47 - IRs Polymer2	PINENE	Pinene [C10H16] ORIGIN Date: 92/02/21 File: PINENE.DX INFRARED SPECTROPHOTOMETER FTIR-8000 SERIES
42	592	100 - ATR-Polymer2	D_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) DuraSamplIR-II

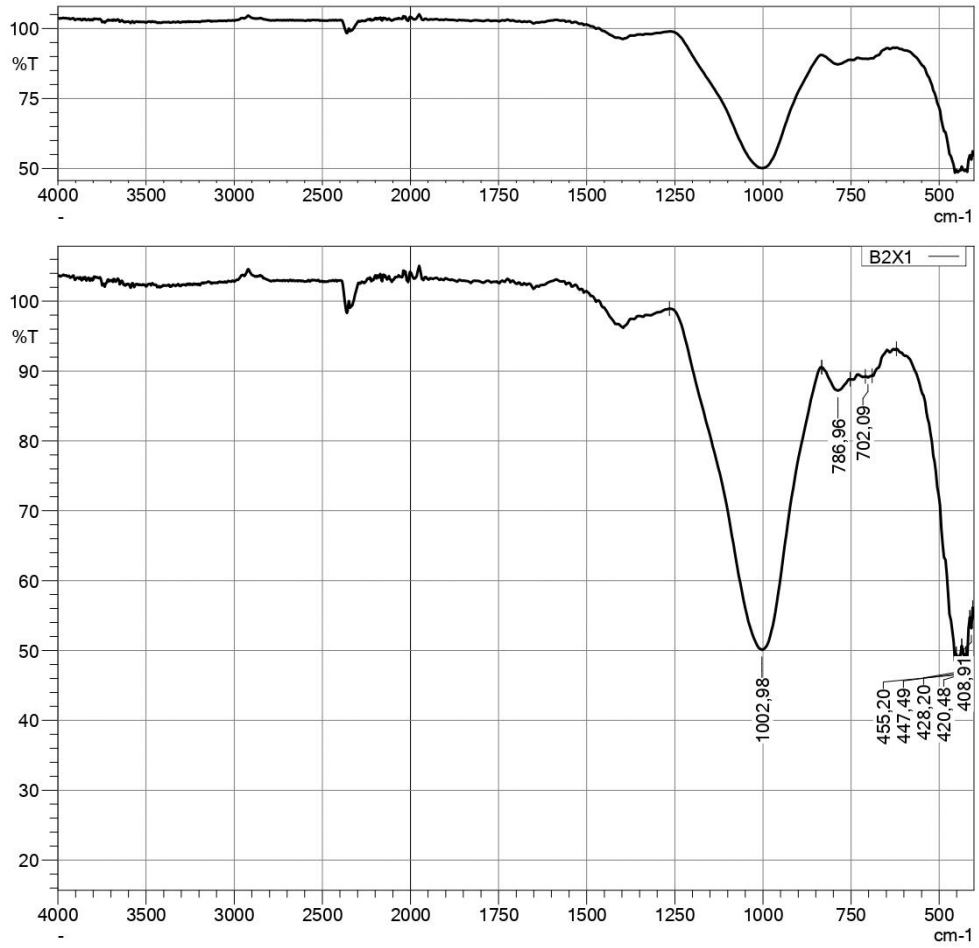
Lampiran 2. 8 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel C



Lampiran 2. 9 Grafik Sampel A1

	Score	Library	Name	Comment
1	768	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
2	761	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
3	749	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
4	746	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
5	738	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
6	729	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
7	727	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II
8	722	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
9	718	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
10	699	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSamplIR-II
11	683	3 - IRs Polymer2	ARABIC	Arabic gum Film
12	678	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
13	676	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein_Purified DuraSamplIR-II
14	674	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSamplIR-II
15	673	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSamplIR-II
16	668	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATRdiamond ATRcorrected
17	667	119 - T-Polymer2	T_Nylon12	Nylon 12(Polylauryllactam) Transmission(Microscope)
18	665	137 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non ionic) DuraSamplIR-II
19	664	118 - T-Polymer2	T_Nylon11	Nylon 11(Polyundecanoamide) Transmission(Microscope)
20	660	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATRdiamond ATRcorrected
21	659	17 - T-Polymer2	Nylon11	Polyamide(Nylon11) Transmission(Microscope)
22	658	18 - T-Polymer2	Nylon12	Polyamide(Nylon12) Transmission(Microscope)
23	657	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATRdiamond ATRcorrected
24	656	99 - T-Polymer2	T_Ethylene_EthylAcrylate	Ethylene/Ethyl Acrylate Copolymer(Ethyl Acrylate content 18%) Transmission(Microscope)
25	656	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
26	655	101 - T-Polymer2	T_EVA-2	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 18%) Transmission(Microscope)
27	655	121 - ATR-Polymer2	D_Nylon12	Nylon 12(Polylauryllactam) DuraSamplIR-II
28	654	126 - T-Polymer2	T_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) Transmission(Microscope)
29	654	14 - ATR-Polymer2	D_Polyamide2	Polyamide(Nylon6/66) DuraSamplIR-II
30	654	23 - T-Polymer2	PE	Polyethylene(PE) Transmission(Microscope)
31	652	115 - T-Polymer2	T_Nylon6_9	Nylon 6/9(Polyhexamethylene nonanediamide) Transmission(Microscope)
32	651	116 - T-Polymer2	T_Nylon6_10	Nylon 6/10(Polyhexamethylene sebacamide) Transmission(Microscope)
33	650	135 - T-Polymer2	T_Polyamide_Resin	Polyamide Resin Transmission(Microscope)
34	650	120 - ATR-Polymer2	D_Nylon11	Nylon 11(Polyundecanoamide) DuraSamplIR-II
35	650	141 - ATR-Polymer2	D_Polyamide_Resin	Polyamide Resin DuraSamplIR-II
36	649	15 - T-Polymer2	Nylon6/10	Polyamide(Nylon6/10) Transmission(Microscope)
37	648	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
38	647	15 - ATR-Polymer2	D_Polyamide3	Polyamide(Nylon6/10) DuraSamplIR-II
39	646	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
40	645	100 - T-Polymer2	T_EVA-1	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) Transmission(Microscope)
41	645	16 - T-Polymer2	Nylon6/12	Polyamide(Nylon6/12) Transmission(Microscope)
42	644	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
43	643	4 - T-Polymer2	EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) Transmission(Microscope)
44	643	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	Ethylcellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIR-II
45	643	102 - T-Polymer2	T_EVA-3	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 25%) Transmission(Microscope)
46	643	117 - T-Polymer2	T_Nylon6_12	Nylon 6/12(Polyhexamethylene dodecanediamide) Transmission(Microscope)
47	642	117 - ATR-Polymer2	D_Nylon6_9	Nylon 6/9(Polyhexamethylene nonanediamide) DuraSamplIR-II
48	642	103 - T-Polymer2	T_EVA-4	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 28%) Transmission(Microscope)
49	641	146 - ATR-Polymer2	D_Polyethylene_Oxidized	Polyethylene, Oxidized DuraSamplIR-II
50	638	17 - ATR-Polymer2	D_Polyamide5	Polyamide(Nylon11) DuraSamplIR-II

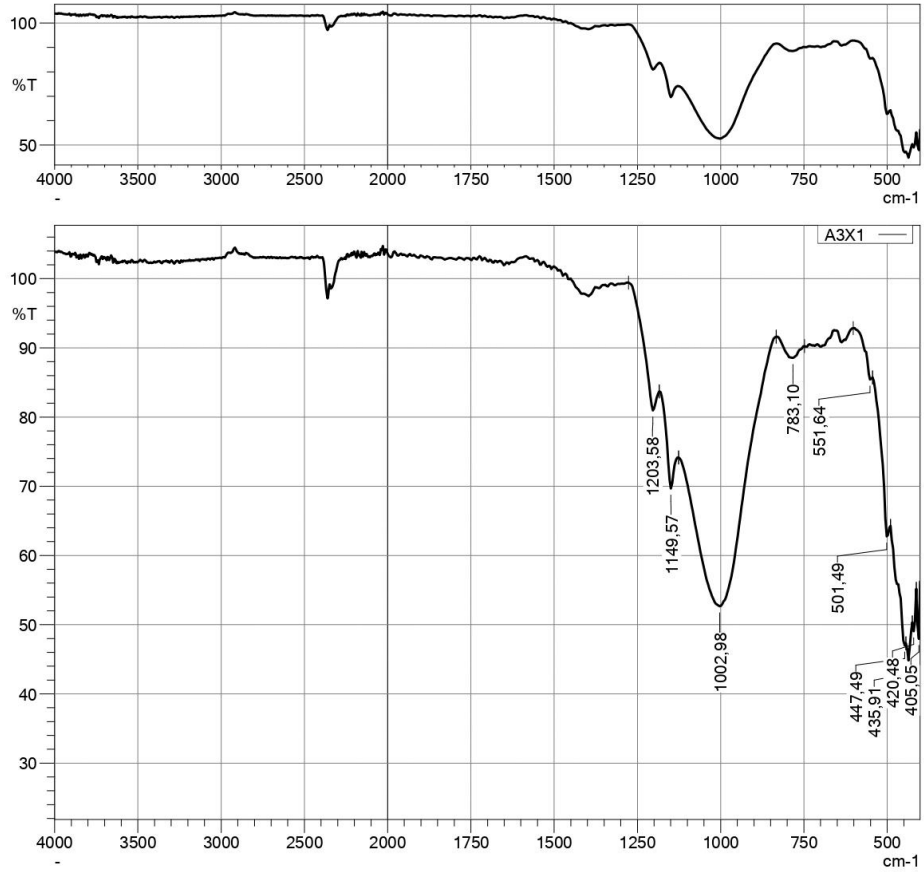
Lampiran 2. 10 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel A1



Lampiran 2. 11 Grafik Sampel A2

	Score	Library	Name	Comment
1	700	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
2	694	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
3	681	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
4	675	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra)_DuraSamplIR-II
5	674	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
6	668	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
7	665	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II
8	658	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
9	657	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
10	652	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
11	644	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSamplIR-II
12	627	3 - IRs Polymer2	ARABIC	Arabic gum Film
13	627	58 - ATR-Polymer2	D_SiliconR	Silicon Rubber DuraSamplIR-II
14	617	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2	Silicon Grease DuraSamplIR-II
15	613	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	Ethylcellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIR-II
16	608	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
17	599	5 - ATR-Polymer2	D_Silicon1	Silicon Oil DuraSamplIR-II
18	597	33 - T-Polymer2	Hard PVC	Polyvinylchloride(Hard PVC) Transmission(Microscope)
19	595	147 - T-Polymer2	T_PVC with PhenonicSulfonicEster	Polyvinylchloride with Phenolic ester of aliphatic sulfonic acid Transmission(Microscope)
20	594	126 - T-Polymer2	T_PE_PP	Ethylene/Propylene Copolymer(Ethylene content 60%) Transmission(Microscope)
21	588	59 - IRs Polymer2	PVC-DR	Polyvinyl chloride [-CH2C(Cl)H-]n Film
22	588	4 - T-Polymer2	EAA	Ethylene Acrylic Acid(EAA) Transmission(Microscope)
23	587	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose	Methylcellulose Transmission(Microscope)
24	587	55 - ATR-Polymer2	D_NR	Natural Rubber(NR) DuraSamplIR-II
25	587	102 - T-Polymer2	T_EVA-3	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 25%) Transmission(Microscope)
26	587	81 - T-Polymer2	PC/PBT	Polycarbonate/Polybutylene Terephthalate(PC/PBT) Transmission(Microscope)
27	587	40 - T-Polymer2	FEP	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene(FEP) Transmission(Microscope)
28	587	29 - T-Polymer2	Polybuten	Polybuten Transmission(Microscope)
29	586	149 - T-Polymer2	T_PVC with PhthalicEster 1	Polyvinylchloride with Phthalate Transmission(Microscope)
30	586	35 - T-Polymer2	EVA	Ethylenevinylacetate(EVA) Transmission(Microscope)
31	585	58 - IRs Polymer2	PVC2	Polyvinyl chloride with Phthalate ATR/diamond ATRcorrected
32	585	128 - T-Polymer2	T_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic Transmission(Microscope)
33	584	13 - IRs Polymer2	EVA-COX	Ethylene-vinyl acetate Film
34	584	135 - T-Polymer2	T_Polyamide_Resin	Polyamide Resin Transmission(Microscope)
35	584	104 - T-Polymer2	T_EVA-5	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 33%) Transmission(Microscope)
36	584	49 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Film(SEKISUI ESTINA P320-P321) Transmission(Microscope)
37	583	85 - IRs Polymer2	NR	Natural Rubber Film
38	583	56 - ATR-Polymer2	D_IR-cis	cis-Polyisoprene Rubber(IR-cis) DuraSamplIR-II
39	582	2 - IRs Polymer2	ACRYL	Acryl-Fiber ATR/diamond ATRcorrected
40	582	64 - T-Polymer2	Irganox 1076	Polymer Additive(Irganox 1076) Transmission(Microscope)
41	582	188 - ATR-Polymer2	D_PVC with TerephthalicEster	Polyvinylchloride with BIS(2-Ethylhexyl)Terephthalate DuraSamplIR
42	582	103 - T-Polymer2	T_EVA-4	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 28%) Transmission(Microscope)
43	582	101 - T-Polymer2	T_EVA-2	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 18%) Transmission(Microscope)
44	582	98 - T-Polymer2	T_Ethylene_AcrylicAcid	Ethylene/Acrylic Acid Copolymer(Acrylic Acid content 20%) Transmission(Microscope)
45	581	24 - T-Polymer2	PP	Polypropylene(PP) Transmission(Microscope)
46	580	74 - T-Polymer2	PAR	Polyarylate(PAR) Transmission(Microscope)
47	580	47 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Elastomer Transmission(Microscope)
48	579	105 - T-Polymer2	T_EVA-6	Ethylene/Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 40%) Transmission(Microscope)
49	579	67 - T-Polymer2	DLTDP	Polymer Additive(DLTDP) Transmission(Microscope)
50	579	23 - T-Polymer2	PE	Polyethylene(PE) Transmission(Microscope)

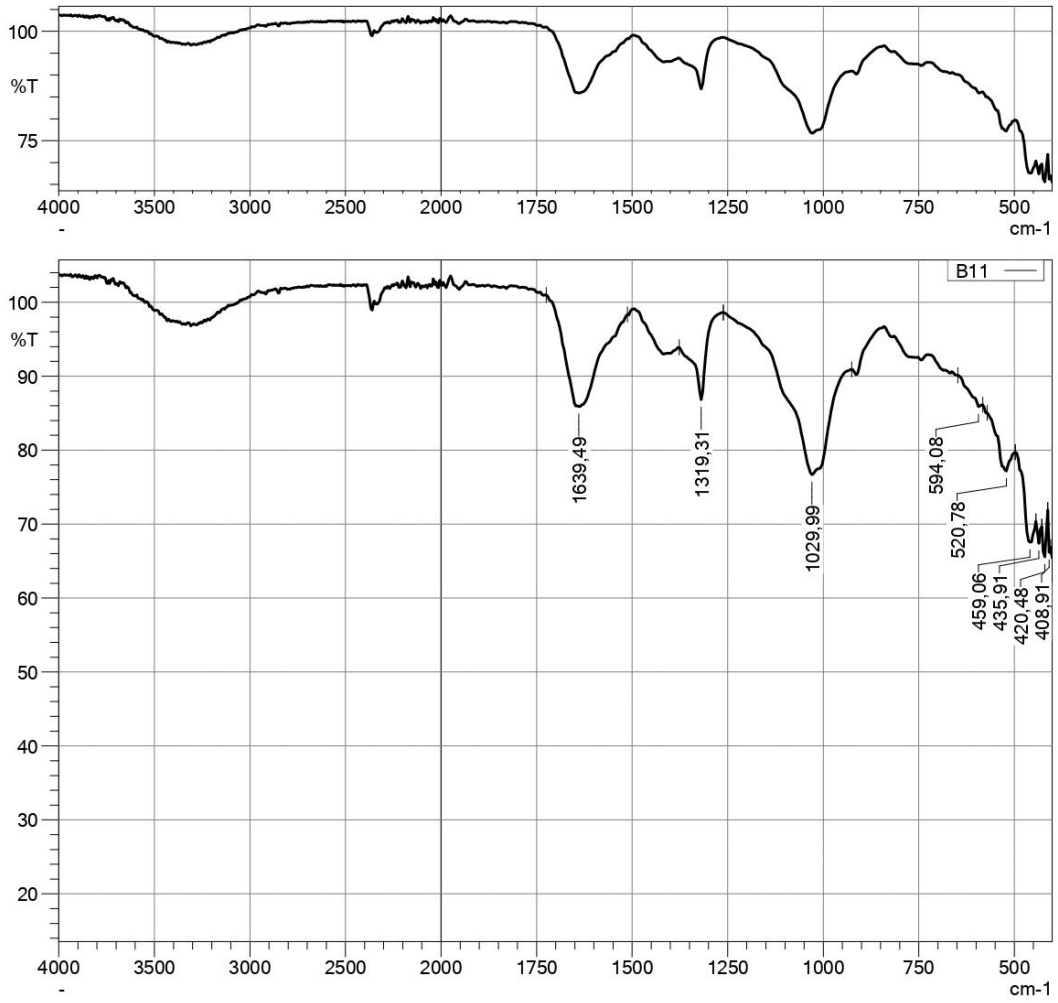
Lampiran 2. 12 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel A2



Lampiran 2. 13 Grafik Sampel A3

	Score	Library	Name	Comment
1	711	39 - ATR-Polymer2	D_PTFE	Polytetrafluoroethylene(PTFE) DuraSampIIR-II
2	708	40 - ATR-Polymer2	D_FEP	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene(FEP) DuraSampIIR-II
3	697	39 - T-Polymer2	PTFE	Polytetrafluoroethylene(PTFE) Transmission(Microscope)
4	693	159 - ATR-Polymer2	D_PTFE2	Poly(Tetrafluoroethylene) DuraSampIIR-II
5	682	15 - IRs Polymer2	FEP	FEP,Tetrafluoroethylene Hexafluoropropylene ATR/diamond ATRcorrected
6	674	40 - T-Polymer2	FEP	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene(FEP) Transmission(Microscope)
7	669	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSampIIR-II
8	663	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSampIIR-II
9	653	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSampIIR-II
10	631	58 - ATR-Polymer2	D_Silicon8	Silicon Rubber DuraSampIIR-II
11	630	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSampIIR-II
12	630	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Remie DuraSampIIR-II
13	624	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2	Silicon Grease DuraSampIIR-II
14	623	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
15	621	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSampIIR-II
16	620	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
17	617	5 - ATR-Polymer2	D_Silicon1	Silicon Oil DuraSampIIR-II
18	597	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSampIIR
19	590	58 - IRs Polymer2	PVC2	Polyvinyl chloride with Phthalate ATR/diamond ATRcorrected
20	586	56 - ATR-Polymer2	D_IR-cis	cis-Polyisoprene Rubber(IR-cis) DuraSampIIR-II
21	586	55 - ATR-Polymer2	D_NR	Natural Rubber(NR) DuraSampIIR
22	582	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSampIIR-II
23	580	129 - T-Polymer2	T_Poly_2_6_Dimethyl_p_Phenyleneoxide	Poly(2,6-Dimethyl-p-Phenylene Oxide) Transmission(Microscope)
24	579	10 - IRs Polymer2	EPOXY1	Epoxy resin (liquid) ATR/diamond ATRcorrected
25	579	24 - ATR-Polymer2	D_PP	Polypropylene(PP) DuraSampIIR-II
26	578	85 - IRs Polymer2	NR	Natural Rubber Film
27	578	24 - T-Polymer2	PP	Polypropylene(PP) Transmission(Microscope)
28	576	188 - ATR-Polymer2	D_PVC with TerephthalicEster	Polyvinylchloride with Bis(2-Ethylhexyl)Terephthalate DuraSampIIR
29	576	156 - ATR-Polymer2	D_PP_Isotactic	Polypropylene, Isotactic DuraSampIIR-II
30	575	130 - ATR-Polymer2	D_Poly_2_6_Dimethyl_p_Phenyleneoxide	Poly(2,6-Dimethyl-p-Phenylene Oxide) DuraSampIIR-II
31	575	73 - T-Polymer2	POM	Polyacetal(Electronic Parts-3) Transmission(Microscope)
32	574	51 - IRs Polymer2	PP1	PP,Polypropilene ATR/diamond ATRcorrected
33	573	190 - ATR-Polymer2	D_PVC with PthhalicEster 2	Polyvinylchloride with Phthalate DuraSampIIR
34	573	142 - T-Polymer2	T_POM4	Polyacetal(POM)(Polytrioxane) Transmission(Microscope)
35	572	50 - IRs Polymer2	PP	Polypropylene Film
36	572	94 - ATR-Polymer2	D_Cellulose_Acetate	Cellulose Acetate(Acetyl content 39.8%) DuraSampIIR-II
37	572	83 - T-Polymer2	PPO	Polyphenylene Oxide(Polyphenylene Ether) Transmission(Microscope)
38	572	11 - IRs Polymer2	EPOXY2	Epoxy resin (coating material) ATR/diamond ATRcorrected
39	570	29 - T-Polymer2	Polybuten	Polybuten Transmission(Microscope)
40	570	128 - T-Polymer2	T_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic Transmission(Microscope)
41	570	39 - IRs Polymer2	PE-PP	Polyethylene-Polypropylene Copolymer Film
42	567	82 - ATR-Polymer2	D_PCTFE	Polychloro-trifluoro-ethylene(PCTFE) DuraSampIIR-II
43	567	29 - ATR-Polymer2	D_Polybuten	Polybuten DuraSampIIR-II
44	565	128 - ATR-Polymer2	D_Poly_1_Butene	Poly(1-Butene), Isotactic DuraSampIIR-II
45	562	100 - T-Polymer2	T_EVA-1	Ethylene-Vinyl Acetate(EVA) Copolymer(Vinyl Acetate content 14%) Transmission(Microscope)
46	562	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSampIIR-II
47	562	157 - ATR-Polymer2	D_PPS2	Poly(Phenylene Sulfide) DuraSampIIR-II
48	562	2 - IRs Polymer2	ACRYL	Acryl Fiber ATR/diamond ATRcorrected
49	561	133 - ATR-Polymer2	D_Poly_4_Methyl_1_Pentene	Poly(4-Methyl-1-Pentene) DuraSampIIR-II
50	561	34 - IRs Polymer2	PB	Polybutene ATR/diamond ATRcorrected

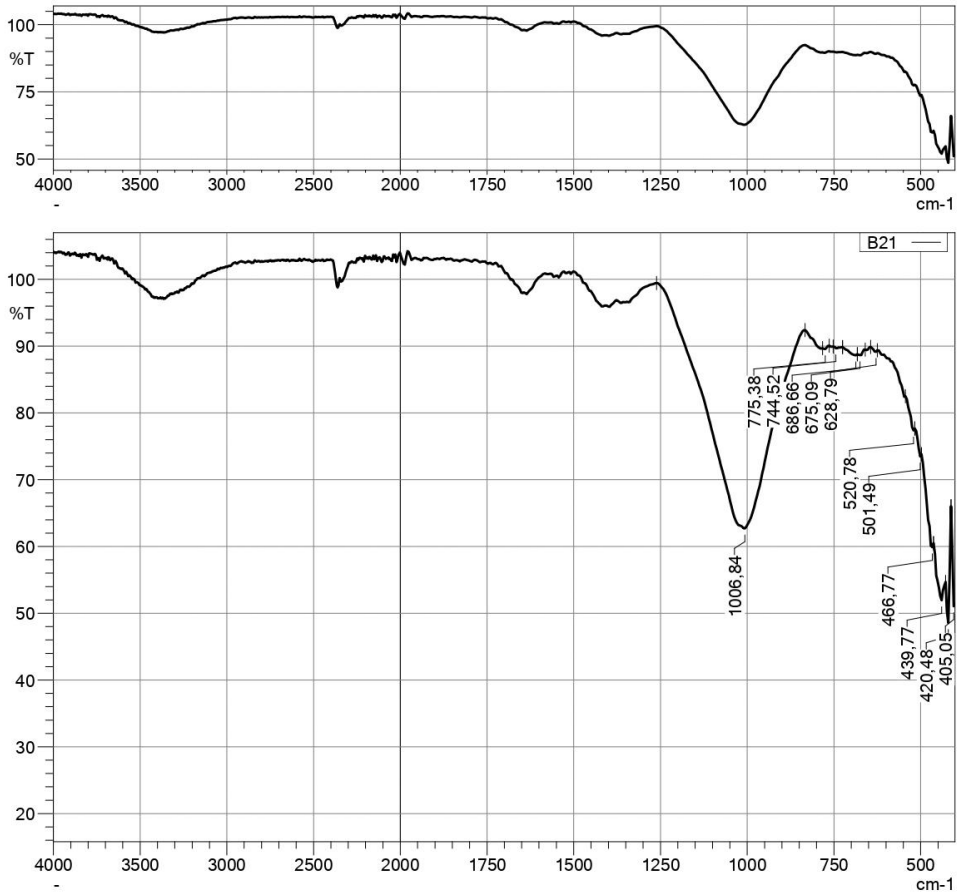
Lampiran 2. 14 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel A3



Lampiran 2. 15 Grafik Sampel B1

	Score	Library	Name	Comment
1	749	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSamplIR-II
2	740	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
3	736	137 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) DuraSamplIR-II
4	736	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
5	731	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
6	729	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene DuraSamplIR-II
7	726	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
8	723	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
9	720	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSamplIR-II
10	719	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
11	716	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
12	712	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
13	706	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II
14	705	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
15	705	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
16	699	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
17	698	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
18	688	27 - T-Polymer2	Polyacetylene	Polyacetylene Transmission(Microscope)
19	685	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
20	684	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein, Purified DuraSamplIR-II
21	682	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSamplIR-II
22	680	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
23	676	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
24	674	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	Ethylcellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIR-II
25	673	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
26	669	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATR/diamond ATRcorrected
27	668	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
28	667	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
29	665	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
30	663	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
31	662	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
32	656	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSamplIR-II
33	648	69 - IRs Polymer2	SKIN	Human skin ATR/Diamond ATRcorrected
34	645	139 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-3	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(High carboxyl content) DuraSamplIR-II
35	643	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSamplIR-II
36	641	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSamplIR-II
37	641	133 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-3	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(High carboxyl content) Transmission(Microscope)
38	640	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
39	633	181 - ATR-Polymer2	D_PVAL-1	PolyVinyl Alcohol(PVAL)(100% hydrolyzed) DuraSamplIR-II
40	633	37 - ATR-Polymer2	D_PVAL	Polyvinyl Alcohol(PVAL) DuraSamplIR-II
41	631	182 - ATR-Polymer2	D_PVAL-2	PolyVinyl Alcohol(PVAL)(98% hydrolyzed) DuraSamplIR-II
42	629	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) Transmission(Microscope)
43	626	75 - T-Polymer2	PEI	Polyetherimide(PEI) Transmission(Microscope)
44	625	24 - IRs Polymer2	NYLON-A	Amorphous Nylon (Selar PA) Film
45	625	37 - T-Polymer2	PVAL	Polyvinyl Alcohol(PVAL) Transmission(Microscope)
46	622	53 - T-Polymer2	PI	Polyimide(Electronic Parts) Transmission(Microscope)
47	621	60 - IRs Polymer2	PVDC	PVDC,Poly (vinylidene chloride) wrap film ATR/diamond ATRcorrected
48	621	54 - ATR-Polymer2	D_CR	Chloroprene Rubber(CR) with TALC DuraSamplIR-II
49	621	19 - T-Polymer2	Amorphous Nylon	Polyamide(Amorphous Nylon) Transmission(Microscope)
50	620	72 - IRs Polymer2	WOOL	Wool Fiber ATR/diamond ATRcorrected

Lampiran 2. 16 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel B1

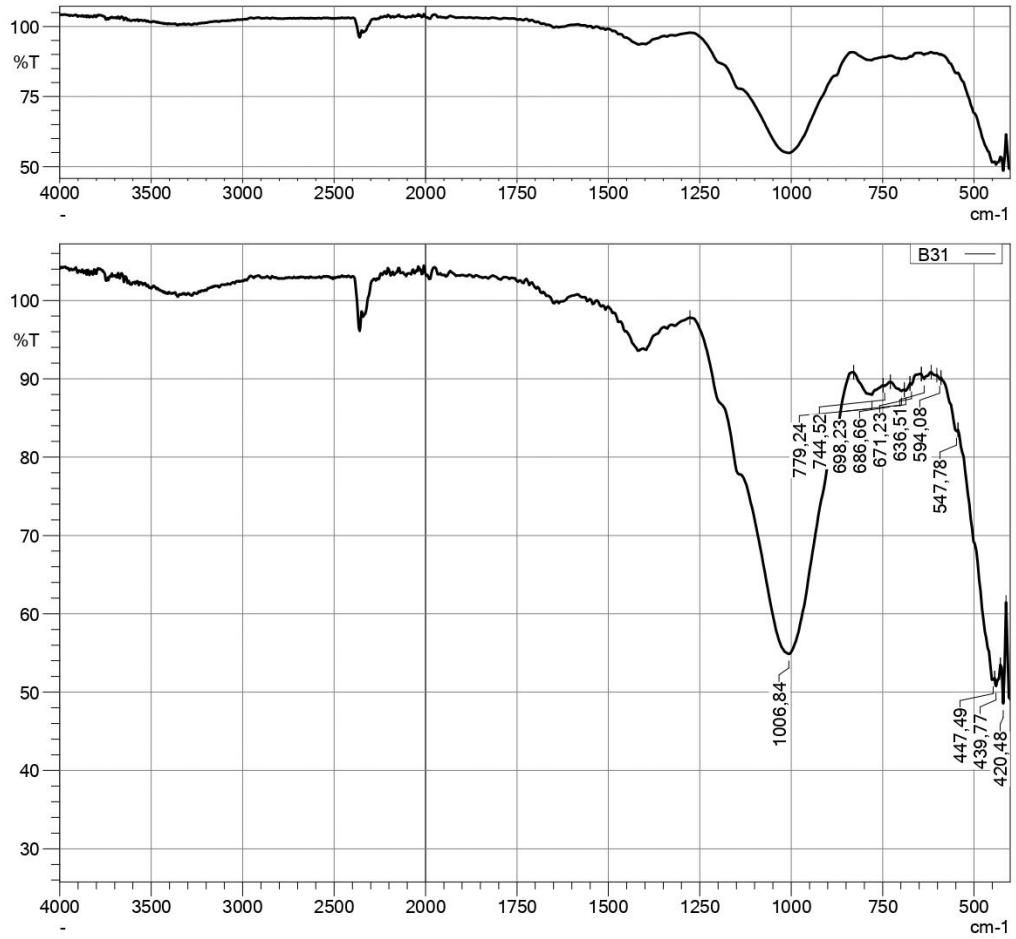


Lampiran 2. 17 Grafik Sampel B2

	Score	Library	Name	Comment
1	758	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
2	749	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
3	747	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
4	730	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
5	728	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
6	717	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 30%Methoxyl) DuraSamplIR-II
7	715	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
8	714	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
9	710	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
10	702	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
11	695	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATRdiamond ATRcorrected
12	693	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
13	688	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
14	688	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
15	678	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
16	674	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATRdiamond ATRcorrected
17	672	27 - ATR-Polymer2	D_Polyacetylene	Polyacetylene DuraSamplIR-II
18	670	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATRdiamond ATRcorrected
19	665	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIR-II
20	661	22 - ATR-Polymer2	D_Protein2	Protein(Soy Bean Powder) DuraSamplIR-II
21	659	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
22	657	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATRdiamond ATRcorrected
23	656	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSamplIR-II
24	654	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulosa1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSamplIR-II
25	650	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATRdiamond ATRcorrected
26	643	138 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) DuraSamplIR-II
27	640	131 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) Transmission(Microscope)
28	635	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
29	629	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSamplIR-II

30	628	137 - ATR-Polymer2	D_Polyacrylamide-1	Polyacrylamide(non-ionic) DuraSamplIR-II
31	626	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
32	624	21 - T-Polymer2	Human Hair	Protein(Human Hair) Transmission(Microscope)
33	623	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) Transmission(Microscope)
34	621	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose	Methylcellulose Transmission(Microscope)
35	618	58 - ATR-Polymer2	D_SiliconR	Silicon Rubber DuraSamplIR-II
36	617	21 - ATR-Polymer2	D_Protein1	Protein(Human Hair) DuraSamplIR
37	617	183 - ATR-Polymer2	D_Zein	Zein, Purified DuraSamplIR-II
38	610	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATRdiamond ATRcorrected
39	607	74 - T-Polymer2	PAR	Polyarylate(PAR) Transmission(Microscope)
40	606	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitrile	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSamplIR-II
41	604	14 - T-Polymer2	Nylon6/66	Polyamide(Nylon6/66) Transmission(Microscope)
42	604	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2	Silicon Grease DuraSamplIR-II
43	603	86 - T-Polymer2	PBT	Polybutylene Terephthalate(PBT) Transmission(Microscope)
44	603	7 - T-Polymer2	HPC	Hydroxypropylcellulose(HPC) Transmission(Microscope)
45	602	49 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Film(SEKISUI ESTINA P320-P321) Transmission(Microscope)
46	601	40 - T-Polymer2	FEP	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene(FEP) Transmission(Microscope)
47	601	79 - T-Polymer2	PET	Polyethylene Terephthalate(PET) Transmission(Microscope)
48	600	48 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Film(TAIKO-FE) Transmission(Microscope)
49	599	90 - ATR-Polymer2	D_PI4	Polyimide DuraSamplIR-II
50	599	53 - T-Polymer2	PI	Polyimide(Dectronic Parts) Transmission(Microscope)

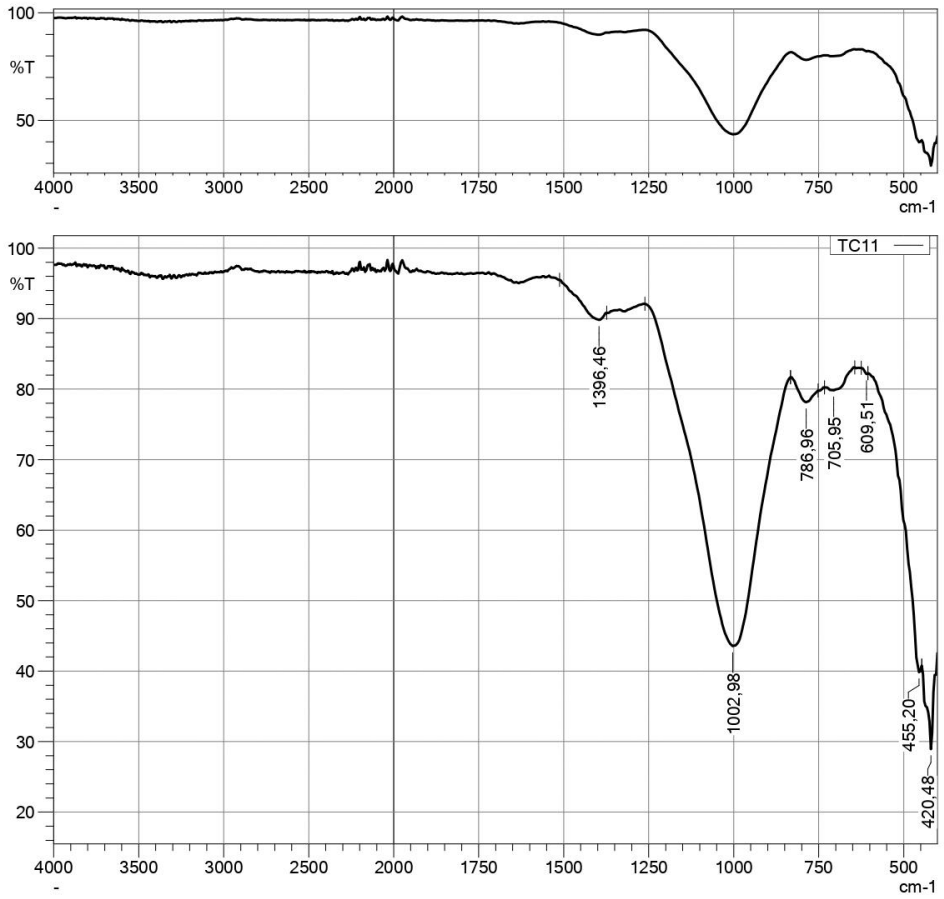
Lampiran 2. 18 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel B2



Lampiran 2. 19 Grafik Sampel B3

	Score	Library	Name	Comment
1	727	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
2	715	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
3	704	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
4	691	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
5	691	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
6	687	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
7	681	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATRdiamond ATRcorrected
8	681	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II
9	679	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
10	673	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulos e	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
11	669	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSamplIR-II
12	639	58 - ATR-Polymer2	D_SiliconR	Silicon Rubber DuraSamplIR-II
13	634	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATRdiamond ATRcorrected
14	632	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATRdiamond ATRcorrected
15	632	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2	Silicon Grease DuraSamplIR-II
16	630	8 - T-Polymer2	Paper	Paper Transmission(Microscope)
17	627	5 - ATR-Polymer2	D_Silicon1	Silicon Oil DuraSamplIR-II
18	626	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
19	623	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATRdiamond ATRcorrected
20	620	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATRdiamond ATRcorrected
21	619	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIR-II
22	618	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
23	618	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
24	615	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATRdiamond ATRcorrected
25	609	12 - T-Polymer2	Ramie	Ramie Transmission(Microscope)
26	600	86 - T-Polymer2	PBT	Polybutylene Terephthalate(PBT) Transmission(Microscope)
27	598	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose	Methylcellulose Transmission(Microscope)
28	595	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSamplIR-II
29	595	86 - ATR-Polymer2	D_PBT	Polybutylene Terephthalate(PBT) DuraSamplIR-II
30	592	47 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Elastomer Transmission(Microscope)
31	591	49 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Film(SEKISUI ESTINA P320-P321) Transmission(Microscope)
32	590	125 - ATR-Polymer2	D_PET2	Poly(Ethylene Terephthalate)(PET) DuraSamplIR-II
33	590	148 - T-Polymer2	T_PVC with TerephthalicEster	Polyvinylchloride with BIS(2-Ethylhexyl)Terephthalate Transmission(Microscope)
34	588	74 - T-Polymer2	PAR	Polyarylate(PAR) Transmission(Microscope)
35	588	49 - ATR-Polymer2	D_Polyester3	Polyester Film(SEKISUI ESTINA P320-P321) DuraSamplIR-II
36	587	79 - T-Polymer2	PET	Polyethylene Terephthalate(PET) Transmission(Microscope)
37	587	175 - ATR-Polymer2	D_Vinyl_Alcohol_Vinyl_Butyral	Vinyl Alcohol/Vinyl Butyral Copolymer(Vinyl Butyral Content 80%) DuraSamplIR-II
38	587	47 - ATR-Polymer2	D_Polyester1	Polyester Elastomer DuraSamplIR
39	586	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
40	586	48 - T-Polymer2	Polyester	Polyester Film(TAIKO-FE) Transmission(Microscope)
41	586	81 - T-Polymer2	PC/PBT	Polycarbonate/Polybutylene Terephthalate(PC/PBT) Transmission(Microscope)
42	585	182 - ATR-Polymer2	D_Vinylidene_Chloride_Acrylonitril e	Vinylidene Chloride/Acrylonitrile Copolymer(Acrylonitrile content 20%) DuraSamplIR-II
43	584	22 - T-Polymer2	Soy Bean Powder	Protein(Soy Bean Powder) Transmission(Microscope)
44	584	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSamplIR-II
45	583	87 - IRs Polymer2	PBT	PBT_Polybutylene terephthalate) ATRDIAMOND ATRcorrected
46	583	157 - ATR-Polymer2	D_PPS2	Poly(Phenylene Sulfide) DuraSamplIR-II
47	582	163 - ATR-Polymer2	D_PVB	Poly(Vinyl Butyral)(PVB)(11% Hydroxyl, 1% Acetate, 88% Butyral) DuraSamplIR-II
48	582	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulos e	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) Transmission(Microscope)
49	581	58 - IRs Polymer2	PVC2	Polyvinyl chloride with Phthalate ATRdiamond ATRcorrected
50	578	24 - T-Polymer2	PP	Polypropylene(PP) Transmission(Microscope)

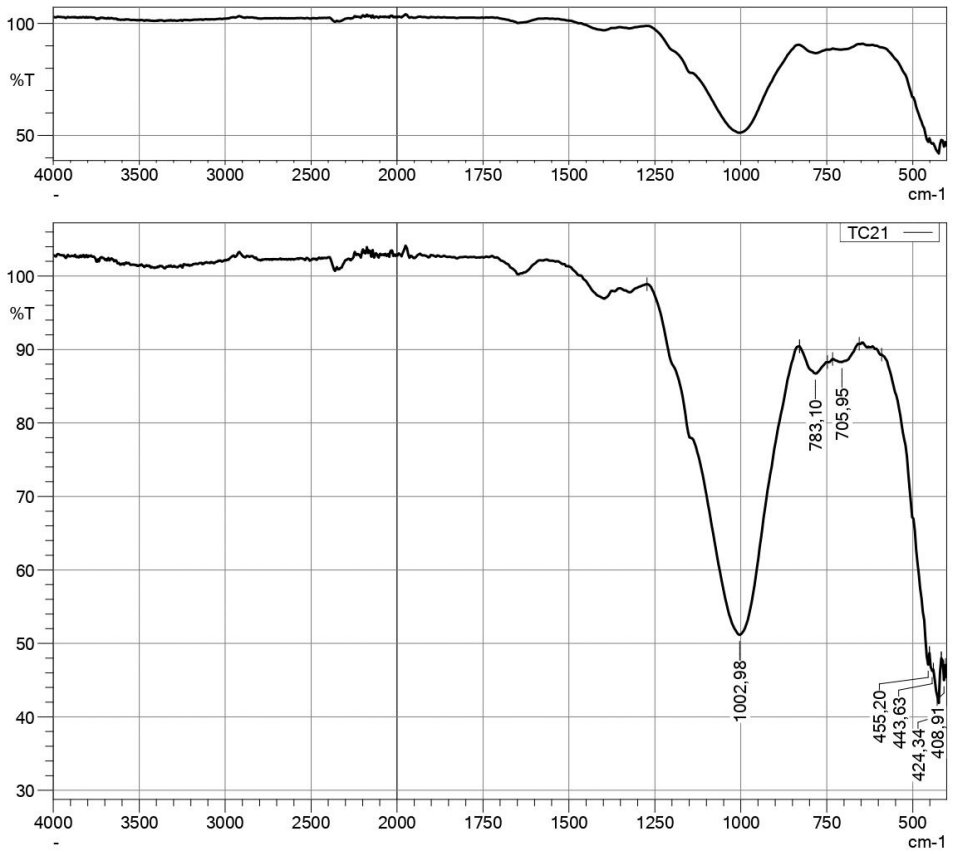
Lampiran 2. 20 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel B3



Lampiran 2. 21 Grafik Sampel TC1

	Score	Library	Name	Comment
1	716	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper_DuraSamplIR-II
2	696	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
3	687	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose_DuraSamplIR
4	683	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
5	673	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) DuraSamplIR-II
6	673	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
7	673	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
8	664	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
9	662	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie_DuraSamplIR-II
10	642	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATRdiamond ATRcorrected
11	640	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSamplIR-II
12	633	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATRdiamond ATRcorrected
13	632	58 - ATR-Polymer2	D_SiliconR	Silicon Rubber DuraSamplIR-II
14	622	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIR-II
15	622	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2	Silicon Grease_DuraSamplIR-II
16	621	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATRdiamond ATRcorrected
17	613	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATRdiamond ATRcorrected
18	612	5 - ATR-Polymer2	D_Silicon1	Silicon Oil_DuraSamplIR-II
19	605	175 - ATR-Polymer2	D_Vinyl_Alcohol_Vinyl_Butyral	Vinyl Alcohol/Vinyl Butyral Copolymer(Vinyl Butyral Content 80%) DuraSamplIR-II
20	600	163 - ATR-Polymer2	D_PVB	Poly(Vinyl Butyral)(PVB)(11% Hydroxyl, 1% Acetate, 88% Butyral) DuraSamplIR-II
21	596	40 - T-Polymer2	FEP	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene(FEP) Transmission(Microscope)
22	590	11 - T-Polymer2	Cupra	Bemberg(Cupra) Transmission(Microscope)
23	589	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATRdiamond ATRcorrected
24	589	110 - T-Polymer2	T_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) Transmission(Microscope)
25	588	10 - IRs Polymer2	EPOXY1	Epoxy resin (liquid) ATRdiamond ATRcorrected
26	586	11 - IRs Polymer2	EPOXY2	Epoxy resin (coating material) ATRdiamond ATRcorrected
27	584	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose	Methylcellulose Transmission(Microscope)
28	584	109 - T-Polymer2	T_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) Transmission(Microscope)
29	584	126 - ATR-Polymer2	D_PhenoxyResin	Phenoxy Resin_DuraSamplIR-II
30	584	109 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Cellulose	Hydroxypropyl Cellulose DuraSamplIR-II
31	579	87 - IRs Polymer2	PBT	PBT_Poly(butylene terephthalate) ATRDIAMOND ATRcorrected
32	578	41 - ATR-Polymer2	D_Epoxy5	Epoxy Resin_DuraSamplIR-II
33	577	107 - T-Polymer2	T_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 20%Methoxyl) Transmission(Microscope)
34	575	41 - T-Polymer2	Epoxy	Epoxy Resin Transmission(Microscope)
35	574	143 - T-Polymer2	T_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) Transmission(Microscope)
36	574	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATRdiamond ATRcorrected
37	574	7 - ATR-Polymer2	D_Cellulose1	Hydroxypropylcellulose(HPC) DuraSamplIR-II
38	573	151 - T-Polymer2	T_PVC4	Polyvinylchloride Transmission(Microscope)
39	573	36 - IRs Polymer2	PCTFE	Poly (chloro-trifluoroethylene) Film
40	573	41 - IRs Polymer2	PET	,o,d,s, Poly(ethylene terephthalate) ATRDIAMOND ATRcorrected
41	572	40 - IRs Polymer2	PES	PES Film
42	571	40 - ATR-Polymer2	D_FEP	Tetrafluoroethylene-Hexafluoropropylene(FEP) DuraSamplIR-II
43	571	10 - T-Polymer2	Cotton	Cotton Transmission(Microscope)
44	570	39 - T-Polymer2	PTFE	Polytetrafluoroethylene(PTFE) Transmission(Microscope)
45	569	15 - IRs Polymer2	FEP	FEP,Tetrafluoroethylene Hexafluoropropylene ATRdiamond ATRcorrected
46	566	187 - ATR-Polymer2	D_PVC with PhenoricSulfonicEster	Polyvinylchloride with Phenolic ester of aliphatic sulfonic acid DuraSamplIR
47	565	132 - ATR-Polymer2	D_Poly_4_4_Dipropoxy_2_2_DiphenylPropaneFumarate	Poly(4,4-Dipropoxy-2,2-Diphenyl Propane Fumarate)
48	565	58 - IRs Polymer2	PVC2	Polyvinyl chloride with Phthalate

Lampiran 2. 22 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel TC1



Lampiran 2. 23 Grafik Sampel TC2

	Score	Library	Name	Comment
1	714	8 - ATR-Polymer2	D_Cellulose2	Paper DuraSamplIR-II
2	709	174 - ATR-Polymer2	D_Tencel	Tencel(LENZING Coorporation) DuraSamplIR-II
3	697	11 - ATR-Polymer2	D_Cellulose4	Bemberg(Cupra) DuraSamplIR-II
4	684	184 - ATR-Polymer2	D_Methylcellulose	Methylcellulose DuraSamplIR
5	681	111 - ATR-Polymer2	D_Methyl_Cellulose	Methyl Cellulose(Methoxyl content 30%) DuraSamplIR-II
6	671	8 - IRs Polymer2	CELLOPHA	Cellulose ATR/diamond ATRcorrected
7	671	108 - ATR-Polymer2	D_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 29%Methoxyl) DuraSamplIR-II
8	670	10 - ATR-Polymer2	D_Cellulose3	Cotton DuraSamplIR-II
9	668	110 - ATR-Polymer2	D_Hydroxypropyl_Methyl_Cellulose	Hydroxypropyl Methyl Cellulose(10% Hydroxypropyl, 30% Methoxyl) DuraSamplIR-II
10	667	12 - ATR-Polymer2	D_Cellulose5	Ramie DuraSamplIR-II
11	647	166 - ATR-Polymer2	D_PVFM	Poly(Vinyl Formal)(PVFM)(82% Formal, 12% Acetate, 6% Hydroxyl) DuraSamplIR-II
12	646	5 - IRs Polymer2	BEMBERG	Bemberg(Cupra) Fiber ATR/diamond ATRcorrected
13	638	63 - IRs Polymer2	RAYON	Rayon Fiber ATR/diamond ATRcorrected
14	632	58 - ATR-Polymer2	D_SiliconR	Silicon Rubber DuraSamplIR-II
15	631	3 - IRs Polymer2	ARABIC	Arabic gum Film
16	621	66 - IRs Polymer2	SILICON	Silicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
17	618	6 - ATR-Polymer2	D_Silicon2	Silicon Grease DuraSamplIR-II
18	610	5 - ATR-Polymer2	D_Silicon1	Silicon Oil DuraSamplIR-II
19	608	62 - IRs Polymer2	RAMIE	Ramie Fiber ATR/diamond ATRcorrected
20	596	58 - IRs Polymer2	PVC2	Polyvinyl chloride with Phthalate ATR/diamond ATRcorrected
21	590	9 - IRs Polymer2	COTTON	Cotton Fiber ATR/diamond ATRcorrected
22	586	144 - T-Polymer2	T_Methylcellulose	Methylcellulose Transmission(Microscope)
23	578	36 - IRs Polymer2	PCTFE	Poly (chloro-trifluoroethylene) Film
24	576	2 - IRs Polymer2	ACRYL	Acryl Fiber ATR/diamond ATRcorrected
25	574	87 - IRs Polymer2	PBT	PBT, Poly(butylene terephthalate) ATR/DIAMOND ATRcorrected
26	572	85 - IRs Polymer2	NR	Natural Rubber Film
27	572	132 - T-Polymer2	T_Polyacrylamide-2	Polyacrylamide(Carboxyl modified)(Low carboxyl content) Transmission(Microscope)
28	570	98 - ATR-Polymer2	D_Ethyl_Cellulose	EthylCellulose(Ethoxyl content 50%) DuraSamplIR-II
29	569	51 - IRs Polymer2	PP1	PP Polypropilene ATR/diamond ATRcorrected
30	569	56 - ATR-Polymer2	D_IR-cis	cis-Polyisoprene Rubber(IR-cis) DuraSamplIR-II
31	566	147 - T-Polymer2	T_PVC with PhenonicSulfonicEster	Polyvinylchloride with Phenolic ester of aliphatic sulfonic acid Transmission(Microscope)
32	565	50 - IRs Polymer2	PP	Polypropylene Film
33	565	32 - IRs Polymer2	PA	Polyarylate ATR/diamond ATRcorrected
34	564	49 - IRs Polymer2	PMMA	PMMA,Polymethylmethacrylate
35	563	44 - IRs Polymer2	PHSI	Phenylsilicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
36	563	13 - IRs Polymer2	EVA-COX	Ethylene-vinyl acetate Film
37	563	157 - ATR-Polymer2	D_PPS2	Poly(Phenylene Sulfide) DuraSamplIR-II
38	562	46 - IRs Polymer2	PI2	Polyimide Film
39	561	65 - IRs Polymer2	SILICO2	Silicone rubber ATR/diamond ATRcorrected
40	561	85 - ATR-Polymer2	D_PPS	Polyphenylene Sulfide(PPS) DuraSamplIR-II
41	561	107 - T-Polymer2	T_Hydroxybutyl_Methyl_Cellulose	Hydroxybutyl Methyl Cellulose(8% Hydroxybutyl, 29%Methoxyl) Transmission(Microscope)
42	560	39 - IRs Polymer2	PE-PP	Polyethylene-Polypropylene Copolymer Film

Lampiran 2. 24 Hasil Grafik Polimer Yang Terbaca Pada Sampel TC2