STUDI PENCEMARAN MIKROPLASTIK PADA IKAN, AIR DAN SEDIMEN DI KEPULAUAN BALA-BALAKANG, KABUPATEN MAMUJU, SULAWESI BARAT

MICROPLASTIC POLLUTION STUDIES ON FISH, WATER AND SEDIMENT IN THE BALA-BALAKANG ARCHIPELAGO, MAMUJU DISTRICT, WEST SULAWESI

TIAS PRADITYA PUTRA

P0302216011

SEKOLAH PASCASARJANA

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2019

Optimization Software:
www.balesio.com

TESIS

STUDI PENCEMARAN MIKROPLASTIK PADA IKAN, AIR DAN SEDIMEN DI KEPULAUAN BALA-BALAKANG, KABUPATEN MAMUJU, SULAWESI BARAT

Disusun dan diajukan oleh

TIAS PRADITYA PUTRA
Nomor Pokok P0302216011

telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
pada tanggal 25 Januari 2019
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui

Komisi Penasehat,

Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc
Ketua

Dr. Ir. Amir Hamzah Muhiddin, M.Si
Anggota

Ketua Program Studi
Pengelolaan Lingkungan Hidup,

al Bahsar Demmallino, M.Si

Dekan Sekolah Pascasarjana
Universitas Hasanuddin,

Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc

Optimization Software:
www.balesio.com

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tias Praditya Putra

Nomor mahasiswa : P0302216011

Program studi : Pengelolaan Lingkungan Hidup

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Januari 2019

Yang menyatakan,

Tias Praditya Putra

Optimization Software:
www.balesio.com

KATA PENGANTAR

Puji dan Syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul “Studi Pencemaran Mikroplastik pada Ikan, Air dan Sedimen di Kepulauan Bala-balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat” ini dapat terselesaikan sebagai syarat memperoleh gelar magister di Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin Makassar.

Pada penyusunan kali ini, penulis menyajikan beberapa hal yang berkaitan dengan judul yang telah disusun dan telah melalui proses pencarian dari berbagai sumber, baik jurnal penelitian; buku maupun dari situs-situs di internet. Untuk itu, melalui kesempatan ini saya ingin mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah membantu dalam penyusunan ini.

Pertama-tama penulis berterima kasih kepada Bapak Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc dan Dr. Ir. Amir Hamzah Muhiddin, M.Si selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan masukan, motivasi dan pengarahan sehingga penulisan tesis ini dapat terselesaikan. Semoga Allah senantiasa memberikan limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada beliau.

Terima kasih kepada Ibu Dr. Sri Suryani, DEA; Bapak Dr. Maming, M.Si dan Bapak Prof. Dr. Dadang Ahmad Suriamiharja, M.Eng selaku yang telah meluangkan waktu serta memberikan saran dan hkan penulis dalam perbaikan penulisan tesis.

Optimization Software:
www.balesio.com

Rasa terima kasih dengan setulus hati penulis hanturkan kepada seluruh keluarga terutama kepada orang tua (Drs. Aslang dan Dra. Nurhayati) dan seluruh saudara (Dwi Yayang Andika Putra, Tri Angga Bayu Putra, Dian Ayu Resky Catur Putri, Nabilah Ariestiyanti Putri, Alfin Ferdiansyah Leo Putra dan Zahrah Dalilah Putri) yang telah banyak mendukung, memberikan kasih sayang, dan doa-doa yang tiada hentinya terucap sebagai semangat penulis untuk tetap bertahan dalam menjalani hidup dan berjuang menyelesaikan studi S2 di Universitas Hasanuddin.

Terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Sukanto Tanoto dan Ibu Tinah Bingei Tanoto yang telah menyalurkan bantuan dana pendidikan melalui Tanoto Fondation kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.

Terima kasih penulis haturkan yang sebesar-besarnya kepada seluruh orang-orang terdekat penulis terutama kepada saudari (Nurmadinah, S.Si) dan teman-teman seperjuangan di Program Studi Pengelolaan Lingkungan Hidup, Komunitas One Frekuensi serta teman-teman dari Tanoto Schoolars Association UNHAS yang telah banyak memberikan dukungan dan doa kepada penulis.

Optimization Software:
www.balesio.com

Sebagai manusia biasa, penulis sepenuhnya menyadari segala keterbatasan dan kekurangan dalam proses penyelesaian tesis ini. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati penulis memohon maaf atas segala kesalahan dan kekurangan pada penyusunan tesis ini. Akhir kata saya selaku penulis mengucapkan terima kasih.

Makassar, Januari 2019

Penulis

Optimization Software:
www.balesio.com

ABSTRAK

TIAS PRADITYA PUTRA Studi Pencemaran Mikroplastik pada Ikan, Air dan Sedimen di Kepulauan Bala-balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat (dibimbing oleh Akbar Tahir dan Amir Hamzah Muhiddin)

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis jumlah dan kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen serta untuk menganalisis jenis polimer mikroplastik yang diperoleh.

Pengambilan sampel dilakukan pada tiga pulau di Kepulauan Bala-balakang yaitu Pulau Samataha, Pulau Salissingan dan Pulau Sabakattang. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin sedangkan uji FT-IR dilakukan di Laboratorium Terpadu Departemen Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.

Hasil penelitian menunjukkan data kelimpahan MPs rata-rata pada ikan yaitu 2,47 MPs/individu. Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan yakni sebanyak 74 dimana 70% ikan mengandung MPs. Pada ikan terdapat 148 partikel MPs dengan rata-rata kelimpahan 1,03 partikel/liter air laut yang diperoleh. Pada sampel sedimen ditemukan 596 partikel MPs dengan kelimpahan rata-rata berjumlah 110,37 MPs/Kg sampel sedimen. Pada sampel ikan ditemukan adanya bahan pencemar MPs berbentuk fragmen dan fiber dengan warna biru, hitam, merah, transparan, kuning, jingga dan hijau. Pada sampel air ditemukan bahan pencemar MPs berbentuk fiber dan fragmen dengan warna biru, kuning, merah, hijau, jingga dan transparan. Pada sampel sedimen ditemukan bahan pencemar MPs berbentuk fiber, fragmen dan film dengan warna biru tua, biru muda, hijau, hijau muda, merah, merah muda, hitam, abu-abu, kuning, ungu, pigmentasi, transparan, coklat, jingga, putih dan kuning kecoklatan. Hasil penelitian dengan menggunakan analisis FT-IR menunjukkan spektrum yang memiliki tingkat kemiripan yang tinggi dengan polimer *polyethylene, polyprophylene, polystyrene* dan *polyvinyl alcohol.*

Kata kunci : mikroplastik, ikan, FT-IR, Kepulauan Bala-balakang.

Optimization Software:
www.balesio.com

ABSTRACT

TIAS PRADITYA PUTRA. *The Study of Microplastic Pollution on Fish, Water and Sediment in Bala-balakang Archipelago, Mamuju District, West Sulawesi Province* (supervised by **Akbar Tahir dan Amir Hamzah Muhiddin**)

This study aims to (1) analyze the amount and abundance of microplastics found in fish, water and sediment; and (2) analyze the characteristics of microplastics obtained.

The samples were collected from three islands in Bala-balakang Archipelago: i.e. the islands of Samataha, Salissingan and Sabakattang. The laboratory examination was conducted in the Laboratory of Ecotoxicology Faculty of Marine Sciences and Fisheries, while the FT-IR analyzes was conducted in the Integrated Laboratory of Chemistry Department of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University.

The study results indicated that the mean it MPs abundance in fish was 2.47 MPs/individual. The total of microplastic particles found in fish samples was 74, with 70% of the fish containing MPs. In water there were 148 particles of MPs with the mean abundance of 1.03 particles/liter of sea water. Meanwhile, in sediment samples, 596 particles of MPs were found with the mean abundance of 110.37 MPs/kg of sediment samples. The fish samples showed microplastic contamination in the forms of fragments and fibers with colors it blue, black, red, transparent, yellow, orange and green. The water sample showed the microplastic contamination in the form of fibers and fragments with colors it blue, yellow, red, green, orange and transparent; while the sediment samples showed the forms of fibers, fragments and films with colors it blue, light blue, green, light green, red, pink, black, gray, yellow, violet, pigmentation, transparent, brown, orange, white and yellow brownish. The results of the study using FT-IR analysis showed a spectrum which had a high degree of similarity with polyvinyl alcohol, polyethylene, polystyrene and polyprophylene polymers.

Key word: Microplastic, fish, FT-IR, Bala-balakang Island

Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR ISI

halaman

SAMPUL i

LEMBAR PENGESAHAN ii

PERNYATAAN TESIS iii

KATA PENGANTAR iv

ABSTRAK vii

ABSTRACT viii

DAFTAR ISI xiii

DAFTAR TABEL ix

DAFTAR GAMBAR xiv

DAFTAR LAMPIRAN xvi

BAB I 1

PENDAHULUAN 1

A. Latar Belakang Masalah 1

B. Rumusan Masalah 4

C. Tujuan Penelitian 5

D. Kegunaan Penelitian 5

E. Ruang Lingkup Penelitian 6

BAB II 7

AN PUSTAKA 7

lastik 7

Optimization Software:
www.balesio.com

1. Sampah plastik 9

2. Jenis-jenis sampah plastik 13

B. Mikroplastik 16

1. Karakteristik mikroplastik.....17

2. Jenis mikroplastik.....18

3. Proses pencemaran mikroplastik di laut 19

4. Sumber pencemaran mikroplastik 22

C. Arus Laut Selat Makassar Melewati Kepulauan Bala-balakang.....23

D. Mikroplastik Pada Sedimen dan Air Laut.....24

E. Mikroplastik Teringesti oleh Ikan 25

F. Keamanan Pangan Ikan yang Tercemar Mikroplastik.....27

G. Ikan Demersal.....28

H. Identifikasi Mikroplastik 29

I. Kerangka Konseptual 30

BAB III 33

METODE PENELITIAN.....33

A. Rancangan Penelitian 33

B. Lokasi dan Waktu.....33

C. Populasi dan Teknik Sampel 34

D. Alat dan Bahan.....35

1. Alat.....35

. Bahan 35

etode Kerja.....36

Optimization Software:
www.balesio.com

1. Analisis parameter lingkungan 36
2. Pengambilan sampel.....36
3. Analisis Laboratorium.....37
4. Analisis polimer menggunakan Spektroskopi FTIR 40
F. Diagram Alir Penelitian.....41
BAB IV.....41
HASIL DAN PEMBAHASAN 42
A. Hasil Pengamatan.....42
1. Identifikasi Jenis Ikan 42
2. Proporsi Ikan yang Tercemar MP (Mikroplastik).....42
3. Data Kontaminasi Bahan Pencemar MP (*Mikroplastik*) pada Ikan, Air dan Sedimen. 44
4. Data Jenis MP (*Mikroplastik*) Berdasarkan Tipe yang Ditemukan pada Ikan, Air dan Sedimen 44
5. Jumlah MP (*Mikroplastik*) yang Ditemukan Berdasarkan Warna pada Ikan, Air dan Sedimen.....46
6. Data Ukuran Bahan Pencemar MP (*Mikroplastik*) pada Ikan, Air dan Sedimen 48
7. Hasil Pengamatan Mikroskop Sampel.....49
8. Hasil Uji FTIR.....50
B. Pembahasan.....52
. Gambaran Umum Lokasi Penelitian 52

Optimization Software:
www.balesio.com

2. Bahan Pencemar MP (Mikroplastik) pada Ikan, Sedimen, dan Air 54

3. Hubungan Arus dengan Kelimpahan MP 63

BAB V.....65

KESIMPULAN DAN SARAN.....65

A. Kesimpulan 65

B. Saran 66

DAFTAR PUSTAKA.....67

LAMPIRAN 72

Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR TABEL

nomor **halaman**

1. Jenis dan simbol sampah plastik (*Thermoplastik*) 15

2. Data sampel ikan yang diperoleh beserta nama latinnya 42

3. Data Kontaminasi Bahan Pencemar MPs pada Ikan, Air dan Sedimen 44

4. Data Ukuran Bahan Pencemar MPs pada Ikan, Air dan Sedimen 48

Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR GAMBAR

nomor **halaman**

1. Plastik dihasilkan & di olah kembali pada MSW (Municipal Solid Waste) sejak tahun 1960 di Amerika Serikat 12

2. Rincian total produksi dan pengolahan MSW di Amerika Serikat 12

3. Presentase jenis sampah plastik yang dapat di daur ulang sesuai kegunaanya 14

4. Skema pola lintas indonesia 23

5. Kerangka Konseptual Penelitian 32

6. Peta Lokasi Penelitian 34

7. Data jumlah ikan yang mengandung MPs dan yang tidak mengandung MPs pada masing-masing spesies ikan yang diperoleh. 43

8. Data proporsi ikan yang mengandung MPs dan tidak mengandung MPs pada keseluruhan sampel ikan. 43

9. Data persentase MPs berdasarkan tipe pada sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang 45

10. Data persentase MPs berdasarkan tipe pada sampel air yang diambil di Kepulauan Bala-balakang 45

11. Data jumlah MPs berdasarkan tipe pada sampel sedimen yang diambil di Kepulauan Bala-balakang 46

12. Data jumlah MPs berdasarkan warna pada sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang 47

13. Data jumlah MPs berdasarkan warna pada sampel air yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang 47

ta jumlah MPs berdasarkan warna pada sampel sedimen yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang 48

Optimization Software:
www.balesio.com

15. Hasil pengamatan MP pada sampel ikan dibawah mikroskop 49

16. Hasil pengamatan MP pada sampel air dibawah mikroskop 49

17. Hasil pengamatan MP pada sampel sedimen dibawah mikroskop 50

18. Hasil analisis FT-IR sampel Ikan 51

19. Hasil analisis FT-IR sampel Air..... 51

20. Hasil analisis FT-IR sampel Sedimen 52

Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR LAMPIRAN

nomor **halaman**

1. Data berat dan panjang sampel ikan yang diperoleh 73

2. Gambar sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang 74

3. Data Indikasi MPs pada Ikan, air dan sedimen 77

4. Data Analisis Deskriptif pada sampel Ikan, Air dan Sedimen.....86

5. Hasil FT-IR mikroplastik pada sampel ikan, air dan sedimen.....87

6. Spektrum Polimer Plastik yang telah diketahui 96

7. Dokumentasi 104

Optimization Software:
www.balesio.com

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Sampah merupakan konsekuensi dari semua aktivitas yang dilakukan oleh manusia yang merupakan masalah klasik yang terjadi di negara-negara maju dan berkembang (Yogiesti, 2010). Sampah adalah sisa aktivitas manusia maupun hewan yang berbentuk zat padat dan dibuang karena sudah tidak bernilai bagi pemiliknya, sampah sendiri memiliki banyak jenis yaitu sampah organik dan anorganik (Pitoyo, 2010).

Sampah organik adalah limbah yang berasal dari sisa makhluk hidup manusia, hewan, tumbuhan yang mengalami pembusukan atau pelapukan (Wahyono, 2001). Sampah anorganik adalah sampah yang berasal dari sisa manusia yang sulit untuk diurai oleh bakteri secara alami sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama bahkan bertahun-tahun untuk dapat diuraikan salah satunya plastik (Taufiq & Fajar, 2015).

Semakin meningkatnya jumlah penduduk di suatu wilayah bahkan negara, tingkat aktivitas, pola kehidupan dan tingkat kemajuan ekonomi sosial menyebabkan konsumsi masyarakat terhadap barang dan jasa semakin meningkat. Akibatnya, akan memunculkan sampah yang lebih bula (Riswan, 2011).

i Indonesia, kebutuhan plastik terus meningkat hingga mengalami n rata-rata 200 ton/tahun. Tahun 2002, tercatat 1,9 juta ton, di

Optimization Software:
www.balesio.com

tahun 2003 naik menjadi 2,1 juta ton, selanjutnya tahun 2004 naik lagi menjadi 2,3 juta ton per tahun. Di tahun 2010, 2,4 juta ton, dan pada tahun 2011, sudah meningkat menjadi 2,6 juta ton. Akibat dari peningkatan penggunaan plastik ini adalah bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau secara total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% berupa sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari (Iswandi dkk, 2017).

Semakin banyak penumpukan sampah plastik yang ditemukan di perairan akan menyebabkan kerusakan pada lingkungan sekitar perairan dan laut, sampah plastik yang tidak terpungut akan terkena paparan sinar matahari serta paparan udara semakin lama akan terurai hingga menjadi partikel-partikel kecil yang disebut mikroplastik (Hastuti dkk, 2014). Sumber mikroplastik terdapat dua yaitu *Primary MicroPlastics* merupakan plastik yang diproduksi secara mikroskopis yang terlepas ke lingkungan dalam bentuk kecil partikulat baik sengaja maupun tidak disengaja, mikroplastik yang digunakan dalam produk seperti agen penggosok peralatan mandi dan kosmetik serta *Secondary Microplastics* yang merupakan mikroplastik yang berasal dari degradasi plastik dengan ukuran lebih besar menjadi fragmen plastik yang lebih kecil. Hal ini terjadi fotodegradasi dan proses pelapukan limbah plastik (Boucher & 2017).

Optimization Software:
www.balesio.com

Faktor arus sistem laut dunia memperparah tingkat pencemaran mikroplastik di Selat Makassar. Terdapat 3 pintu masuk utama massa air Pasifik ke Perairan Indonesia. Yang pertama dan yang paling dominan adalah selat Makassar. Massa air yang berasal dari Pasifik utara memasuki laut Sulawesi lewat sebelah selatan Mindanao, untuk kemudian masuk ke jantung Perairan Indonesia lewat Selat Makassar. Rute ini dinamakan oleh para ahli dengan sebutan rute barat (*western route*) (Hasanuddin, 1998).

Mikroplastik telah ditemukan di hampir setiap habitat laut di seluruh dunia, dan kepadatan plastik bersama dengan arus laut tampaknya memiliki dampak yang signifikan terhadap distribusi mikroplastik (Lusher, 2015). Kepulauan Bala-balakang merupakan kepulauan yang terletak di Selat Makassar yang menjadi pintu masuk utama massa air dari pasifik sehingga diduga menjadi tempat akumulasi mikroplastik baik pada sedimen, air laut maupun biota yang ada di kepulauan tersebut.

Mikroplastik dapat mengendap di dasar perairan dikarenakan massa jenis yang agak tinggi dan pengaruh dorongan gelombang sedangkan mikroplastik yang massa jenisnya rendah tetap mengapung di permukaan air. Mikroplastik yang berada dalam lingkungan perairan dapat berpindah dari air dan sedimen ke dalam tubuh biota melalui sistem pencernaan.

tudi lapangan kelautan mengkonfirmasi kehadiran kontaminan kroplastik yang diserap dari lingkungan, dan bukti laboratorium

Optimization Software:
www.balesio.com

menunjukkan bahwa kontaminan mikroplastik dapat teringesti oleh ikan laut. Ikan yang menelan mikroplastik dapat mengalami luka internal atau, luka ulserasi, penyumbatan saluran pencernaan, gangguan kapasitas makan, kelaparan, kekurangan tenaga dan kematian (Victoria, 2017). Ikan merupakan sumber pangan hewani yang sudah tidak asing lagi di masyarakat. Ikan merupakan bahan pangan sumber protein hewani yang relatif murah dibandingkan dengan sumber protein hewani lainnya. Luas distribusi dan akumulasi mikroplastik menimbulkan kekhawatiran mengenai interaksi dan potensi efek dari mikroplastik pada ikan, khususnya di Kepulauan Bala-balakang. Oleh karena itu, perlu dilakukan studi pencemaran mikroplastik pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimana status mikroplastik di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat?
2. Bagaimana jumlah dan karakteristik mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat?

Optimization Software:
www.balesio.com

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk menganalisis jumlah dan kelimpahan mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat.
2. Untuk menganalisis jenis polimer mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat.

D. Kegunaan Penelitian

1. Kegunaan teoritis penelitian ini diharapkan dapat memberikan sumbangan wawasan dalam memahami mikroplastik dan dampaknya pada lingkungan perairan.
2. Kegunaan praktis penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumbangan pemikiran dalam menangani masalah mikroplastik serta dapat menjadi tambahan informasi bagi masyarakat tentang bahaya mikroplastik sebagai akibat membuang sampah plastik di sembarang tempat dan acuan dalam penelitian selanjutnya dalam menangani mikroplastik.

Optimization Software:
www.balesio.com

E. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup penelitian yaitu identifikasi mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. Penelitian ini menggunakan sampel ikan, air dan sedimen pada 3 pulau di Kepulauan Bala-balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat yang disesuaikan dengan kondisi lapangan. Untuk sampel ikan, analisis kandungan mikroplastik dilakukan pada saluran pencernaan 5 spesies berbeda dan 5 kali ulangan. Sampel sedimen diambil dengan menggunakan corer pada 6 titik di sekitar pulau pada 3 pulau. Sampel air diambil dengan melakukan sapuan air permukaan menggunakan manta net dari 2 sisi pulau pada 3 pulau yang berbeda.

Optimization Software:
www.balesio.com

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Plastik

Plastik merupakan material yang baru, secara luas dikembangkan dan digunakan sejak abad ke-20, tepatnya pada tahun 1975 diperkenalkan oleh Montgomery Ward, Sears, J.C. Penny, Jodan Marsh dan toko-toko retail besar lainnya. Plastik berkembang secara luar biasa penggunaannya dari hanya beberapa ratus ton pada tahun 1930-an, menjadi 150 juta ton/tahun pada tahun 1990-an dan 220 juta ton/tahun pada tahun 2005. Saat ini hampir tidak ada supermarket, toko atau warung di Indonesia yang tidak menyediakan kantung plastik (Putra & Yebi, 2010).

Sejak ditemukan pertama kali pada tahun 1907 manusia tidak dapat lagi melepaskan diri dari penggunaan plastik. Peningkatan penggunaan plastik ini merupakan konsekuensi dari berkembangnya teknologi industri dan juga jumlah populasi penduduk. Akibat dari peningkatan penggunaan plastik ini adalah bertambah pula sampah plastik. Berdasarkan asumsi Kementerian Lingkungan Hidup (KLH), setiap hari penduduk Indonesia menghasilkan 0,8 kg sampah per orang atau total sebanyak 189 ribu ton sampah/hari. Dari jumlah tersebut 15% sampah plastik atau sejumlah 28,4 ribu ton sampah plastik/hari

Optimization Software:
www.balesio.com

(Surono, 2013). Plastik merupakan senyawa polimer yang unsur penyusun utamanya adalah Karbon dan Hidrogen (Kumar *et al*, 2011).

Plastik merupakan bahan polimer sintesis yang dibuat melalui proses poli-merisasi dimana tidak dapat lepas dari kehidupan kita sehari-hari yang umumnya kita jumpai dalam bentuk plastik kemasan ataupun penggunaannya pada alat-alat listrik dan peralatan rumah tangga (Asia & Arifin, 2017). Kebanyakan produk pangan yang terdapat di pasaran telah dikemas sedemikian rupa sehingga mempermudah konsumen dalam mengenali dan membawanya, selain sebagai wadah atau pembungkus pangan, plastik dapa digunakan untuk menjaga makanan agar tetap bersih serta mencegah terjadinya kontaminasi mikroba.

Pada tahun 1996, pengiriman plastik sintesis dari industri plastik Kanada meningkat sebesar 10%, pada akhir abad ke-20 produksi plastik diseluruh dunia mencapai 130 juta ton/tahun, saat itu negara-negara di eropa dalam laporannya penggunaan plastik mencapai 100 kg/orang setiap tahunnya (Setyanto, 2013). Kemasan plastik sudah mendominasi industri makanan di indonesia dan kemasan luwes (fleksibel) mencapai sekitar 80%, plastik yang digunakan untuk mengemas, menyimpan atau membungkus makanan mencapai 53%. Kemasan plastik memiliki beberapa keunggulan karena sifatnya yang kuat tetapi ringan, tidak karatan, bersifat termoplastik serta dapat diberi warna (Sulchan & Endang,

Optimization Software:
www.balesio.com

1. Sampah plastik

Plastik menjadi sangat diperlukan pada berbagai bidang kehidupan di zaman modern (Verawati, 2016). Sampah merupakan hasil dari aktifitas rumah tangga dan pabrik. Masyarakat telah memanfaatkan laut sebagai tempat yang strategis untuk membuang limbah selama berabad-abad, baik secara langsung atau tidak langsung melalui sungai. Volume limbah meningkat dengan pertumbuhan populasi dan masyarakat yang semakin maju. Permintaan terhadap barang-barang manufaktur dan kemasan meningkat sepanjang abad kedua puluh. Produksi skala besar plastik dimulai pada tahun 1950-an dan plastik telah menjadi material yang dapat digunakan dalam berbagai aplikasi. Banyak hal yang menguntungkan produsen barang dari penggunaan plastik, termasuk daya tahan dan biaya rendah, membuat plastik menjadi pilihan yang terbaik (GESAMP, 2015). Sayangnya, manajemen sampah selama beberapa tahun ini, belum dapat mencegah plastik memasuki lingkungan laut. Akibatnya, terjadi penambahan volume yang besar limbah yang ditambahkan ke laut selama 60 tahun terakhir. Adanya pengaruh dari arus laut membuat sampah plastik menjadi tersebar di seluruh lautan.

Dapat dibayangkan bahwa jumlah sampah yang dihasilkan oleh penghuni bumi ini akan semakin meningkat. Sampah sendiri merupakan salah satu bentuk konsekuensi dari adanya aktivitas manusia dan ya berbanding lurus dengan jumlah penduduk. Apabila tidak i secara efektif dan efisien, eksistensi sampah di alam tentu akan

Optimization Software:
www.balesio.com

berbalik menghancurkan kehidupan sekitarnya (Putra & Yebi, 2010). Menurut (Sahwan dkk, 2005) sampah plastik sangat berpotensi mencemari liangkungan karena plastik merupakan bahan yang sangat sulit terdegradasi sehingga jika ditimbun dalam penimbunan akhir akan memberikan banyak masalah.

Jumlah sampah yang dihasilkan tiap harinya sekitar 20 m^3 sekitar 3% merupakan sampah plastik (Prasetyo dkk, 2014). Sampah plastik akan berdampak negatif terhadap lingkungan karena tidak dapat terurai dengan cepat dan dapat menurunkan kesuburan tanah (Iswandi dkk, 2017). Penanganan sampah plastik yang populer selama ini adalah dengan 3R (*Reuse, Reduce, Recycle*). *Reuse* adalah memakai berulang kali barang-barang yang terbuat dari plastik. *Reduce* adalah mengurangi pembelian atau penggunaan barang-barang dari plastik, terutama barang-barang yang sekali pakai. *Recycle* adalah mendaur ulang barang-barang yang terbuat dari plastik (Mulyadi, 2014).

Indonesia masuk dalam peringkat kedua dunia setelah Cina menghasilkan sampah plastik di perairan mencapai 187,2 juta ton. Hal itu berkaitan dengan data dari Kementrian Lingkungan Hidup dan Kehutanan yang menyebutkan bahwa plastik hasil dari 100 toko atau anggota Asosiasi Pengusaha Ritel Indonesia (APRINDO) dalam waktu 1 tahun saja, telah mencapai 10,95 juta lembar sampah kantong plastik. Jumlah yata setara dengan luasan 65,7 hektar kantong plastik ingrum, 2016). Limbah plastik yang ada pada saat ini pada

Optimization Software:
www.balesio.com

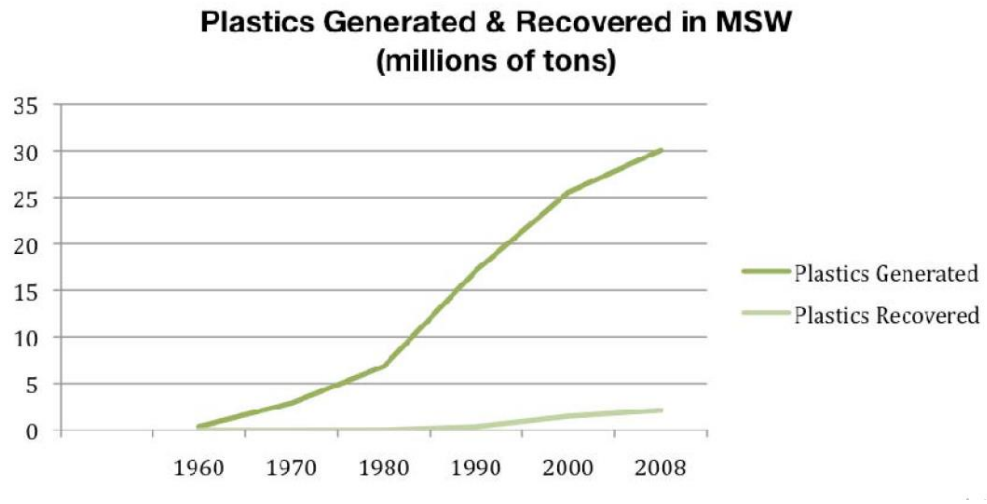
umumnya hanya dibuang (*disposal*), *landfill*, dibakar atau didaur ulang (*recycle*). Limbah plastik jika diolah dengan cara yang tepat, dapat menghasilkan hidrokarbon yang merupakan bahan dasar energi dan bahan kimia. *Polyethylene* sebagai bahan dasar pembuatan kantong plastik merupakan polimer termoplastik sehingga dapat terdegradasi dengan perlakuan termal. Metode perlakuan termal yang biasa digunakan salah satunya adalah pirolisis (Utama dkk, 2016).

EPA AS memperkirakan bahwa 30 juta ton (16,8% menurut perkiraan EPA dari total MSW dan 8% menurut survei nasional *BioCycle* / Columbia), dari limbah padat perkotaan (MSW) yang dihasilkan di AS setiap tahunnya adalah dalam bentuk plastik. Dari jumlah ini hanya 7,1% yang dipulihkan untuk didaur ulang, dan sekitar 10% dibakar dalam fasilitas *Waste to Energi* (WTE) untuk menghasilkan listrik (Lihat Gambar 1 dan 2). Sebagian besar limbah plastik ditimbun, yang jelas-jelas merupakan hilangnya sumber daya berbasis fosil yang tidak terbarukan. Oleh karena itu, penggunaan limbah plastik yang menguntungkan diperlukan untuk menghindari penguburan sumber daya yang berharga. Rute yang tersedia untuk pengelolaan limbah plastik seringkali tetap tidak jelas bagi perkotaan, yang merupakan tingkat di mana daur ulang berlangsung (Bhatti, 2010).

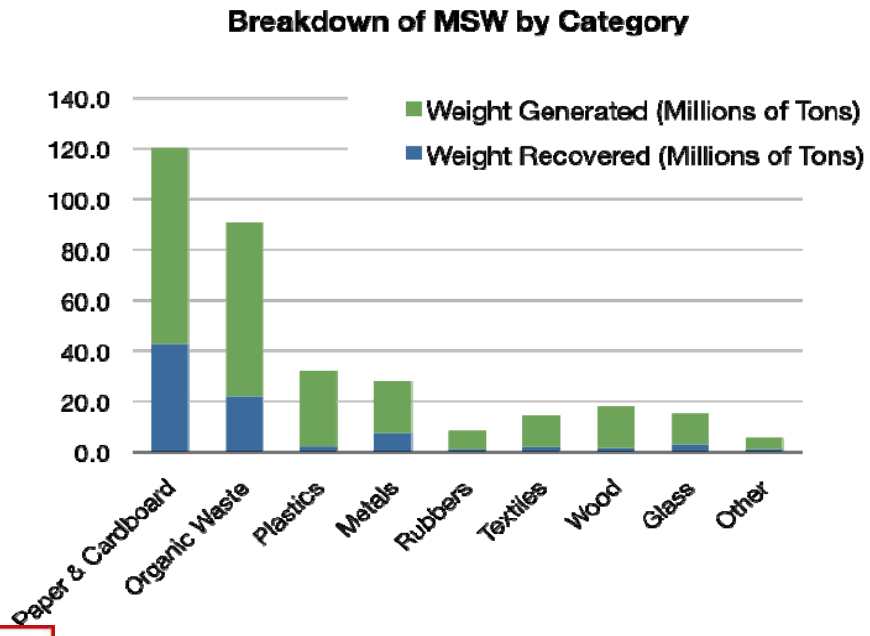
Limbah plastik adalah masalah yang relatif baru. Pada tahun 1960, erdiri dari kurang dari 0,5% limbah padat perkotaan (MSW) di Serikat. Pada tahun 2008, lebih dari 30 juta ton dibuang ke aliran

Optimization Software:
www.balesio.com

limbah rumah tangga. Peningkatan tingkat pemulihan tidak sesuai dengan tingkat pertumbuhan, sehingga hanya 2,1 juta ton (7,1%) yang dipulihkan untuk didaur ulang pada tahun 2008 (Bhatti, 2010).



Gambar 1. Plastik dihasilkan & diolah kembali pada MSW (Municipal Solid Waste) di Amerika Serikat sejak tahun 1960 (Bhatti, 2010)



2. Rincian total produksi dan pengolahan MSW di Amerika Serikat (Bhatti, 2010)

Optimization Software:
www.balesio.com

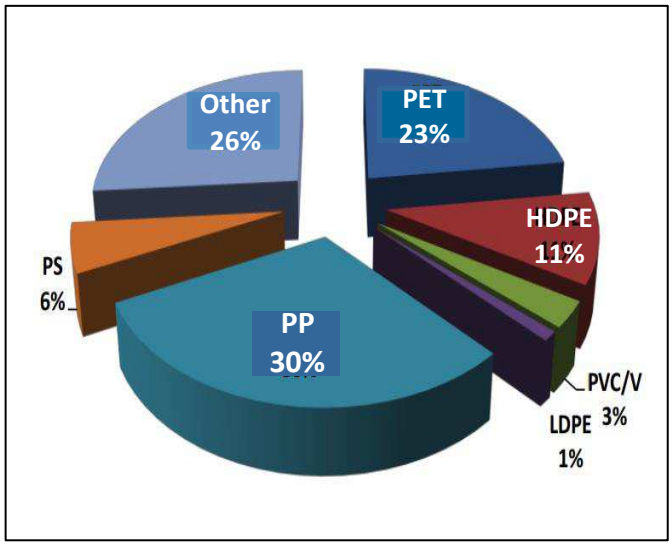
2. Jenis-jenis sampah plastik

Plastik dibagi menjadi dua berdasarkan kegunaannya yaitu plastik komoditi dan palstik teknik. Plastik komoditi dicirikan oleh volumenya yang tinggi serta murah dan sering digunakan dalam bentuk barang yang hanya digunakan sekali pakai seperti lapisan pengemas contohnya yaitu *Low Density Polythylene* (LDPE) sebagai lapisan pengemas, isolasi kabel dan kawat barang mainan dan botol fleksibel *High Density Polythylene* (HDPE) digunakan sebagai botol, drum, pipa saluran, lembaran, film, isolasi kawat dan kabel, *Polyprophylene* (PP) digunakan sebagai bagian perkakas mobil, tali, anyaman, karpet, *Poly Vynil Chloride* (PVC) digunakan sebagai bahan bangunan, pipa, bahan untuk lantai Dan *Polystyrene* (PS) digunakan sebagai bahan pengemas (busa dan film), perkakas, perabotan rumah dan barang mainan. Persentase jenis sampah plastik yang dapat didaur ulang dari beberapa jenis sampah plastik yang paling besar adalah PP (Gambar 3). Plastik teknik yaitu *poliformaldehida, poliamida, poliester,* beberapa penggunaan dari plastik teknik terutama dalam bidang transportasi, konstruksi, barang-barang listrik dan elektronik dan mesin industri (Setyanto, 2013).

Dampak dalam perkembangan penggunaan plastik dan penggunaan yang tidak sesuai persyaratan akan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, pemicu kanker, kerusakan jaringan tubuh manusia, atnya kadar prostat, penurunan kandungan hormon testosteron, payudara, membuat seseorang menjadi hiperaktif dan pada

Optimization Software:
www.balesio.com

umumnya plastik sulit didegradasikan oleh mikroorganisme, selain plastik dapat mengganggu kesehatan manusia plastik juga berpengaruh pada lingkungan dengan banyaknya masyarakat membuang sampah plastik yang tidak digunakan lagi pada sungai dan laut (Karuniastuti, 2014).



Gambar 3. Presentase jenis sampah plastik yang dapat didaur ulang sesuai kegunaanya (Purwaningrum, 2016)

Sampah plastik dikelompokkan menjadi dua macam berdasarkan sifatnya yaitu *Thermoplastic* dan *thermosetting. Thermoplastic* adalah bahan yang jika dipanaskan sampai suhu tertentu, akan mencair dan dapat dibentuk kembali menjadi bentuk yang diinginkan. Sedangkan *thermosetting* adalah plastik yang jika telah dibuat dalam bentuk padat, tidak dapat dicairkan kembali dengan cara dipanaskan. Berdasarkan sifat kedua kelompok plastik tersebut maka *thermoplastic* adalah jenis yang gkinkan untuk didaur ulang. Jenis plastik yang dapat didaur ulang de berupa nomor untuk memudahkan dalam mengidentifikasi dan

Optimization Software:
www.balesio.com

penggunaannya (Tabel. 1) (Purwaningrum, 2016). *Thermoset* atau *thermodursisabel* merupakan jenis plastik yang tidak dapat mengikuti perubahan suhu (tidak reversible) sehingga bila pengerasan telah terjadi maka bahan tidak dapat dilunakkan kembali. Pemanasan dengan suhu tinggi tidak akan melunakkan jenis plastik ini melainkan akan membentuk arang dan terurai. karena sifat thermoset yang demikian maka bahan ini banyak digunakan sebagai tutup ketel (Okatama, 2016).

Tabel 1. Jenis dan simbol sampah plastik (*Thermoplastik*) (Putra & Yebi, 2010).

Jenis sampah plastik	Simbol	Keterangan
Pete	1	*Polyethylene Terephthalate (PET, PETE)*
HDPE	2 HDPE	*High Density Polyethylene (HDPE)*
PVC	3 PVC	*Polyvinyl Chloride (PVC)*
LDPE	4 LDPE	*Low Density Polyethylene (LDPE)*
PP	5 PP	*Polypropylene (PP)*
PS	6 PS	*Polystyrene (PS)*
Other	7 OTHER	*Other*

Optimization Software:
www.balesio.com

B. Mikroplastik

Limbah plastik yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan. Sampah plastik yang dibuang ke lingkungan pada akhirnya akan masuk ke wilayah perairan, terutama laut. Plastik merupakan komponen utama dari sampah yang terdapat di laut. Jumlahnya hampir mencapai 95% dari total sampah yang terakumulasi di sepanjang garis pantai, permukaan dan dasar laut. Sampah plastik telah menyebar secara luas di seluruh wilayah laut dunia. Sampah plastik dalam berbagai ukuran, mulai dari mikroskopik hingga makroskopis ditemukan di hampir seluruh habitat bentik dan pelagik di seluruh lautan. Plastik yang berrukuran mikroskopik inilah yang dikenal sebagai mikroplastik (Victoria, 2017).

Mikroplastik adalah Istilah yang mulai diperkenalkan dalam beberapa dekade terakhir untuk menggambarkan potongan-potongan kecil plastik yang ditemukan di laut (Isensee & Valdes, 2015). Mikroplastik merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran kurang dari 5 mm. Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti namun kebanyakan penelitian mengambil objek partikel dengan ukuran minimal 330 µm. Mikroplastik terbagi lagi menjadi kategori ukuran, yaitu besar (1-5 mm) dan kecil (<1 mm) (Storck, 2015).

umber mikroplastik terbagi menjadi dua, yaitu primer dan r. Mikroplastik primer merupakan butiran plastik murni yang

Optimization Software:
www.balesio.com

mencapai wilayah laut akibat kelalaian dalam penanganan. Sementara itu, mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang dihasilkan akibat fragmentasi plastik yang lebih besar (Lihat Gambar 4) (Andrady, 2011). Sejumlah faktor telah diperkirakan sebagai penyebab banyaknya mikroplastik yang ada di lingkungan perairan tawar. Beberapa di antaranya adalah perbandingan populasi manusia dibandingkan dengan jumlah sumber air, letak pusat perkotaan, waktu tinggal air, ukuran sumber air, jenis pengolahan limbah, dan jumlah saluran pembuangan (Moore & Lattina, 2011).

1. Karakteristik mikroplastik

"Mikroplastik yang terdapat dan tersebar di lingkungan atau perairan akan menimbulkan bahaya kesehatan, terutama mikroplastik yang terdapat di lautan, ukuran mikroplastik sangatlah kecil sehingga mudah lepas di perairan atau tidak terambil pada saat pembersihan sampah plastik", dalam investigasi kelautan, ada beragam teknik sampling mikroplastik yang terbagi menjadi metode pengumpulan, identifikasi, dan enumerasi, termasuk sampling selektif dan pengurangan volume. Sampling selektif diaplikasikan untuk permukaan sedimen sementara pengurangan volume digunakan untuk sampling sedimen atau paket air (Galgani *et al*, 2013). Dalam upaya penanganan serta penelitian jut dilakukan beberapa motode untuk dapat melihat secara pasti stik, dengan mengindentifikasi dapat diketahui panjang stik ± 792,16 µm, ukuran ≤ 5 mm, mikroplastik jenis serat, filamen

Optimization Software:
www.balesio.com

dan filmnya dengan panjang 2,2 mm. Ukuran mikroplastik yang kecil dapat memungkinkan masuk ke dalam tubuh organisme perairan (Hapitasari, 2016).

2. Jenis mikroplastik

Mikroplastik terdapat di berbagai lingkungan lautan di seluruh dunia, mikroplastik secara biologis merupakan partikel kecil yang tinggal di laut dalam kurun waktu yang cukup lama, ukuran mikroplastik tersedia untuk berbagai organisme termasuk pengumpan deposit, pengumpan filter dan pemulung ada dua sumber penyebab mikroplastik yaitu mikroplastik primer dan sekunder (Galgani *et al*, 2013).

Sumber mikroplastik terdapat dua yaitu *Primary Microplastics* merupakan plastik yang diproduksi secara mikroskopis yang langsung dilepas ke lingkungan dalam bentuk kecil partikulat, mikroplastik digunakan dalam produk seperti agen penggosok peralatan mandi dan kosmetik (*shower gel*). Mikroplastik bisa berasal dari abrasi plastik besar selama pembuatan, penggunaan atau perawatan seperti erosi ban saat mengemudi atau dari abrasi tekstil sistesis saat mencuci (Boucher & Damien, 2017). Sedangkan *Secondary Microplastics* merupakan mikroplastik yang berasal dari degradasi plastik yang lebih besar menjadi fragmen plastik yang lebih kecil dalam lingkungan laut. Hal ini terjadi fotodegradasi dan proses pelapukan limbah yang ada di lautan elalaian manusia (Solomon dan Palanisami, 2016).

Optimization Software:
www.balesio.com

Mikroplastik yang tersebar hingga seluruh dunia termasuk antartika, sampah manusia yang terakumulasi selama 4 dekade terakhir (Fossi, 2014). Potensi efek sampah plastik pada laut secara kimia cenderung meningkat seiring menurunnya ukuran partikel plastik (mikroplastik).

Menurut Hastuti dkk (2014) mikroplastik dikelompokkan ke dalam 4 jenis yaitu:

a. Film

Film merupakan polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas terendah.

b. Fiber

Fiber merupakan serat plastik memanjang dan berasal dari fragmentasi monofilamen jaring ikan, tali dan kain sintesis

c. Fragmen

Fragmen merupakan hasil potongan produk plastik dengan polimer sintesis yang sangat kuat

d. Pelet

Pelet merupakan mikroplastik primer yang langsung diproduksi oleh pabrik sebagai bahan baku pembuatan produk plastik.

3. Proses pencemaran mikroplastik di laut

lastik adalah bahan yang memberikan manfaat sosial yang sangat engan produksi global saat ini melebih 320 juta ton pertahun, 40% anya digunakan sebagai plastik kemasan satu kali pakai dan

Optimization Software:
www.balesio.com

menghasilkan sampah plastik. Proporsi sampah plastik yang dihasilkan setiap tahun akan terakumlasi dan bertahan di lingkungan laut hingga sekitar 250 milyar ton pertahun pada tahun 2025. Puing-puing sampah plastik yang ada di lingkungan akan terpapar sinar ultraviolet dari matahari yang mengkatalisi foto-oksidasi plastik yang menyebabkannya rapuh yang dikombinasikan dengan paparan angin, aksi gelombang serta abrasi, fragmen plastik terdegradasi menjadi mikro (0,1-1000 μm)[3] dan berpotensi menjadi partikel nano (≤0.1 μm)[4] partikel dari sinilah disebut mikroplastik dan nanoplastik terbentuk (Wright & Kelly, 2017). Air laut sudah mengandung banyak mikro dan nano partikel (106-107) partikel/ml atau 10-500 kg/l kebanyakan dari mikroplastik ukuran <100 nm. Mikroplastik dan nanoplastik kemungkinan besar dihasilkan di pantai, pentingnya perbaikan pantai sebagai strategi pengurangan atau menghilangkan potong-potongan plastik yang lebih besar dari pantai, pembersihan pantai dapat memiliki manfaat ekologis yang sangat jauh melampaui perbaikan estetika pantai dan dengan mengurangi mikroplastik, maka kita berkonstribusi terhadap kesehatan jaringan makanan laut (Andrady, 2011).

"Mikroplastik yang terdapat di lautan yang telah terurai hingga tak dapat terlihat langsung oleh mata melainkan menggunakan mikroskop, pentingnya mengurangi sampah plastik agar tidak terurai menjadi stik yang dapat merusak ekosistem laut". Menurut (Asia & Arifin, encemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkanya

Optimization Software:
www.balesio.com

makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan. Pencemaran di laut juga dapat berupa plastik yang tidak terurai.

Jumlah limbah ini semakin lama semakin besar, dan hingga sekarang belum diketahui pasti dampak lingkungannya secara jangka panjang adapun ciri-ciri pencemaran sampah plastik yang terurai menjadi mikroplastik di laut adalah sebagai berikut:

a. Banyak toxic pada karang laut berupa sedimen akibat mikroplastik,
b. Sedimentasi yang terjadi di suatu perairan dapat berpengaruh antara lain pada pendangkalan dan perubahan bentang alam dasar laut,
c. Kesuburan perairan,
d. Keanekaragaman hayati,
e. Terganggunya siklus rantai makanan organisme laut,
f. Terjadinya kemunduran serta kerusakan biota laut,
g. Meningkatnya kematian organisme laut dan kurangnya telur-telur ikan.
h. Mikroplastik merusak jaringan organisme laut, karena organisme laut tidak bisa membedakan makanannya.

Masuknya bahan pencemar ke dalam badan perairan yang berlebihan dan terus menerus secara cepat mengakibatkan beban aran (*pollution load*) meningkat melebihi kapasitas asimilasi ative *capacity*). Bila kecenderungan ini terus terjadi maka

Optimization Software:
www.balesio.com

degradasi kondisi lingkungan akan terjadi dan perairan tersebut menjadi tercemar. Secara umum telah diketahui bahwa limbah seperti plastik, unit penangkapan ikan yang tidak terpakai/rusak, akan memberikan dampak negatif terhadap berbagai aspek di antaranya kesehatan manusia, habitat ekosistem laut, kelimpahan biota, keindahan pantai, keamanan navigasi dan kegiatan perikanan. Secara keseluruhan, lebih dari 80% limbah di laut berasal dari kegiatan/aktivitas di darat yang masuk melalui system drainase, sungai, angin atau kelalaian manusia (Risnandar, 2013).

4. Sumber pencemaran mikroplastik

Pencemaran terjadi akibat semakin berkembangnya teknologi, manfaat perkembangan teknologi dapat dirasakan dan diterima sangat baik oleh masyarakat, namun dibalik peningkatannya terdapat hal-hal yang harus diperhatikan termasuk pencemaran mikroplastik yang semakin lama akan merusak lingkungan sekitar (Puspitasari, 2009).

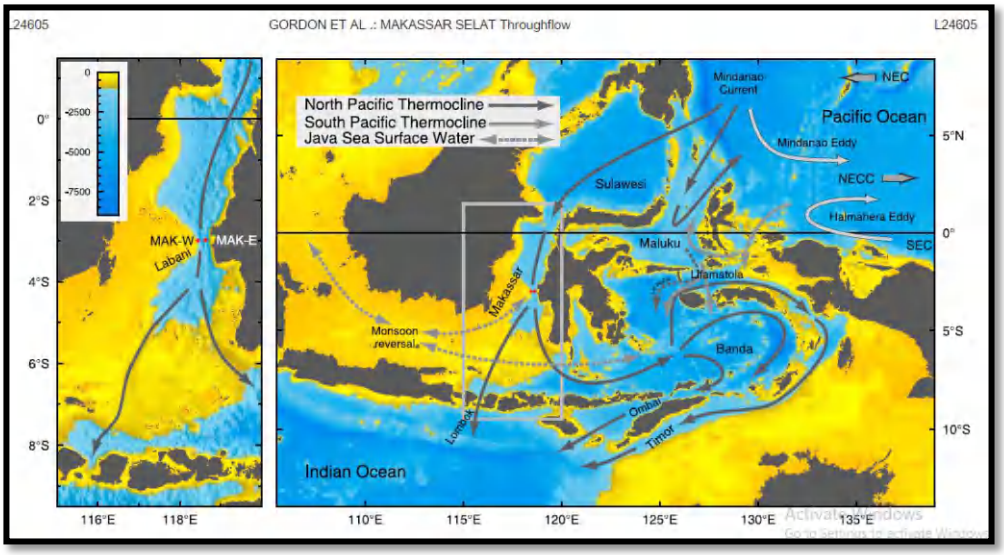
Dampak mikroplastik terhadap lingkungan yang lebih luas selain memiliki interaksi langsung dengan organisme, mikroplastik di habitat perairan menghasilkan dampak yang lebih luas akibat berinteraksi dengan lingkungan abiotik atau dengan interaksi tidak langsung pada komunitas biotik atau ekosistem (Victoria, 2017). Mikroplastik dapat secara langsung maupun tidak langsung mempengaruhi kualitas lingkungan abiotik. Para memperkirakan akumulasi mikroplastik dalam habitat pelagis dan engubah penetrasi cahaya ke dalam kolom air atau karakteristik , dan pada gilirannya perubahan ini dapat mempengaruhi siklus

Optimization Software:
www.balesio.com

biogeokimia. Sifat fisik dan sifat kimia sedimen yang penting untuk ukuran butiran *ecosysteminclude*, ukuran pori, dan kapasitas pengikatan sedimen untuk bahan kimia (Bakri, 2014).

C. Arus Laut Selat Makassar Melewati Kepulauan Bala-balakang

Sirkulasi laut Indonesia dipengaruhi secara signifikan oleh dua sistem arus utama, yaitu Arus Monsun Indonesia (ARMONDO) yang terbentuk sebagai respon terhadap angin Monsun yang berganti arah dua kali dalam setahun, serta Arus Lintas Indonesia (ARLINDO) sebagai sistem arus yang persisten dari Samudera Pasifik ke Hindia yang melalui Laut Indonesia dan merupakan komponen penting dari sirkulasi termohalin global (Atmadipoera *dkk*, 2016).



4. Skema pola lintas indonesia (Gordon *et al*., 2008)

Optimization Software:
www.balesio.com

ARLINDO dikenal oleh para ahli oseanographi dengan istilah *"Indonesian Through Flow"*, adalah aliran massa air antar samudera yang melewati Perairan Indonesia. Terdapat 3 pintu masuk utama massa air Pasifik ke Perairan Indonesia. Yang pertama dan yang paling dominan adalah selat Makassar (Gambar 4) (Gordon *et al*., 2008). Massa air yang berasal dari Pasifik utara memasuki laut Sulawesi lewat sebelah selatan Mindanao, untuk kemudian masuk ke jantung Perairan Indonesia lewat Selat Makassar. Rute ini oleh para ahli dinamakan dengan rute barat/western route, pintu kedua bagi masuknya air Pasifik adalah Laut Maluku, dan dari pintu ketiga adalah Laut Halmahera (Hasanudin, 1998).

Selat Makassar sendiri membawa 80-85% massa air yang berasal dari Pasifik Utara dan dapat dipakai untuk menghitung seluruh transpor antar Samudera Pasifik menuju Samudera Hindia sehingga dapat dijadikan kunci dalam integrasi skala besar antar samudera (Horhoruw dkk, 2015).

D. Mikroplastik Pada Sedimen dan Air Laut

Perkiraan terbaru menunjukkan mungkin ada antara 7000 dan 35.000 ton plastik mengambang di laut terbuka. Studi lain memperkirakan bahwa lebih dari lima triliun potongan plastik dan > 250.000 ton saat ini mengambang di lautan. Setelah di laut mikroplastik diangkut di seluruh [illegible]eh sistem arus laut di mana mereka bertahan dan menumpuk. [illegible]stik tersuspensi dalam kolom air, air permukaan, perairan pantai, [illegible]sungai, pantai dan sedimen laut dalam serta tersuspensi dalam

Optimization Software:
www.balesio.com

kolom air, mikroplastik juga dapat terjebak oleh arus laut dan menumpuk di daerah laut tengah (Lusher, 2015).

E. Mikroplastik Teringesti oleh Ikan

"Pencemaran mikroplastik merupakan masuknya zat atau bahan seperti sampah palstik yang terurai di perairan sehingga menjadi mikro partikel, terurainya sampah plastik ini dapat memicu berbagai hal kerugian pada lingkungan, ekosistem perairan di seluruh dunia". Dalam studi invertebrata air tawar, sekitar 32-100% dari individu yang terpapar, menelan mikroplastik (Imhof, 2013). Studi lapangan air tawar di sungai menunjukkan bahwa ikan gobi yang dikumpulkan dari 7-11 di sungai Perancis mengandung mikroplastik. Dalam penelitian yang lebih lanjut mengenai dampak terhadap organisme di bidang kelautan, menunjukkan bahwa ada banyak sekali hewan yang menelan mikroplastik (Thompson, 2004). Beberapa invertebrata bahkan lebih memilih partikel plastik, teripang dari habitat bentik menelan fragmen plastik dalam jumlah yang tidak proporsional berdasarkan rasio tertentu plastik dengan pasir. Dalam habitat pelagis laut, mikroplastik tertelan oleh berbagai taksa *Zooplankton* dan oleh ikan dewasa serta larva ikan. Penyelidikan air tawar pertama mengenai penelanan plastik oleh invertebrata menunjukkan bahwa hewan-hewan dari beragam habitat, rantai makanan, dan level tropik yang , menelan mikroplastik (Imhof, 2013).

Optimization Software:
www.balesio.com

Hewan laut yang menelan mikoplastik termasuk organisme bentik dan pelagis, yang memiliki variasi strategi makan dan menempati tingkat trofik yang berbeda. Invertebrata laut bentik yang menelan mikroplastik, termasuk organisme jenis teripang, kerang, lobster, *Amphipods*, *Lugworms*, dan *Teritip* (Victoria, 2017). Pada tingkat trofik yang lebih tinggi, burung laut juga menelan mikroplastik secara langsung serta tidak langsung, melalui ikan yang telah menelan mikroplastik. Penelanan mikroplastik oleh anjing laut dan singa laut di pulau-pulau sub Antartika menjadi bukti bahwa mikroplastik telah mencapai tingkat trofik tertinggi dari jaring-jaring makanan di laut bahkan di lokasi terpencil (Mcmahon *et al,* 1999).

Organisme laut yang menelan plastik besar dapat tersedak, mengalami luka internal atau eksternal, luka ulserasi, penyumbatan saluran pencernaan, gangguan kapasitas makan, kelaparan, kekurangan tenaga, atau kematian (Victoria, 2017). Mikroplastik yang membawa zat beracun dapat masuk melalui jaringan dan tingkat sel dalam darah ikan serta dapat menyebabkan respon inflamasi respon pada jaringan dan mengurangi stabilitas membran sel dari sistem pencernaan. Partikel (3 dan 9,6 μm) juga mengalami translokasi dari sistem pencernaan ke dalam sistem peredaran darah di mana mikroplastik dapat bertahan selama lebih dari 48 hari. Salah satu contohnya Ikan medaka Jepang, *Oryzia latipes*, n fragmen polietilen (<0,5 mm) menyebabkan bioakumulasi,

Optimization Software:
www.balesio.com

gangguan hati (deplesi glikogen, vakuolasi lemak, dan nekrosis sel tunggal), dan pembentukan tumor awal (Rochman, 2013).

Studi lapangan kelautan mengkonfirmasi kehadiran kontaminan pada mikroplastik yang diserap dari lingkungan, dan bukti laboratorium menunjukkan bahwa kontaminan terserap dapat ditransfer ke ikan laut dan invertebrata. Karena bahan kimia yang hadir dalam air, memasuki pabrik pengolahan, dalam limbah yang diberi perlakuan, dan pada air minum, ada hal yang bisa menjadi perhatian yaitu sistem air tawar yang dekat dengan industri dan pusat-pusat kota mungkin memiliki potensi kehadiran mikroplastik yang lebih besar dan konsentrasi kontaminan yang lebih besar pula, serta biota di wilayah ini terpapar lebih besar (Victoria, 2017).

F. Keamanan Pangan Ikan yang Tercemar Mikroplastik

Berdasarkan Badan Pusat Statistik, rata-rata konsumsi ikan dan udang segar per kapita/minggu pada tahun 2015 sebesar 0,298 kg. Data konsumsi seafood cukup tinggi jika dibandingkan dengan konsumsi daging ayam maupun sapi yang hanya sebesar 0,008 kg untuk daging sapi dan 0,108 kg untuk daging ayam (Badan Pusat Statistik, 2017).

Cole & Galloway (2015) menyebutkan bahwa beberapa organisme yang berada di lingkungan laut maupun sekitar laut seperti *bivalvia*, *kton*, kerang, ikan, udang, tiram, serta paus telah menelan stik. Adanya hal tersebut dapat menimbulkan dampak negatif bagi

Optimization Software:
www.balesio.com

organisme yang secara tidak langsung mengkonsumsi partikel-patikel plastik dengan ukuran yang kecil tersebut. Dampak ini dapat berupa stres secara patologis, komplikasi pada sistem reproduksi, tersumbatnya produksi enzim, serta tingkat pertumbuhan yang rendah (Wagner & Lambert, 2018; Fossi, 2014).

Selain itu, dijelaskan juga bahwa efek samping dari mikroplastik dapat terbentuk karena adanya kombinasi toksisitas intrinsik pada plastik. Mikroplastik juga berfungsi sebagai salah satu vektor patogen yang memiliki potensi cukup besar dalam membawa mikroba (Solomon & Palanisami, 2016). Hal lain yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia adalah adanya akumulasi mikroplastik pada sedimen yang menjadikan biota yang ada dalam lokasi tersebut dapat secara langsung mengkonsumsi dan akan masuk ke dalam tubuh manusia juga apabila manusia mengkonsumsi biota yang terkontaminasi (Rochman *et al*., 2015).

G. Ikan Demersal

Ikan demersal merupakan ikan yang menempuh kehidupan sebagian besar masa kehidupannya berada di dasar atau dekat dasar perairan. Ciri-ciri utama kelompok ikan demersal antara lain adalah membentuk gerombolan yang tidak terlalu besar, gerak ruaya yang tidak [illegible]uh, gerak/aktifltas yang relatif rendah (Ernawati, 2007). Ikan-ikan [illegible]mnya mencari makan pada malam hari, dan juga bersifat pasif [illegible]ergerakannya, karena tidak ada mobilitas dalam jarak yang jauh.

Optimization Software:
www.balesio.com

Kelompok ikan ini adalah termasuk jenis-jenis ikan karang (Akbar *dkk*, 2013).

H. Identifikasi Mikroplastik

Spektroskopi diperlukan untuk mengkonfirmasi identifikasi plastik, dan polimer sintetik mikroplastik untuk partikel dengan ukuran < 1 mm. Mikroskopis FTIR (*Fourier Transform Infra-Red*) adalah metode terbaru dari analisis mikroplastik sehingga memungkinkan mengidentifikasi jenis polimer dalam partikel sekitar 10 µm. Partikel-partikel ini terlihat di bawah mikroskop cahaya dan masih cukup besar untuk diidentifikasi sebagai plastik menggunakan FTIR. Teknik ini bergantung pada transmisi cahaya dan panjang gelombang cahaya, dan jika partikel lebih kecil dari panjang gelombang ini, ada spektrum IR polimer yang dapat digunakan. Hal ini menyebabkan tantangan besar untuk identifikasi partikel plastik pada berbagai ukuran antara 20 nm sampai 10 µm (10.000 nm) (GESAMP, 2015).

Fourier-transform infrared (FTIR) spektroskopi menawarkan kemungkinan identifikasi akurat partikel polimer plastik menurut karakteristik spektrum IR mereka. Polimer plastik memiliki spektrum IR yang sangat spesifik dengan pola pita yang berbeda membuat teknik spektroskopi IR optimal untuk identifikasi mikroplastik (Löder dan Gerdts,

dapun contoh hasil spektroskopi polimer mikroplastik dapat dilihat

an.

Optimization Software:
www.balesio.com

I. Kerangka Konseptual

Sampah plastik merupakan permasalahan global yang membutuhkan perhatian khusus. Penggunaan sampah plastik yang murah dan praktis membuat masyarakat enggan untuk memilih alternatif pengganti plastik. Hal ini membuat sampah plastik menjadi salah satu pencemar terbesar ke lingkungan.

Sampah plastik yang memiliki sifat sukar terurai serta terus meningkat penggunaannya, menyebabkan terjadinya penumpukan limbah. Laut menjadi salah satu alternatif berpindahnya sampah dari daratan baik secara alami maupun akibat ulah manusia. Keberadaan plastik di laut, lama-kelamaan terdegradasi oleh mikroorganisme, radiasi inframerah, panas, gelombang laut dan proses pelapukan lainnya, mengubah plastik menjadi partikel yang lebih kecil di bawah 5 mm. Plastik dengan ukuran < 5 mm inilah yang disebut mikroplastik.

Mikroplastik dengan ukuran yang sangat kecil ini, sangat mudah teringesti oleh organisme laut. Hal ini, sangat bebahaya bagi kelangsungan dan keberlanjutan biota-biota laut dan keamanan konsumsinya.

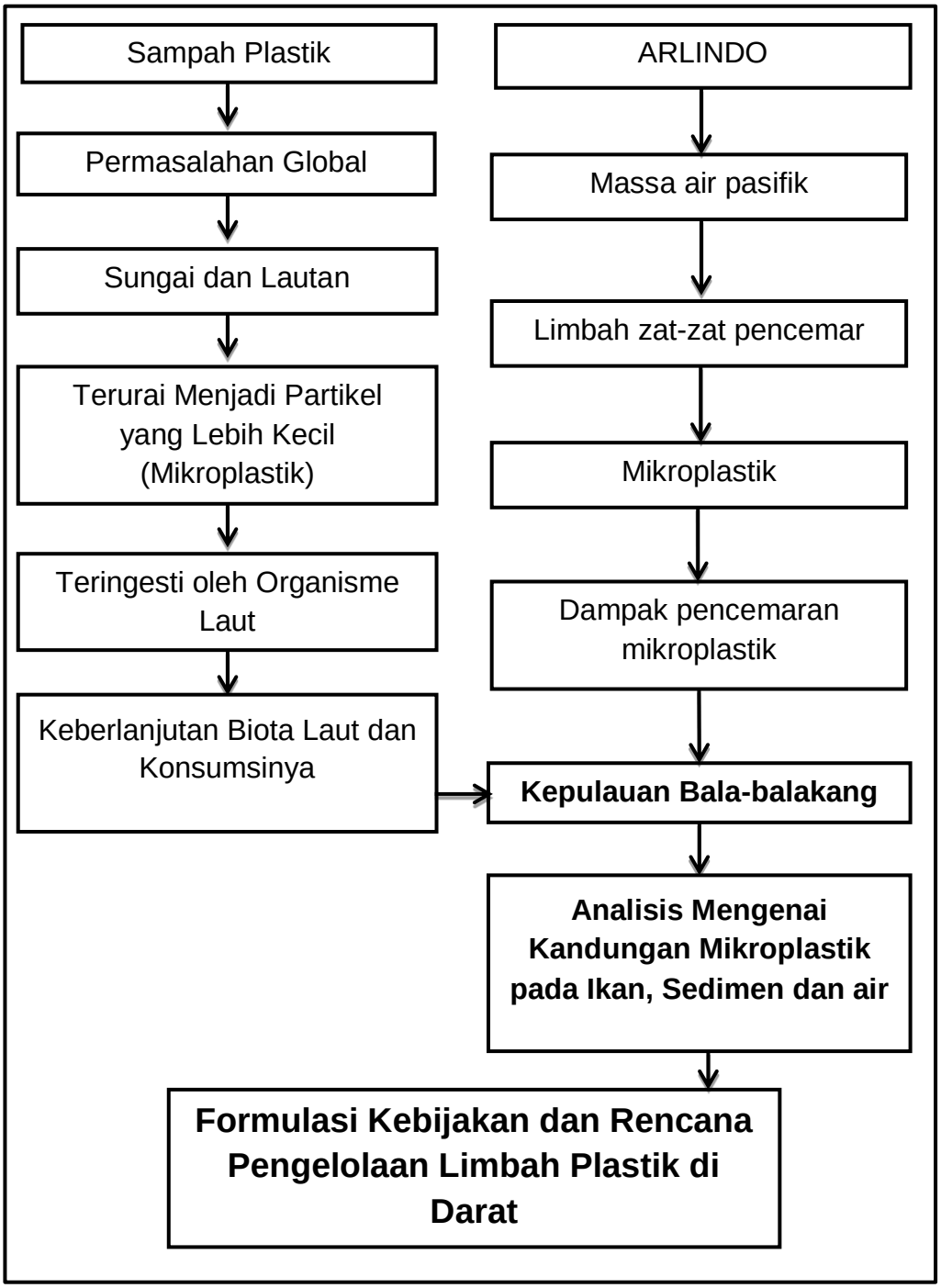
Adanya pengaruh arus lintas indonesia, diperkirakan memperparah pencemaran mikroplastik di selat makassar dikarenakan selat makassar pintu masuk utama massa air dari pasifik. Salah satu kepulauan letak di selat makassar adalah Kepulauan Bala-balakang. Hal ini

Optimization Software:
www.balesio.com

menjadikan Kepulauan Bala-balakang sebagai target penting studi pencemaran mikroplastik.

Berdasarkan permasalahan tersebut diatas, maka perlu dilakukan studi mengenai pencemaran mikroplastik di Kepulauan Bala-balakang, Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. Penelitian ini akan membantu pemerintah memformulasikan kebijakan dan rencana pengelolaan limbah plastik di daratan.

Optimization Software:
www.balesio.com



5. Kerangka Konseptual Penelitian

Optimization Software:
www.balesio.com

BAB III

METODE PENELITIAN

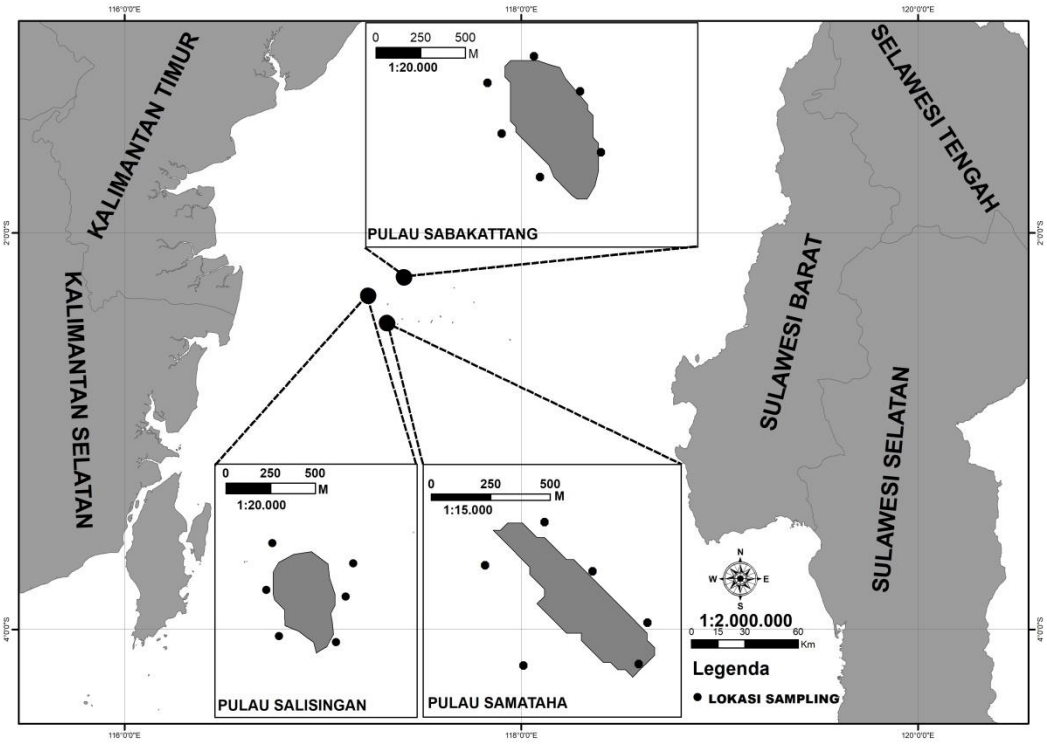
A. Rancangan Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah *deskriptif survey* untuk mengetahui jumlah, ukuran, warna, tipe dan polimer bahan pencemar mikroplastik yang terdapat pada ikan, air dan sedimen yang ada di Kepulauan Bala-Balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat.

B. Lokasi dan Waktu

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan Juli-November 2018. Penelitian ini dilakukan di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga pulau di Kepulauan Bala-balakang yaitu Pulau Samataha, Pulau Salissingan dan Pulau Sabakattang dengan pertimbangan ketiga pulau lokasinya terluar dari gugusan Kepulauan Bala-balakang, karena letaknya terluar dari Kepulauan Bala-balakang ketiga pulau tersebut berhadapan langsung dengan ARLINDO. Pengujian laboratorium dilakukan di Laboratorium Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin. Uji FT-IR dilakukan di Laboratorium Terpadu Departemen Kimia Fakultas MIPA Universitas Hasanuddin.

Optimization Software:
www.balesio.com



Gambar 6. Peta Lokasi Penelitian

C. Populasi dan Teknik Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh ekosistem yang ada di sekitar terumbu karang Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju Sulawesi Barat. Sampel yang digunakan adalah ikan, air dan sedimen yang ada di Kepulauan Bala-balakang Kabupaten Mamuju, Sulawesi Barat.

Teknik pengambilan sampel ikan menggunakan *random sampling* namun diprioritaskan untuk jenis-jenis ikan demersal sebanyak 5 spesies masing-masing spesies diambil 6 kali ulangan. Pemilihan ikan l dilakukan agar sampel dapat mewakili Kepulauan Bala-balakang

Optimization Software:
www.balesio.com

saja. Penentuan lokasi sampling sedimen dan air menggunakan metode *random sampling* .

D. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu:

a. Alat-alat yang digunakan pada proses pengambilan sampel yaitu: kamera, GPS, pisau bedah, botol sampel, *Wildco Handcorer*, *Current Electromagnetic Meter (CEM)*, *Interferometer FTIR shimadzu 8400*, timbangan, sarung tangan, manta net ukuran mess 100 µm, perahu, alat snorkel, penggaris, dan alat tulis.
b. Alat-alat yang digunakan di laboratorium yaitu mikroskop stereo, cawan petri, talangan, saringan, piset, gelas kimia, oven dan alat tulis.

2. Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah saluran pencernaan ikan, air laut, sedimen, larutan KOH (10 %), akuades, NaI (Natrium Iodida), aluminium foil, Nitro-Selulosa 0,46 nm, plastik sampel dan kertas label.

Optimization Software:
www.balesio.com

E. Metode Kerja

1. Analisis parameter lingkungan

Adapun parameter lingkungan yang akan dianalisis terkait persebaran mikroplastik yaitu arus laut. Teknik pengukuran arus dilakukan dengan menggunakan *Current Meter elektromagnetik*. *Current Meter elektromagnetik* mengukur kecepatan aliran dengan menggunakan hukum Faraday. Konduktor (air) yang bergerak pada suatu medan gaya akan menghasilkan tegangan yang nilainya sebanding dengan kecepatan aliran.

2. Pengambilan sampel

Untuk sampel ikan, diambil 5 spesies berbeda sebanyak enam kali ulangan. Sampel ikan diambil dari hasil tangkapan nelayan yang menangkap ikan di sekitar daerah Kepulauan Bala-balakang. Kemudian lokasi penangkapan ikan nelayan diambil titik koordinatnya menggunakan GPS. Sampel ikan selanjutnya difoto kemudian diukur berat dan panjangnya.

Seluruh alat disterilkan kemudian sampel dibedah, yang selanjutnya diambil saluran pencernaannya dari pangkal *esophagus* hingga anus dan dimasukkan kedalam botol sampel yang berisi KOH 10%. Kemudian hati ikan dikeluarkan dan ditimbang (Rochman *et. al.*,

Optimization Software:
www.balesio.com

Untuk sampel air, setiap pulau diambil 2 titik sampel menggunakan metode *random sampling.* Pengambilan sampel air dilakukan dengan menggunakan manta net ukuran mess 100 µm. Manta net diderek menggunakan perahu atau ditarik sepanjang pantai secara sejajar dengan jarak tertentu. Manta net ditarik sejajar dengan garis pantai agar sampel yang diperoleh mewakili keliling tiap pulau. Setelah itu, manta net dicuci dengan air laut sehingga seluruh partikel mikroplastik yang ada di permukaan manta net masuk dalam botol sampel. Jumlah mikroplastik yang terperangkap dijaring dibagi dengan volume air yang melewati manta net. (Solomon dan Palanisami, 2016).

Untuk sampel sedimen, setiap pulau diambil 6 sampel sedimen menggunakan metode *random sampling*. Pengambilan sampel sedimen tersebut dilakukan dengan menggunakan *Wildco Handcorer* dengan ukuran 2 inchi berdasarkan kedalaman (top 3 cm) kemudian dimasukkan kedalam plastik sampel sebanyak ± 1000 gram (Löder dan Gerdts, 2015).

3. Analisis Laboratorium

a. Analisis mikroplastik pada usus ikan

Sampel ikan Kepulauan Bala-balakang dibawa kembali ke laboratorium di Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Hasanuddin dan segera diproses untuk dianalisis. Sampel ikan diidentifikasi nakan *fishbase* (*www.fishbase.org*). (Witte *et. al.,* 2014). Seluruh n disterilkan dengan akuades kemudian dikeringkan. Selanjutnya

Optimization Software:
www.balesio.com

ikan diambil saluran pencernaannya dari pangkal esophagus hingga anus untuk mengekstrak mikroplastik dari isi usus ikan. Setiap botol sampel berisi saluran pencernaan dan larutan KOH 10% diisi dengan *Ultra Pure Water* hingga 3 × volume jaringan dan diinkubasi pada suhu 60° C selama 1× 24 jam untuk mencerna bahan organik. Untuk menghindari kontaminasi silang antara sampel, semua alat dan gelas dibilas dengan *Ultra Pure Water* tiga kali sebelum pengerjaan sampel (Rochman *et al.*, 2015).

Selanjutnya, sampel ikan dimasukkan kedalam cawan petri dan diamati dengan menggunakan mikroskop stereo untuk melihat adanya kontaminan mikroplastik. Partikel mikroplastik kemudian dipisahkan berdasarkan jenis (fiber, film, fragmen, pellet) dan warnanya. Selanjutnya mikroplastik yang diperoleh dihitung jumlah masing-masing jenisnya, difoto dengan menggunakan kamera, dan kemudian diukur dengan *software imagej*. Proses dilakukan sebanyak lima kali pada sampel ikan tiap spesies (Witte *et al.,* 2014). Partikel mikroplastik kemudian dibungkus menggunakan aluminium foil untuk selanjutnya dianalisis jenis polimernya menggunakan FTIR.

b. Analisis mikroplastik pada air

Analisis mikroplastik pada air dilakukan dengan menggunakan air miliport ukuran 30 mikron dengan menggunakan vaccum kemudian nkan 15 ml *Ultra Pure Water* (Rochman *et. al.*, 2015). Sampel air nya dishaker selama kurang lebih 5 menit dengan kecepatan 180 mudian divaccum kembali. Partikel mikroplastik dipilah secara

Optimization Software:
www.balesio.com

visual (bentuk dan warna) menggunakan mikroskop stereo dan dikelompokkan ke dalam empat jenis, yaitu film, fiber, fragmen, dan pelet. Partikel mikroplastik dibungkus aluminum foil untuk analisis polimer mikroplastik menggunakan FTIR.

c. Analisis mikroplastik pada sedimen

Pemisahan partikel mikroplastik dari sedimen dilakukan dengan beberapa tahap yaitu pengeringan, pengurangan volume, pemisahan densitas, penyaringan, dan pemilahan secara visual. Pengeringan dilakukan dengan oven 105°C selama 72 jam. Selanjutnya melakukan pengayakan sedimen menggunakan saringan dengan ukuran 5 mm, 0.5 mm & 0,063 mm (Hidalgo-Ruz *et al*., 2012). Tahap pemisahan densitas dilakukan dengan mencampurkan sampel sedimen kering dan larutan NaI pekat kemudian campuran diaduk dengan kuat selama 2 menit (Claessens *et al*., 2011). Plastik yang mengapung merupakan *polystyrene*, *polyethylene*, dan *polypropylene*. Selanjutnya menyaring supernatant menggunakan *Filter Nitro-Selulosa* 0,45 nm (Whatman AE 98) kemudian sampel dikeringkan menggunakan oven pada suhu dan selanjutnya menuangkan kedalam cawan petri untuk analisis lebih lanjut menggunakan mikroskop. Partikel mikroplastik dipilah secara visual menggunakan mikroskop stereo dan dikelompokkan ke dalam empat itu film, fiber, fragmen, dan pelet. Selanjutnya, partikel mikroplastik us dengan menggunakan aluminium foil dan diberi label kemudian s FTIR.

Optimization Software:
www.balesio.com

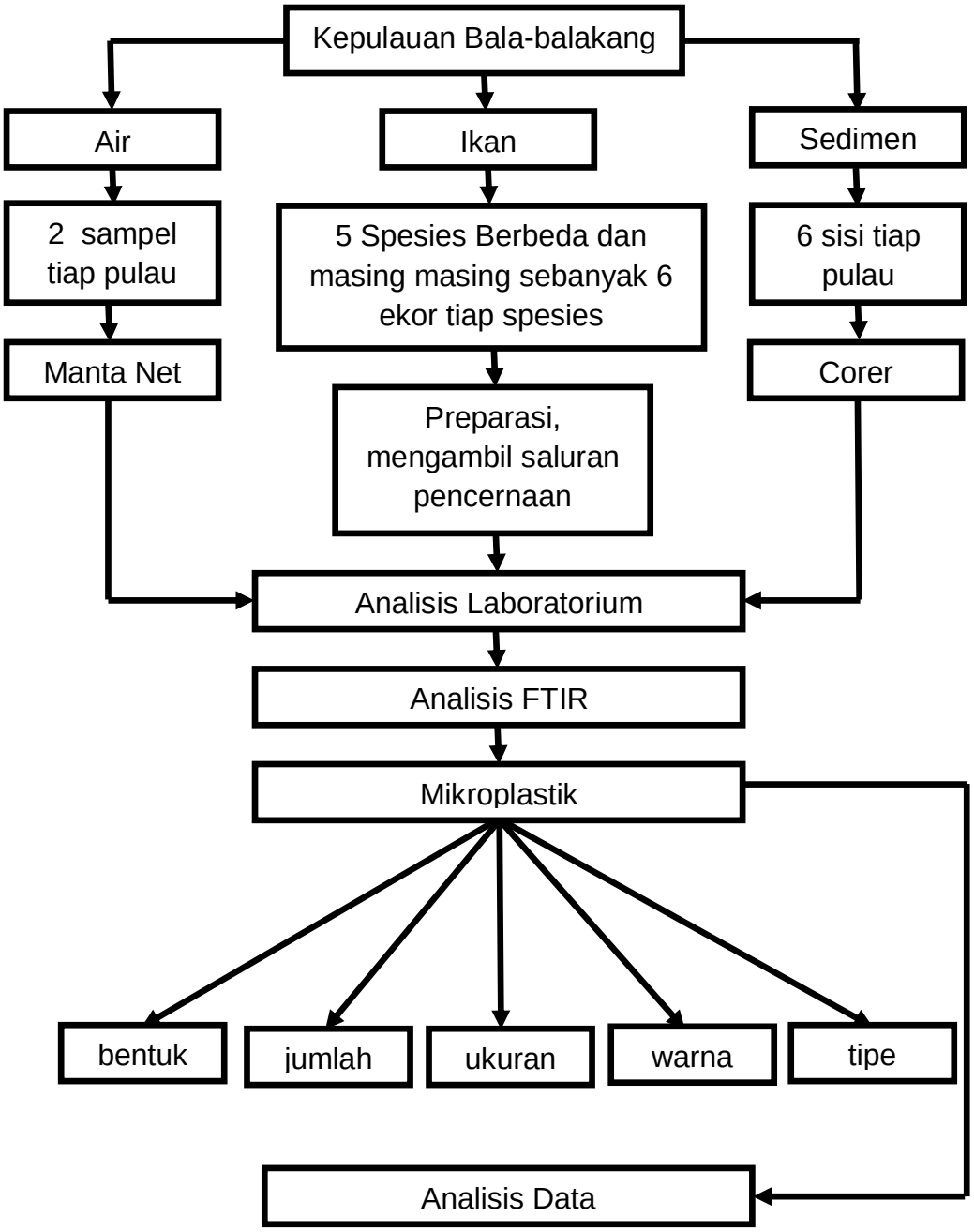
4. Analisis polimer menggunakan Spektroskopi FTIR

Analisis FTIR dilakukan untuk mendapatkan spektrum dari partikel yang diduga mikroplastik tersebut. Hasil spektrum yang diperoleh kemudian dicocokkan dengan spektrum mikroplastik dari berbagai polimer plastik.

Fourier-Transform InfraRed (FTIR) spektroskopi menawarkan kemungkinan identifikasi akurat partikel polimer plastik menurut karakteristik spektrum IR mereka. Polimer plastik memiliki spektrum IR yang sangat spesifik dengan pola pita yang berbeda membuat teknik spektroskopi IR optimal untuk identifikasi mikroplastik (Löder dan Gerdts, 2015).

Optimization Software:
www.balesio.com

F. Diagram Alir Penelitian



Optimization Software:
www.balesio.com

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengamatan

1. Identifikasi Jenis Ikan

Hasil identifikasi sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang dapat dilihat pada Tabel 2.

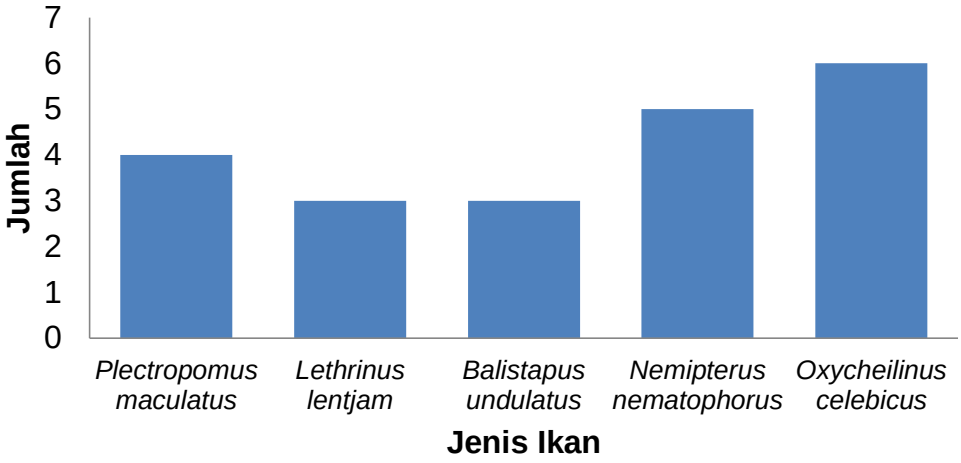
Tabel 2. Data sampel ikan yang diperoleh beserta nama latinnya.

No.	Simbol Sampel	Nama Indonesia	Nama Latin
1	KR	Kerapu Sunu	*Plectropomus maculatus*
2	KT	Katamba/ Lencam	*Lethrinus lentjam*
3	FG	Pakul	*Balistapus undulatus*
4	JR	Kurisi	*Nemipterus nematophorus*
5	LP	Leppa-leppa	*Oxycheilinus celebicus*

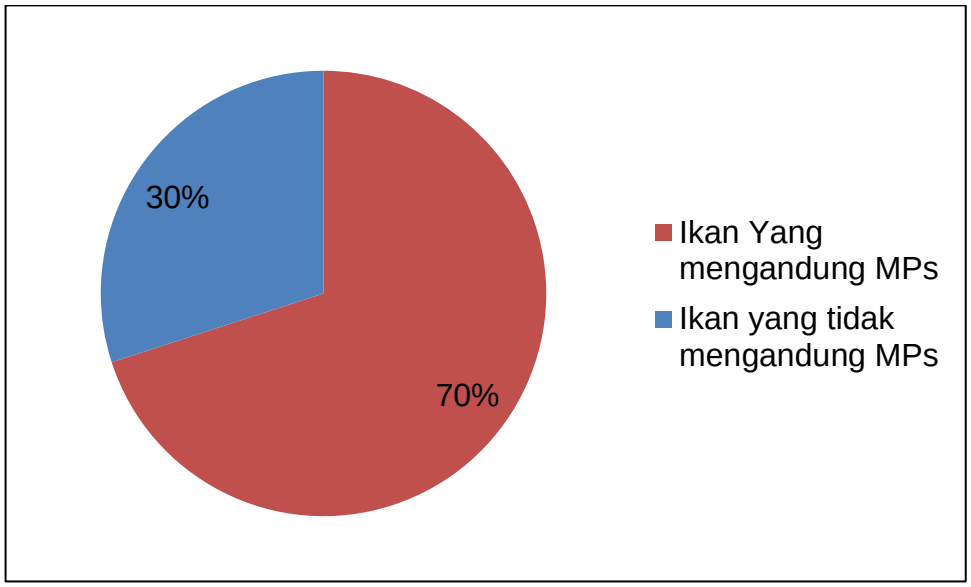
2. Proporsi Ikan yang Tercemar MPs (Mikroplastik)

Hasil Pengamatan MP pada kelima sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang dapat dilihat pada Gambar 7 dan Gambar 8. Hasil yang ditunjukkan pada Gambar 7 adalah jumlah ikan yang tercemar MP dan yang tidak tercemar MP pada masing masing sampel ikan yang didapatkan. Sedangkan Gambar 8 menunjukkan proporsi sampel ikan yang mengandung MP dan yang tidak mengandung MP.

Optimization Software:
www.balesio.com



Gambar 7. Data jumlah ikan yang mengandung MP dan yang tidak mengandung MP pada masing-masing spesies ikan yang diperoleh.



Gambar 8. Data proporsi ikan yang mengandung MPs dan tidak mengandung MPs pada 30 ekor sampel ikan.

Optimization Software:
www.balesio.com

3. Data Kontaminasi Bahan Pencemar MPs (Mikroplastik) pada Ikan, Air dan Sedimen.

Adapun data kontaminasi bahan pencemar MPs secara keseluruhan pada sampel ikan, air dan sedimen dapat dilihat pada Tabel 3.

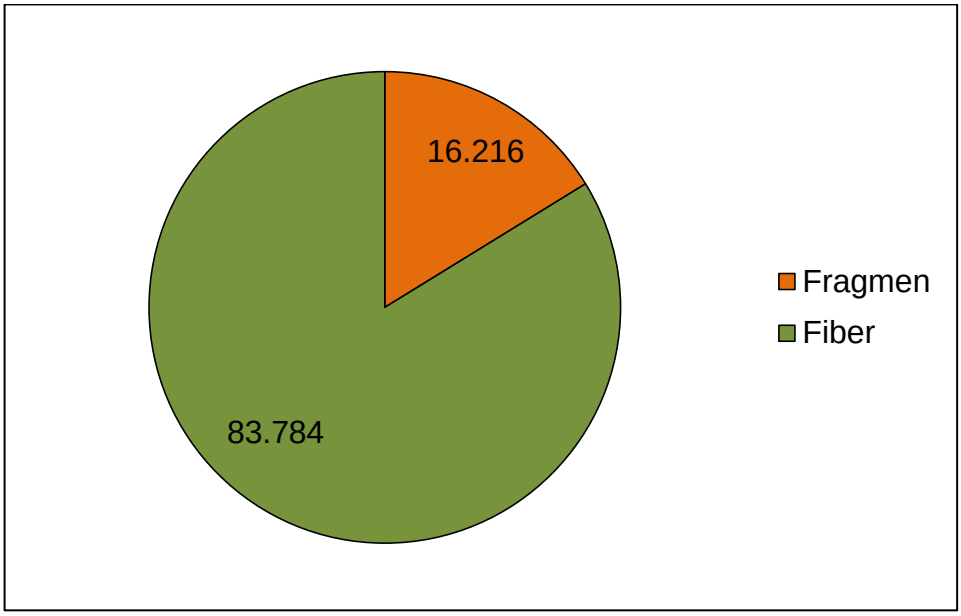
Tabel 3. Data Kontaminasi Bahan Pencemar MPs pada Ikan, Air dan Sedimen

Jenis Sampel	Jumlah Sampel	Jumlah MPs yang ditemukan	Mean±SE	Range
Ikan	30	74	2,47±0,48 MPs/ Individu	0-10
Air	6	148	1,03±0,11 MPs/ Liter	0,75-1,46
Sedimen	18	596	110,37±21,51 MPs/ Kg	13,33-383,33

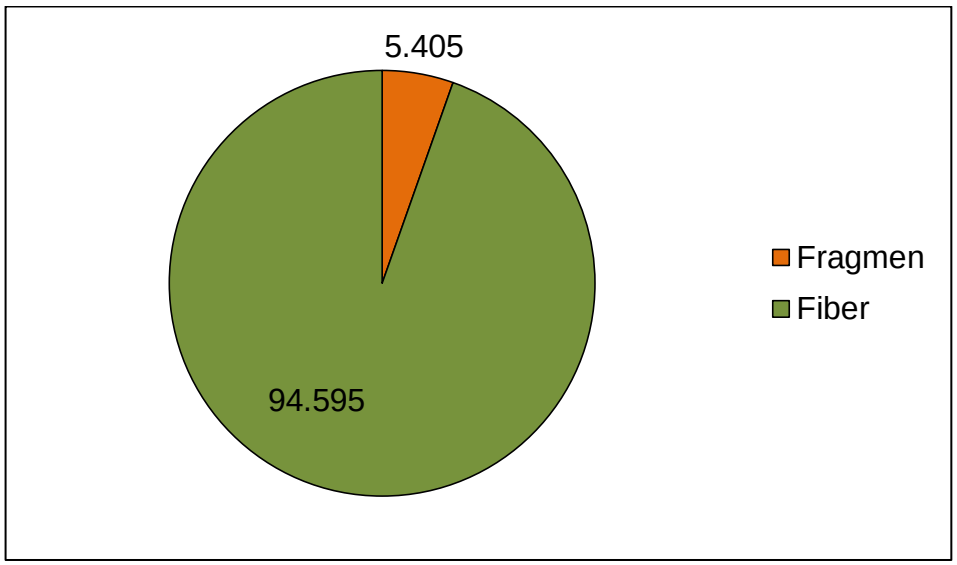
4. Data Jenis MPs (Mikroplastik) Berdasarkan Tipe yang Ditemukan pada Ikan, Air dan Sedimen

Data hasil pengamatan sampel ikan, air dan sedimen setelah dikelompokkan berdasarkan tipe dapat dilihat pada Gambar 9, Gambar 10 dan Gambar 11.

Optimization Software:
www.balesio.com

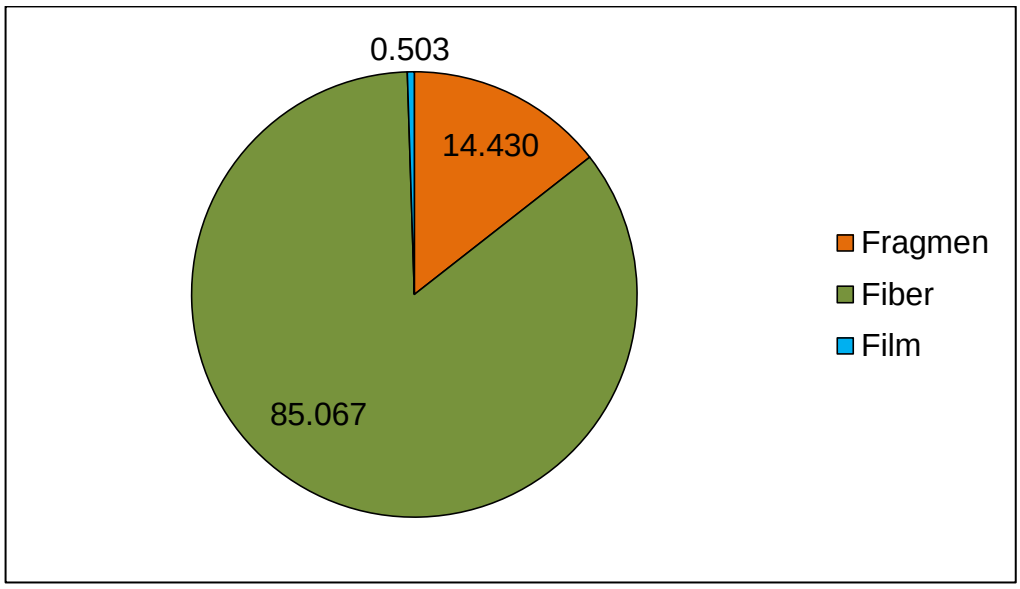


Gambar 9. Data persentase tipe MPs pada sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang



Gambar 10. Data persentase tipe MPs pada sampel air yang diambil di Kepulauan Bala-balakang

Optimization Software:
www.balesio.com

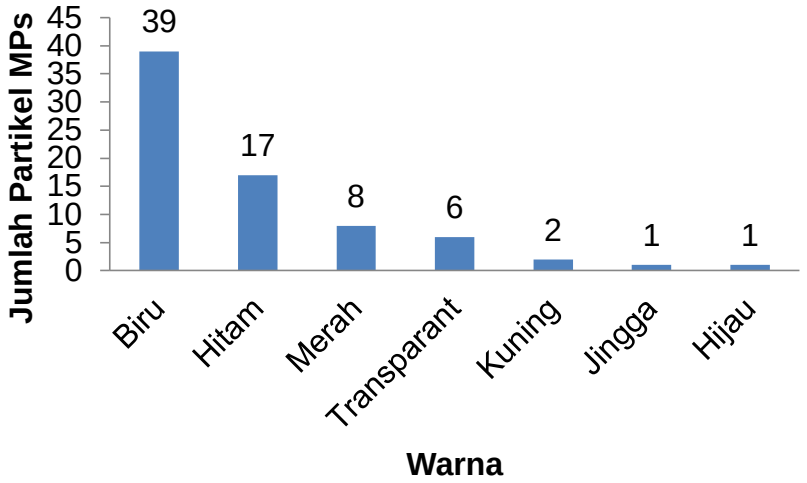


Gambar 11. Data pesentase tipe MPs pada sampel sedimen yang diambil di Kepulauan Bala-balakang

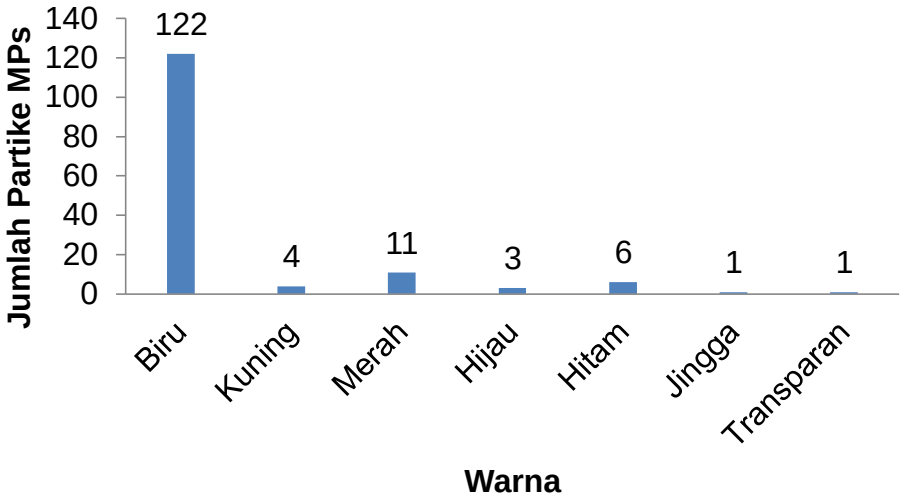
5. Jumlah MPs (Mikroplastik) yang Ditemukan Berdasarkan Warna pada Ikan, Air dan Sedimen

Data hasil pengamatan sampel ikan, air dan sedimen setelah dikelompokkan berdasarkan warna dapat dilihat pada Gambar 12, Gambar 13 dan Gambar 14. Data yang ditampilkan menunjukkan jumlah partikel MP berdasarkan warna yang ditemukan.

Optimization Software:
www.balesio.com

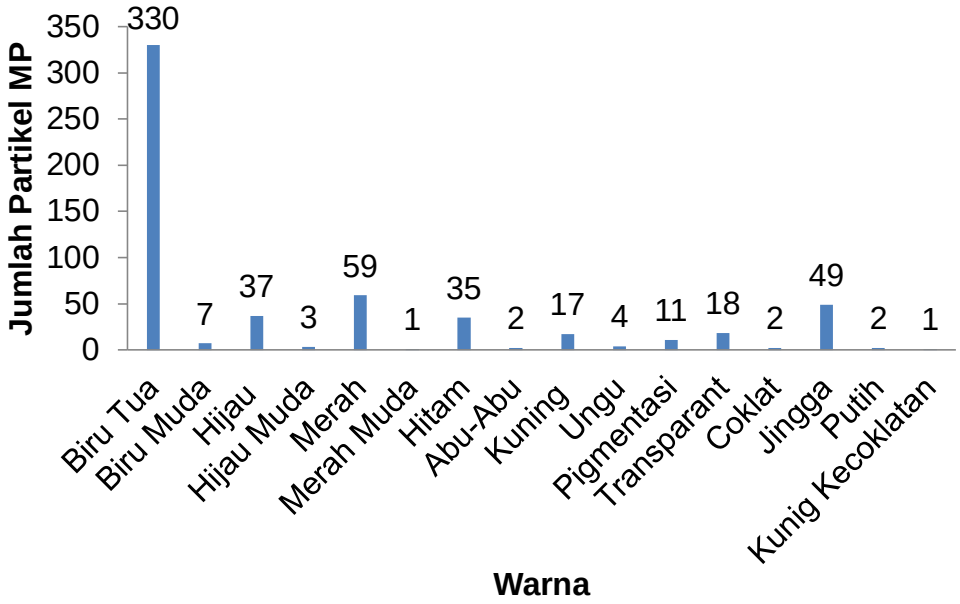


Gambar 12. Data jumlah MPs berdasarkan warna pada sampel ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang



Gambar 13. Data jumlah MPs berdasarkan warna pada sampel air yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang

Optimization Software:
www.balesio.com



Gambar 14. Data jumlah MP berdasarkan warna pada sampel sedimen yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang

6. Data Ukuran Bahan Pencemar MP (*Mikroplastik*) pada Ikan, Air dan Sedimen

Adapun data rata-rata ukuran MPs pada keseluruhan sampel ikan sedimen dan air serta data ukuran minimum dan maksimum MPs dapat dilihat pada tabel 4.

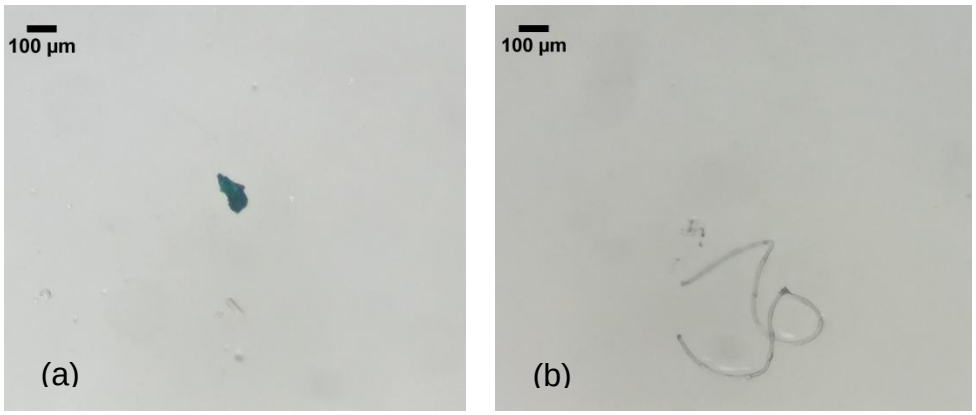
Tabel 4. Data Ukuran Bahan Pencemar MPs pada Ikan, Air dan Sedimen (µm)

No.	Sampel	Mean±SD	Range
1	Ikan	1458,10+1302,30	55-4387
2	Air	1313,95±849,78	130-3132
3	Sedimen	1437,88±910,17	115-3987

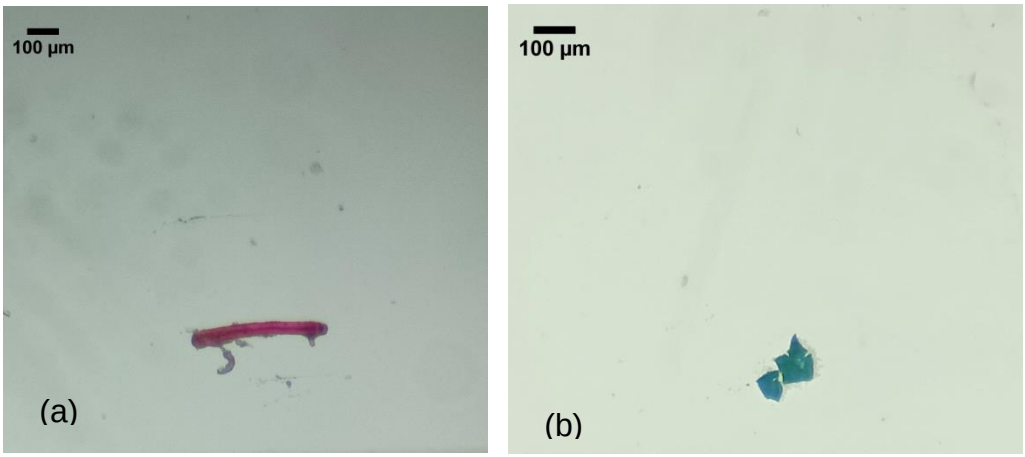
Optimization Software:
www.balesio.com

7. Hasil Pengamatan Mikroskop Sampel

Adapun hasil pengamatan sampel ikan, air dan sedimen ditemukan PMS berbentuk fragmen, filamen dan fiber seperti Gambar 15, Gambar 16 dan Gambar 17.

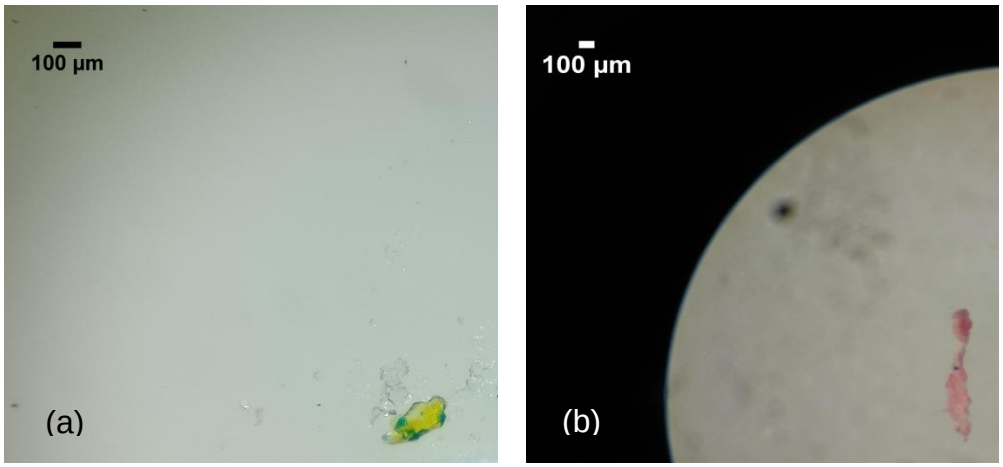


Gambar 15. Hasil pengamatan MPs dalam sampel ikan di bawah mikroskop. Pengukuran dan pemberian skala menggunakan aplikasi ImageJ (a). Fragmen dan (b). Filamen.



16. Hasil pengamatan MPs dalam sampel air di bawah mikroskop. Pengukuran dan pemberian skala menggunakan aplikasi ImageJ (a). Filamen dan (b). Fragmen

Optimization Software:
www.balesio.com

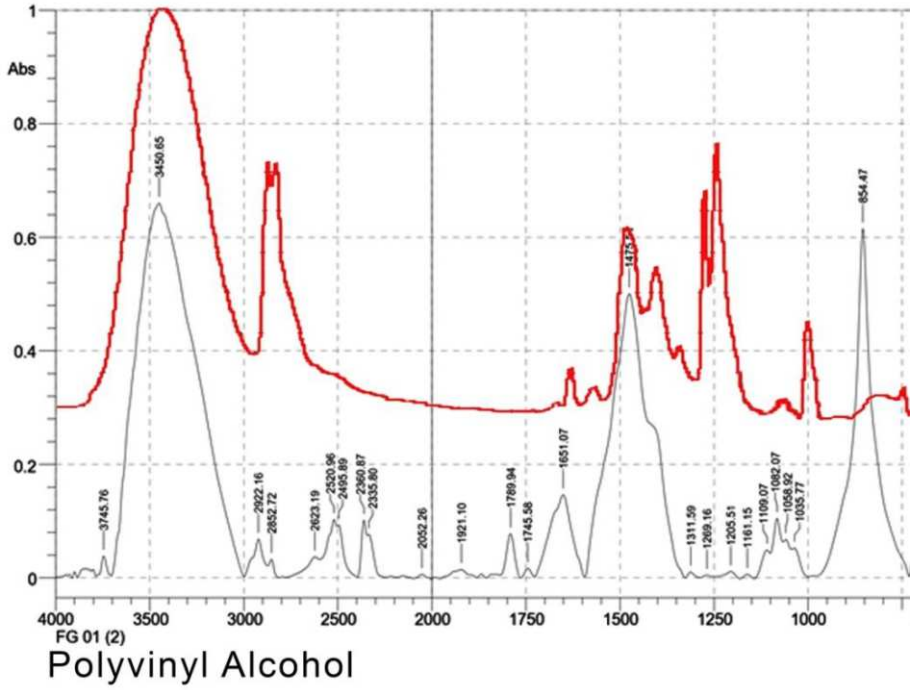


Gambar 17. Hasil pengamatan MPs dalam sampel sedimen dibawah mikroskop. Pengukuran dan pemberian skala menggunakan aplikasi ImageJ (a). Fragmen dan (b). Filamen

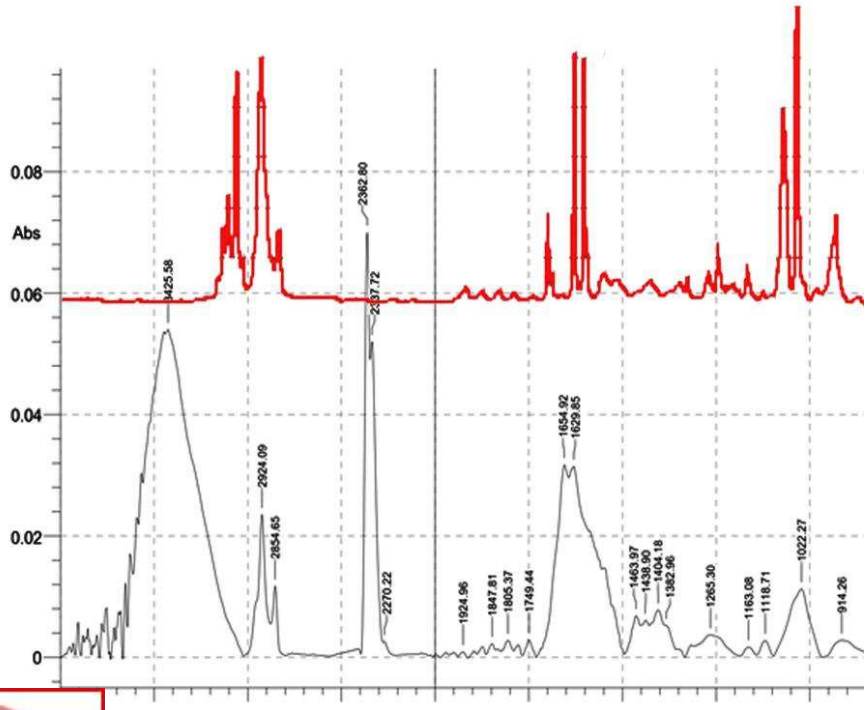
8. Hasil Uji FTIR

Adapun hasil FTIR partikel mikroplastik yang didapatkan dapat dilihat pada Gambar 18, Gambar 19 dan Gambar 20. Gambar menunjukkan perbandingan antara spectrum Infra-Red yang diperoleh dari sampel ikan (Gambar 18), air (Gambar 19) dan sedimen (Gambar 20) dengan spectrum polimer plastik yang telah ditentukan sebelumnya. Garis merah merupakan spectrum dari polimer plastik yang telah diketahui sedangkan garis hitam menunjukkan spectrum mikroplastik dari sampel mikroplastik yang ditemukan dalam sampel ikan, air dan sedimen.

Optimization Software:
www.balesio.com

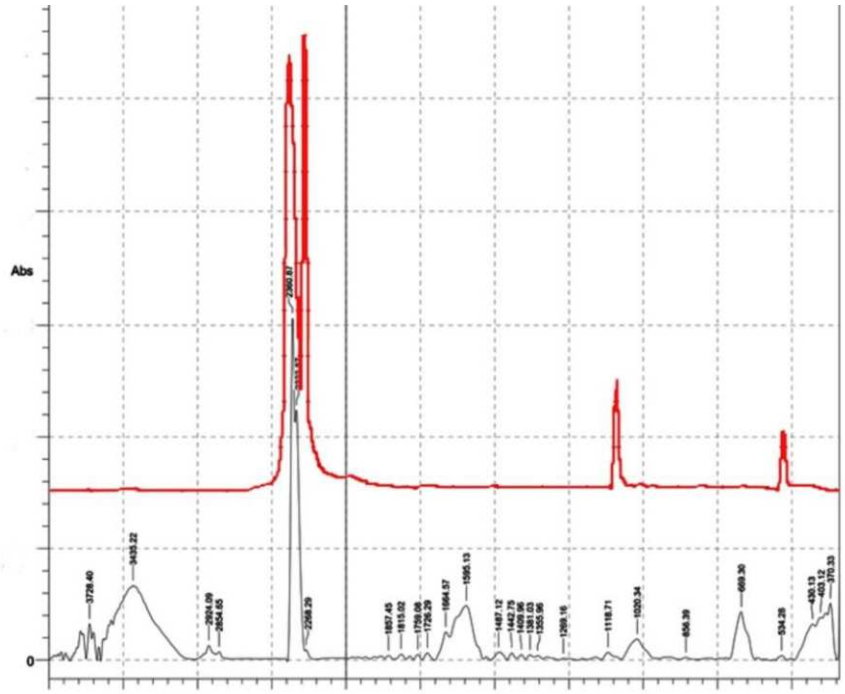


Gambar 18. Hasil FTIR sampel mikroplastik pada ikan menunjukkan kecocokan dengan polimer plastik *polyvinyl alkohol*.



19. Hasil FTIR sampel mikroplastik pada air menunjukkan kecocokan dengan polimer plastik *Polystyrene*.

Optimization Software:
www.balesio.com



Gambar 20. Hasil FTIR sampel mikroplastik pada sedimen menunjukkan kecocokan dengan polimer plastik *Polyethylene*.

B. Pembahasan

1. Gambaran Umum Lokasi Penelitian

Kepulauan Bala-balakang merupakan gugusan pulau-pulau kecil yang terletak di Selat Makassar. Kepulauan Bala-balakang terletak di perairan dangkal selat makassar antara pesisir Kalimantan Timur dan Palung Sulawesi. Dari Kepulauan Bala-balakang, Pulau paling utara adalah Pulau Sabakattang yang paling dekat dicapai dari arah Balikpapan. Gusung paling utara adalah Gusung Karang Sauh. Pulau paling barat Pulau Durian dan Gusung Tandu yang paling dekat dicapai dari Tana Grogot yaitu Desa Lori dan Tanjung Aru. Pulau paling Timur

Optimization Software:
www.balesio.com

adalah Pulau Ambo yang berbatasan langsung dengan Palung sulawesi. Gusung paling Selatan adalah Gusung Lawe-lawe yang sangat dekat dengan perbatasan perairan Kalimantan Selatan.

Wilayah bala-balakang merupakan wilayah yang menjadi bagian dari Kabupaten Mamuju, Provinsi Sulawesi Barat. Kepulauan Bala-balakang atau yang dijuluki sebagai kepulauan paternoster kecil menjadi bagian dari pemerintahan Afdeling Mandar di Majene, berdasarkan keputusan Pemerintah tanggal 16 Juni tahun 1917 No. 42 tentang pembagian wilayah. Pada tahun 1940, melalui keputusan Gubernur Sulawesi Selatan, Wilayah Kepulauan Bala-balakang dimasukkan kedalam Wilayah Kabupaten Mamuju, Onderafdeling Mamuju (Besluit 1940 No. 3 Tanggal 3 Januari) (Pemprov Sulbar, 2018).

Wilayah Bala-Balakang terdiri dari 12 pulau yakni Pulau Salissingang, Samataha, Popoongang, Saboyang, Malamber, Sumanga, Sabakatang, Ambo, Seloang, Lamudaan, Tapilagan dan Pulau Lumu, yang letaknya di berbatasan dengan Pulau Kalimantan (KKP, 2018). Pulau Salissingan menjadi sentra ibu kota kecamatan dari daratan utama dermaga di Mamuju, untuk mencapai pulau terdekat yakni pulau Ambo, dapat menggunakan moda transportasi kapal *charter*, dengan waktu tempuh sekitar 10 Jam perjalanan. Sedangkan untuk mencapai pusat kecamatan yakni Pulau Salissingan diperlukan waktu tambahan sekitar 7 yaran.

Optimization Software:
www.balesio.com

Dari pengamatan visual di lapangan, Wilayah Perairan Kepulauan Bala-balakang utamanya pada daerah penelitian yakni Pulau Samataha, Salissingan dan Sabakattang didominasi ekosistem terumbu karang, selain itu juga terdapat ekosistem lamun pada ketiga wilayah tersebut, namun akibat banyaknya jumlah penyu dan dugong yang biasa beruaya melintasi wilayah kepulauan, sehingga luasan ekosistem lamun mulai menurun.

Terkait upaya penanganan sampah domestik utamanya sampah plastik, belum ada upaya yang signifikan yang dilakukan oleh masyarakat dan pemerintah terkait. Belum banyaknya tersedia tempat sampah dan pembuangan sampah terpadu, membuat masyarakat kepulauan cenderung membuang sampahnya langsung ke laut. Hal ini diperparah dengan banyaknya sampah kiriman dari perairan selat makassar yang terdampar di pesisir pulau-pulau bala-balakang.

2. Bahan Pencemar MPs (Mikroplastik) pada Ikan, Sedimen, dan Air

Hasil penelitian yang dilakukan di Kepulauan Bala-balakang menggunakan sampel usus ikan demersal, air dan sedimen menunjukkan adanya partikel yang diduga mikroplastik. Partikel ini memiliki jumlah, warna, tipe dan ukuran yang berbeda-beda.

Mikroplastik yang ada pada ikan, air dan sedimen menunjukkan an tipe dan warna paling banyak didapatkan yaitu tipe fiber dan biru dengan dominasi jumlah yang sangat tinggi. Hal ini kkan bahwa MPs yang berada pada tubuh ikan berasal dari

Optimization Software:
www.balesio.com

lingkungan baik dari air laut maupun dari sedimen. Selain itu, MPs dalam tubuh ikan bisa juga berasal dari tingkat tropik yang lebih rendah seperti plankton dan hewan-hewan laut kecil lainnya.

Rochman *et al*, (2015) berpendapat bahwa pencernaan *anthropogenic debris* oleh organisme laut akan memasuki jaringan makanan dan memiliki pengaruh untuk kesehatan manusia. Proses masuknya mikroplastik ke dalam rantai makanan dimulai dari organisme yang berada pada tingkat terbawah pada rantai makanan. Hal ini dijelaskan oleh (Wright & Kelly, 2017) bahwa faktor utama kontribusi mikroplastik memasuki rantai makanan adalah karena ukurannya yang kecil. Diawali dengan plankton yang dapat menelan mikroplastik secara pasif selama proses feeding. Warna dari mikroplastik juga berpotensi memberi kontribusi terkait dengan kemiripannya dengan makanan organisme laut. Beberapa jenis ikan yang memakan zooplankton dapat memakan mikroplastik karena kemiripan dengan mangsanya yang berwarna putih, kecoklatan atau kuning.

a. *Ikan*

Sampel yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang diberi kode KR, KT, FG, LP dan JR. Selanjutnya diidentifikasi dengan mencocokkan morfologi sampel ikan tersebut pada website www.fishbase.org. Berdasarkan identifikasi tersebut diperoleh bahwa sampel KR adalah ikan sunu, sampel FG adalah ikan pakul, sampel KT adalah ikan

Optimization Software:
www.balesio.com

katamba, sampel LP adalah ikan leppa-leppa dan sampel JR adalah ikan kurisi.

Hasil penelitian pada sampel ikan (Gambar 7 dan Gambar 8) menunjukkan bahwa dari 30 sampel ikan yang diperoleh, 70% ikan tersebut mengandung mikroplastik. Pada ikan kerapu sunu 4 dari 6 ikan mengandung partikel diduga mikroplastik, ikan katamba/ lencam ditemukan 3 dari 6 ikan mengandung partikel tersebut, ikan triggerfish yang dieroleh menunjukkan 3 dari 6 ikan mengandung mikroplastik, ikan kurisi yang didapatkan menunjukkan semua spesies tekandung mikroplastik dan pada ikan Leppa-leppa 6 ikan mengandung partikel mikroplastik. Pada sampel ikan ditemukan adanya mikroplastik berupa fragmen dan fiber.

Penelitian yang dilakukan oleh Lusher *et al*., (2013) membuktikan bahwa dalam tubuh ikan ditemukan beberapa jenis mikroplastik. Pada hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa hasil dari identifikasi pada penelitian Lusher *et al*., (2013) memiliki tingkat kemiripan yang cukup tinggi dengan hasil identifikasi yang dilakukan dengan menggunakan sampel ikan demersal yang diambil dari Kepulauan Bala-balakang.

Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan yakni sebanyak 74 partikel sedang jumlah spesies ikan yang diambil adalah 30 ekor jadi, rata-rata partikel mikroplastik per-ekor ikan adalah 2,467 Hasil ini sesuai dengan penelitian Jabeen *et al.,* (2016) yang

Optimization Software:
www.balesio.com

memperoleh rata-rata mikroplastik per individu ikan sebesar 1,1 sampai 7,2 partikel dari 21 spesies di Perairan Cina.

Proporsi partikel mikroplastik pada ikan berdasarkan tipe yang terbanyak yaitu fiber sebanyak 62 partikel atau 83,784% dan fragmen sebanyak 12 partikel atau 16,216% dari jumlah keseluruhan partikel yang ditemukan. Hasil yang diperoleh menunjukkan kesamaan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lusher *et al*., (2013) di inggris yang menemukan tipe fiber sebanyak 68,3 % dan merupakan partikel terbanyak yang ditemukan, begitupun dengan hasil penelitian Jabeen *et al.,* (2016) yang memperoleh partikel tipe fiber lebih dominan dibanding partikel tipe fragmen maupun film dari 21 spesies ikan di Cina.

Pada ikan *Plectropomus maculatus* atau ikan kerapu sunu diperoleh partikel mikroplastik hanya tipe fiber sebanyak 18 partikel. Tidak ada tipe fragmen yang ditemukan, begitupun dengan ikan kurisi hanya diperoleh tipe fiber sebanyak 15 partikel. Kerapu sunu merupakan jenis ikan karnivora, ikan ini mencari makan dengan menyergap mangsa dari tempat persembunyiannya. Makanan yang di makan ikan kerapu yaitu ikan-ikan kecil, cumi, udang dan lainnya sedangkan ikan kurisi merupakan jenis ikan karnivora. Jenis makanannya antara lain ikan-ikan kecil, *crustaceae, mollusca, polychaeta* dan *echinodermata*. Ikan ini biasanya hidup dekat dasar perairan laut dengan substrat lumpur atau pasir. Pola [illegible]an karakteristik ikan kerapu dan ikan kurisi yang hampir sama

Optimization Software:
www.balesio.com

menyebabkan karakteristik partikel mikroplastik yang ditemukan juga sama.

Pada ikan lencam didapatkan partikel plastik dengan tipe fragmen sebanyak satu partikel sedangkan jenis fiber sebanyak tujuh partikel mikroplastik. Ikan lencam termasuk jenis ikan demersal dan soliter. Hidupnya terutama dekat terumbu karang, namun juga mendiami daerah pantai dengan muara sungai.

Pada ikan pakul didapatkan partikel dengan tipe fragmen sebanyak empat partikel sedangkan tipe fiber sebanyak dua partikel. *Triggerfish* yang lazim disebut ikan triger atau ikan pakul termasuk ke dalam jenis ikan laut dari suku Balistidae. Ikan ini hidup di perairan dangkal, terutama ikan-ikan muda (*juvenile*) banyak dijumpai di rataan terumbu karang perairan tropis. Individu-individu yang berukuran besar memilih habitat yang lebih dalam yaitu ke luar tubir karang dan mencapai kedalaman lebih dari 30 meter.

Pada ikan *Oxycheilinus celebicus* didapatkan partikel mikroplastik dengan tipe fragmen sebanyak tujuh partikel sedangkan tipe fiber sebanyak 20. Dari kelima jenis ikan yang diambil, ikan *Oxycheilinus celebicus* mengandung partikel mikroplastik paling banyak.

Proporsi partikel mikroplastik pada sampel ikan berdasarkan warna ditemukan beberapa warna mikroplastik yang ada yaitu biru, hitam, transparan, kuning, jingga dan hijau. Warna MPs yang paling ditemukan adalah warna biru sebanyak 39 partikel. Adanya

Optimization Software:
www.balesio.com

beberapa jenis warna yang muncul dapat dipengaruhi dari lingkungan sekitar, dimana limbah plastik yang berada pada lokasi tersebut tidak hanya terdiri dari satu warna saja. Selain itu, adanya paparan matahari dalam jangka waktu yang lama juga dapat menyebabkan adanya perubahan warna dari partikel yang ditemukan. Warna yang ditemukan tersebut sesuai dengan warna mikroplastik dari penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. Dalam Hidalgo-Ruz *et al*., (2012) menyebutkan bahwa warna dari mikroplastik beragam, seperti bening, putih, merah, biru, hitam, abu-abu, kuning, hijau, coklat, dan warna dari hasil pigmentasi.

Pada umumnya warna dari partikel dapat memudahkan proses sortasi pada saat mikroplastik tersebar di antara sejumlah besar puing lainnya. Selain itu, warna digunakan sebagai indikator awal adanya komposisi kimia pelet.

Data ukuran yang diperoleh dari sampel ikan menunjukkan rata-rata ukuran 1.458,10 µm dengan ukuran minimum 55 µm dan ukuran maksimum 4.39 µm.

b. *Air*

Hasil penelitian pada sampel air menunjukkan bahwa terdapat 148 partikel mikroplastik dari seluruh sampel air yang diambil pada 6 stasiun. Terdapat rata-rata 25 partikel mikroplastik setiap stasiun atau sekitar 1,03 per liter air laut yang diperoleh.

Optimization Software:
www.balesio.com

Proporsi mikroplastik berdasarkan tipe pada sampel air diperoleh dua tipe yaitu fiber dan fragmen dimana tipe yang mendominasi dan yang paling banyak diperoleh adalah fiber sebanyak 140 partikel atau 94,595% dari keseluruhan partikel terduga mikroplastik yang ditemukan sedangkat fragmen hanya ditemukan sebanyak 8 partikel atau 5,405% dari total partikel yang ditemukan. Berdasarkan Dris *et al*., (2018), mikroplastik jenis fiber selalu muncul dan lebih dominan dibandingkan mikroplastik jenis fragmen pada berbagai sumber penelitian mikroplastik di air. Mikroplastik jenis ini umumnya berasal dari serat pakaian dan dapat dengan mudah berpindah karena massa jenisnya yang sangat kecil. Mikroplastik jenis fiber sangat sulit diketahui sumbernya apakah berasal dari lokasi yang dekat atau dari tempat yang jauh. Hal ini diakibatkan fiber dapat berpindah dengan sangat cepat melalui udara ataupun sapuan air laut.

Proporsi mikroplastik berdasarkan warna pada sampel air diperoleh 7 warna partikel terduga mikroplastik yaitu biru, kuning, merah, hijau, jingga dan transparan. Warna partikel mikroplastik yang paling banyak yaitu warna biru sebanyak 122 partikel. Warna dari mikroplastik berpotensi memberi kontribusi terkait dengan kemiripannya dengan makanan organisme laut. Beberapa jenis ikan yang memakan zooplankton dapat memakan mikroplastik karena kemiripan dengan mangsanya yang berwarna putih, kecoklatan atau kuning (Wagner & Lambert, 2018).

Optimization Software:
www.balesio.com

Data ukuran yang diperoleh dari sampel air menunjukkan rata-rata ukuran yaitu 1313,95 µm dengan ukuran minimum 130 µm dan maksimum 3132 µm.

c. *Sedimen*

Hasil penelitian pada sampel sedimen ditemukan 596 partikel diduga mikroplastik pada 18 titik pengambilan. Terdapat rata-rata 33,11 partikel mikroplastik setiap titik pengambilan sampel atau 110,37 MPs/Kg sampel sedimen.

Proporsi mikroplastik berdasarkan tipe pada sampel sedimen terbagi menjadi 3 yaitu fiber, fragmen dan film. Tipe yang paling dominan adalah fiber yaitu sebanyak 85,067%; selanjutnya fragmen sebanyak 14,43% dan film sebanyak 0,503%.

Proporsi mikroplastik berdasarkan warna pada sampel sedimen terbagi menjadi 16 warna yaitu biru tua, biru muda, hijau, hijau muda, merah, merah muda, hitam, abu-abu, kuning, ungu, pigmentasi, transparan, coklat, jingga, putih dan kuning kecoklatan. Warna MPs yang paling dominan adalah warna biru sebanyak 330.

d. Hasil Analisis FTIR

Dalam penelitian ini, dilakukan pula analisis dengan menggunakan FT-IR. Analisis yang dilakukan dengan FT-IR tidak dilakukan untuk semua sampel yang ada, hanya beberapa sampel saja yang diidentifikasi jenis [illegible]nya dengan menggunakan FT-IR. Hal ini dikarenakan adanya [illegible]an pada beberapa sampel yang ditemukan. Tujuan dari

Optimization Software:
www.balesio.com

pengamatan ini secara khusus untuk mengatahui komposisi kimia pada sampel yang diamati dengan menggunakan FT-IR. Pengamatan dengan menggunakan FT-IR akan memberikan informasi lebih mengenai struktur kristal polimer (Claessens *et al.,* 2011). Prinsip kerja dari alat tersebut yaitu dengan membandingkan spectrum yang ada pada sampel yang akan diamati dengan spectrum polimer plastik yang sudah diketahui. Selain itu dapat juga untuk mengetahui ada atau tidaknya pigmen organik dari suatu sumber yang tidak alami dan yang pada umumnya digunakan pada industri plastik.

Hasil penelitian menunjukkan analisis FT-IR sampel yang diperoleh mempunyai kemiripan dengan polimer palstik *Polyprophylene, Polyethylene, Polystyrene* dan *Polyvinyl alcohol*.

Pada hasil penelitian dengan menggunakan FT-IR yang dilakukan, terdapat spektrum yang memiliki tingkat kemiripan tinggi dengan polimer *polyvinyl alcohol*. Spektrum tersebut merupakan hasil dari pengujian dengan menggunakan sampel dari ikan dengan kode FG 01 dan FG 03 yang ada pada lokasi pengambilan sampel. Dari hasil tersebut diketahui bahwa mikroplastik yang diidentifikasi merupakan jenis *Polyvinyl Alcohol* (PVA) karena memiliki tingkat kemiripan yang tinggi dengan spektrum polimer yang sudah diketahui sebelumnya. Dengan hasil yang demikian dapat dikatakan bahwa PVA merupakan salah satu polimer MPs yang [illegible]an dalam sampel ikan.

Optimization Software:
www.balesio.com

Adapun partikel yang paling banyak ditemukan adalah jenis *polypropylene* yang biasanya digunakan dalam pembuatan benang, wol, tali, anyaman, karpet dan sebagainya. *Polyprophylene* yang diperoleh berupa serat fiber yang diduga berasal dari tali, benang maupun wol yang sangat banyak ditemukan pada sampel ikan, air dan sedimen. *Polyethylene* (PE) biasanya digunakan sebagai lapisan pengemas, mainan, botol, drum, pipa saluran, lembaran, film, issobelasi kawat dan kabel. *Polystyrene* (PS) digunakan sebagai bahan pengemas (busa dan film), perkakas, perabotan rumah dan barang mainan (Setyanto, 2013).

3. Hubungan Arus dengan Kelimpahan MPs

Arus memegang peranan penting terhadap kelimpahan mikroplastik. Arus merupakan media transportasi limbah plastik yang ada di lautan. Secara ringkas, arus laut didefinisikan sebagai gerakan massa air laut secara horizontal dalam jumlah besar. Arus laut dapat terjadi diakibatkan oleh arus global, tiupan angin, pasang surut, gelombang dan perbedaan densitas air.

Pola sirkulasi arus pada kondisi air pasang di perairan paling barat gugusan kepulauan bala-balakang terlihat pada arus permukaan cenderung bergerak dari sisi barat menuju timur. Pada gugusan kepulauan bala-balakang terlihat arus cenderung bias, arus dari arah utara kemudian bergerak ke arah barat dengan kecepatan arus [illegible]an sebesar 0.08 m/s dan pada saat pasang maksimum 0.12 m/s.

Optimization Software:
www.balesio.com

Sirkulasi arus pada perairan paling barat Provinsi Sulawesi Barat membentuk arus utama dan bergerak dari arah barat laut menuju sisi timur Perairan Sulawesi Barat, termasuk di sekitar gugusan kepulauan bala-balakang, untuk selanjutnya sebagian arus berbelok ke arah utara dan selatan. Rata-rata kecepatan arus permukaan 0.11 m/s dan maksimum arus surut sebesar 0.14 m/s.

Arus laut memegang peranan penting dalam distribusi dan akumulasi mikroplastik di perairan, semakin cepat arus bergerak semakin banyak perpindahan massa air laut yang diikuti oleh perpindahan kontaminasi mikroplastik diperairan. Pola arus yang terintegrasi menyebabkan sejumlah kontaminasi mikroplastik mengalami perpindahan dari satu perairan ke perairan lainnya.

Arus permukaan menjadi faktor utama mikroplastik menyebar dalam dari daerah pantai ke laut terbuka. Mikroplastik dengan daya apung tinggi akan mudah mengalami perpindahan bahkan bisa mencapai 2 km/jam (Thiel & Gutow, 2005).

Setelah melakukan analisis mikroplastik pada sampel sistem pencernaan ikan, sedimen serta air dan mengetahui keberadaan mikroplastik di Kepulauan Bala-balakang, maka Kepulauan Bala-balakang dapat disimpulkan telah tercemar mikroplastik. Hal yang perlu diperhatikan mengenai pencemaran dan bahaya mikroplastik jika dia telah masuk ke ntai makanan.

Optimization Software:
www.balesio.com

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh data kelimpahan mikroplastik pada ikan yaitu 2,47 MPs/Individu. Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada sampel ikan yakni sebanyak 74 MPs dan ditemukan pada 70% dari 30 sampel ikan yang diperoleh. Hasil penelitian pada sampel air menunjukkan bahwa terdapat 148 partikel mikroplastik dari seluruh sampel air yang diambil pada 6 stasiun. Terdapat rata-rata 25 partikel mikroplastik setiap stasiun dengan kelimpahan 1,03 MPs/liter air laut yang diperoleh. Hasil penelitian pada sampel sedimen ditemukan 596 partikel mikroplastik pada 18 titik pengambilan atau 110,37 MPs/Kg sampel sedimen.
2. Pada sampel ikan ditemukan adanya bahan pencemar MPs berbentuk fragmen dan fiber dengan warna biru, hitam, merah, transparan, kuning, jingga dan hijau. Pada sampel air ditemukan bahan pencemar MPs berbentuk fiber dan fragmen dengan warna biru, kuning, merah, hijau, jingga dan transparan. Pada sampel sedimen ditemukan MPs berbentuk fiber, fragmen dan film dengan warna biru tua, biru muda, hijau muda, merah, merah muda, hitam, abu-abu, kuning, ungu, [illegible]entasi, transparan, coklat, jingga, putih dan kuning kecoklatan.

Optimization Software:
www.balesio.com

Hasil penelitian dengan menggunakan analisis FT-IR yang dilakukan, terdapat spektrum yang memiliki tingkat kemiripan tinggi dengan polimer plastik *polyethylene, polyprohpylene, polystyrene* dan *polyvinyl alcohol.*

B. Saran

Adapun saran yang dapat penulis sampaikan adalah sebagai berikut:

1. Untuk pemegang kebijakan, diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai tolok ukur menilai dampak dari mikroplastik di lingkungan perairan sehingga pengelolaan limbah plastik lebih diperhatikan agar dapat mengurangi konsentrasi mikroplastik di lautan.
2. Untuk penelitian selanjutnya, diharapkan lebih memperhatikan keseragaman sampel ikan, air dan sedimen yang diambil, serta lebih mengusahakan perolehan sampel ikan dengan jumlah yang mewakili populasi..

Optimization Software:
www.balesio.com

DAFTAR PUSTAKA

Akbar H, Pujiyati S dan Natsir M. 2013. Hubungan Tipe Dasar Perairan dengan Distribusi Ikan Demersal di Perairan Pangkajene Sulawesi Selatan 2011 (The Relation Between Sea Bottom Type and Demersal Fish in Pangkajene Waters South Sulawesi 2011). *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan IPB*. ISSNN 2087-4871, 4(1):31-39.

Andrady A L. 2011. Marine Pollution Bulletin Mikroplastics in the Marine Environment. *Elsevier*, 62(1):1596-1605.

Asia & Arifin M Z. 1 Juni, 2017. Dampak Sampah Plastik bagi Ekosistem Laut. *Jurnal Buletin Mstric*. Vol.14.

Atmadipoera A S, Selfrida M. Horhoruw, Purba M, dan Nugroho D Y. Juni 2016. Variasi Spasial dan Temporal Arlindo di Selat Makassar. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol. 8. No. 1: 299-320.

Bakri A. 2014. Transport of persistent organic pollutants by microplastics in estuarine conditions estuar. *Jurnal Coast Sheif Science*, 140(2014):14-21.

Bhatti A J. 2010. Current State and Potential for Increasing Plastics Recycling in the U.S. *Department of Earth & Environmental Engineering Fu Foundation School of Engineering & Applied Science Columbia University.*

Boucher J & Damien F. 2017. Primary Microplastics in the Oceans; a Global Evalution of Sources. *Jurnal Published International Union for Conservation of Nature*.

Claessens M, Meester S D, Landuyt L V, Clerck K D, Janssen C R. 2011. Occurrence and Distribution of Microplastics in Marine Sediments along the Belgian Coast. *Marine Pollution Bulletin*. 62(2011):2199–2204.

Cole M & Galloway T S. 2015. Ingestion of Nanoplastics and Microplastics by Pacific Oyster Larvae. *Environmental Science and Technology*, 10(2015):1-23.

Dris R, Gasperi J, Rocher V & Tassin B. 2018. Synthetic and non-synthetic anthropogenic fibers in a river under the impact of Paris Megacity: Sampling methodological aspects and flux estimations. *Science of the Total Environment*. 618(2018):157–164.

Optimization Software:
www.balesio.com

Ernawati T. 2007. Distribusi dan Komposisi Jenis Ikan Demersal yang Tertangkap Trawl pada Musim Barat di Perairan Utara Jawa Tengah [Fish distribution and composition demersal fish caught by trawl in west season in north waters of Central Java]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 7(1):41-45.

Fossi. 2014. Large Filter Feeding Marine Organisms as Indicator of Microplastics in the Pelagic Enviroment the Case Studies of the Mediterranean Basking Shark (*Cetorhinus maximus*) And Fin Whale (*Balaenoptera physalus*). *Jurnal Marine Enviromental Research*. Vol. Xxx:1-8.

Galgani F, Hanke G, Werner S & De vrees L. 2013. Marine Litter Within the European Marine Strategy Framework Directive. *Jurnal CES J.MAR Science*. Vol. 70. No. 6: 1055-1064.

Gesamp. 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics in The Marine Environment: a Global Assessment. *International Maritime Organization*. ISSN: 1020-4873.

Gordon A L, Susanto R D, Ffield A, Huber B A, Pranowo W dan Wirasantosa S. 2008. Selat Makassar Lintas, 2004-2006. *Geophysical Research Letters*, 35(2008):1-5.

Hasanudin M. 1998. Arus Lintas Indonesia (ARLINDO). *Oseana*. ISSN 0216 1877, 23(2):1–9.

Hastuti A.R, Yulianda F & Yusli W. 2014. Distribusi Spasial Sampah Laut di Ekosistem Mangroove Pantai Indah Kapuk. *Jurnal Bonorowo Westlands*, 4(2):94-107.

Hapitasari D N. 2016. Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Pasir Dan Ikan Demersal: Kakap (*Lutjanus* Sp.) Dan Kerapu (*Epinephelus* Sp.) Di Pantai Ancol, Palabuhanratu, Dan Labuan. Skripsi Fakultas MIPA IPB Agustus.

Hidalgo-Ruz V., Gutow L., Thompson R.C., & Thiel M. (2012). Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science & Technology*, 46(2012):3060−3075.

Horhoruw S M, Atmadipoera A S, Purba M, Purwandana A. 2015. Struktur Arus dan Variasi Spasial Arlindo di Selat Makassar dari EWIN 013. *Ilmu Kelautan, UNDIP*. ISSN 0853-7291, 20(2):87-100.

K. 2013. Contamination of Beach Sediments of a Subalpine Lake ith Mikroplastics Particel. *Jurnal CURR biologi*, 23(19):867-868.

Optimization Software:
www.balesio.com

Isensee K and Valdes L. 2015. Marine Litter: Microplastics. United Nations. IOC-UNESCO.

Iswandi D, Nurisa F & Erlina L. 2017. Pemanfaatan sampah plastik LDPE dan PET menjadi bahan minyak dengan proses pirolisis. Jurnal ilmiah teknik kimia UNPAM, 1(2).

Jabeen K, Su L, Li J, Yang D, Tong C, Mu J & Shi H. 2016. Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. *Environmental Pollution*. xxx(2016):1-9.

Karuniastuti N. 2014. Bahaya Plastik Terhadap Kesehatan & Lingkungan. *Jurnal Teknologi*. Vol.3. No. 1.

Kumar S, Panda A.K & Singh RK. 2011. a Review on Tertiary Recycling of High-Density Polyethyelen to Fuel Resources, 55(2011):893-910.

Löder M.G.J and Gerdts G. 2015. Methodology Used for the Detection and Identification of Microplastics-A. *Marine Anthropogenic Litter.* DOI 10.1007/978-3-319-16510-3_8: 201-227.

Lusher A. 2015. Microplastics in the Marine Environment: Distribution, Interactions and Effects. *Marine and Freshwater Research Centre*. Vol (10): 246-307.

Lusher A, McHugh M & Thompson R.C. 2013. Occurrence of Microplastics in the Gastrointestinal Tract of Pelagic and Demersal Fish from the English Channel. *Marine Pollution Bulletin*. 67(2013):94–99.

McMahon C.R., Holley D & Robinson S. 1999. The diet of itinerant male Hooker's sea lions, Phocarctos hookeri, at sub-Antarctic Macquarie Island. *Wildl. Res*. 26(6):839-846.

Moore G.L & Lattina. F.Z. 2011. Quantity and Type of Plastics Debris Flowing from Two Urban Rive and Beaches of Southern California, 11(1):65-73.

Mulyadi .E. 2014. Termal Dekomposisi Sampah Plastik. *Jurnal Rekayasa Perencanaan*. Vol.1. No. 1.

Okatama I. 2016. Analisa Peleburan Limbah Plastik Jenis Polyethhylene Terphtalate (PET) Menjadi Biji Plastik Melalui Pengujian Alat Pelebur Plastik. *Jurnal Teknologi*. Vol. 5.

. 2010. Studi Komposisi Sampah Perkotaan Pada Tingkat Rumah angga di Kota Depok. Jurnal Teknik Sipil.

Optimization Software:
www.balesio.com

Prasetyo H, Rusdhiyanto & Ilham E.F. 2014. Mesin Pengelola Limbah Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Alternatif. *Jurnal Teknik Mesin.*

Purwaningrum P. 2016. Upaya Mengurangi Timbunan Sampah Plastik di Lingkungan.*Jurnal Teknologi Lingkungan*, 8(2):141-147.

Puspitasari D E. 2009. Dampak Pencemaran Air Terhadap Kesehatan Lingkungan Dalam Perspektif Hukum Lingkungan (Studi Kasus Sungai Code Di Kelurahan Wirogunan Kecamatan Mergangsan Dan Kelurahan Prawirodirjan Kecamatan Gondamanan Yogyakarta). *Jurnal Mimbar Hukum.*Universitas Gajah Mada, 21(1):23-34.

Putra H.P & Yebi Y. 2010. Studi Pemanfaatan Sampah Plastik menjadi Produk & Jasa Kreatif. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*. Vol. 2. No.1: 21-31.

Riswan. 2011. Pengelolaan Sampah Rumah Tangga di Kecamatan Daha Selatan. *Jurnal Lingkungan*. Vol. 9. No. 1.

Risnandar. 2013. Pengelolaan Lingkungan Pelabuhan Perikanan (Studi Kasus Di: Pelabuhan Perikanan Nusantara Pelabuhanratu). Tesis. Institut Pertanian Bogor Bulan Agustus.

Rochman C M *et al*. 2013. Longterm Field Measurements of Sorption of Organic Contaminations Ti Five Types of Plastic Pellents Implications for Plastic Marine Debris. *Journal Environ Science Technology*. Vol. 140: 14-21.

Rochman C M, Tahir A, Williams S L,. Baxa D V, Lam R, Miller J T, Teh F T, Werorilangi S & Teh S J. 2015. Anthropogenic debris in seafood: Plastic debris and fibers from textiles in fish and bivalves sold for human consumption. *www.nature.com/scientificreports/* DOI: 10.1038/srep14340.

Sahwan F.L, Djoko H, Martono, S Wahyono & Wisoyodarmo. 2005. Sistem Pengelolaan Limbah Plastik di Indonesia. *Jurnak Teknik Lingkungan*, 6(1):311-318.

Setyanto R.H. 2013. Aplikasi Polimer Biodegradable Dampaknya pada Ekonomi dan Lingkungan. *Jurnal Mekanika*. Vol. 11. No. 2: 83-88.

n O.O. & Palanisami T. 2016. Microplastics in the Marine nvironment: Current Status, Assessment Methodologies, Impacts nd Solutions. *Journal of Pollution Effects & Control*. ISSN:2375-397 JPE. Volume 4. Issue 2. 1000161: 1-13.

Optimization Software:
www.balesio.com

Storck F.R. 2015. Microplastics in Fresh Water Resources. *Jurnal Global Water Research Coallition*.

Sulchan M & Endang Nur. W. 2007. Keamanan Pangan Kemasan Plastik & Styrofon. *Jurnal Kedokteran Indonesia*, 57(2):55.

Surono U.B. 2013.Berbagai Metode Konveksi Sampah Plastik menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*. Universitas Janabadra Yogyakarta. ISSN: 2088-3676 April: 32-40. Vol. 3. No. 1.

Taufiq A & M. Fajar M. 2015. Sosialisasi Sampah Organik & Nonorganik Serta Pelatihan Kreasi Sampah. *Jurnal Inovasi & Kewirausahaan*. Vol. 4. No. 1.

Thompson R.C. 2014. Lost at Sea; Whene is All The Plastic?. *Journal Science.* Vol. 304 (5672).

Utama D H, Daulay S B & Ainun Rohanah. 2016. Uji Berbagai Jenis Bahan Plastik pada Alat Pengelolaan Limbah Plastik Berbahan Bakar Tempurung Kelapa. *Jurnal Rekayasa Pangan & Pertanian*. Vol. 4. No. 1.

Verawati. 2016. Analisis Kualitas Air Laut di Teluk Lampung. *Tesis Pascasarjana Teknik Sipil*.

Victoria A V. 2017. Kontaminasi Mikroplastik di Perairan Tawar. *Artickel ITB Teknik Kimia.*

Wahyono S. 2001. Pengelolaan Sampah Organik dan Aspek Sanitasi. *Jurnal Pengelolaan Organik*. Vol. 2. No. 2.

Wagner M & Lambert S. 2018. Freshwater Microplastics, Emerging Environmental Contaminants. The Handbook of Environmental Chemistry 58 Series Editors: Damià Barceló · Andrey G. Kostianoy. DOI 10.1007/978-3-319-61615-5.

Wright S L & Kelly frank J. 2017. Plastic and Human Health a Micro Issue?. *Journal Environ Science Technology.* Vol. Xxxx. No. Xxx.

Yogiesti V. 2010. Pengelolaan Sampah Terpadu Berbasis Masyarakat Kota Kediri. *Jurnal Tata Kota dan Daerah*. Vol. 2. No. 2.

Optimization Software:
www.balesio.com

LAMPIRAN

Optimization Software:
www.balesio.com

LAMPIRAN 1

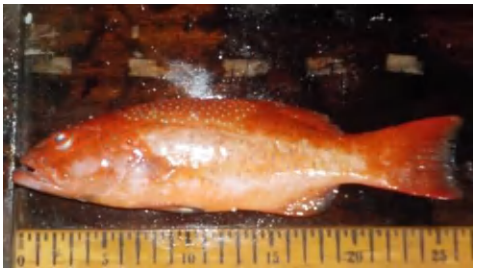
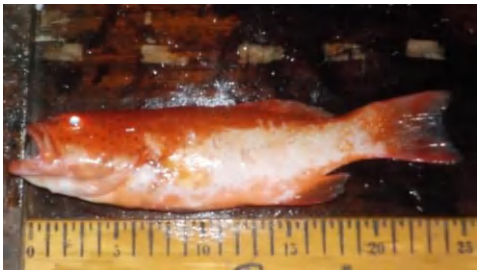
Berat ikan, panjang tubuh ikan dan berat hati ikan yang diperoleh di Kepulauan Bala-balakang

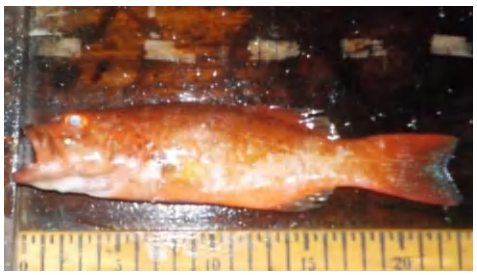
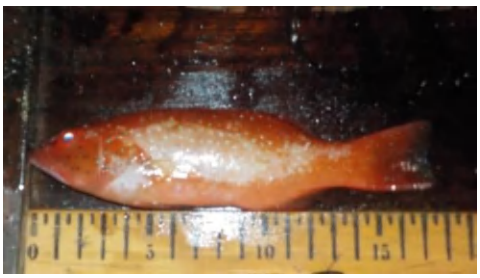
Kode sampel	Panjang Tubuh (Cm)	Berat Sampel (Kg)	Berat Hati (Kg)
Kr1	34	1,188	
Kr2	27	0,491	0,0023
Kr3	26,5	0,544	0,002
Kr4	26	0,434	0,002
Kr5	22,5	0,31	
Kr6	18	0,158	
Kt1	24	0,487	
Kt2	24	0,441	
Kt3	22	0,418	
Kt4	24	0,48	
Kt5	24	0,526	
Kt6	24	0,48	
Fg1	24	0,84	0,024
Fg2	24	0,921	0,028
Fg3	24	0,767	0,019
Fg4	24	0,844	0,039
Fg5	21	0,535	0,013
Fg6	16	0,324	0,026
Jr1	30,5	0,394	
Jr2	27	0,262	
Jr3	23	0,196	
Jr4	22	0,177	
Jr5	20	0,176	
Lp1	17	0,156	
Lp2	17	0,176	
Lp3	18	0,167	
Lp4	17	0,187	
Lp5	16	0,138	
Lp6	17	0,187	
[illegible]7	17,5	0,185	

Optimization Software:
www.balesio.com

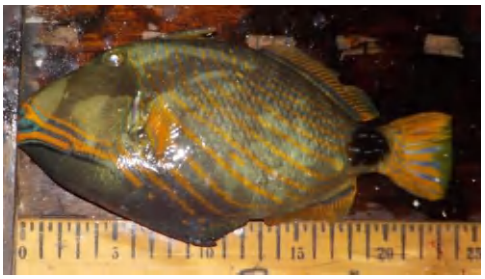
LAMPIRAN 2

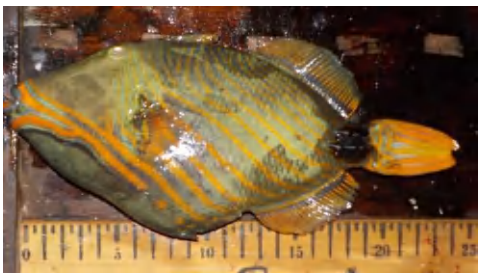
Gambar sampel ikan yang diambil di Kepulauan Bala-balakang

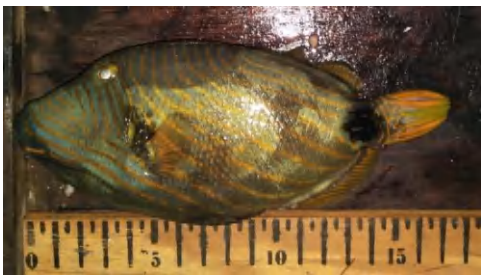



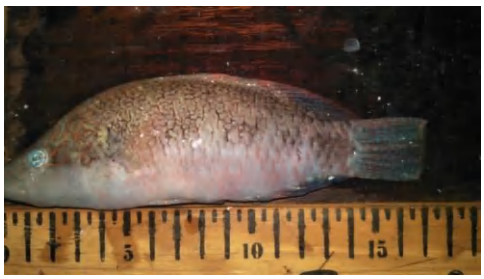
Optimization Software:
www.balesio.com

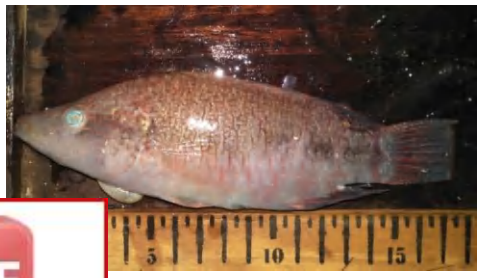






Optimization Software:
www.balesio.com





Optimization Software:
www.balesio.com

LAMPIRAN 3

Data Indikasi MPs pada Ikan

No.	Kode sampel	Indikasi Partikel Mikroplastik (PSM)						
		Warna	Tipe	Bentuk	Rata-rata Ukuran (mm)	Perbesaran Lensa	Perbesaran HP	Frekuensi
1	Kr1	Biru	Fiber	Memanjang	1.178	4x10	2x	7
2	Kr2	Transparan	Fiber	Memanjang	2.142	4x10	2x	3
3	Kr3	Biru	Fiber	Memanjang	343	4x10	2x	2
4	Kr4	Biru	Fiber	Memanjang	1228		2x	6
5	Kr5	0						
6	Kr6	0						
7	Kt1	Biru	Fiber	Memanjang	2761	4x10	2x	5
8	Kt2	Biru	Fiber	Memanjang	1389	4x10	2x	2
9	Kt3	Kuning	Fragmen		556	4x10	2x	1
10	Kt4	0						
11	Kt5	0						
12	Kt6	0						
13	Fg1	Transparan	Fragmen		1.337	4x10	2x	1
		Kuning	Fragmen		4.387	1,5x10	1x	1
14	Fg2	Biru	Fiber	Memanjang	2.371	4x10	2x	2
15	Fg3	Hijau	Fragmen		143	4x10	2x	1
		Orange	Fragmen		3.391	2x10	2x	1
	Fg4	0						
	Fg5	0						

Optimization Software:
www.balesio.com

18	Fg6	0						
19	Jr1	Transparan	Filamen	Monofilamen	466	4x10	2x	1
20	Jr2	Biru	Fiber	Memanjang	1.342	4x10	2x	5
21	Jr3	Hitam	Filamen	Monofilamen	408	4x10	2x	1
22	Jr4	Hitam	Fiber	Memanjang	0,343	4x10	2x	4
		Merah	Fiber	Memanjang	2,003	4x10	2x	3
23	Jr5	Hitam	Fiber	Memanjang	3,613	2x10	2x	1
24	Lp1	Biru	Fiber	Memanjang	3,896	2,7x10	2x	9
		Biru	Filamen	Memanjang	0,38	4x10	2x	1
25	Lp2	Hitam	Fragmen		0,169	4x10	2x	1
		Hitam	Fragmen		0,314	4x10	2x	1
		Transparan	Filamen	Serat	1,904	4x10	2x	1
26	Lp3	Hitam	Fiber	Memanjang	0,383	4x10	2x	2
27	Lp4	Hitam	Fragmen		0,1	4x10	2x	1
		Hitam	Fragmen		0,123	4x10	2x	1
		Hitam	Fragmen		0,055	4x10	2x	3
28	Lp5	0						
29	Lp6	Merah	Fiber	Memanjang	1,112	4x10	2x	5
30	Lp7	Hitam	Fiber	Memanjang	2,833	3,5x10	2x	1
		Hitam	Fiber	Memanjang	3,073	3x10	2x	1

Optimization Software:
www.balesio.com

Data Indikasi MPs pada Air

Kode sampel	Indikasi Partikel Mikroplastik (PSM)						
	Nomor	Warna	Tipe	Rata-rata Ukuran (µm)	Perbesaran Lensa	Perbesaran HP	Frekuensi
P1S1	1	Biru	Fiber	1061	4	2	22
	2	Kuning	Fragmen	756	4	2	3
	3	Merah	Fiber	1331	4	2	3
	4	Biru	Fragmen	324	4	2	1
P1S2	1	Hitam	Fiber	2665	2	2	2
	2	Biru	Fiber	1222	4	2	19
P2S1	1	Hitam	Fiber	2522	2	2	1
	2	Biru	Fiber	788	4	2	17
P2S2	1	Hijau	Fiber	1093	4	2	3
	2	Hitam	Fiber	432	4,5	2	1
	3	Biru	Fiber	1571	4	2	16
P3S1	1	Kuning	Fragmen	1413	4	2	1
	2	Orange kekuningan	Fragmen	356	4	2	1
	3	Merah	Fragmen	407	4	2	1
	4	Merah	Fiber	2302	4	2	7
	5	Biru	Fiber	1312	4	2	15
P3S2	1	Biru	Fiber	1977	4	2	31
	2	Biru	Fragmen	130	4,5	2	1
	3	Hitam	Fiber	3132	2	2	2
	4	Transparan	Fiber	1485	4	2	1

Optimization Software:
www.balesio.com

Data Indikasi Mikroplastik pada Sedimen

Kode sampel	Mess	Indikasi Partikel Mikroplastik (PSM)						
		Nomor	Warna	Tipe	Ukuran (mm)	Perbesaran Lensa	Perbesaran HP	Frekuensi
P1S1	0,063 mm	1	Biru Muda	Fragmen	1044,581	4	1	1
		2	Hijau	Fragmen	2008,408	2	1	1
	2 mm	1	Biru	Fiber	3228,984	4	1	13
		2	Pigmentasi	Film	3935,916	2	1	3
P1S2	0,063 mm	1	pigmentasi	Fragmen	2612,267	2,5	1	1
		2	Biru dan Hitam	Fragmen	614,998	4	1	6
		3	biru tua	Fiber	2659,964	4	1	7
		4	Hijau Tua	Fragmen	627,089	4,5	1	1
		5	Abu-abu	Fragmen	1685,367	3	1	2
	2 mm	1	Biru	Fiber	1570,687	4	1	11
P1S3	0,063 mm	1	Merah, Biru	Granula	279,417	4	1	6
	2 mm	1	Biru	Fragmen	360,684	4,5	1	6
		2	Kuning	Fragmen	549,743	4	1	1
		3	Hijau	Fragmen	270,875	4	1	5
		4	Pigmentasi	Fragmen	3329,528	2	1	5
		5	Merah	Fragmen	871,348	4	1	3
P1S4	0,063 mm	1	Hijau Tua, Muda	Granula	114,454	4,5	1	4
	2 mm	0	Merah, biru, Hitam	Fiber	1203,321	4	1	5
[illegible]	0,063	1	Merah	Filamen	1218,782	4,5	1	1

Optimization Software:
www.balesio.com

	mm	2	Merah, Biru	Fiber	1256,415	4	1	8
	2 mm	1	Biru	Fiber	2075,74	4	1	8
		2	Merah	Fiber	1958,701	4	1	3
		3	Ungu	Fiber	2131,132	4	1	1
		4	Hitam	Fiber	1762,837	4	1	4
P1S6	0,063 mm	1	Biru	Fiber	1552,921	4	1	3
	2 mm		Putih	Fragmen	1778,94	4	1	1
P2S1	0,063 mm	1	Biru	Fragmen	395,12	4,5	1	1
		2	Biru	Fiber	1975,224	4	1	19
	2 mm	1	Hijau	Fragmen	239,687	4,5	1	4
		2	Biru	Fiber	2533,201	4	1	5
		3	Merah	Fiber	1782,177	4	1	2
		4	Hitam	Fiber	2533,761	4	1	5
P2S2	0,063 mm	1	Hijau	Fragmen	331,162	4,5	1	1
		2	Merah muda	Filamen	889,705	4,5	1	1
		3	Biru	Fiber	1767,231	4,5	1	5
		4	Hijau	Fiber	3128,251	4,5	1	1
	2 mm	1	Hijau	Fragmen	227,777	4,5	1	2
		2	Biru	Fragmen	228,554	4,5	1	1
		3	Biru	Fiber	2876,218	4	1	46
		3	Merah	Fiber	1656,097	4	1	3
		3	Kuning	Fiber	1575,006	4	1	2
		3	Ungu	Fiber	1295,524	4	1	1
		3	Hitam	Fiber	1034,767	4	1	4

Optimization Software:
www.balesio.com

		4	Pigmentasi	Fragmen	250,081	4,5	1	1
		5	Hijau muda	Fragmen	187,541	4,5	1	1
		6	Merah	Fragmen	248,992	4,5	1	1
P2S3	0,063 mm	1	Biru	Fragmen	471,889	4,5	1	1
		2	Merah	Fragmen	377,914	4,5	1	3
		3	Biru	Fiber	1821,213	4	1	16
		3	Merah	Fiber	1645,109	4	1	4
	2 mm	1	kuning	Fiber	1034,882	1,5	1	7
		2	Merah	Fiber	1143,765	4,5	1	2
		3	Biru	Granula	302,106	4,5	1	1
		4	Biru	Filamen	355,014	0,7	1	11
P2S4	0,063 mm	1	Biru	Fiber	943,021	4	1	6
	2 mm	1	biru	Fiber	1760,933	4	1	3
		1	Hijau	Fiber	965,092	4	1	1
P2S5	0,063 mm	1	Hitam	Fiber	961,476	4	1	2
	2 mm	1	Kuning	Fiber	1387,932	2	1	3
		2	Biru	Fragmen	233,166	4,5	1	1
		3	Merah	Fiber	848,938	4,5	1	2
		4	Biru	Fiber	1057,958	4,5	1	21
		5	Hijau	Fiber	1012,429	4	1	1
	0,063 mm	1	Biru	Filamen	964,64	4,5	1	1
		2	Biru	Fiber	1572,234	4	1	1
	2 mm	1	Biru	Fragmen	222,093	4	1	1

Optimization Software:
www.balesio.com

		2	Ungu	Fiber	2137,462	4	1	1
		2	Biru	Fiber	1662,302	4	1	4
		2	Merah	Fiber	1387,622	4	1	2
		2	Hitam	Fiber	2874,236	4	1	1
P3S1	0,063 mm	1	Hijau	Filamen	567,132	4,5	1	1
		1	Merah	Filamen	658,064	4	1	1
		2	Biru	Fiber	2067,217	4	1	2
	2 mm	1	Merah	Fiber	1762,221	4	1	3
		1	Coklat	Fiber	1709,218	4	1	2
		1	Biru	Fiber	1519,061	4	1	17
		1	Hijau	Fiber	2121,761	4	1	2
		1	Hitam	Fiber	3987,136	4	1	2
		1	Kuning	Fiber	1550,891	4	1	2
		2	Biru	Fragmen	282,994	4	1	3
P3S2	0,063 mm	1	Merah	Filamen	758,231	4,5	1	1
		2	Biru	Fiber	1609,119	4	1	3
	2 mm	1	Hijau tua	fragmen	2214,022	0,7	1	4
		2	Transparan	Fiber	1878,113	4	1	1
		2	Biru	Fiber	1372,192	4	1	10
		2	Orange	Fiber	1966,931	4	1	4
		2	Hitam	Fiber	1765,221	4	1	5
		2	Hijau	Fiber	3187,987	4	1	1
		2	Ungu	Fiber	952,982	4	1	1
	0,063 mm	1	Merah tua	Fragmen	361,551	2,5	1	2
		2	Biru muda	Fragmen	528,984	2,5	1	1

Optimization Software:
www.balesio.com

		3	Putih	Fragmen	1213,601	2,5	1	1
		4	Biru muda	Fiber	991,817	4	1	1
		4	Biru	Fiber	1877,231	4	1	3
		4	Hitam	Fiber	2469,082	4	1	1
	2 mm	1	Transparan	Monofilamen	1622,023	4	1	2
		1	Kuning coklat	Fragmen	571,433	2	1	1
		2	Transparan	Monofilamen	3587,497	4	1	4
		2	Merah	Fiber	680,463	4	1	1
		2	Hijau	Fiber	1844,121	4	1	1
		2	Biru	Fragmen	1378,973	4	1	1
P3S4	0,063 mm	1	Pigmentasi	Fragmen	255,105	4	1	1
		2	Transparan	Fiber	1762,109	4	1	1
		2	Biru	Fiber	2923,098	4	1	7
		2	Merah	Fiber	1349,327	4	1	1
		2	hijau	Fiber	1245,131	4	1	1
		3	Biru	Fragmen	1118,176	4	1	1
	2 mm	1	Biru	Fiber	1592,022	4	1	2
		2	Transparan	Fiber	3817,193	2	1	3
P3S5	0,063 mm	1	Hijau	Granula	278,114	4,5	1	5
		1	Biru muda	Granula	1378,045	4,5	1	1
		2	Hitam	Fiber	1099,239	4,5	1	5
		2	Merah	Fiber	1482,245	4,5	1	2
		2	Biru	Fiber	2596,233	4,5	1	2
	2 mm	1	Merah	Fiber	1689,212	4	1	12
		1	Kuning	Fiber	1078,356	4	1	2

Optimization Software:
www.balesio.com

		1	Transparan	Fiber	1116,299	4	1	7
		1	Biru	Fiber	3672,257	4	1	23
		1	Hijau	Fiber	1389,366	4	1	6
		1	Hitam	Fiber	2311,198	4	1	3
P3S6	0,063 mm	1	Biru	Granula	327,761	4,5	1	1
		2	Orange	Filamen	1940,4112	2	1	1
		3	Orange	Filamen	1224,983	4	1	1
		3	Biru	Fiber	936,112	4	1	2
	2 mm	1	Biru	Fragmen	193,935	4,5	1	1
		2	Biru muda	Fragmen	485,448	4,5	1	1
		3	Biru	Fiber	2651,852	4	1	54
		3	Merah	Fiber	1596,074	4	1	9
		3	Orange	Fiber	1567,441	4	1	43
		3	Biru muda	Fiber	1788,229	4	1	2

Optimization Software:
www.balesio.com

LAMPIRAN 4

Data Analisis Deskriptif pada sampel Ikan, Air dan Sedimen

Rata-rata Partikel MPs Air	
Mean	1,027778
Standard Error	0,109008
Median	0,958333
Mode	#N/A
Standard Deviation	0,267014
Sample Variance	0,071296
Kurtosis	-0,27948
Skewness	0,840779
Range	0,708333
Minimum	0,75
Maximum	1,458333
Sum	6,166667
Count	6

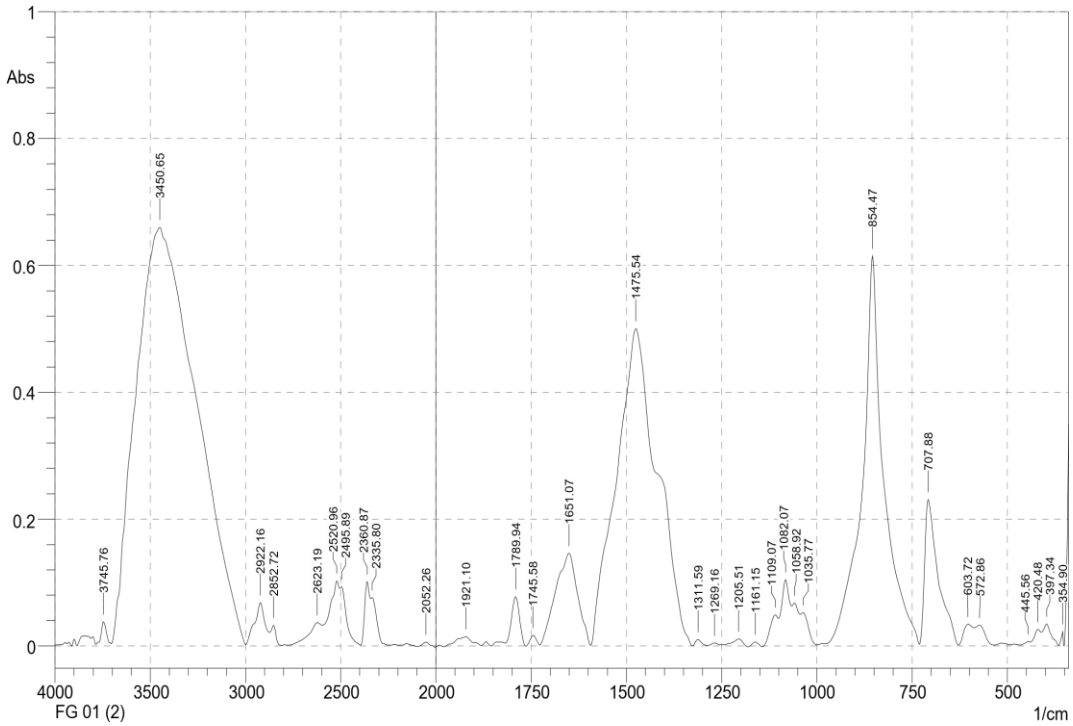
Rata-rata Partikel MPs Sedimen	
Mean	110,3704
Standard Error	21,50626
Median	90
Mode	100
Standard Deviation	91,24333
Sample Variance	8325,345
Kurtosis	3,863009
Skewness	1,839564
Range	370
Minimum	13,33333
Maximum	383,3333
Sum	1986,667
Count	18

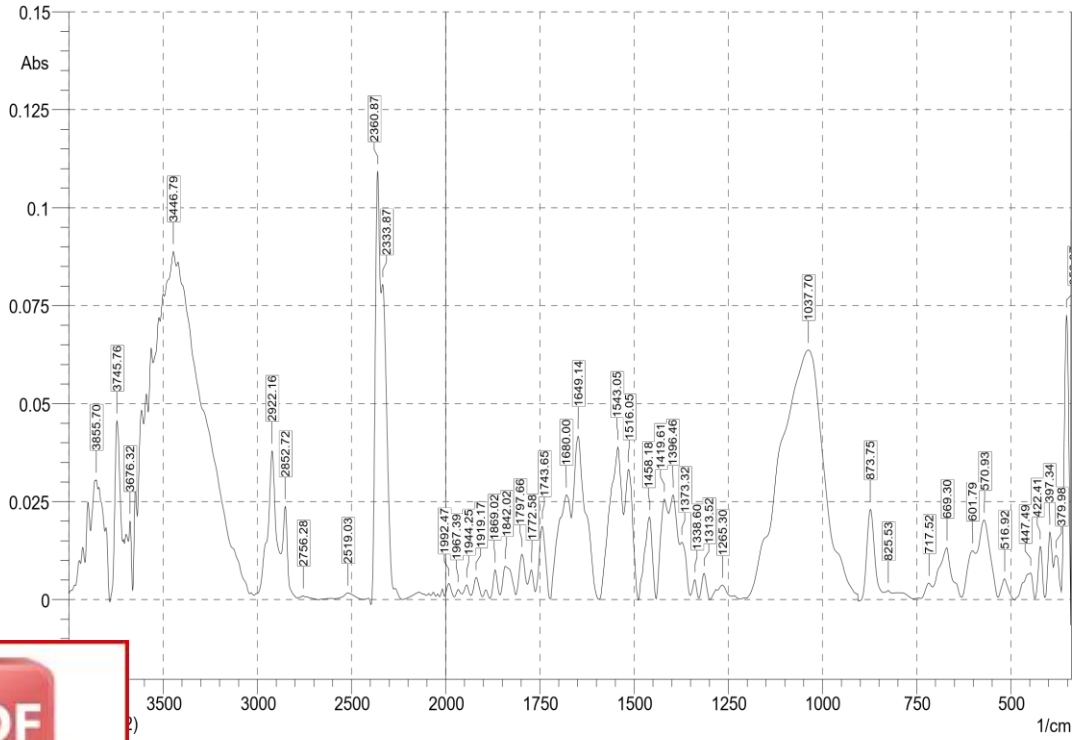
Rata-rata Partikel MPs Ikan	
Mean	2,466667
Standard Error	0,481218
Median	2
Mode	0
Standard Deviation	2,63574
Sample Variance	6,947126
Kurtosis	0,827216
Skewness	1,159973
Range	10
Minimum	0
Maximum	10
Sum	74
	30

Optimization Software:
www.balesio.com

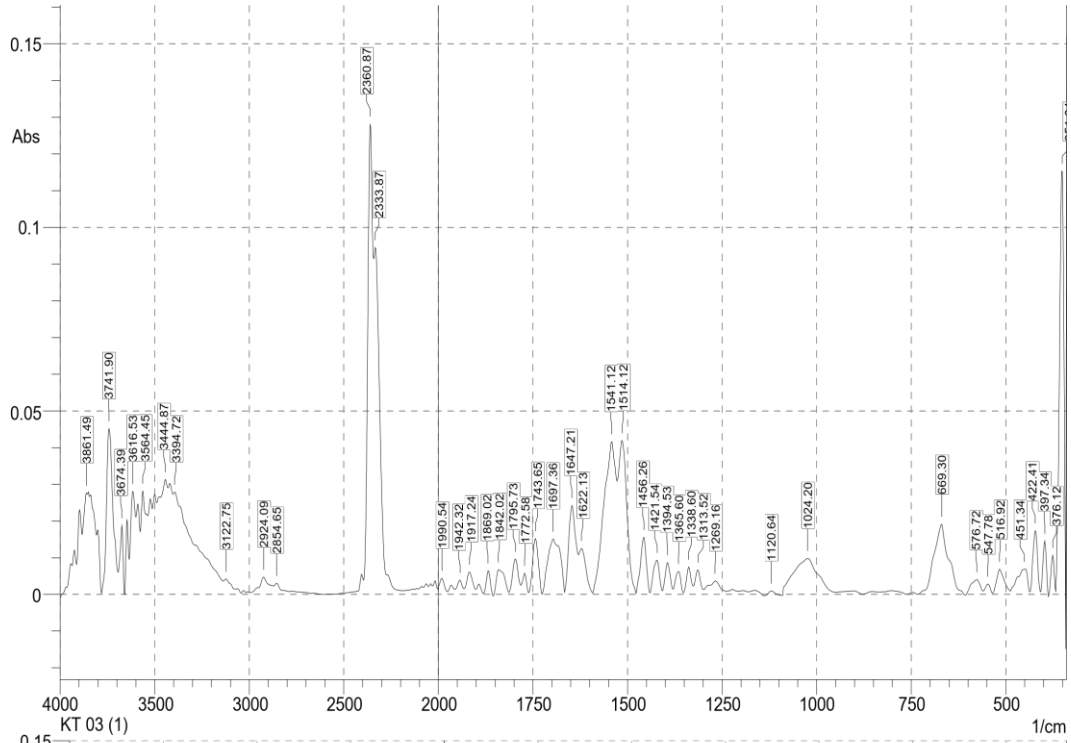
LAMPIRAN 5

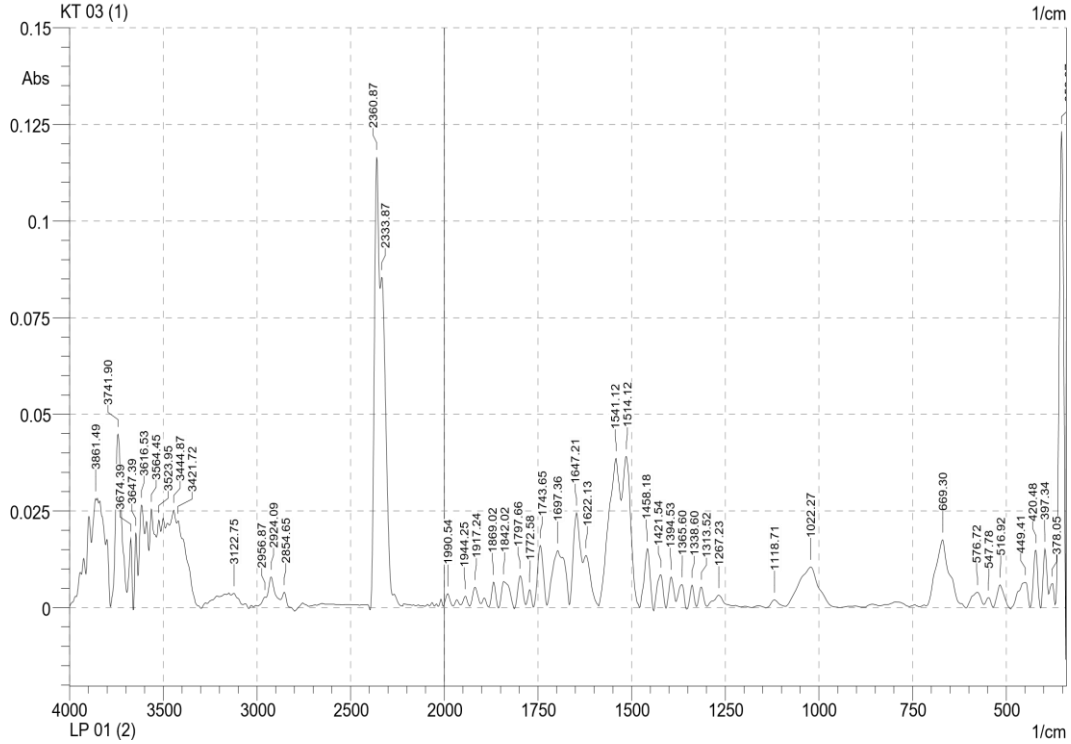
1. Hasil FT-IR mikroplastik pada sampel ikan



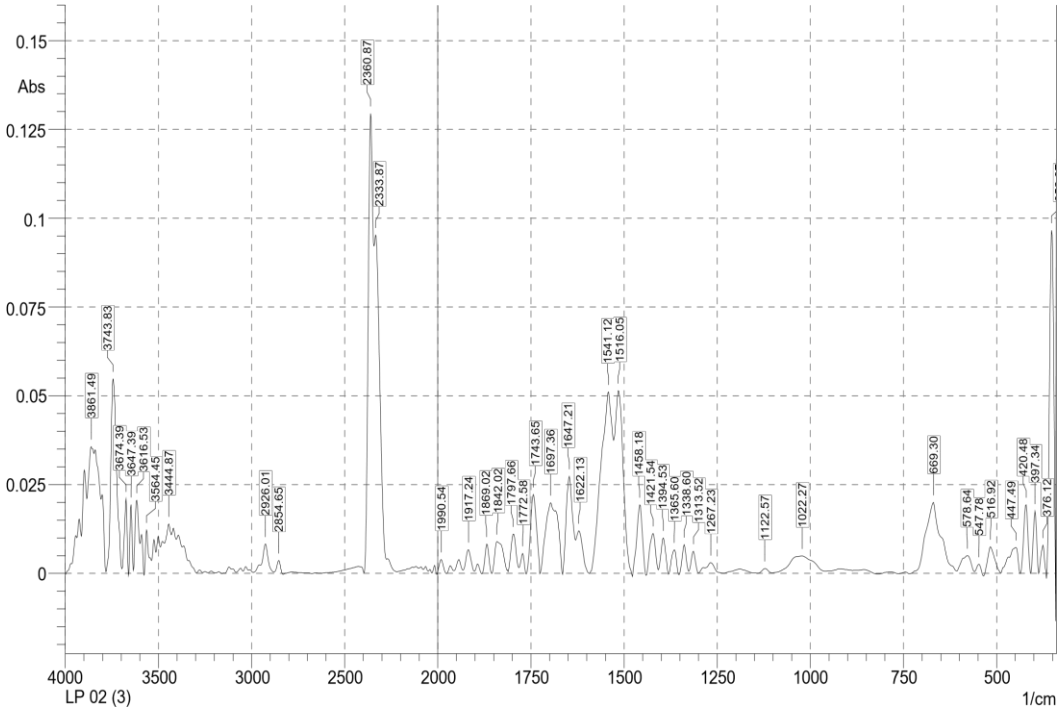


Optimization Software:
www.balesio.com

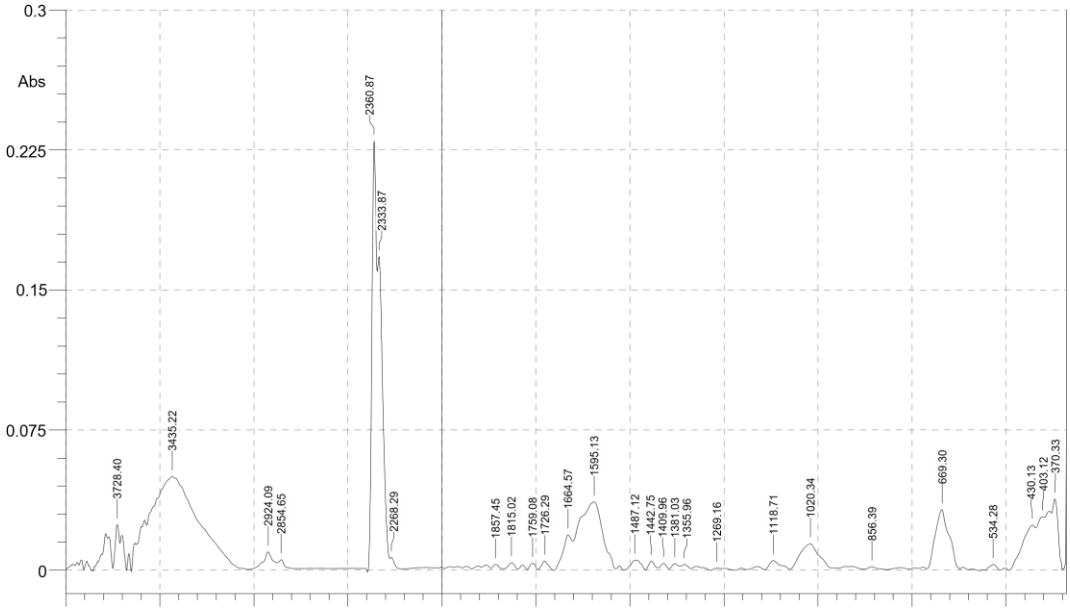




Optimization Software:
www.balesio.com

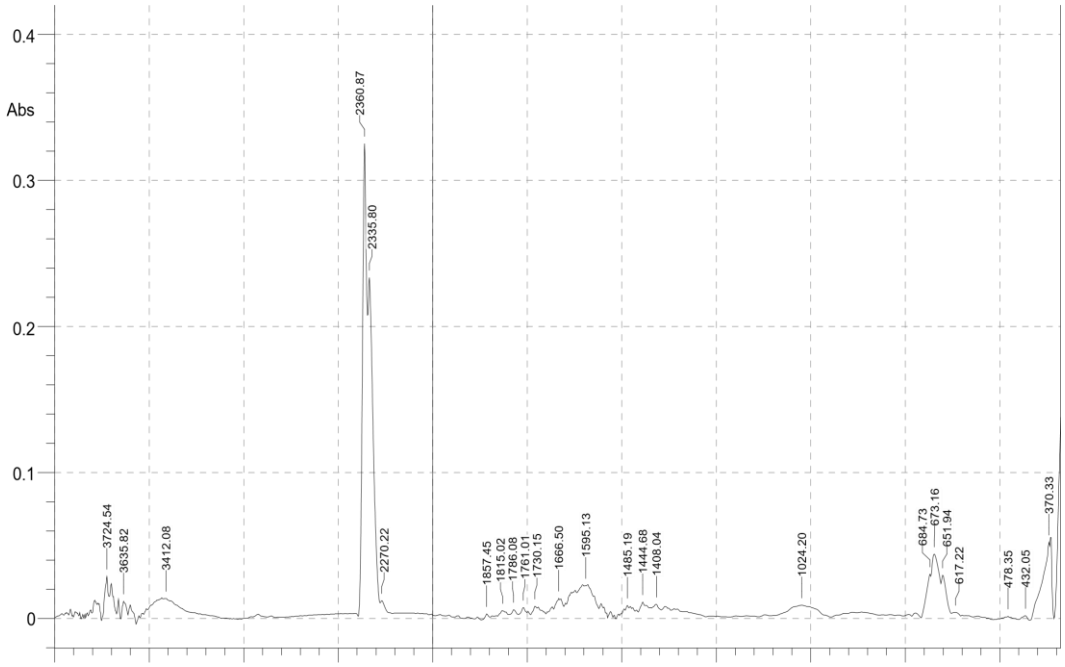


2. Hasil FT-IR mikroplastik pada sampel Air

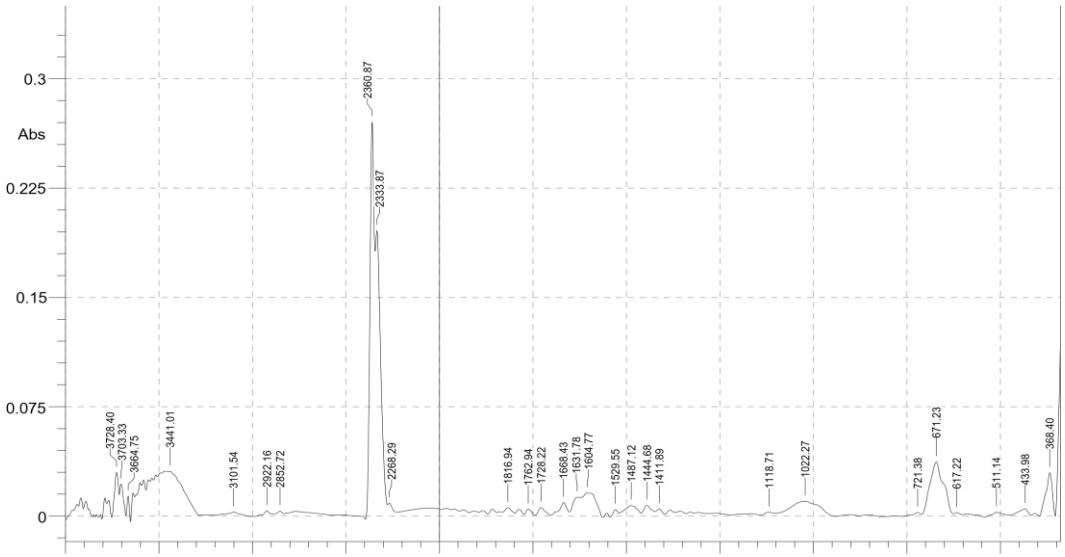


P1 S1 (2) Air

Optimization Software:
www.balesio.com



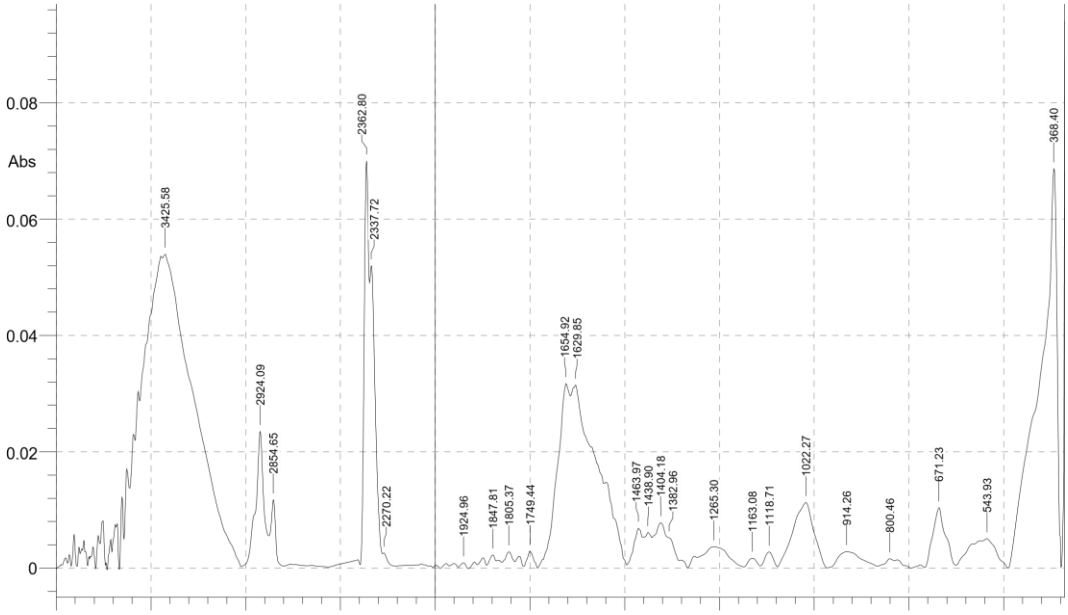
P3 S1 (2) Air



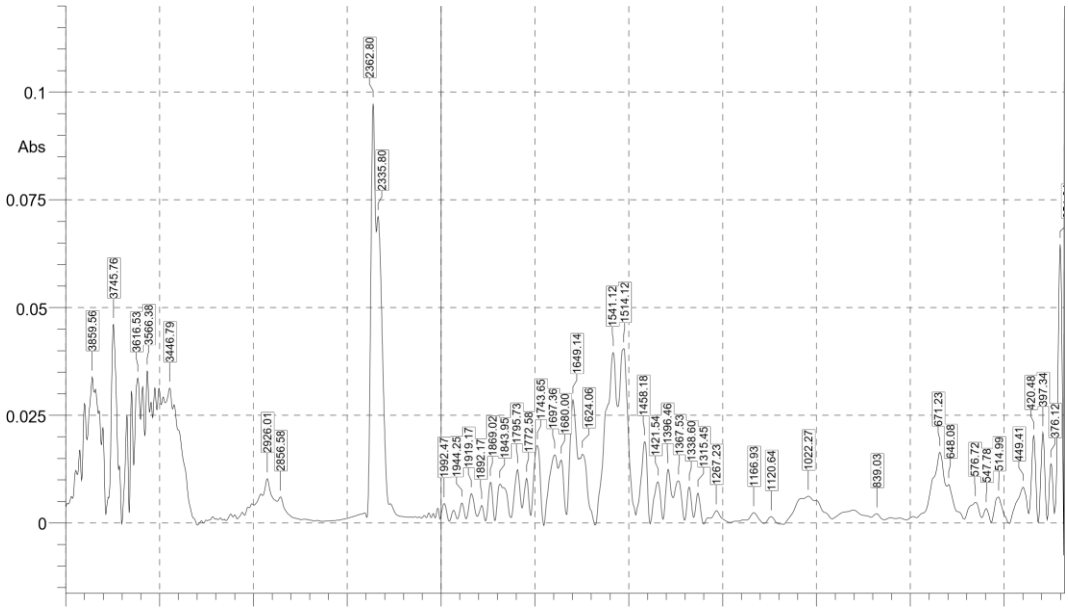
P3 S1 (3) Air

Optimization Software:
www.balesio.com

3. Hasil FT-IR sampel sedimen

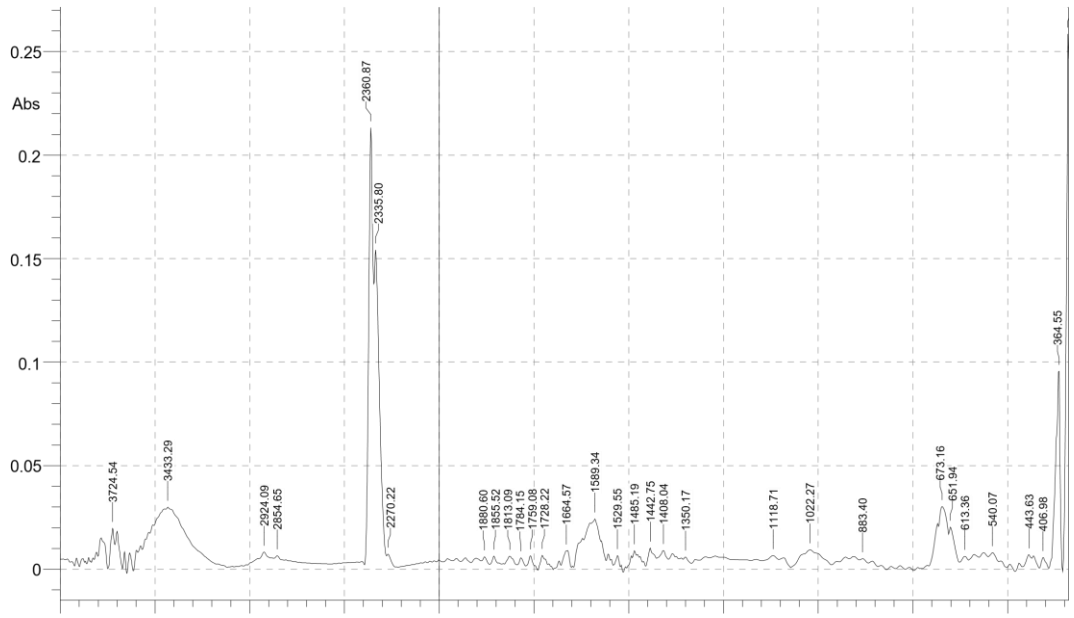


P1 S1 2 mm (1)

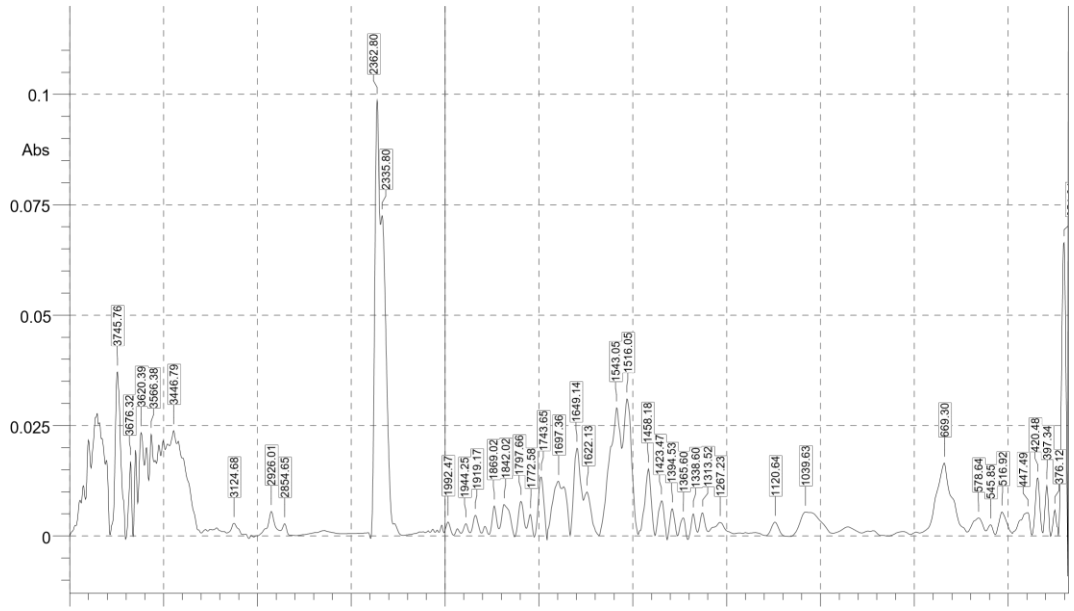


P1 S1 2 mm (2)

Optimization Software:
www.balesio.com

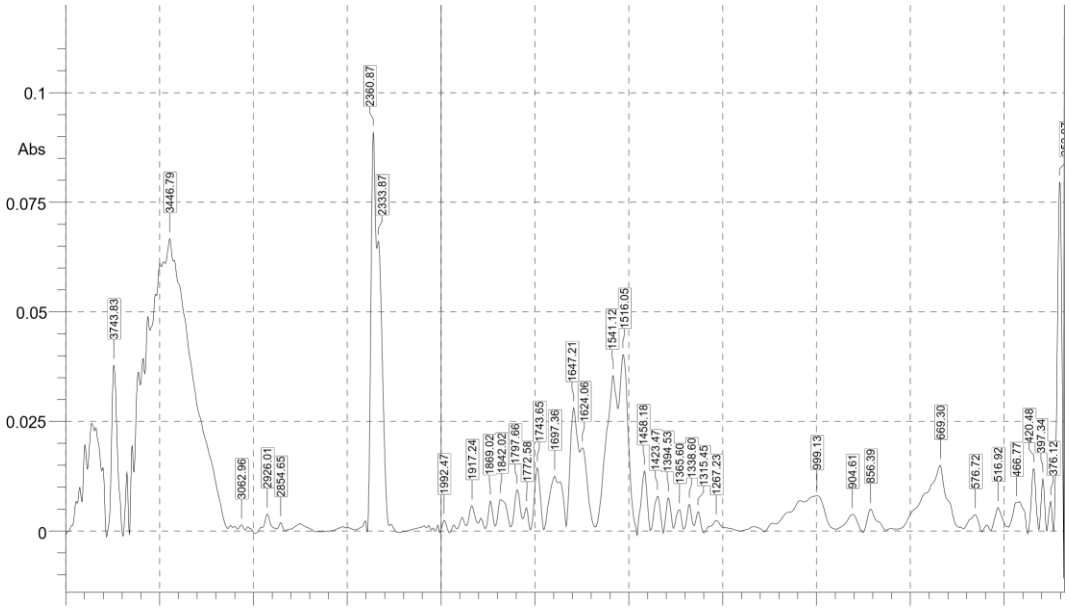


P1 S3 2 mm (2)

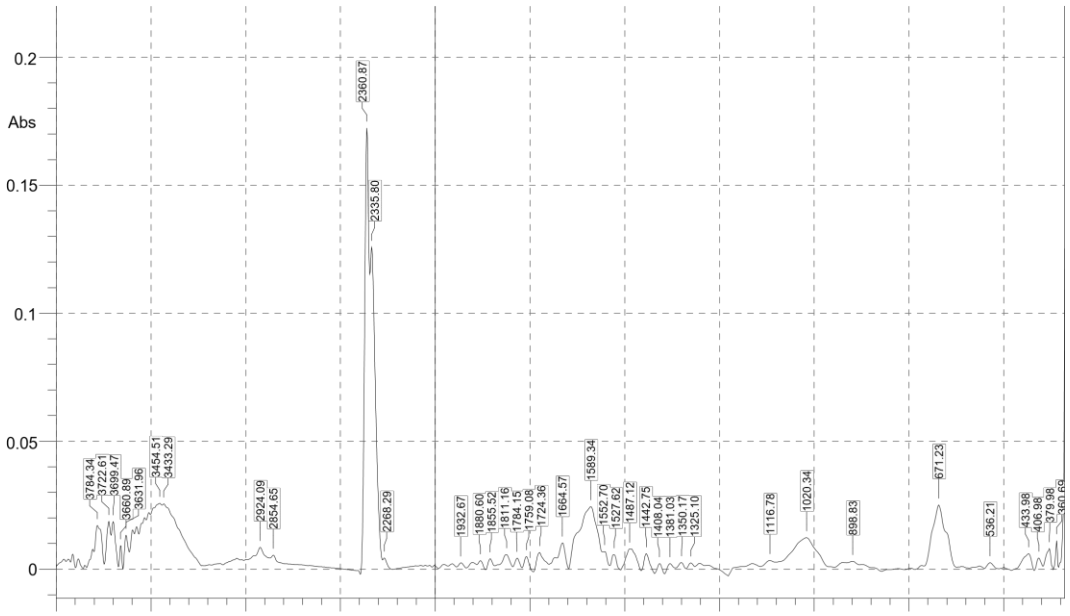


P1 S3 2 mm (4)

Optimization Software:
www.balesio.com

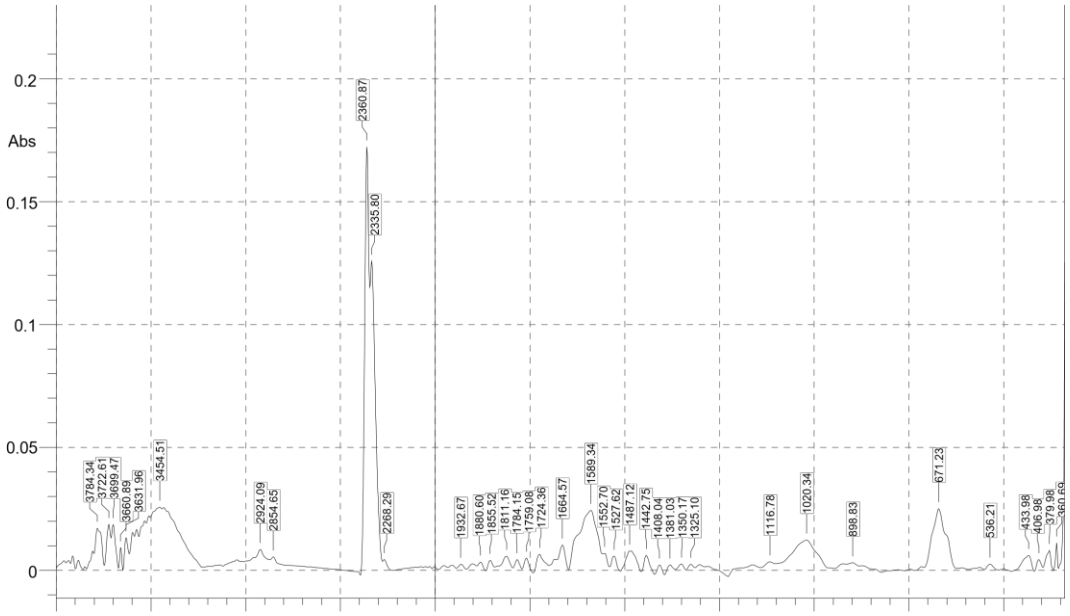


P1 S6 2 mm

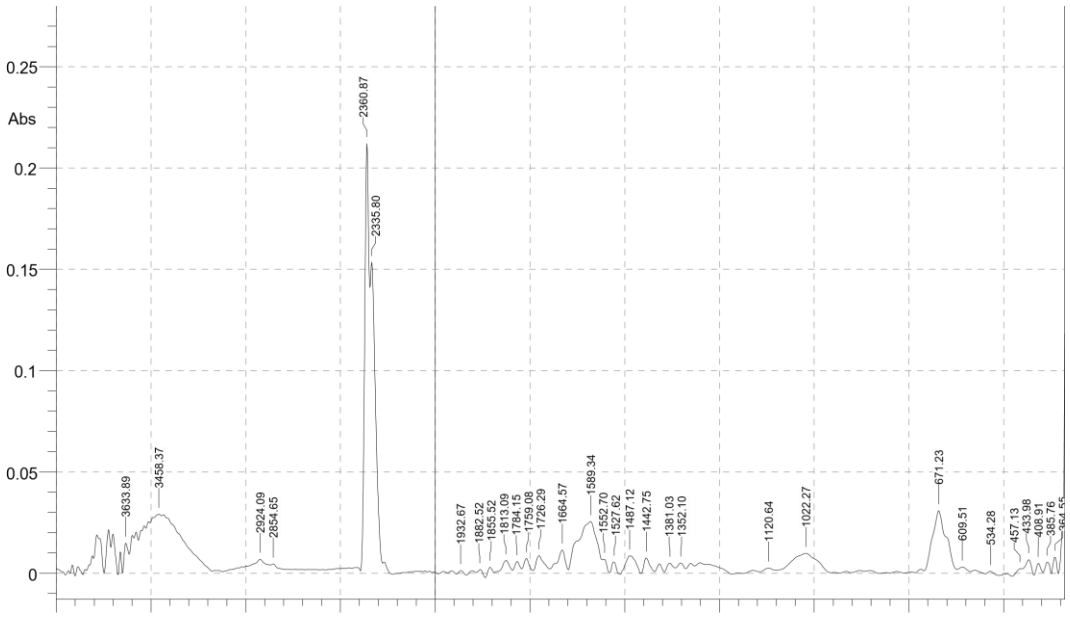


P2 S3 0,063 mm (1)

Optimization Software:
www.balesio.com

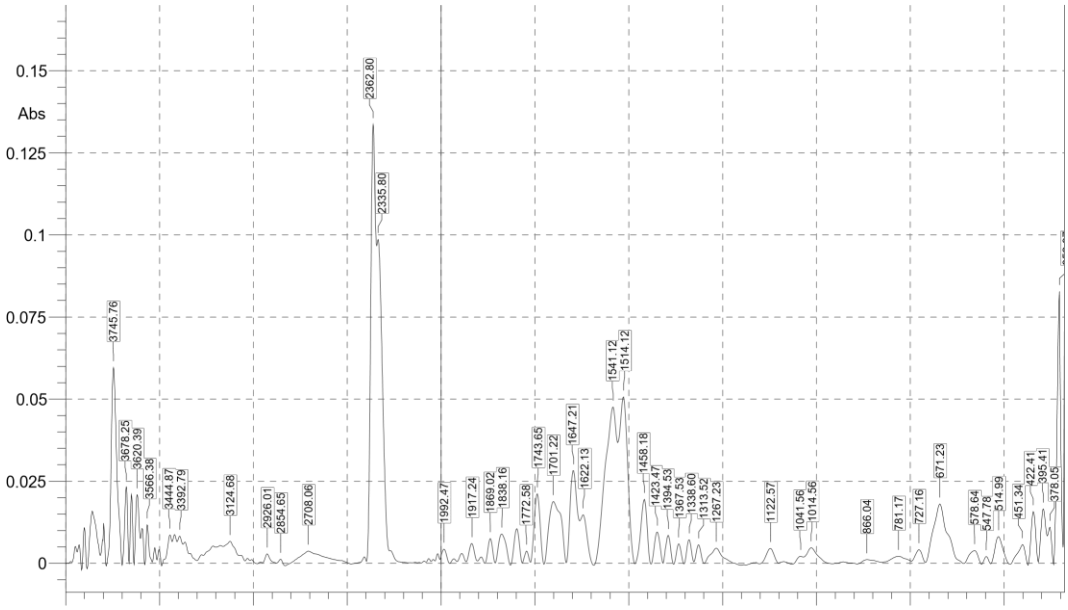


P2 S3 0,063 mm (1)



P3 S5 0,063 mm

Optimization Software:
www.balesio.com



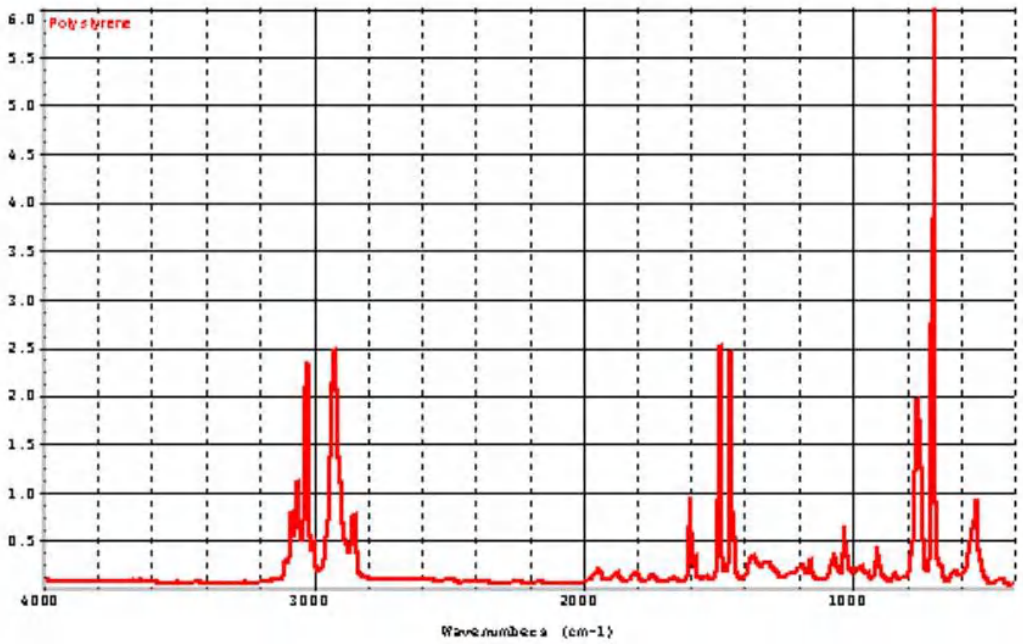
P3 S6 0,063 mm (2)

Optimization Software:
www.balesio.com

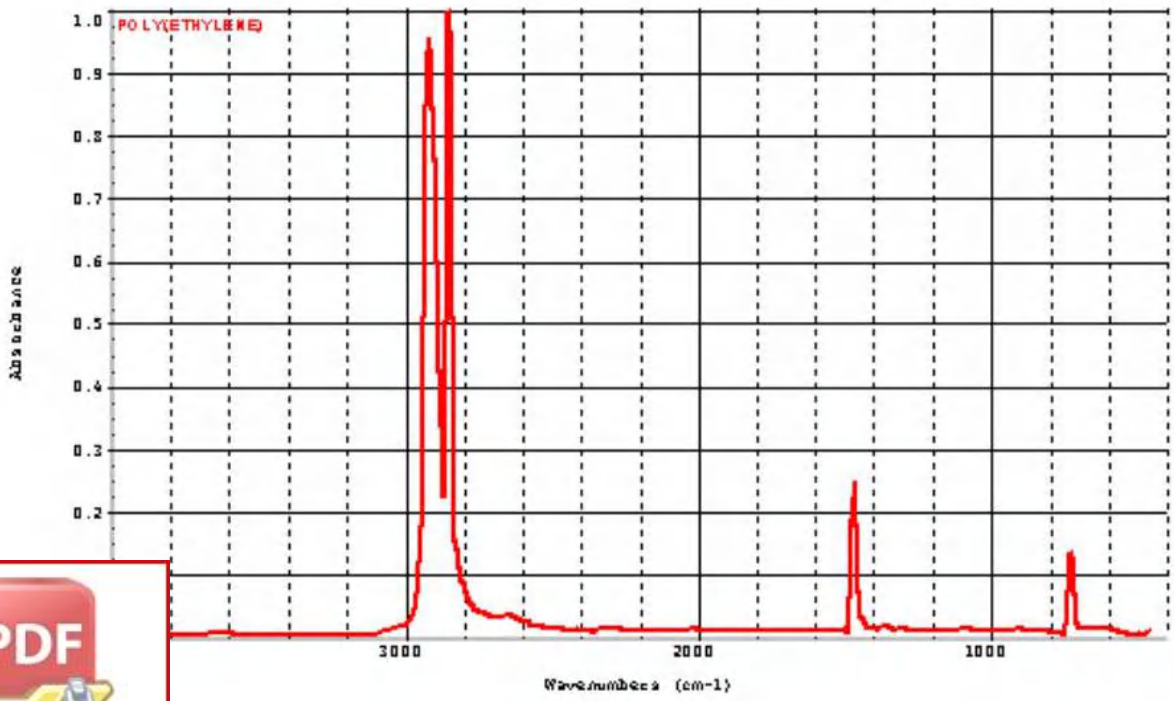
LAMPIRAN 6

Spektrum Polimer Plastik yang telah diketahui

Polystirene

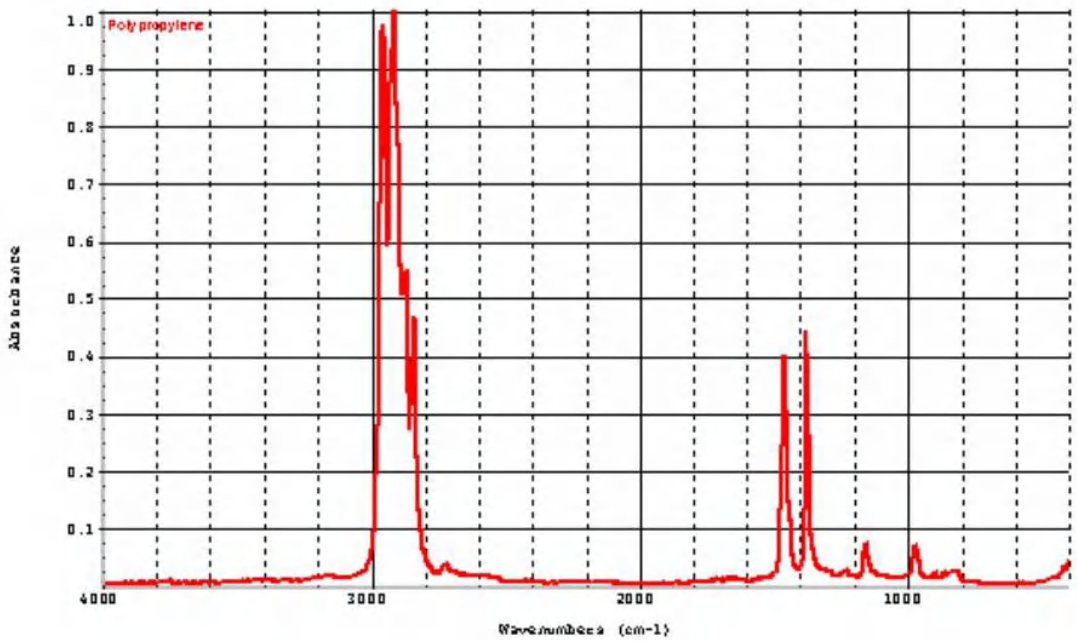


Polyethilene

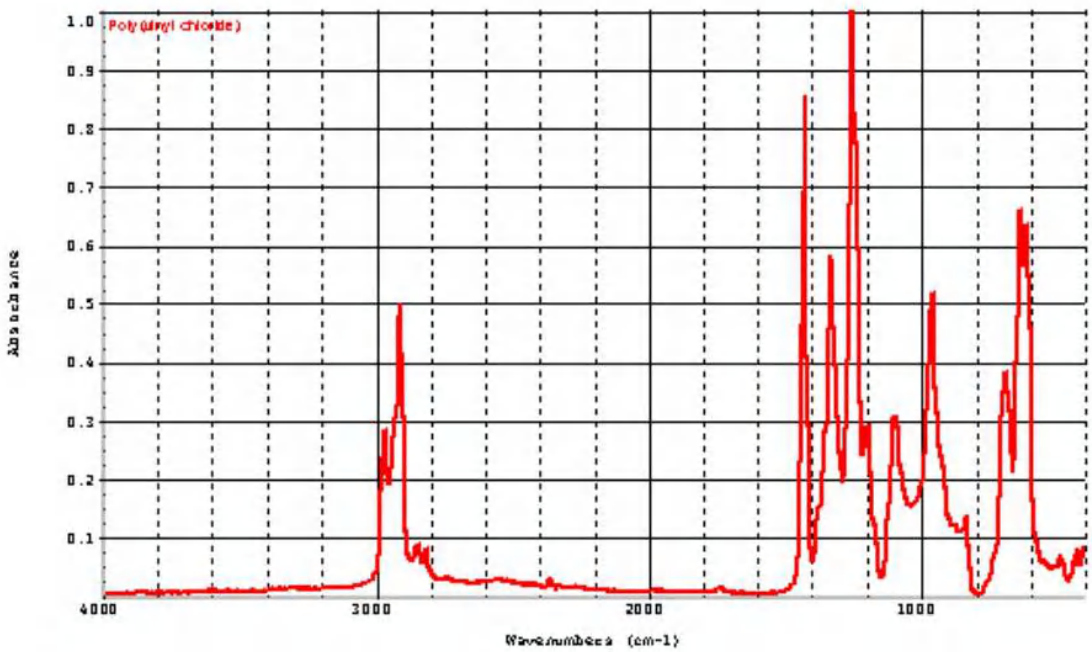


Optimization Software:
www.balesio.com

Polypropylene

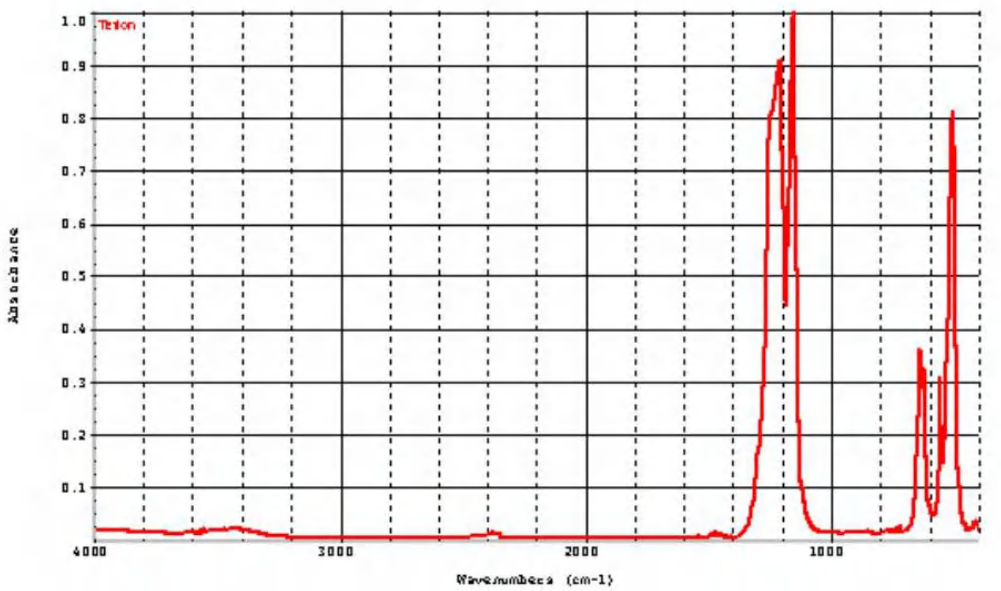


Polyvinyl Chloride

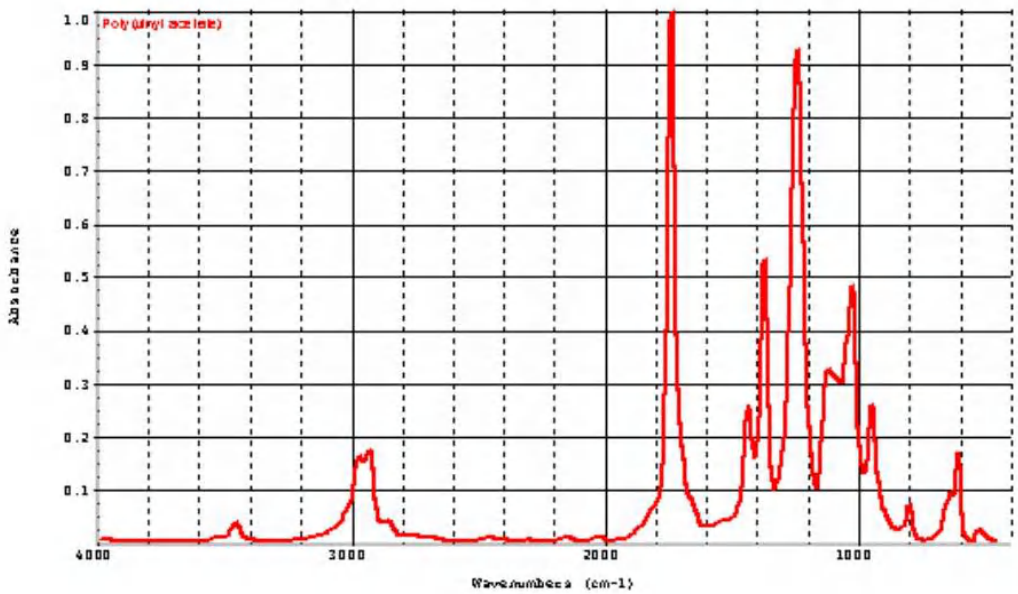


Optimization Software:
www.balesio.com

Tevlon

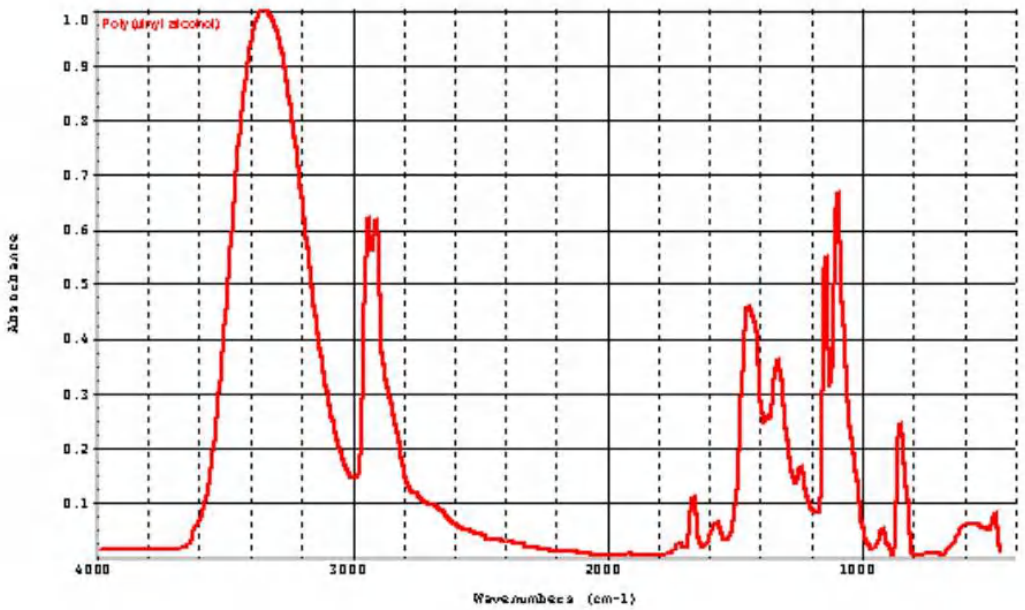


Polyvinyl Acetate

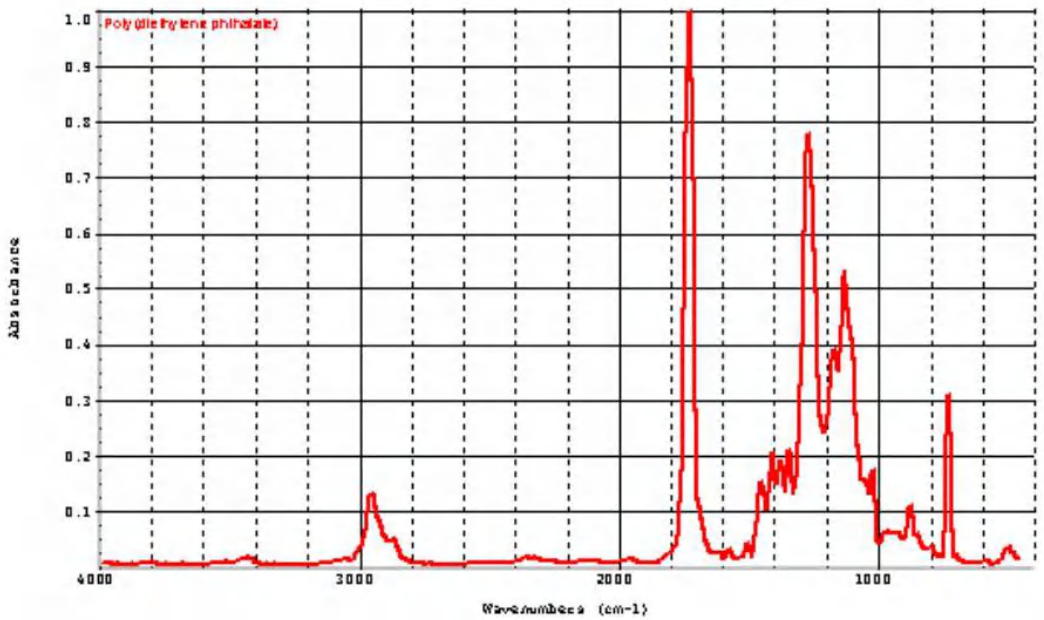


Optimization Software:
www.balesio.com

Polyvinyl Alcohol

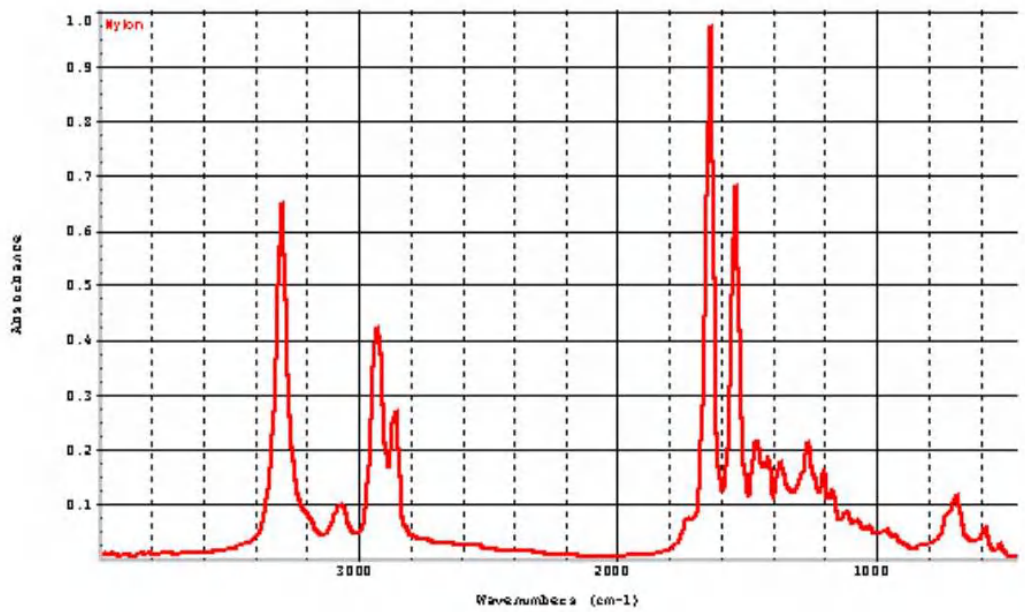


Polydietilene pthalate

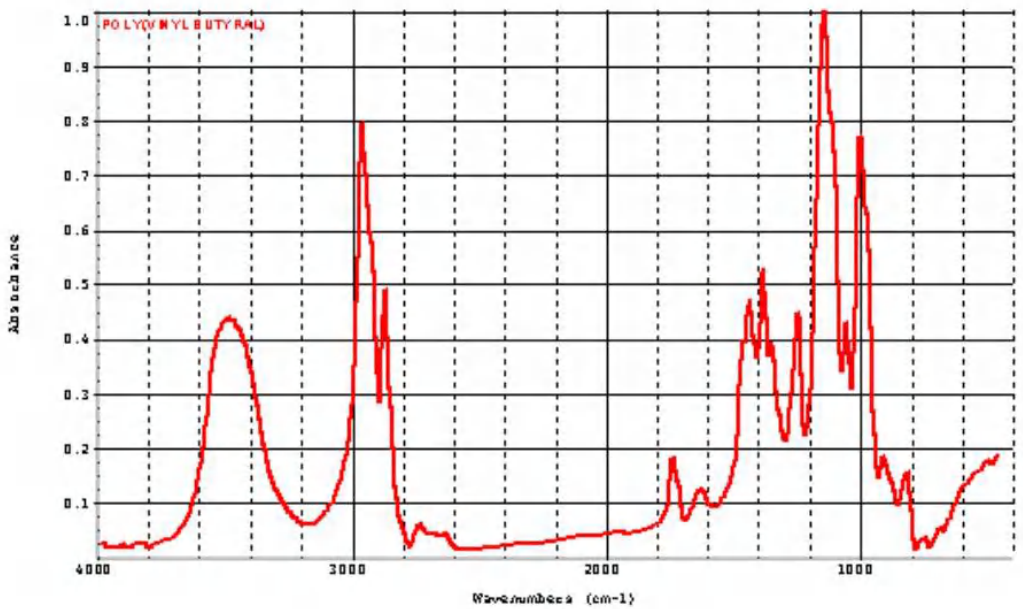


Optimization Software:
www.balesio.com

Nylon

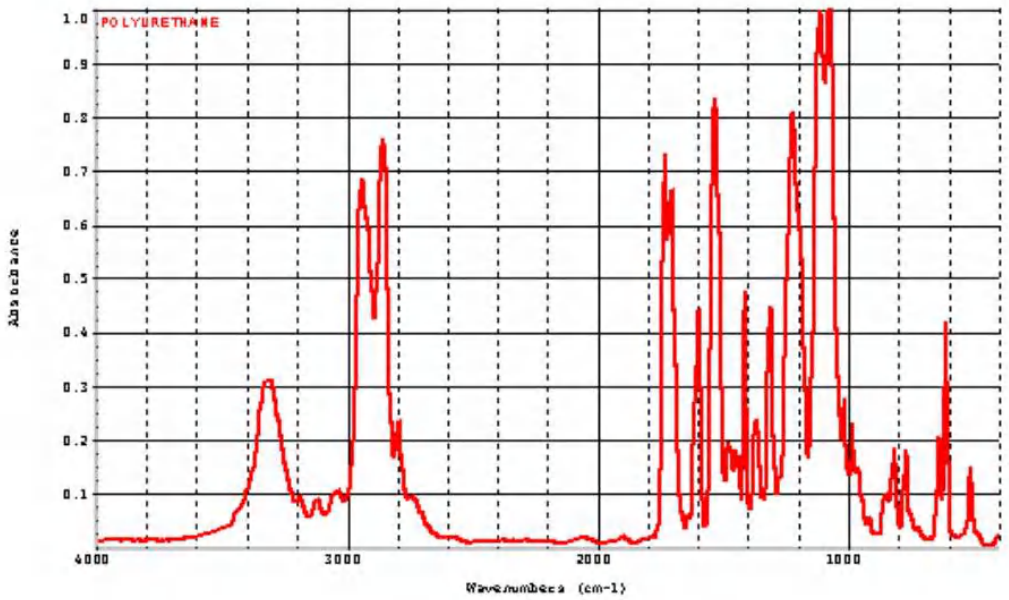


Polifinil Butyral

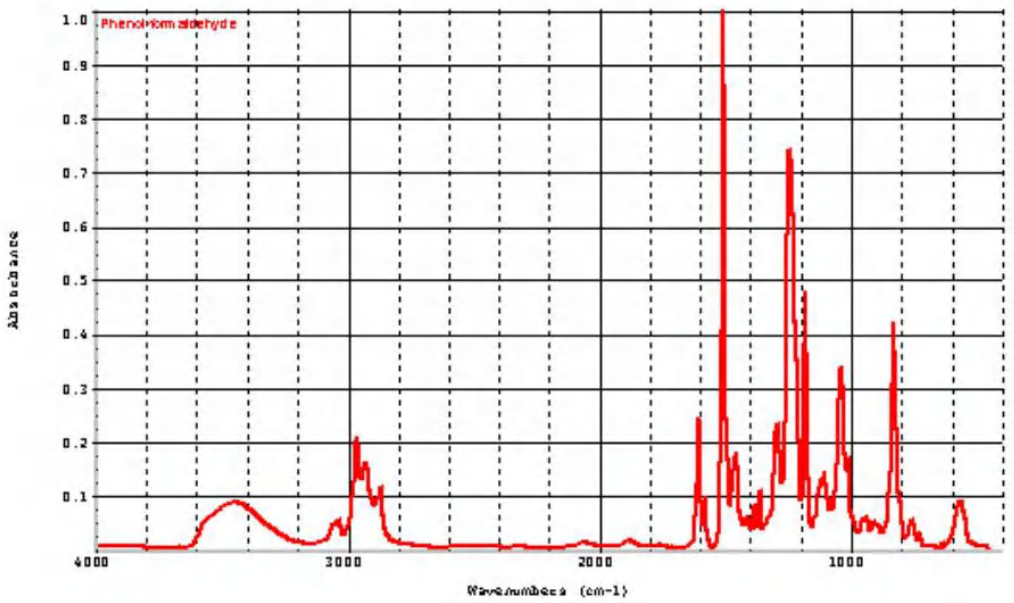


Optimization Software:
www.balesio.com

Polyutherane

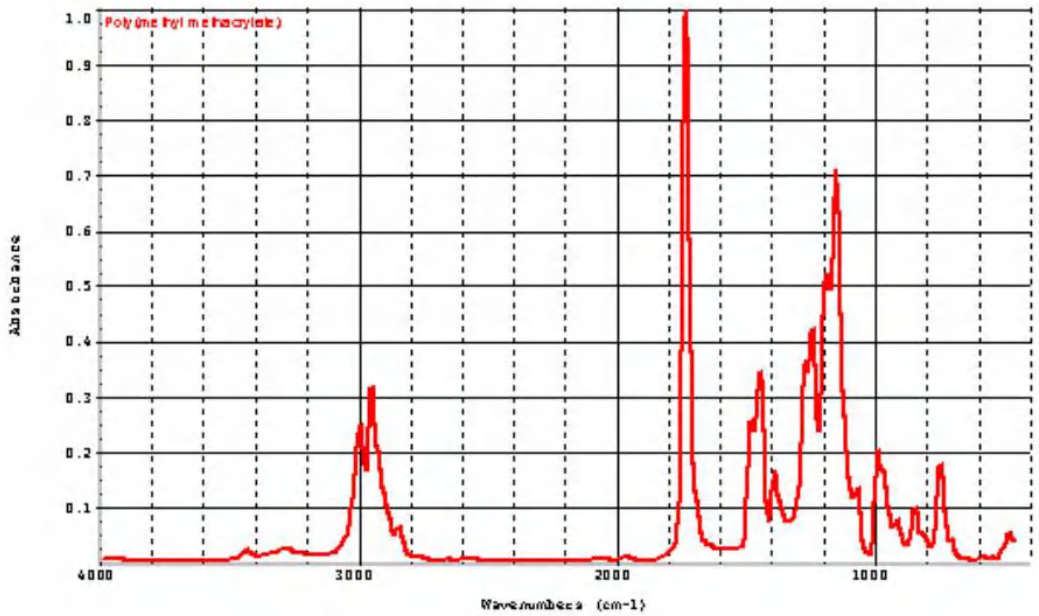


Penol Formaldehyde

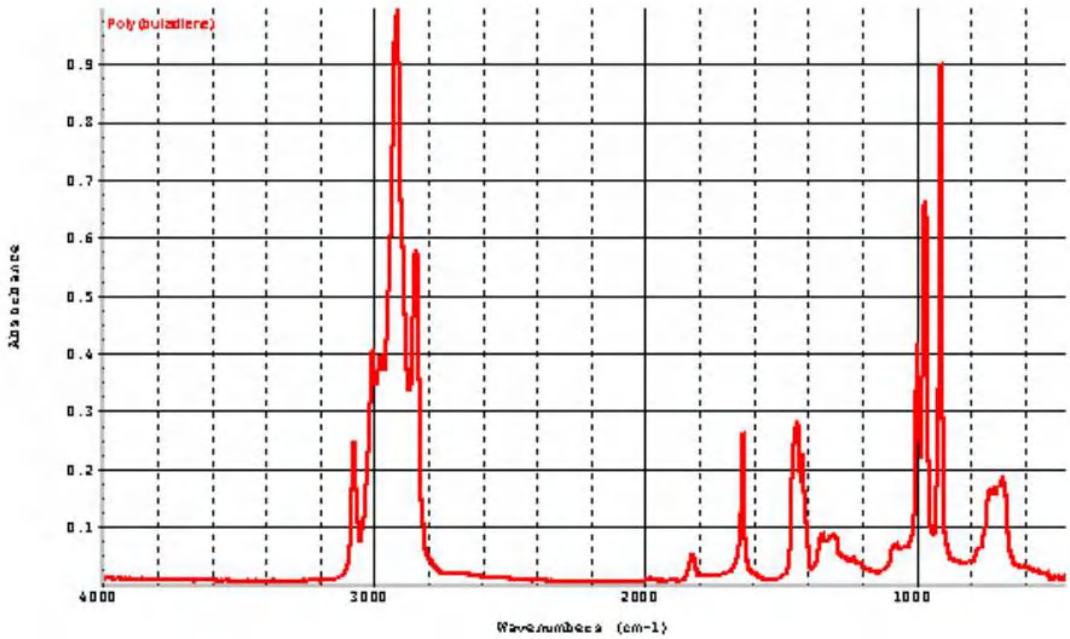


Optimization Software:
www.balesio.com

Polymetil methacrylate

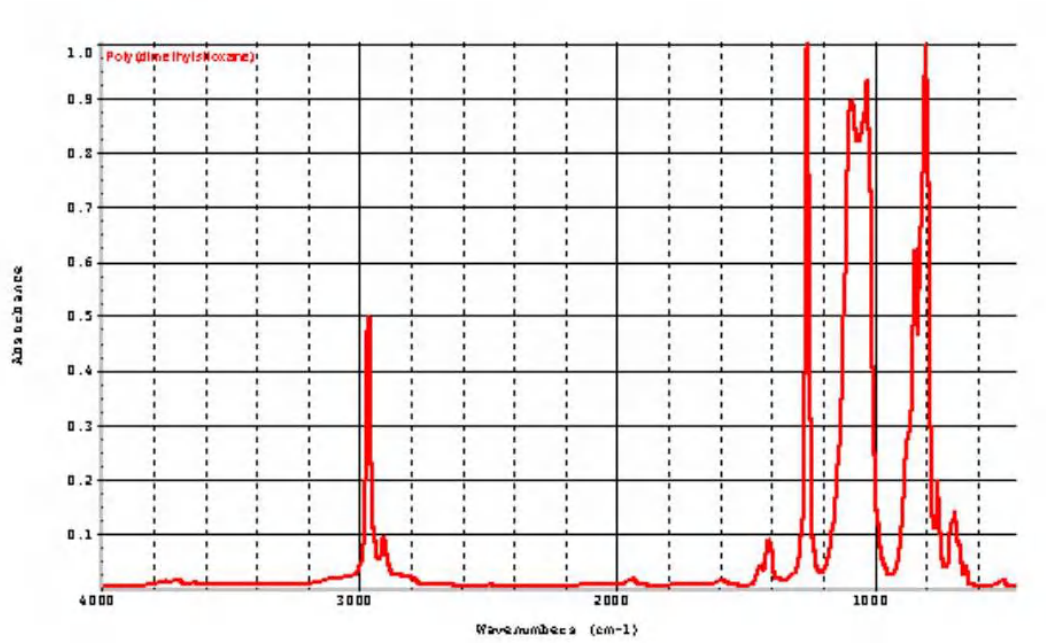


Polybitadine



Optimization Software:
www.balesio.com

Polydimethylshoxane



Optimization Software:
www.balesio.com

Lampiran 7

Dokumentasi pengambilan sampel.

Dokumentasi Pengamatan di Laboratorium

Optimization Software:
www.balesio.com