

**ANALISIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN DI PANTAI
TELUK LAMPUNG DENGAN METODE FT-IR (*Fourier Transform
Infrared*)**

(Tesis)

Oleh

Eva Octarianita



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

ABSTRAK

ANALISIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN DI PANTAI TELUK LAMPUNG DENGAN METODE FT-IR (*Fourier Transform Infrared*)

Oleh

Eva Octarianita

Plastik merupakan kemasan yang banyak digunakan dalam berbagai sektor kehidupan. Peningkatan penggunaan plastik setiap tahun mengakibatkan pencemaran lingkungan. Sampah plastik yang telah lama tercemar di perairan, akan mengalami degradasi menjadi partikel-partikel kecil plastik yang disebut mikroplastik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah, perbedaan bentuk, dan jenis polimer yang terkandung pada mikroplastik di air dan sedimen di Pantai Teluk Lampung Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.

Pengambilan sampel air dan sedimen dilakukan di tiga stasiun yang berbeda yaitu Pulau Tegal, Pulau Pasaran, dan Dermaga Sebalang. Analisis mikroplastik pada air dengan menambahkan larutan KOH 10% sebanyak 3:1 dan pada sedimen menambahkan larutan NaCl jenuh sebanyak 3:1.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pada sampel air dan sedimen di Pantai Teluk Lampung sudah tercemar oleh mikroplastik tipe *fiber*, *granula*, *fragment* dan *film*. Dari ke 3 stasiun pencemaran mikroplastik tertinggi berada di Pulau Pasaran, pada sampel air dengan rata-rata 34,5 ind/m³ dengan bentuk mikroplastik tipe *fiber* yang memiliki warna bervariasi yaitu hitam, biru, merah, dan ungu dan pada sampel sedimen ditemukan dengan rata-rata 860 ind/kg dengan bentuk mikroplastik tipe *granula* dengan dominan warna hitam.

Jenis polimer mikroplastik yang ditemukan pada sampel berdasarkan uji FT-IR yaitu *polyethylene* (PE), *polyethylene terephthalate* (PET), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PES), dan *polyethylene terephthalate* (PETE). Beberapa mikroplastik juga dapat ditemukan pada biota bentik di sepanjang lokasi penelitian. Untuk penelitian selanjutnya sebaiknya menggunakan sampel pada jenis zooplankton, karena keberadaan zooplankton dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran di suatu perairan.

Kata kunci : Mikroplastik, Pantai Teluk Lampung, Air Laut Sedimen dan FT- IR
(*Fourier Transform Infrared*).

ABSTRACT

MICROPLASTIC ANALYSIS OF WATER AND SEDIMENT IN TELUK LAMPUNG BEACH WITH METHOD FT-IR (*Fourier Transform Infrared*)

By

Eva Octarianita

Plastic is a packaging that is widely used in various sectors of life. The increase in the use of plastic every year results in environmental pollution. Plastic waste that has long been polluted in the waters will degrade into small plastic particles called microplastics. This study aims to determine the amount, different forms, and types of polymers contained in microplastics in water and sediment at Teluk Lampung Beach, Pesawaran Regency, Lampung Province.

Water and sediment samples were taken at three different stations, namely Tegal Island, Pasaran Island, and Sebalang Pier. Analysis of microplastics in water by adding a 10% KOH solution of 3:1 and in sediments adding a saturated NaCl solution of 3:1.

The results of this study indicate that the samples of water and sediment on the Teluk Lampung Coast have been contaminated by microplastics of fiber, granule, fragment and film types. Of the 3 stations, the highest microplastic pollution was on Pasaran Island, in water samples with an average of 34.5 ind/m³ in the form of fiber type microplastics that have varied colors, namely black, blue, red, and purple, and in sediment samples, the average was found -an average of 860 ind/kg with the form of microplastic granule type with a dominant black color.

The types of microplastic polymers found in the sample based on the FT-IR test are: *polyethylene* (PE), *polyethylene terephthalate* (PET), *polypropylene* (PP), *polystyrene* (PES), and *polyethylene terephthalate* (PETE). Some microplastics can also be found in benthic biota along the study site. For further research, it is better to use a sample on the type of zooplankton, because the presence of zooplankton can be used as a bioindicator of pollution in a waters.

Keywords : Microplastics, Lampung Bay Beach, Seawater Sediments and FT-IR
(*Fourier Transform Infrared*).

**ANALISIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN SEDIMEN DI PANTAI
TELUK LAMPUNG DENGAN METODE FT-IR (*Fourier Transform
Infrared*)**

(Tesis)

Oleh

Eva Octarianita

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER SAINS

Pada

Program Pascasarjana Magister Biologi
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2021**

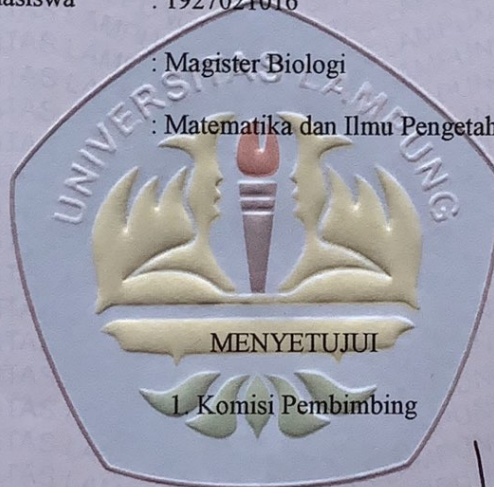
Judul Tesis : **ANALISIS MIKROPLASTIK PADA AIR DAN
SEDIMEN DI PANTAI TELUK LAMPUNG
DENGAN METODE FT-IR (*Fourier Transform
Infrared*)**

Nama Mahasiswa : Eva Octarianita

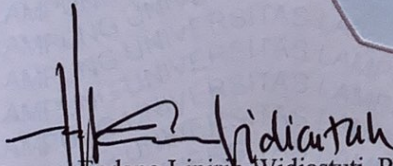
No. Pokok Mahasiswa : 1927021016

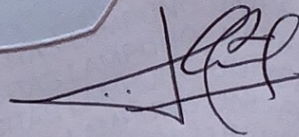
Program Studi : Magister Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

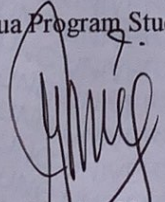


1. Komisi Pembimbing


Endang Linirih Widiastuti, Ph.D
NIP 19610611 198603 2 001


Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D
NIP 19641119 199003 1 001

2. Ketua Program Studi Magister Biologi


Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc
NIP 19660305 199103 2 001

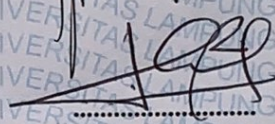
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Endang Linirin Widiastuti, Ph.D.



Sekretaris : Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.



**Penguji
Bukan Pembimbing 1 : Drs. G. Nugroho Susanto, Ph.D.**



Bukan Pembimbing 2 : Dr. Endah Setyaningrung, M. Biomed.



Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Dr. Eng Supto Dwi Yuwono, M.T
NIP. 19740705 200003 1 001

3. Direktur Program Pascasarjana Universitas Lampung

Prof. Dr. H. Ahmad Saudi Samosir, ST., M.T.
NIP : 197104151998031005

4. Tanggal Lulus Ujian : 19 November 2021

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Eva Octarianita

NPM : 1927021016

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya sendiri berdasarkan pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasi sebelumnya atau dengan kata lain bukan hasil plagiat karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ilmiah ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, November 2021



Eva Octarianita

NPM. 1927021016

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 04 Oktober 1995, merupakan anak ketiga dari tiga bersaudara oleh pasangan Bapak Drs. M. Amin Sigit, S.Sos dan Ibu Anizar Suryati, S.Pd.

Penulis mulai menempuh pendidikan pertamanya di Taman Kanak-Kanak Islamiyah Teluk Betung Selatan, Bandar Lampung Tahun 2000. Tahun 2001 penulis melanjutkan pendidikannya di Sekolah Dasar Negeri 1 Sukarame Bandar Lampung. Tahun 2007 penulis melanjutkan pendidikan Sekolah Menengah Pertama Negeri 5 Bandar Lampung. Tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikannya di Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2013. Pada tahun yang sama, penulis melanjutkan pendidikan Strata-1 di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung melalui Jalur Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN), dan meraih gelar Sarjana Sains (S.Si.) pada tahun 2017.

Tahun 2019, penulis tercatat sebagai salah satu mahasiswa Semester Ganjil Tahun Akademik 2019/2020 di Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam di Universitas Lampung dan dinyatakan lulus sebagai Magister Sains (M.Si.) pada tahun 2021.

MOTTO

"The best way to get started is to quit taking and begin doing."

(Walt Disney)

*"Tidakkah kau tahu bahwa singa ditakuti karena ia pendiam, sedangkan anjing
dijadikan mainan meski ia menggonggong."*

(Imam Syafi'i)

*"Sesungguhnya bersama kesukaran itu ada keringanan. Karena itu bila kau sudah
selesai (mengerjakan yang lain). Dan berharaplah kepada Tuhanmu."*

(Q.S Al Insyirah: 6-8)

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan mengucapkan rasa syukur kepada Allah SWT atas segala limpahan Rahmat,

Ridho, dan Karunia-Nya yang tak henti-hentinya Allah SWT berikan,

Kupersembahkan karya kecilku ini untuk:

Ayahku dan Ibuku tercinta yang senantiasa mengucapkan namaku dalam do'a,

mencurahkan kasih dan sayangnya untukku, serta selalu mendukung dan memotivasi

dalam setiap langkahku,

Adik-adikku tersayang yang juga selalu mendo'akan dan memberikan

semangat,

Bapak dan Ibu Dosen yang selalu memberikanku ilmu yang bermanfaat, yang

membuat diriku memahami akan kebesaran ALLAH SWT dan membantuku dalam

menggapai kesuksesan,

serta Almamaterku tercinta.

SANWACANA

Alhamdulillahirobbil'alamin,

Puji dan syukur Penulis haturkan kepada ALLAH SWT , Dzat yang Maha Besar, Maha Memiliki Ilmu, serta lantunan sholawat beriring salam menjadi persembahan kepada suri tauladan kita, Rasulullah Muhammad SAW.

Penulis telah menyelesaikan Tesis dengan judul “**Analisis Mikroplastik Pada Air Dan Sedimen Di Pantai Teluk Lampung Dengan Metode FT-IR (*Fourier Transform Infrared*)**”.

Penghargaan dan ucapan terima kasih penulis haturkan kepada semua pihak yang telah memberikan bimbingan, dukungan, bantuan, saran dan kritik sehingga tesis ini dapat terselesaikan, antara lain kepada :

1. Ibu Endang Linirin Widiastuti, Ph.D. selaku Pembimbing I dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan ilmu, bimbingan, bantuan baik moril dan materil, nasihat, saran, dan pengarahan, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan tesis.
2. Bapak Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D. selaku Pembimbing II atas semua ilmu, bantuan, bimbingan, nasihat, saran, dan pengarahan, baik selama perkuliahan maupun dalam penyusunan tesis.
3. Bapak Drs. G. Nugroho Susanto, Ph.D. selaku Pembahas I atas semua

ilmu, bimbingan, saran, dan arahan dalam penyusunan tesis.

4. Ibu Dr. Endah Setyaningrum, M.Biomed selaku Pembahas II atas semua ilmu, bimbingan, saran, dan arahan dalam penyusunan tesis.
5. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung.
6. Ibu Dr. Nuning Nurcahyani, M.Sc. Ketua Program Studi Magister Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Lampung.
7. Bapak Drs. M. Kanedi, M.Si., selaku Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam Universitas Lampung.
8. Bapak Dr. Mahfut. M.Sc, selaku Kepala Laboratorium Biomolekuler dan Mba Nunung Cahyawati, A.Md., selaku laboran yang telah mengizinkan dan membantu penulis melaksanakan penelitian di Laboratorium Biomolekuler.
9. Ayah dan Ibu serta adik-adik tercinta yang telah memberi dorongan materil dan moril serta do'a dan kasih sayangnya selama ini yang tidak mungkin terbalas oleh apapun dan sampai kapanpun.
10. Carina Pertiwi SS Rh, Khodijah Ummu Fadhilah yang selalu membantu penulis ketika kesulitan selama penelitian.
11. Rekan seperjuangan selama penelitian "Biomol Squad" Sayu Kadek Dwi Dani, Silvia Andriani, Ade Silviana, terima kasih atas bantuan, kebersamaan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
12. Seluruh teman-teman Magister Biologi angkatan 2018, 2019, dan 2020.
13. Teman-teman terdekatku Fatmawati Putri, I Nyoman Hitakarana, Tetania Tiara Putri, Beny, Nadia Anandina Arta E, Della Inestia yang

sudah memberikan saran, kritik, motivasi, dan semangat.

14. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dalam proses perkuliahan, yang tidak dapat dituliskan satu persatu saya ucapkan terimakasih.
15. Serta Almamater Universitas Lampung yang tercinta Penulis berharap semoga Allah SWT membalas kebaikan yang telah mereka berikan.
16. Demikianlah, semoga tesis ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Bandar Lampung, November 2021
Penulis

Eva Octarianita

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	vi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Kerangka Pikir	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teluk Lampung	8
2.2 Pencemaran Sampah Plastik	9
2.3 Mikroplastik pada Air Laut.....	22
2.4 Mikroplastik pada Sedimen	23
2.5 Spektroskopi FT-IR	24
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Waktu dan Tempat	28
3.2 Alat dan Bahan.....	28
3.3 Diagram Alir Penelitian	31
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	32
3.5 Parameter Penelitian	36
3.6 Analisis Data	37
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil	38
4.1.1 Deskripsi Tempat Pengambilan Sampel Penelitian.....	38
4.1.2 Identifikasi Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Pulau Tegal. .	41
4.1.3 Identifikasi Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Pulau Pasaran.....	47
4.1.4 Identifikasi Mikroplastik pada Air dan Sedimen di Dermaga..	52
4.1.5 Bentuk Mikroplastik.....	55

4.1.6 Hasil FT-IR pada Mikroplastik	59
4.2 Pembahasan.....	63
4.2.1 Mikroplastik pada Sampel Air dan Sedimen.....	63
4.2.2 Lokasi Sebaran Mikroplastik.....	68

V. KESIMPULAN

5.1 Simpulan	72
5.2 Saran	73

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Faktor-faktor yang berpotensi mempengaruhi degradasi polimer plastik.....	10
Tabel 2. Jenis-jenis Sampah Plastik Berdasarkan Asal Densitas Polimer dan Berat Jenis (<i>Specific Gravity</i>).....	11
Tabel 3. Jenis-jenis Plastik.....	12
Tabel 4. Jenis-jenis Mikroplastik	15
Tabel 5. Titik Koordinat Pengambilan Sampel.....	32
Tabel 6. Hasil Pengukuran dan Penimbangan Berat pada Teripang	45
Tabel 7. Hasil Pengukuran dan Penimbangan Berat pada Kerang Bulu.....	50
Tabel 8. Jumlah Perhitungan Mikroplastik pada Air di Pulau Tegal.....	81
Tabel 9. Jumlah Perhitungan Mikroplastik pada Air di Pulau Pasaran.....	81
Tabel 10. Jumlah Perhitungan Mikroplastik pada Air di Dermaga Sebalang..	81
Tabel 11. Jumlah Perhitungan Mikroplastik pada Sedimen di Pulau Tegal	82
Tabel 12. Jumlah Perhitungan Mikroplastik pada Sedimen di Pulau Pasaran..	82
Tabel 13. Jumlah Perhitungan Mikroplastik pada Sedimen di Dermaga Sebalang	82

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram alir kerangka penelitian	7
Gambar 2. Jenis-jenis dan ukuran mikroplastik.....	17
Gambar 3. Skema alat Spektroskopi FT-IR	25
Gambar 4. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	30
Gambar 5. Diagram Alir	31
Gambar 6. Ilustrasi pengambilan sampling mikroplastik pada air dan sedimen di pantai Teluk Lampung	33
Gambar 7. Pulau Tegal.....	39
Gambar 8. Pulau Pasaran	40
Gambar 9. Dermaga Sebalang	41
Gambar 10. Bentuk Mikroplastik di Pulau Tegal	42
Gambar 11. Jumlah Mikroplastik di Pulau Tegal pada Air	42
Gambar 12. Bentuk Mikroplastik di Pulau Tegal	44
Gambar 13. Jumlah Mikroplastik di Pulau Tegal pada Sedimen.....	44
Gambar 14. Jumlah Mikroplastik pada Teripang.....	46
Gambar 15. Bentuk Mikroplastik di Pulau Pasaran.....	47
Gambar 16. Jumlah Mikroplastik di Pulau Pasaran pada Air	48
Gambar 17. Jumlah Mikroplastik di Pulau Pasaran pada Sedimen	49

Gambar 18. Jumlah Mikroplastik pada Kerang	51
Gambar 19. Bentuk Mikroplastik di Dermaga Sebalang	52
Gambar 20. Jumlah Mikroplastik di Pelabuhan Sebalang pada Air	53
Gambar 21. Jumlah Mikroplastik di Dermaga Sebalang pada Sedimen.....	54
Gambar 22. Persentase (%) Keberadaan Bentuk Mikroplastik pada Air di Pulau Tegal.....	55
Gambar 23. Persentase (%) Keberadaan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen di Pulau Tegal.....	56
Gambar 24. Persentase (%) Keberadaan Bentuk Mikroplastik pada Air di Pulau Pasaran	57
Gambar 25. Persentase (%) Keberadaan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen di Pulau Pasaran	57
Gambar 26. Persentase (%) Keberadaan Bentuk Mikroplastik pada Air di Dermaga Sebalang.....	58
Gambar 27. Persentase (%) Keberadaan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen di Dermaga Sebalang.....	59
Gambar 28. Hasil Analisis FT-IR Tipe <i>Fiber</i>	60
Gambar 29. Hasil Analisis FT-IR Tipe <i>Granula</i>	61
Gambar 30. Hasil Analisis FT-IR Tipe <i>Fragment</i>	61
Gambar 31. Hasil Analisis FT-IR Tipe <i>Film</i>	62
Gambar 32. Pengambilan Sampel Air.....	83
Gambar 33. Penyaringan Sedimen.....	83
Gambar 34. Penimbangan Sedimen	83
Gambar 35. Preparasi Air dan Sedimen.....	84
Gambar 36. Filtrasi Air dan Sedimen	84
Gambar 37. Pengukuran Kerang.....	84
Gambar 38. Pengukuran Teripang	84

Gambar 39. Penimbangan pada Kerang	84
Gambar 40. Penimbangan pada Teripang.....	84

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sampah merupakan masalah bagi masyarakat di seluruh dunia, salah satu jenis sampah yang banyak ditemukan di perairan adalah sampah plastik. Plastik memiliki banyak keunggulan mulai dari harga yang ekonomis, tahan lama atau tidak mudah rusak, ringan serta mudah untuk didapat sehingga menjadikan penggunaan plastik semakin diminati oleh masyarakat. Plastik juga merupakan kemasan yang banyak digunakan dalam berbagai sektor kehidupan, di Indonesia banyak sampah plastik yang tertumpuk hingga menjadi bukit sampah. Peningkatan penggunaan plastik setiap tahun, mengakibatkan pencemaran lingkungan semakin tinggi.

Berdasarkan kajian yang dilakukan oleh (Jambeck *et al.*, 2015) dalam publikasinya, mengatakan bahwa negara Indonesia termasuk negara kedua dalam menyumbang limbah plastik terbesar di dunia. Negara Indonesia membuang limbah plastik sebanyak 0.48 - 1.9 juta ton tiap tahun. Minimnya pengetahuan tentang pengelolaan sampah menjadi salah satu faktor penyebab bencana *global warming*, selain *global warming* sampah yang ada diperairan ini

dapat merusak estetika, juga akan berakibat pada kerusakan ekosistem di air, contohnya pada ekosistem hewan-hewan yang hidup di air.

Menurut Galgani (2015) hampir 95% sampah perairan didominasi oleh sampah jenis plastik, dari total sampah yang terakumulasi di sepanjang garis pantai hingga dasar laut. Sampah plastik akan mengalami degradasi di perairan yakni terurai menjadi partikel-partikel kecil plastik yang disebut mikroplastik. Sampah plastik dapat terurai menjadi bagian-bagian kecil berukuran sekitar 0.1 - 15000 μm . Plastik yang telah bermuara di perairan laut lama kelamaan akan mengalami penyusutan ukuran. Penyusutan ukuran plastik dari ukuran awal ini disebabkan adanya aktivitas sinar UV yang bereaksi pada plastik, juga dapat disebabkan oleh adanya gelombang yang menyebabkan abrasi, sehingga plastik tersebut akan terakumulasi pada sedimen serta air laut yang disebut juga mikroplastik (Hidalgo *et al.*, 2012).

Mikroplastik merupakan salah satu bagian dari sampah lautan yang apabila menumpuk di wilayah perairan akan menyebabkan terganggunya rantai makanan (Dewi *et al.*, 2015). Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti namun kebanyakan penelitian mengambil batas bawah ukuran mikroplastik sebesar minimal 300 μm^3 . Mikroplastik hadir dalam bermacam-macam kelompok yang sangat bervariasi dalam hal ukuran, bentuk, warna, komposisi, massa jenis, dan sifat-sifat lainnya. Lingkungan yang terkontaminasi mikroplastik mewakili vektor potensial untuk pengenalan polutan beracun yang mengandung racun ke dalam

jaring makanan (Crawford dan Quinn, 2017). Secara tidak langsung mikroplastik tersebut akan termakan oleh hewan-hewan yang ada diperairan, karena memiliki ukuran yang sangat kecil dan jumlahnya yang banyak di lautan membuat sifatnya *ubiquitous* dan *bioavailability* bagi organisme akuatik tinggi. Akibatnya dapat termakan oleh biota laut (Boucher *et al.*, 2016).

Terdapat penelitian yang menjelaskan bahwa cemaran mikroplastik tidak hanya dapat ditemukan pada biota saja, tetapi dapat pula ditemukan pada air dan sedimen yang ada pada laut. Dalam penelitian (Hidalgo *et al.*, 2012) dijabarkan bahwa dalam sedimen dan air dapat ditemukan pula mikroplastik berupa *fragment*, *fiber*, serta *film*. Hal tersebut dapat memperkuat bahwa cemaran limbah plastik saat ini sudah sangat tinggi dan tersebar di lingkungan.

Berdasarkan latar belakang diatas maka perlu dilakukan penelitian mengenai analisis jenis dan jumlah mikroplastik yang terdapat pada Pantai Teluk Lampung.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana jumlah, bentuk, warna dan jenis polimer apa saja yang terkandung pada mikroplastik dalam sampel air dan sedimen di Pantai Teluk Lampung?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui jumlah, perbedaan bentuk, warna dan jenis polimer apa saja yang terkandung pada mikroplastik dalam sampel air dan sedimen di Pantai Teluk Lampung.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan oleh peneliti dalam penelitian ini adalah:

a. Bagi masyarakat

Diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu informasi tentang dampak pencemaran lingkungan dan sumber informasi dalam penggunaan plastik serta pembuangan sampah plastik yang tidak sembarang.

b. Bagi peneliti lain/ akademisi

Diharapkan dapat digunakan sebagai informasi dan bahan pertimbangan untuk penelitian lebih lanjut dibidang pencemaran lingkungan.

c. Bagi Instansi

Diharapkan dapat digunakan sebagai informasi dan bahan pertimbangan untuk dasar penetapan kebijakan atau dasar hukum dalam penanggulangan pencemaran atau kerusakan lingkungan bagi Pemerintah daerah Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung.

1.5 Kerangka Pikir

Pencemaran laut dapat didefinisikan sebagai dampak negatif (pengaruh yang membahayakan) bagi kehidupan biota laut, sumber daya, kenyamanan ekosistem laut, serta kesehatan manusia, dan nilai guna ekosistem laut, baik disebabkan secara langsung maupun tidak langsung oleh pembuangan sampah plastik kedalam laut yang berasal dari kegiatan manusia.

Seperti halnya banyaknya sampah plastik yang ada di Pantai Teluk Lampung yang merupakan salah satu permasalahan yang sangat kompleks karena adanya tempat pariwisata maupun populasi masyarakat yang tinggal didaerah sekitar pantai Teluk Lampung seperti perindustrian, pertanian, penangkapan ikan dengan menggunakan jaring, serta aktivitas bongkar kapal maupun aktivitas dari rumah tangga.

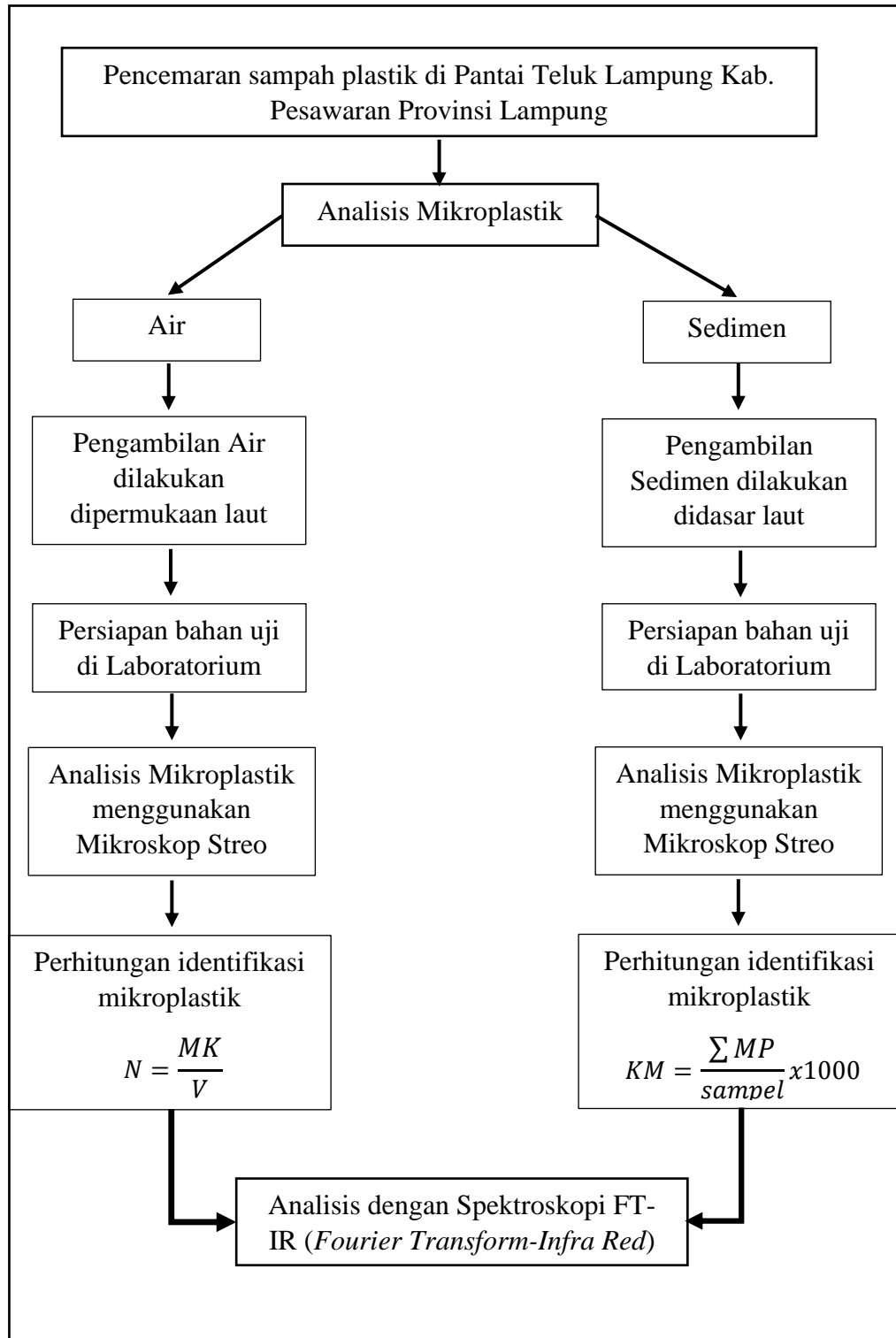
Dengan adanya aktifitas tersebut, dikhawatirkan sampah yang terdapat dilautan akan semakin banyak, baik sampah plastik yang berukuran besar maupun sampah plastik yang berukuran kecil atau disebut juga mikroplastik.

Mikroplastik merupakan partikel atau butiran plastik yang diameternya berukuran $<5 \mu\text{m}$. Dampak kontaminasi dan pengaruh cemaran mikroplastik terhadap kehidupan perairan laut mempengaruhi rantai makanan di suatu perairan.

Massa jenis mikroplastik yang lebih ringan dari pada massa jenis air laut membuat mikroplastik melayang-melayang di sekitar permukaan ketika awal

masuk ke perairan, namun seiring berjalannya waktu, pengaruh dari organisme mikroplastik mulai tenggelam dan mengendap di dasar perairan.

Pencemaran sampah pada perairan ini selain merusak estetika, juga akan berakibat pada kerusakan ekosistem di air, contohnya pada ekosistem hewan-hewan yang hidup di air. Secara tidak langsung mikroplastik tersebut akan termakan oleh hewan-hewan yang ada di perairan, karena memiliki ukuran yang kecil dan hampir menyerupai makanan mereka.



Gambar 1. Diagram alir kerangka penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teluk Lampung

Teluk Lampung merupakan salah satu dari dua teluk di ujung paling selatan pulau Sumatra. Teluk ini merupakan bagian administratif dari 3 Kabupaten dan Kota, yaitu Kabupaten Lampung Selatan, Kabupaten Pesawaran, dan Kota Bandar Lampung. Kota Bandar Lampung terletak pada pangkal teluk, dan bagian mulut teluk (arah selatan-tenggara) berhadapan langsung dengan Selat Sunda yang merupakan perairan penghubung antara Laut Jawa di sebelah utara dan Samudera Hindia di selatan. Pesisir Teluk Lampung meliputi daratan dan perairan, dengan posisi geografis terletak antara 104 56'-105 45' BT dan 5 25'-59' LS. Luas total wilayah daratan adalah 127.902 ha, dan luas perairan adalah 161.178 ha (Helfinalis, 2000).

Daratan wilayah pesisir Teluk Lampung tergolong sebagai dataran pantai sempit dan perbukitan, dengan batuan dominan meliputi endapan aluvium dan rawa, batu gamping terumbu, dan endapan gunung api muda berumur quarter (Qhv). Wilayah yang berbatasan langsung dengan laut (Teluk Lampung) memiliki kelerengan datar (0-3%), dengan elevasi 0-10 m dari permukaan laut (dpl); sedangkan wilayah ke arah daratan memiliki kelerengan beragam mulai dari landai (3-8%) sampai dengan sangat curam (>40%), dengan elevasi beragam

mulai dari 10 sampai dengan >1.000 m dpl. Kelompok relief pada wilayah ke arah laut tergolong dataran (*flat*); dan ke arah daratan beragam yaitu berombak (*undulating*), bergelombang (*rolling*), dan berbukit (*hummocky*, *hillocky*, dan *hilly*) (Wiryawan *et al.*, 1999).

2.2 Pencemaran Sampah Plastik

2.2.1 Pencemaran

Mengenai polusi lautan oleh partikel mikroplastik yang potensi dapat membahayakan biota laut dan manusia akibat pembuangan sampah plastik ke laut secara sembarangan. Tanpa disadari pemakaian kemasan plastik dan bahan-bahan lain yang mengandung plastik telah memicu penumpukan sampah di lautan.

Pencemaran adalah permasalahan yang terjadi di suatu lingkungan akibat adanya aktivitas manusia. Salah satu contohnya yaitu pencemaran sampah yang ada di laut. Pencemaran tersebut berasal dari limbah rumah tangga maupun industri plastik yang dibuang ke sungai dan akhirnya mengalir ke laut (Ningsih, 2018).

Polusi plastik di lingkungan laut saat ini telah menjadi permasalahan yang serius. Plastik meskipun bersifat persisten, seiring dengan waktu dapat terdegradasi menjadi partikel yang lebih kecil. Sampah plastik banyak ditemukan mengapung di laut, dapat terdegradasi oleh sinar ultraviolet, panas, mikroba, dan abrasi fisik menjadi serpihan plastik (Singh dan Sharma,

2008). Dalam tabel berikut ditampilkan faktor-faktor yang berpotensi menentukan degradasi plastik.

Tabel 1. Faktor-faktor yang berpotensi mempengaruhi degradasi polimer plastik

Biologis	Kimiawi	Fisika/Mekanis
Jamur, Bakteri	Hidrolisis	Pencucian
Predator	Oksidasi	Sinar Matahari
Organisme yang lebih tinggi		Iklim
		Tekanan Mekanis

(Cheiellini, 2001).

Banyaknya sampah plastik di lautan akan mengancam biota laut yang ada di dalamnya. Data tentang keberadaan mikroplastik pada biota laut masih sangat minim, padahal di sisi lain tingkat polusi plastik sangatlah tinggi. Maka perlu dilakukan inventori dan karakterisasi dari cemaran mikroplastik di biota laut yang dihasilkan, terutama pada jenis seafood yang banyak dikonsumsi.

2.2.2 Plastik

Plastik adalah polimer yang dibentuk pada suhu dan tekanan tertentu. Plastik dapat terbagi menjadi 3 kategori yaitu termoplastik, termosets dan elastomer. Mikroplastik melunak saat dipanaskan dan mengeras saat didinginkan. Jenis mikroplastik yaitu *Polietilen (PE)*, *Polipropilen (PP)*, *Politetrafloro-etilen*, *Poliamid (PA)*, *Polivinil clorid (PVC)* dan *Polistirin (PS)*. Termoset tidak dapat melunak setelah dipanaskan (contoh: resin

epoksi, *Poliurettan* (PU), resin poliester, bakalit). Elastomer adalah polimer elastis yang dapat kembali ke tipe awal setelah ditarik (contoh: karet, neopren) (Widinarko dan Inneke, 2018).

Berdasarkan asal densitas polimer atau berat jenis (*specific gravity*), sampah plastik dapat dibagi menjadi beberapa jenis. Jenis-jenis sampah plastik berdasarkan asal densitas polimer dan berat jenis disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jenis-jenis Sampah Plastik Berdasarkan Asal Densitas Polimer dan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Jenis plastik	Aplikasi Umum	Gravitasi Spesifik
<i>Polietilen</i> (PE)	Kantong plastik, Kontainer, Penyimpanan	0,91-0,95
<i>Polipropilen</i> (PP)	Tali, Tutup botol, Roda gigi, Alat pemacing, Pengikat	0,90-0,92
<i>Polivinil klorid</i> (PVC)	Selaput, Pipa, Container	1,16-1,30
<i>Polimid</i> (Nilon)	Jaring ikan, Tali	1,13-1,15
<i>Poli (etilen terptalat)</i>	Botol, Pengikat, Tekstil	1,34-1,90
<i>Asetat Selulosa</i>	Filter rokok	1,22-1,24

(Sumber : Widinarko dan Inneke, 2018)

2.2.2.1 Jenis-jenis Plastik

Berdasarkan *American Society of Plastik Industry* dalam Purwaningrum (2016), telah dibentuk sistem pengkodean resin untuk plastik yang dapat di daur ulang (*recycle*). Kode/symbol tersebut berbentuk segitiga arah panah yang merupakan simbol daur ulang dan di dalamnya terdapat nomor yang merupakan kode dan resin yang dapat di daur ulang. Adapun jenis plastik tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Jenis-jenis Polimer pada Mikroplastik

No Kode	Jenis Plastik	Keterangan
1	<i>Polyethylene Terephthalate (PET)</i>	<i>Polyethylene terephthalate (PET)</i> adalah jenis plastik yang halus, transparan dan relatif tipis. PET umumnya digunakan untuk pembalut salad, jus, obat kumur, minyak sayur, kosmetik, minuman ringan, margarin dan botol air, karena anti-inflamasi dan sepenuhnya cair. PET juga anti-udara, mencegah masuknya oksigen ke dalamnya, umumnya PET diproduksi hanya untuk sekali pakai.
2	<i>High Density Polyethylene (HDPE)</i>	HDPE merupakan salah satu bahan plastik yang aman untuk digunakan karena kemampuan untuk mencegah reaksi kimia antara kemasan plastik berbahan HDPE dengan makanan/minuman yang dikemasnya. HDPE memiliki sifat bahan yang lebih kuat, keras, buram dan lebih tahan terhadap suhu tinggi jika dibandingkan dengan plastik dengan kode PET.
3	<i>Polivinil Klorida (PVC)</i>	<i>Polyvinyl Chloride (PVC)</i> , sejenis polimer tahan panas, digunakan untuk mengemas jus buah, minyak goreng, dll. PVC dianggap sangat beracun karena adanya konstituen kimia seperti logam berat, dioksin, BPA, dan ftalat. Tergantung pada non-plastisasi, PVC fleksibel karena kehadiran ftalat. Phthalate berbahaya bagi manusia. Seluruh siklus hidup PVC yang mencakup produksi, penggunaan dan pembuangan mampu menyebabkan risiko kesehatan lingkungan dan masyarakat yang parah, karenanya, penggunaannya telah sangat berkurang.
4	<i>Low Density Polyethylene (LDPE)</i>	Sifat mekanis jenis plastik LDPE adalah kuat, agak tembus cahaya, fleksibel dan permukaan agak berlemak. Biasanya plastik jenis ini digunakan untuk tempat makanan, plastik kemasan, botol yang lunak. Barang berbahan LDPE ini sulit dihancurkan, tetapi tetap baik

		untuk tempat makanan atau minuman karena sulit bereaksi secara kimiawi dengan makanan atau minuman yang dikemas dengan bahan ini. Plastik ini dapat didaur ulang, baik untuk barang-barang yang memerlukan fleksibilitas tetapi kuat, dan memiliki resistensi yang baik terhadap reaksi kimia.
5	<i>Polypropylene (PP)</i>	Karakteristik PP adalah botol transparan yang tidak jernih atau berawan. <i>Polypropylen</i> lebih kuat dan ringan dengan daya tembus uap yang rendah, ketahanan yang baik terhadap lemak, stabil terhadap suhu tinggi dan cukup mengkilap.
6	<i>Polystyrene (PS)</i>	<i>Polystyrene</i> merupakan polimer aromatik yang dapat mengeluarkan bahan styrene ke dalam makanan ketika makanan tersebut bersentuhan. Bahan ini harus dihindari, karena selain berbahaya untuk kesehatan otak, mengganggu hormon estrogen pada wanita yang berakibat pada masalah reproduksi, pertumbuhan dan sistem syaraf, juga bahan ini sulit didaur ulang. Bila didaur ulang, bahan ini memerlukan proses yang sangat panjang dan lama.
7	<i>Other</i>	Bahan dengan tulisan Other berarti dapat berbahan SAN (<i>styrene acrylonitrile</i>), ABS (<i>acrylonitrile butadiene styrene</i>), PC (<i>polycarbonate</i>), <i>Nylon</i> . SAN dan ABS memiliki resistensi yang tinggi terhadap reaksi kimia dan suhu, kekuatan, kekakuan, dan tingkat kekerasan yang telah ditingkatkan. SAN dan ABS merupakan salah satu bahan plastik yang sangat baik untuk digunakan.

2.2.3 Mikroplastik

Mikroplastik adalah sebuah partikel plastik yang ukuran diameternya kurang dari 5 mm (Boerger, 2010). Batas bawah ukuran partikel yang

termasuk dalam kelompok mikroplastik belum didefinisikan secara pasti namun kebanyakan penelitian mengambil objek partikel dengan ukuran minimal $330 \mu\text{m}^3$ (Storck *et al.*, 2015). Serpihan plastik memiliki berbagai bentuk dan ukuran, tapi pada umumnya ukurannya kurang dari 5 mm (atau kira-kira seukuran biji wijen) disebut "*microplastics*." Karena masih terbilang sebagai studi yang masih baru masih banyak yang belum diketahui mengenai mikroplastik sendiri dan dampaknya bagi lingkungan (Masura *et al.*, 2015).

Jenis polimer pada mikroplastik dapat diuji menggunakan FT- IR (*Fourier Transfrjom Infrared.*). Uji FT-IR (*Fourier Transfrom Infrared*) yang digunakan untuk analisis berdasarkan pengukuran intensitas infra merah terhadap panjang gelombang. FT-IR dapat mendeteksi karakteristik vibrasi kelompok fungsi dari senyawa pada sampel. FT-IR memberikan informasi seperti menentukan struktur molekul pada polimer, identifikasi senyawa berikatan kovalen, mengetahui kemurnian bahan, dan gugus fungsi molekul (Aspi *et al.*, 2013). Menurut Widinarko dan Hantoro (2018), jenis- jenis mikroplastik disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Jenis-jenis Mikroplastik Berdasarkan Asal Densitas Polimer dan Berat Jenis (*Specific Gravity*)

Type Plastik	Densitas (g/cm³)	Aplikasi Umum
<i>Polyethylene</i>	0,917-0,965	Kantong plastik, kontainer, penyimpanan
<i>Polypropylene</i>	0,9-0,91	Tali, tutup botol, roda gigi, alat pemacing, pengikat
<i>Polystyrene</i>	1,04-1,1	Tempat makan sekali pakai, mainan, peralatan medis dan lainnya
<i>Polyamide (nylon)</i>	1,02-1,05	Pembuatan pakaian, tali temali, penangkapan alat pancing dan jaring pancing
<i>Polyster</i>	1,24-2,3	Untuk perawatan kapal
<i>Acrylic</i>	1,09-1,2	Untuk perawatan kapal
<i>Polyvinyl chloride</i>	1,16-1,58	Pipa dan kontruksi bangunan
<i>Polyetlene terephalate</i>	1,37-1,45	Plastik wrap, obat kumur, minyak sayur, kosmetik, minuman ringan, margarin dan botol air
<i>Polyethylene terephthalate</i>	1,37-1,45	Botol minuman dan kotak bekal

(Sumber : Widinarko dan Hantoro, 2018)

2.2.3.1 Bentuk dan ukuran mikroplastik

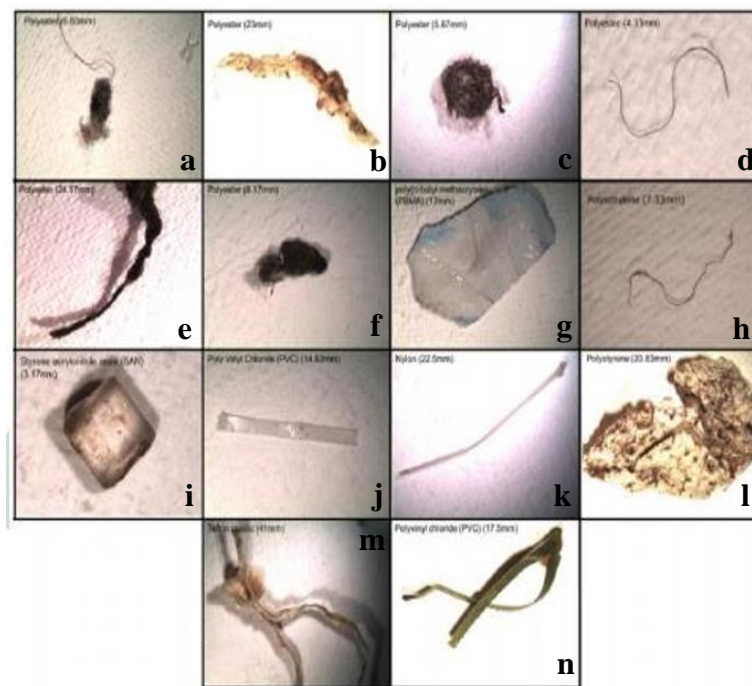
Lokakarya internasional pertama tentang keberadaan mikroplastik, dan hasil akhir mikroplastik tentang limbah plastik di lingkungan laut yang diselenggarakan pada tanggal 9-11 September 2008 di *Univercity of Tacoma* USA menyepakati klasifikasi plastik menurut ukurannya mikroplastik memiliki ukuran ($330 \mu\text{m} < 5 \text{ mm}$) yang tersebar luas diseluruh pusran arus lautan dunia diduga kuat berasal dari proses peluruhan yang sangat lambat, baik partikel-partikel yang mengapung ataupun melayang-layang dalam kolom air, maupun keping-kepingan plastik yang mengalami degradasi menjadi serpihan-serpihan yang lebih kecil yang akhirnya berlabuh di pantai-pantai seluruh dunia (Masura *et al.*, 2015).

Limbah plastik diklasifikasi menurut ukurannya. Mikroplastik adalah plastik yang memiliki ukuran partikel 330 μm - 5 mm. Nanoplastik memiliki ukuran yang bahkan lebih kecil < 330 μm dan banyak digunakan dalam bahan - bahan perawatan atau kosmetik, seperti pasta gigi dan sabun pencuci muka (*facial scrub*) yang mengandung plastik dalam bentuk *polyethylene glycol* disingkat PEG (Masura *et al.*, 2015). Mikroplastik tidak terlihat secara kasat mata akan tetapi berpotensi memberi dampak negatif baik bagi biota maupun perairan. Masalah kesehatan manusia dicurigai melalui akumulasi mikroplastik dalam rantai makanan dan atau penyerapan racun ke plastik saat terbawa melalui arus laut (Eriksen *et al.*, 2014).

Mikroplastik yang ada biasanya berbentuk *fragmen*, *film*, *fiber* dan *granula*. Jenis mikroplastik *fiber* biasa ditemukan di daerah pingir pantai, karena sampah mikroplastik ini berasal dari pemukiman penduduk yang bekerja sebagai nelayan yaitu dari tali atau alat tangkap seperti karung plastik yang digunakan untuk menangkap ikan. Tidak hanya berasal dari tali atau karung plastik, mikroplastik *fiber* juga bisa berasal dari limbah pembuatan pakaian, tali, alat pancing, dan jaring (Nor dan Obbard, 2014).

Menurut Kingfisher (2011), mikroplastik berbentuk *film* memiliki berat densitas lebih rendah dari kedua bentuk mikroplastik yang lain, karena berasal dari polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan memiliki densitas rendah.

Mikroplastik *film* mudah terbawa oleh gelombang arus, karena densitasnya yang rendah. Jenis-jenis mikroplastik yang ada pada dasarnya berasal dari buangan limbah atau sampah dari pertokoan dan warung-warung makanan yang ada di lingkungan sekitar perairan. Sumber limbah mikroplastik yang banyak ditemukan berasal dari buangan kantong-kantong plastik, baik kantong plastik yang berukuran besar maupun kecil, bungkus nasi atau styrofoam, kemasan-kemasan makanan siap saji dan botol-botol minuman plastik. Sampah plastik yang terbuang ke perairan tersebut akan mengalami penguraian menjadi serpihan-serpihan kecil hingga membentuk *fragmen* (Dewi *et al.*, 2015).



Gambar 2. Jenis-jenis dan ukuran mikroplastik

Keterangan: a,b,c,d,e,f: polyester, g: poly (n-butyl methacrylate), h: polyethylene, i: styrene acrylonitrile (SAN), j: poly vinyl chloride (PVC), k: nylon, l: polystyrene, m: teflon plastic, n: Poly vinyl chloride (PVC). (Sumber: Brate *et al.*, 2016)

2.2.3.2 Sumber-sumber bahan pencemaran mikroplastik

Mikroplastik berasal dari berbagai sumber, termasuk dari puing plastik yang lebih besar dan terdegradasi menjadi potongan yang lebih kecil. Selain itu, *microbeads* sejenis mikroplastik adalah potongan plastik *polietilen* yang sangat kecil yang ditambahkan sebagai *exfoliant* untuk produk kesehatan dan kecantikan, seperti beberapa pembersih badan dan pasta gigi. Partikel kecil ini mudah melewati sistem penyaringan air dan berakhir di laut ataupun sungai-sungai dan danau, menimbulkan ancaman potensial bagi kehidupan di perairan (Masura *et al.*, 2015).

Sumber mikroplastik terbagi menjadi dua, yaitu primer dan sekunder. Mikroplastik primer merupakan butiran plastik murni yang mencapai wilayah laut akibat kelalaian dalam penanganan. Mikroplastik primer merupakan plastik yang langsung dilepaskan ke lingkungan dalam bentuk partikel kecil, yang berasal dari produk-produk yang mengandung partikel plastik (misalnya gel sabun mandi), juga dapat berasal dari proses degradasi benda plastik besar selama proses pembuatan, penggunaan atau perawatan seperti erosi ban atau degradasi tekstil sintesis saat dicuci. Mikroplastik sekunder berasal dari degradasi barang plastik yang lebih besar menjadi *fragment* plastik yang lebih kecil setelah terkena lingkungan laut, hal ini terjadi melalui proses fotodegradasi dan proses pelapukan limbah lainnya seperti kantong plastik yang dibuang atau seperti jaring ikan (Eriksen *et al.*, 2014).

Mikroplastik yang masuk ke wilayah perairan melalui saluran limbah rumah tangga, umumnya mencakup *polietilen*, *polipropilen*, dan *polistiren*. Sumber sekunder meliputi serat atau potongan hasil pemutusan rantai dari plastik yang lebih besar yang mungkin terjadi sebelum mikroplastik memasuki lingkungan. Potongan ini dapat berasal dari jala ikan, bahan baku industri, alat rumah tangga, kantong plastik yang memang dirancang untuk terdegradasi di lingkungan, serat sintetis dari pencucian pakaian, atau akibat pelapukan produk plastik (Chang, 2012).

Sumber lain dari pencemaran plastik yang berukuran nano juga terdeteksi pada produk - produk kosmetik kecantikan, khususnya untuk perawatan/pemutihan muka yang diketahui mengandung *exfoliants* yang mengandung plastik dalam bentuk PEG (*polyethelene glycol*), serta bahan pemutihan berbentuk halus lainnya, *polyester* atau *acrylic beads* yang juga sangat sering digunakan untuk perawatan kapal. Dengan semakin mengecilnya ukuran partikel seperti ikan dan *copepod* (zooplankton) juga telah terdeteksi. Hewan-hewan laut lainnya seperti *polychaeta*, *crustacean*, *echinodermata*, *bryozoans* dan *bivalvia* juga menelan partikel plastik, baik yang berukuran mikro atau nano (Moos *et al.*, 2012).

Mikroplastik dapat mengapung atau tenggelam karena berat massa jenis mikroplastik lebih ringan dari pada air laut seperti *polypropylene* yang akan mengapung dan menyebar luas di lautan. Mikroplastik lainnya seperti akrilik lebih padat daripada air laut dan kemungkinan besar terakumulasi

di dasar laut, yang berarti bahwa sejumlah besar mikroplastik pada akhirnya dapat terakumulasi di laut dalam dan akhirnya akan mengganggu rantai makanan di perairan (Seltenrich, 2015). Kontaminasi mikroplastik saat ini menjadi perhatian utama mengingat besarnya dampak yang ditimbulkan (Reed, 2016).

2.2.3.3 Dampak Mikroplastik

Dampak mikroplastik pada biota di perairan yaitu berpotensi menyebabkan kerugian tambahan. Masuknya mikroplastik dalam tubuh biota dapat merusak saluran pencernaan, mengurangi tingkat pertumbuhan, menghambat produksi enzim, menurunkan kadar hormon steroid, mempengaruhi reproduksi, dan dapat menyebabkan paparan adiktif plastik lebih besar sifat toksik (Wright *et al.*, 2013).

Dampak kontaminasi sampah plastik pada kehidupan di laut dipengaruhi oleh ukuran sampah tersebut. Sampah plastik yang berukuran kecil, seperti benang pancing dan jaring, yang mengganggu sistem fungsi organ pada organisme (Moos *et al.*, 2012).

Sampah plastik yang kecil, seperti tutup botol, korek api, dan pelet plastik dapat tertelan oleh organisme di perairan dan menyebabkan penyumbatan usus serta potensi keracunan bahan kimia. Sementara itu, mikroplastik dapat tercerna bahkan tertelan oleh organisme terkecil di habitat tersebut dan menimbulkan dampak yang serius.

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 mikoplastik, termasuk teripang, kerang, *lobster*, *amphipods*, *lugworms*, dan teritip. 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 (Moos *et al.*, 2012).

Dalam habitat pelagis laut, mikoplastik tertelan oleh berbagai taksa zooplankton dan oleh ikan dewasa serta larva ikan. Penyelidikan air tawar pertama masuknya plastik pada biota menunjukkan bahwa hewan-hewan dari beragam habitat, rantai makanan, dan level tropik yang berbeda menelan mikoplastik. Bahkan pada tingkat organisme paling dasar, beragam komunitas mikroba yang termasuk *heterotrof*, *autotrof*, *predator*, dan *symbion*, terkontaminasi mikoplastik (Zettler *et al.*, 2013).

Karena ukuran, komposisi kimia, dan sifat fisiknya, mikro atau nanoplastik sangat berpotensi dapat mempengaruhi organisme air dan kesehatan manusia. Efek samping dari mikoplastik dapat terjadi dari kombinasi toksisitas intrinsik plastik (kerusakan fisik), komposisi kimia (unit monomer dan aditif), dan kemampuan untuk menyerap, berkonsentrasi, dan melepaskan polutan lingkungan (Browne *et al.*, 2008).

Selain itu mikroplastik dapat berfungsi sebagai faktor patogen, berpotensi membawa spesies mikroba ke perairan, mikroplastik yang telah mengkontaminasi biota diberbagai tingkat trofik, ada kekhawatiran bahwa puing-puing dari plastik atau bahan kimia yang teradopsi dapat berakumulasi di tingkat tropik yang lebih rendah. Selanjutnya organisme tingkat trofik yang lebih rendah dikonsumsi, biomagnifikasi berpotensi terjadi pada tingkat trofik yang lebih tinggi, ini akan mempengaruhi kesehatan manusia (Rochman *et al.*, 2015).

2.3 Mikroplastik pada Air laut

Air laut merupakan campuran dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garam, gas-gas terlarut, bahan-bahan organik dan partikel-partikel tak terlarut. Air laut memiliki kadar garam rata-rata 3,5%, kandungan garam di setiap laut berbeda kandungannya. Air laut memiliki kadar garam karena bumi dipenuhi dengan garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah seperti natrium, kalium, kalsium, dan lain-lain. Apabila air sungai mengalir ke lautan, air tersebut membawa garam. Ombak laut yang memukul pantai juga dapat menghasilkan garam yang terdapat pada batu-batuan. Lama-kelamaan air laut menjadi asin karena banyak mengandung garam (Prastuti, 2017).

Mikroplastik yang terdapat pada air laut berasal dari aliran sungai, sebagai jalur utama mikroplastik dari sumber teristerial. Mikroplastik juga dapat berasal dari kegiatan masyarakat sekitar sungai maupun pesisir (Fischer *et al.*, 2016).

Banyaknya sampah plastik yang digunakan maupun dibuang yang berhubungan dengan jumlah kepadatan manusia di suatu wilayah. Plastik yang dihasilkan oleh aktivitas manusia di sekitar perairan akan menumpuk dalam waktu yang cukup lama, hal ini menyebabkan aliran sungai dan kelimpahan mikroplastik dapat meningkat apabila semakin banyak plastik yang masuk dan menumpuk di perairan (Manalu, 2017).

2.4 Mikroplastik pada Sedimen

Sedimentasi dapat didefinisikan sebagai pengangkutan, melayangnya (suspensi) atau mengendapnya material fragmental oleh air. Sedimentasi merupakan akibat dari adanya erosi, dan memberikan dampak yang banyak. Di waduk-waduk, pengendapan sedimen akan mengurangi volume efektifnya. Sebagian besar jumlah sedimen dialirkan oleh sungai-sungai yang mengalir ke waduk, hanya sebagian kecil saja yang berasal dari longsoran tebing-tebing waduk, atau berasal dari longsoran tebing karena limpasan permukaan (Lubis, 2016).

Pengendapan akhir atau sedimentasi yang terjadi pada kaki bukit yang relatif datar, sungai, dan waduk. Pada daerah aliran sungai, partikel dan unsur hara yang larut dalam aliran permukaan akan mengalir ke sungai dan waduk, sehingga terjadi pendangkalan pada tempat tersebut. Keadaan tersebut mengakibatkan daya tampung sungai dan waduk menjadi turun, sehingga timbul bahaya banjir dan penyuburan air secara berlebihan atau eutrofikasi (Lubis, 2016).

Proses sedimentasi pada suatu sungai meliputi proses erosi, transportasi, pengendapan dan pemadatan dari sedimentasi yang menghasilkan:

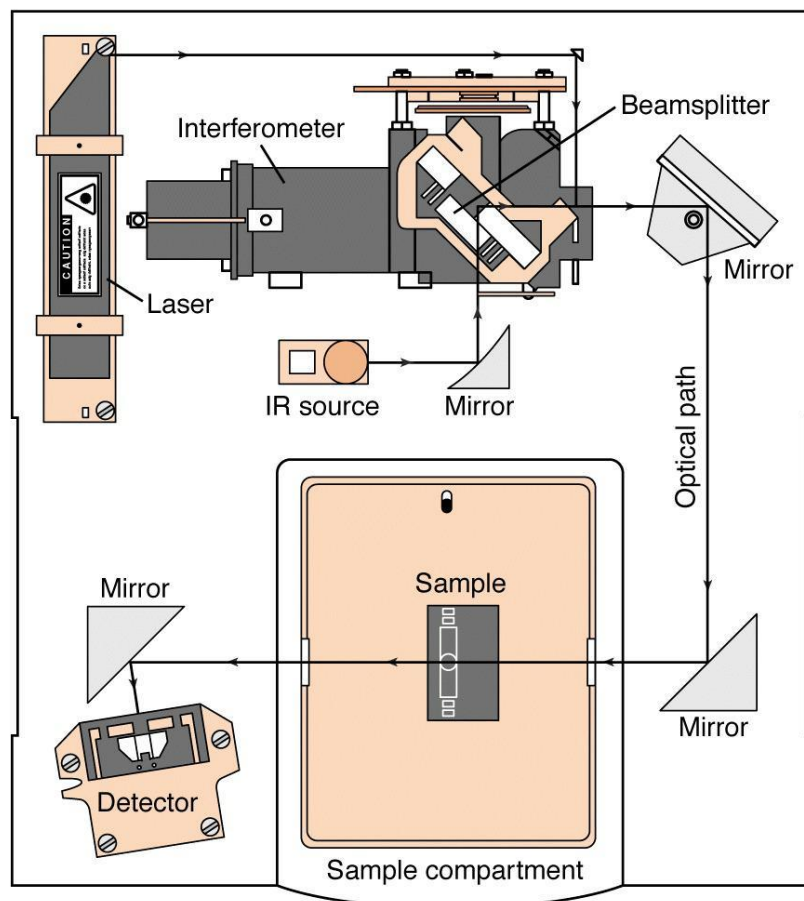
- a. Bahan terlarut, semua bahan organik dan anorganik yang terangkut sebagai larutan oleh air yang mengalir.
- b. Bahan padat atau *bed load*, semua bahan kasar dari mineral dan batu yang terangkut di sepanjang dasar sungai.
- c. Total bahan yang terangkut sungai atau total stream load adalah semua bahan organik dan anorganik yang terangkut lewat sebuah stasiun pengukur dalam bentuk suspensi atau *bed load*.

Proses erosi tanah yang disebabkan oleh air meliputi tiga tahap yang terjadi dalam keadaan normal di lapangan, yaitu tahap pemecahan bongkah-bongkah atau agregat tanah ke dalam bentuk butir-butir kecil atau partikel tanah, tahap kedua pemindahan atau pengangkutan butir-butir kecil sampai sangat halus tersebut, dan tahap ketiga pengendapan partikel-partikel tersebut di tempat yang lebih rendah atau dasar sungai atau waduk (Wikandinata dan Adinugroho, 2007).

2.5 Spektroskopi FT-IR

Spektroskopi FT-IR (*Fourier Transform-Infra Red*) merupakan salah satu instrumen yang menggunakan prinsip spektroskopi. Spektroskopi inframerah dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, 2007). Spektroskopi inframerah berguna untuk identifikasi

senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak (Chusnul, 2011). Selain itu, masing-masing kelompok fungsional menyerap sinar inframerah pada frekuensi yang unik. Skema dan alur alat Spektroskopi FT-IR dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema alat Spektroskopi FT-IR (Sumber: <https://docplayer.info/49364670-Spektroskopi-inframerah-divisi-kimia-analitik.html>)

Ketika cahaya melewati sampel, akan terjadi pertransmision cahaya sehingga muncul spektrum inframerah. Kemudian terjadi pengukuran cahaya oleh detector, dan cahaya yang masuk dibandingkan dengan intensitas cahaya tanpa adanya sampel untuk mengukur panjang gelombang. Spektrum inframerah yang diterima akan diplot sebagai intensitas fungsi energi, panjang gelombang (μm) atau bilangan gelombang (cm^{-1}) (Anam, 2007). Dalam penelitian ini akan

dilakukan pengamatan sampel mikroplastik dengan menggunakan FTIR, yang tujuannya untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam sampel dan fraksi-fraksi sampel tersebut.

Menurut Rakesh *et al.*, (2014), terdapat beberapa teknik analisis dengan FT-IR yaitu:

a. Teknik KBR

Sampel sebanyak 0,5 sampai 10 mg ditumbuk halus dan dicampur dengan campuran 100 mg bubuk kalium bromida kering atau alkali halida lainnya. Tekanan diatur dengan cukup, dan campuran ditekan kedalam campuran transparan. Spektrum IR dihasilkan oleh teknik pelet menunjukkan pita 3450 cm^{-1} dan 1640 cm^{-1} .

b. Teknik ATR (*Attenuated Total Reflections*)

ATR adalah salah satu teknik penyiapan sampel dalam analisis FT-IR. ATR dapat digunakan untuk bahan-bahan padat dan cairan padat yang sangat menyerap, seperti pelapis, bubuk, benang, perekat, polimer dan sampel yang berair. Sampel ditempatkan dalam kontak dekat dengan kristal indeks dengan densitas tinggi yang lebih padat seperti seng selenida, thallium bromide–thallium iodida (KRS-5) atau germanium. Keuntungan ATR yaitu memerlukan sedikit sampel, teknik pengambilan sampel yang serbaguna. Peralatan ATR bekerja dengan cara mengukur perubahan yang terjadi dalam proses pemantulan sinar inframerah ketika sinar datang menuju sampel. Sinar inframerah akan menuju sampel yang padat dengan indeks bias tinggi pada sudut

tertentu. Refleksi interna ini akan menghasilkan gelombang evensescent yang terbentuk tipis di bagian bawah permukaan Kristal menuju sempel yang berada dipermukaan Kristal.

c. *Specular Reflectance*

Teknik nondestruktif dengan menggunakan lapisan tipis yang selektif, dan tanpa dilakukan preparasi sampel. Metode ini seperti cermin yang mengalami refleksi.

d. Reflektif membaur (Spektro DRIFTS)

Teknik yang digunakan untuk sampel bubuk dan memiliki permukaan kasar, seperti batu bara, kertas, dan kain. Teknik ini menggunakan pantulan untuk mengumpulkan dan memfokuskan kembali cahaya yang disebarkan dengan diffusent oleh cermin ellipsoidal besar, specular dihilangkan. Teknik ini dinamakan *Refluctuse Inframerah Fourier Transfom Spectroscopy (DRIFTS)*.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari - Maret 2021 pengambilan sampel dan pada bulan Maret dan April 2021 sampel di analisis di laboratorium dan analisis data. Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Teluk Lampung. Sampel air dan sedimen diambil dari tiga stasiun yang berbeda yaitu stasiun 1 berada di Pulau Tegal, stasiun 2 berada di Pulau Pasaran dan stasiun 3 di Dermaga Sebalang. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 4.

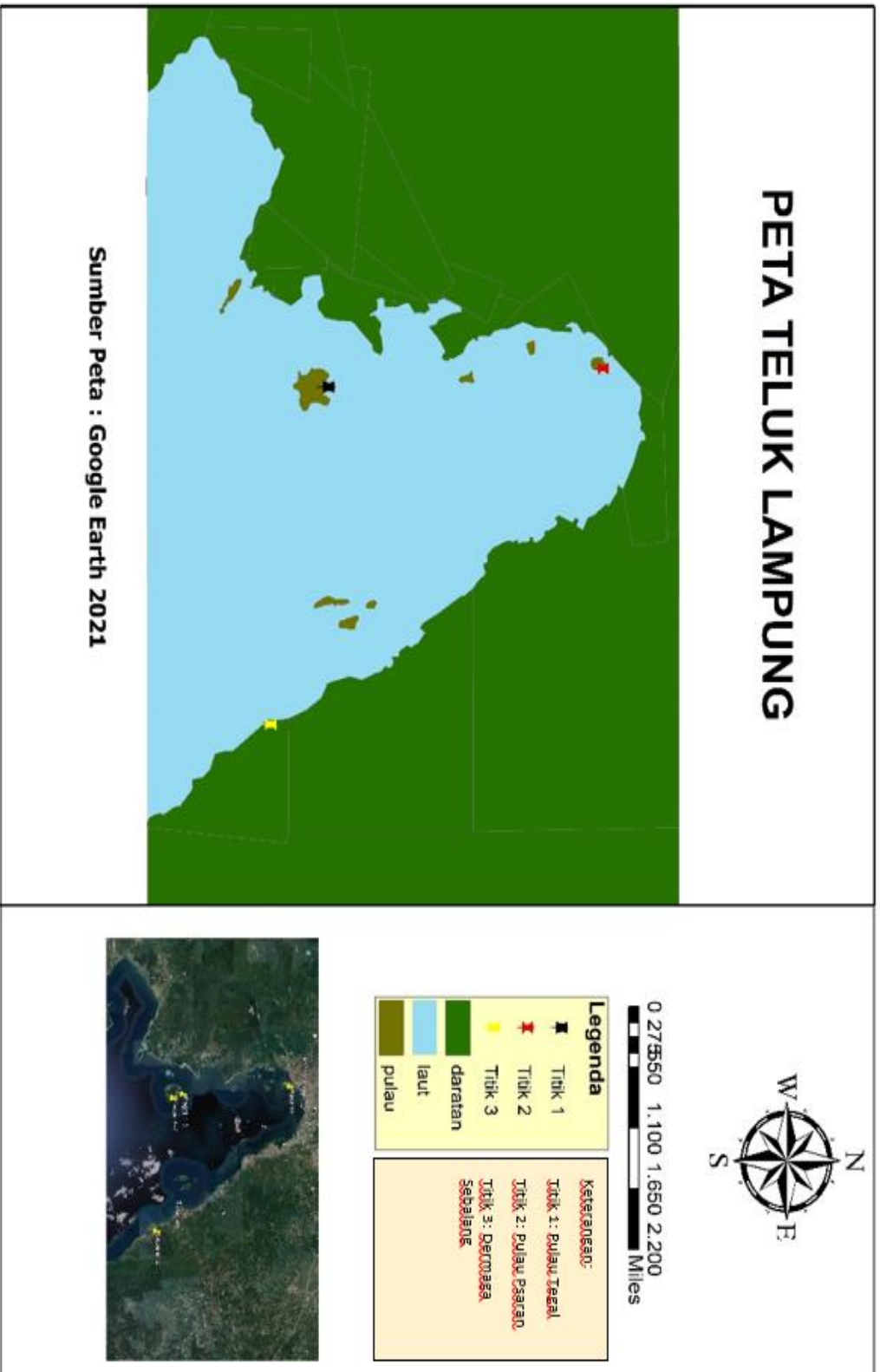
Preparasi sampel dan analisis sampel dilakukan di Laboratorium Biomolekuler Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuasn Alam (FMIPA), Universitas Lampung. Dan analisis mikroplastik pada air dan sedimen dilakukan di UPT Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung (UPT LTSIT).

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu alat-alat gelas laboratorium, *cool box* dan *dry ice*, timbangan analitik 0.1, oven, plankton net (diameter 30 cm dan Mesh 270) , alat tulis, mikroskop stereo, *Magnetic stirrer*,

Glass Filter Whatman GF/C 1.2 μm , GPS (*Global Positioning System*), saringan (mash 355 μm) dan seperangkat alat FT-IR (*Faourier Transfrom Infrared*).

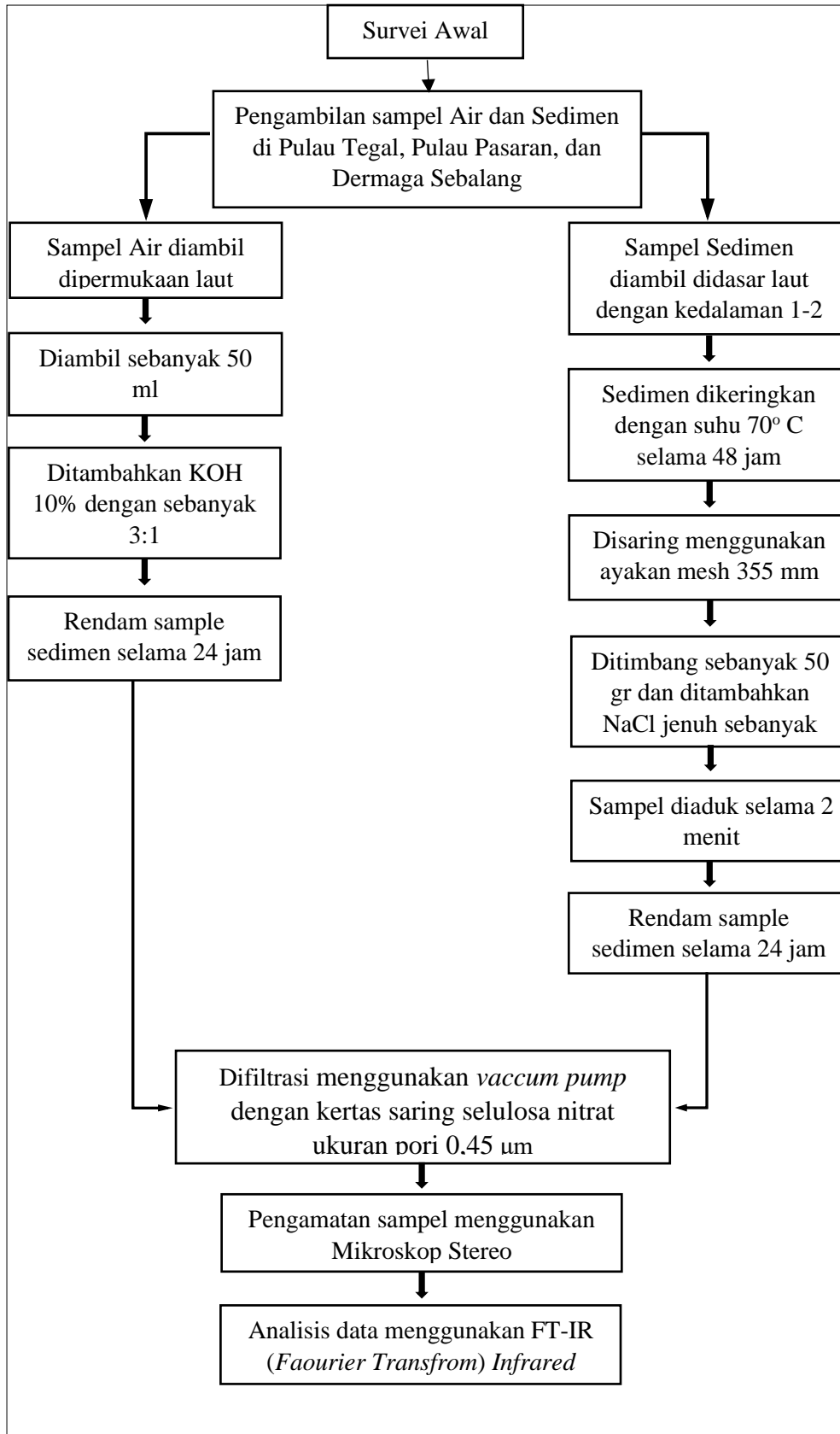
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain air dan sedimen, *aquades*, NaCl (*Natrium Klorida*) jenuh, dan KOH (*Kalium hidroksida*) 10%.



Sumber Peta : Google Earth 2021

Gambar 4. Peta Lokasi Pengambilan Sampel

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 5. Diagram Alir

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sample

Pengambilan sampel air dan sedimen ini dilakukan pada 3 lokasi yang berbeda dan setiap lokasi diambil 7 titik sampel dengan jarak antara satu titik dengan yang lainnya yaitu 10-20 meter (Sagawa *et al.*, 2018).

Titik koordinat pengambilan sampel dapat dilihat pada Tabel 5:

Tabel 5. Titik Koordinat Pengambilan Sampel

Penanda	Koordinat Garis	
	Lintang (Y)	Bujur (X)
Pulau Tegal	5°33'46.95"S	105°16'28.82"E
Pulau Pasaran	5°27'55.89"S	105°15'57.84"E
Pelabuhan Sebalang	5°35'10.00"S	105°22'55.63"E

3.4.2 Pengambilan Sampel

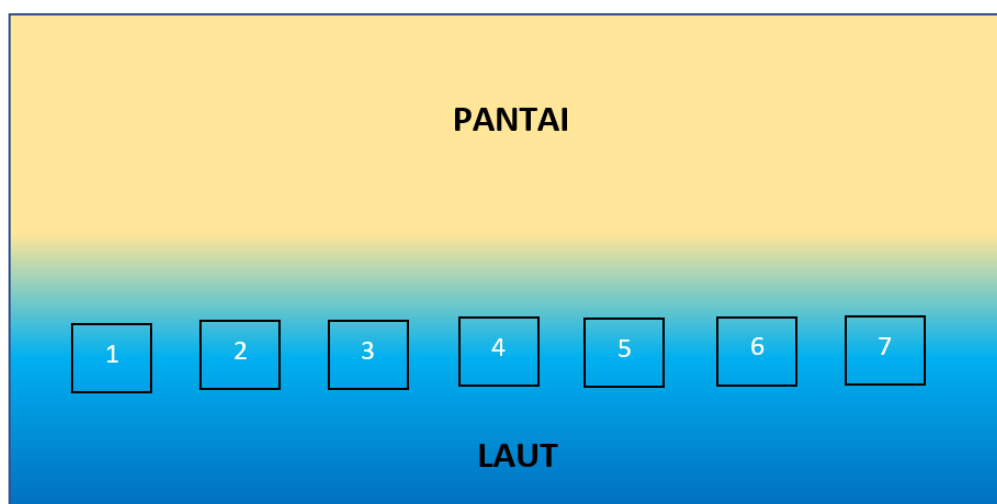
a. Sampel Air

Pengambilan sample air di permukaan air laut menggunakan *plankton net* (diameter 30 cm dan *mesh size* 200 μm), setiap lokasi diambil 7 titik ulangan sebanyak 200 ml. Kemudian dimasukkan kedalam botol sampel. Sampel dimasukkan kedalam *ice box* yang berisi *dry ice*. Gunakan GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan titik lokasi pengambilan sampel.

b. Sampel Sedimen

Pengambilan sampel sedimen didasar laut dengan kedalaman 1-2 meter. Setiap titik diambil 250 g sampel sedimen dengan

menggunakan sekop. Kemudian dimasukkan kedalam botol sampel. Sampel dimasukkan kedalam *ice box* yang berisi *dry ice*. Gunakan GPS (*Global Positioning System*) untuk menentukan titik lokasi pengambilan sampel.



Gambar 6. Ilustrasi pengambilan sampling mikroplastik pada air dan sedimen di pantai Teluk Lampung.

3.4.3 Persiapan Bahan Uji

Persiapan sampel air dan sedimen dilakukan di Laboratorium Biomolekuler Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

a. Sampel Air

Identifikasi kandungan mikroplastik pada air laut dapat dilakukan dengan menggunakan tahapan sebagai berikut, yaitu sampel air yang telah diambil kemudian disimpan dilemari pendingin. Sampel yang telah disimpan kemudian ditambahkan KOH 10% sebanyak 1:3 selama 1 x 24 jam (Tahir *et al.*, 2019). Selanjutnya sampel air

difiltrasi menggunakan *vaccum pump* dengan kertas saring selulosa nitrat ukuran pori 0,45 μ m. Pindahkan sub sampel mikroplastik pada cawan petri. Kemudian kertas saring dikeringkan di dalam desikator dan dilakukan pengamatan menggunakan Mikroskop Streo. Kepadatan mikroplastik dapat dihitung dengan membandingkan jumlah partikel yang di temukan dengan volume air yang tersaring (Masura *et al.*, 2015)

$$KM = \frac{\text{jumlah partikel mikroplastik}}{\text{volume air tersaring}}$$

Keterangan:

KM: Kelimpahan mikroplastik (individu/m³)

Adapun untuk pengukuran volume air yang tersaring plakton net, menggunakan rumus volume tabung sebagai berikut:

$$L = \pi r^2$$

$$V = L \times T$$

Keterangan: L = Luas lingkaran

π = phi

r = jari-jari (m)

V = Volume air tersaring (m³)

T = Tinggi / Panjang jaring di tarik (m)

b. Sampel Sedimen

Sedimen dikeringkan dengan suhu 70° C selama 48 jam. Sedimen yang sudah dioven kemudian disaring menggunakan ayakan mesh 355 μ m. Sedimen ditimbang masing-masing sebanyak 50 g. Ditambahkan NaCl jenuh dengan perbandingan 3:1, dan diaduk

selama 2 menit (Claessens *et al.*, 2011). Rendam sampel sedimen selama 24 jam, plastik yang berukuran ringan akan terpisah dan akan berada pada bagian atas. Selanjutnya sampel sedimen difiltrasi menggunakan *vaccum pump* dengan kertas saring selulosa nitrat ukuran pori 0,45µm. Pemindahan sub sampel mikroplastik pada cawan petri. Kemudian kertas saring dikeringkan di dalam desikator dan dilakukan pengamatan menggunakan Mikroskop Streo. Menurut Dewi *et al.* (2015) Rumus perhitungan identifikasi mikroplastik pada sedimen yaitu sebagai berikut:

$$KM = \frac{\sum MP \text{ (mikroplastik)}}{\text{sampel}} \times 1000 \text{ (kg)}$$

Keterangan :

KM: Kelimpahan mikroplastik (individu/kg)

∑MP: Jumlah Mikroplastik yang ditemukan pada sedimen

c. Sampel Teripang dan Kerang Dara

Pemisahan mikroplastik pada Teripang dan Kerang Dara menggunakan metode yang telah digunakan Ding *et al.*, 2018. Teripang dan kerang dara yang ditemukan diukur panjang dan beratnya terlebih dahulu. Pada teripang bagian usus dan lambung yang akan digunakan, sedangkan pada kerang seluruh jaringan yang digunakan. Kemudian dimasukkan ke dalam tabung *erlenmeyer* ukuran 250 ml dan ditambahkan larutan KOH 10% sebanyak 100 ml. campuran dari jaringan dan pelarut kemudian diinkubasi selama 1 x 24 jam pada suhu 60° C untuk menghilangkan materi organik pada biota. Selanjutnya jaringan pada teripang dan kerang dara

difiltrasi menggunakan *vaccum pump* dengan kertas saring selulosa nitrat ukuran pori 0,45 μ m. Pemindahan sub sampel mikroplastik pada cawan petri. Kemudian kertas saring dikeringkan di dalam desikator dan dilakukan pengamatan menggunakan Mikroskop Streo.

3.4.4 Analisis Mikroplastik

Sampel tipe mikroplastik yang ditemukan pada air laut dan sedimen dilihat jenis polimer dan kelimpahan di dalamnya diuji menggunakan FT- IR (*Fourier Transform Infrared*). Software FT-IR yang digunakan untuk membaca spectrum standar dari *database* polimer yaitu *Euclidean Distance* untuk mengetahui jenis polimer dalam sampel.

Analisis nilai puncak gelombang rentang panjang gelombang 600-4000 cm^{-1} (Ni'mah *et al.*, 2009). Karakteristik menggunakan spektrofotometri FTIR merupakan teknik yang sesuai untuk diidentifikasi secara kualitatif. Caranya adalah puncak serapan yang muncul pada spectra dan dibandingkan dengan beberapa pustaka (Atmaja dan Ernawati, 2013).

3.5 Parameter Penelitian

Parameter yang diukur dalam penelitian ini yaitu untuk mengetahui kadar mikroplastik yang tercemar pada air dan sedimen dari Pulau Tegal, Pulau Pasaran dan Dermaga Sebalang.

3.6 Analisis Data

Data yang didapat selanjutnya akan dianalisis secara deskriptif kualitatif. Hasil identifikasi kandungan mikroplastik dalam air dan sedimen ditampilkan dalam bentuk foto hasil Mikroskop. Data jumlah dan jenis (bentuk) mikroplastik disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil identifikasi jenis mikroplastik dalam air dan sedimen menggunakan alat FT-IR ditampilkan dalam bentuk diagram panjang gelombang hasil mikroskopi.

V. KESIMPULAN

5.1 Simpulan

Jumlah dan bentuk mikroplastik yang ditemukan pada sampel air dan sedimen cukup banyak disetiap lokasinya. Pada sampel air hasil rata-rata yang paling banyak ditemukan yaitu di lokasi Pulau Pasaran 34,5 ind/m³, dengan bentuk mikroplastik tipe *fiber* yang memiliki warna yang bervariasi yaitu hitam, biru, merah dan ungu, sedangkan mikroplastik tipe lainnya yaitu *granula* dengan warna hitam dan putih. Pada sampel sedimen ditemukan rata-rata yang paling banyak yaitu di lokasi Pulau Pasaran 860 ind/kg, dengan bentuk mikroplastik yang banyak ditemukan adalah tipe *granula* dengan dominan warna hitam, tipe *fiber* dengan warna hitam dan biru, sedangkan tipe *fragment* lebih bervariasi warnanya yaitu merah, biru dan hitam.

Pada sampel sedimen di lokasi Pulau Tegal ditemukan hewan benthik yaitu teripang hitam (*Holothuria atra*). Jumlah mikroplastik yang ditemukan pada pencernaan usus tipe *fiber* sebanyak 20 ind/g, sedangkan bentuk lainnya yang ditemukan adalah tipe *fragment* dan *granula*. Dan pada lokasi Pulau Pasaran juga di temukan hewan benthik jenis kerang bulu (*Anadara antiquata*), dengan jumlah mikroplastik tipe fiber sebanyak 8 ind/g, sedangkan bentuk lainnya adalah tipe *granula* dan *fragment*.

Jenis polimer mikroplastik yang ditemukan pada sampel berdasarkan uji FT-IR yaitu *polyhlyene* (PE), *polythelyene theraphthalate* (PET), *Polypropylene* (PP), *polystes* (PES) dan *polyethylene terephthalate* (PETE).

5.2 Saran

Untuk penelitian mikroplastik selanjutnya sebaiknya menggunakan sampel pada zooplankton, karena keberadaan zooplankton dapat dijadikan sebagai bioindikator pencemaran di suatu perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabi O. A., Kehinde I. O., Oluwaseun A., Olufiropo E. A. 2019. Public and Environmental Health Effects of Plastic Wastes Disposal: A Review. *Journal of Toxicology and Risk Assessment*. 5: 2572-4061.
- Anam, Choirul, Sirojudin. 2007. Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR. *Fisika*. 10(1): 79-85.
- Arlofa, H. H. 2017. Perbandingan Analisis Gugus Ataktik Pada Polimer Polipropilena Dengan Metode Gravimetric Dan Fourier Transform Infra Red (FT-IR). *Jurnal kimia*. Banten. Universitas Serang Raya.
- Aspi, Mariana, Bara'allo, Boni. 2013. *Analisis Data Spektrum Spektroskopi FT-IR untuk Menentukan Tingkat Oksidasi Polianilin*. Pontianak. Universitas Tanjungpura Pontianak.
- Atmaja dan Ernawati Silvia. 2013. Pengaruh vibrasi komposisi Hibrid epoksi nilon dengan poliamin terhadap kualitas sifat mekaniknya sebagai pelapis kayu. Surabaya. *Jurnal SAINS dan SENI POMITS*. (2013) 1-6
- Barnes, D. G. 2009. Accumulation and fragmentation of plastic debris in global environments. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. 364 (1526): 1985-1998.
- Barnes, D. K. A., Galgani, F., Thompson, R. C., Barlaz, M. 2009. Accumulation and Bhattachary and Chaudhari. Study On Structural, Mechanical and Functinal Properties of Polyester Silica Nanocomposite Fabric. India. *Internasional Journal Or Pure and Appllied Sciences and Technology*. vol 21 no 1.
- Bellas, J., Martinez, A. J., Martinez, C., Ariana, Besada, V., Martinez, G., Concepcion. 2016. Ingestion of microplastic by demersal fish from the Spanish Atlantic and Mediterranean coasts. *Maritime Pollution Bulletin*. 109 (1): 55-60.

- Boerger, C. M., Lattin, G. L., Moore, S. L., Moore, C. J., 2010. Plastic ingestion by planktivorous fishes in the North Pacific Central Gyre. *Marine Pollution Bulletin*, 60: 2275–2278.
- Boucher, C., Morin, M., Bendell, L. I., 2016. The influence of cosmetic microbeads on the sorptive behavior of cadmium and lead within intertidal sediments. *A Laboratory Study. Regional Studies in Marine Science*. 3: 1–7.
- Brate, I. L., Eidsvoll, D. P., Steindal, C. C., Thomas, K. V. 2016. Plastic Ingestion by Atlantic COD (*Gadus morhua*) from the Norwegian Coast. *Mar. Pollut. Bull.* 112, P. 105-110.
- Browne, Mark A., Dissanayake, Awantha., Galloway, Tamara S., Lowe, David M., Thompson, Richard C. 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates to the Circulatory System of the Mussel, *Mytilus edulis* (L.). *Environmental Science & Technology*. 42(13): 5026-5031.
- Chang, Shaina. 2012. Analysis of Polymer Standards by Fourier Transform Infrared Spectroscopy-Attenuated Total Reflectance and Pyrolysis Gas Chromatography/Mass Spectroscopy and the Creation of Searchable Libraries. *Forensic Science Intership Marshall University Forensic Science Program*. FSC 630.
- Chiellini, Emo. 2001. *Environmentally Degradable Polymers and Plastics (EDPs)- An Overview*. Italy: Dept of Chemistry and Industrial Chemistry, University of Pisa.
- Chusnul. 2011. Spektroskopi IR. 96: 103-110. (www.Scribd.com). Diakses pada tanggal 04 Mei 2020.
- Claessens, M., Meester, S. D., Landuyt, L.V., Clerck, K. D., Janssen, C. R. 2011. Occurrence And Distribution Of Microplastiks In Marine Sediments Along The Belgian Coast. *Marine Pollution Bulletin*. 62(10): 2199-2204.
- Crawford, C.B., Quinn, B., 2017. The biological impacts and effects of contaminated microplastics, in: *Microplastic Pollutants. Elsevier*. 159-178.
- Dewi, I. S., Budiarsa, A. A., Ritonga, I. R. 2015. Distribusi mikroplastik pada sedimen di muara badak, Kabupaten Kutai Kartanegara. *Depik*. 4 (3): 121-131.
- Ding, J. F., Li, J. X., Sun, C. J., He, C. F, Jiang, F. H., Gao, F. L., Zheng, L. 2018. Separation and Identification of Microplastics in Digestive System of Bivalves. *Chinese Journal of Analytical Chemistry*. 46 (5): 690–697.
- Endar W. Ningrum., I. Romandani, L. Gayatri, Z. Q. A'yun, I. Y. Ulfah, T. H. Widarto. 2015. Efektivitas Bivalvia Sebagai Bioremediator Polutan Perairan:

Studi Kasus Waduk Situ Gede Bogor. Bogor. *Artikel*. Institut Pertanian Bogor

Eriksen, M., Lebreton, L. C. M., Carson, H. S., Thiel, M., Moore, C. J., Bornerro, J. C., Galgani, F., Ryan, P. G., and Reisser, J. 2014. Plastic Pollution in the World's Oceans: More than 5 Trillion Plastic Pieces Weighing over 250,000 Tons Afloat at Sea. *PLoS One*. 9 (12): 111913.

Faruqi, H. M. 2019. Persebaran dan Komposisi dan Kelimpahan Mikroplastik di Kali Surabaya Segmen Kecamatan Driyorejo. *Skripsi*. Program Studi S1 Teknik Lingkungan Departemen Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga.

Fischer, E. K., Paglialonga, L., Czech, E., Tamminga, M. 2016. Microplastic pollution in lakes and lake shoreline sedimen – a case study on lake Bolsena and lake Chiusi (central Italy). *Environmental Pollution*. 213: 648-657.

Galgani, F. *The Mediterranean Sea: From litter to microplastics*. 2015. Micro 2015: Book of abstracts.

GESAMP, 2015. Sources, Fate and Effects of Microplastics in the Marine Environment: a Global Assessment (Report Study No. 90). IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection.

Green, D. S. 2016. Effects of microplastics on European flat oysters, *Ostrea edulis* and their associated benthic communities. *Environmental Pollution*. 216: 95–103.

Hastuti, A. R., 2014. *Distribusi Spasial Sampah Laut di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk Jakarta*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Helfinalis. 2000. *Aspek Oseonografi Bagi Peruntukan Lahan di Wilayah Pantai Teluk Lampung*. PPPLO-LIPI, Jakarta

Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., and Thiel, M. 2012. Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Science & Technology*. 46: 3060–75.

Hiwari, H. P. 2019. Kondisi Sampah Mikroplastik Di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang Dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*. 5(2): 165- 171.

Jambeck, J. R., Geyer, C., Wilcox, C., Siegler, T. R., Perryman, M., Andrady, A., Narayan, R., and Law, K. L. 2015. Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*. 347 (6223): 768 – 771.

- Katsanevakis, S., Katsarou, A., 2004. Influences on the Distribution of Marine Debris on the Seafloor of Shallow Coastal Areas in Greece (Eastern Mediterranean). *Water, Air, & Soil Pollution*. 159(1): 325–337.
- Kingfisher, J. 2011. Micro-plastic debris accumulation on puget sound beaches. Port Townsend Marine Science Center [Internet]. [diunduh 2020 April 6]. Tersedia pada: http://www.ptmsc.org/Science/plastic_project/Summit%20Final%20Draft.pdf. Diakses pada tanggal 04 Mei 2020 pukul 19.00 WIB.
- Kuasa S. 2018. Keberadaan Mikroplastik pada Hewan Filter feeder di padang lamun ke Pulauan Spermonde kota Makasar. *Skripsi*. Makasar. UHM
- Lo, H.-S., Xu, X., Wong, C.-Y., Cheung, S.-G., 2018. Comparisons of microplastic pollution between mudflats and sandy beaches in Hong Kong. *Environmental Pollution*. 236: 208–217.
- Lubis Astika M. 2016. Analisis Sedimentasi di Sungai Way Besai. *Skripsi*. Fakultas Teknik, Universitas Lampung. Lampung.
- Manalu, A. 2017. Kelimpahan Mikroplastik diteluk Jakarta. *Tesis*. Sekolah Pasca sarjana IPB
- Masura J., Baker J., Foster G., Arthur C. 2015. *Laboratory Methods for the Analysis of Microplastics in the Marine Environment: Recommendations for quantifying synthetic particles in waters and sediments*. National Oceanic and Atmospheric Administration. NOAA Technical Memorandum NOSOR&R-48.
- Moos, Nadia von, Burkhardi-holm.P and Angela Kohler., 2012. Uptake and Effect of Microplastic on Cell and Tissue the Blue Mussel *Mytilus edulis* after an Experimental Exposure. *Environ. Sci. Technol.* 46(20): 11327-11335
- Pereiraa, A. P. D. S., Silvaa, M. H. P. D. S., Júniora, E. P. L., , Andersan dos Santos Paulaa, A. D. S., and Tommasini, F. J. 2017. Processing and Characterization of PET Composites Reinforced With Geopolymer concret waste. *Materials Research*. 20(suppl 2): 411-420.
- Neves, D., Paula, S., Ferreira, J. L., Pereira, T. 2015. Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin*. 101 (1): 119-126.
- Ni'mah, Lukman, Juwono. 2009. *Synthesis and characterization of HDPE plastik film for herbicide containwe using fly ash class as filler*. Surabaya. ITS.
- Ningsih. R. W. 2018. Dampak Pencemaran Air laut Akibat Sampah Terhadap Kelestarian Laut di Indonesia. Yogyakarta. *Tesis*. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

- Nor, N. H. M., Obbard, J. P. 2014. Microplastics in Singapore's coastal mangrove ecosystems. *Marine Pollution Bulletin.*, 79(1-2): 278–283.
- Prastuti, O. P. 2017. Pengaruh Komposisi Air Laut dan Pasir Laut sebagai sumber energi listrik. Gresik. *Jurnal Teknik Kimia Lingkungan.* 1(1): 35-41.
- Purwaningrum, P., 2016. Upaya Mengurangi Timbulan Sampah Plastik di Lingkungan. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology* 8(2): 141–147.
- Rakesh. P., Charmi P., S.K. Rajesh. 2014. Quantitative Analytical applications of FT-IR Spectroscopy in Pharmaceutical and Allied Areas. *J. Adv Pharmacy Edu.* 4(2): 145-157.
- Reed, C. 2016. *Plastic Age: How it's reshaping rocks, oceans and life* New Scientist. Diunduh Plastic Age: How it's reshaping rocks, oceans and life | New Scientist. Feature 28 January 2015. Diakses pada tanggal 05 Maret 2020.
- Rochman, C. M., Tahir, A., Baxa, D. V., Williams S., Werorilangi, S. And Teh, S. J. 2015. Antropogenic Debris In Seafood: Plastic Debris And Fiber From Textiles In Fish And Shellfish Sold For Human Consumption. *Scientific Reports.* 5: 14340.
- Sagawa, N., Kawaai, K., Hinata, H., 2018. Abundance And Size Of Microplastics In A Coastal Sea: Comparison Among Bottom Sediment, Beach Sediment, And Surface Water. *Marine Pollution Bulletin.* 133: 532–542.
- Sandriela Putri Elsa, M. F. 2019. Jenis dan Kepadatan Mikroplastik dengan di Kawasan Pantai Desa Manggung Kota Pariaman Provinsi Sumatera Barat. 6.
- Seltenrich, N. 2015. New Link in the Food Chain. Marine Plastic Pollution and Seafood Safety. *Environ Health Perspect.* 123: A34–A41.
- Singh, B. and Sharma, N. 2008. Mechanistic Implications of Plastic Degradation. Polymer Degradation and Stability. *Scientific Research.* 93: 561-584.
- Sofi H. Amirulloh, Jayeng F. Setiawan, Nanda L. Budiarti, Tyas D.B. Diningrum. 2018. Mikroplastik pada ikan konsumsi di teluk Banten suatu ancaman besar bagi kelangsungan keanekaragaman hayati dan perikanan. *Jurnal.* STIP. Papua Barat.
- Storck, F.R., Kools, S.A., Rinck-Pfeiffer, S., 2015. *Microplastics in fresh water resources.* Global Water Research Coalition, Stirling, South Australia, Australia.

- Virsek, M. K. 2016. Protocol for Microplastics Sampling on The Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments*, (118), 1-9.
- Widinarko B., dan Inneke H. 2018. *Mikroplastik dalam seafood dari pantai Utara Jawa*. Unika. Semarang. Soegijapranata. ISBN 978-602-6865-74-8
- Wikandinata, B dan Adinugroho B. 2007. Evaluasi Laju Erosi dan Laju Sedimentasi pada Waduk Cacaban Tegal. *Skripsi*. Semarang (ID): Fakultas Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata.
- Wiryawan B., B. Marsjen, H. Adi Susanto, A. K. Mahi, M Ahmad, dan H. Poepitasari. 1999. *Atlas Sumberdaya Wilayah Pesisir Lampung*. Bandar Lampung: Pemda Tk I Lampung- CRMP Lampung.
- Wright, S.L., Thompson, R.C., Galloway, T.S., 2013. The physical impacts of microplasticson marine organisms: a review. *Environ. Pollut.* 178: 483–492.
- Zettler, E.R., Mincer, T.J., amaral-zettler, L.A. 2013. Life in the “Plastisphere”: Microbial Communities on Plastic Marine Debris. *Environmental Science & Technology*. 47: 7137-7146.