

**KARAKTERISASI MIKROPLASTIK PADA AIR LAUT DI
PESISIR PANTAI UTARA ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan Oleh:

**ASRUL WALDIANSYAH ABDA
NIM. 190702055
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2023 M/1445 H**

LEMBAR PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**KARAKTERISASI MIKROPLASTIK PADA AIR LAUT DI PESISIR PANTAI
UTARA ACEH**

TUGAS AKHIR

Diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai salah satu Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Teknik (S1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Oleh:

ASRUL WALDIANSYAH ABDA

NIM. 190702055

Mahasiswa Program Studi Teknik Lingkungan
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry

Disetujui untuk dimunaqasyahkan Oleh:

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.

NIP. 198912132014031002

M. Faisi Ikhwal, M.Eng

NIP. 199190082020121013

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknik Lingkungan



Husnawati Yahya, S.Si., M.Sc.

NIP. 198311092014032002

LEMBAR PENGESAHAN TUGAS AKHIR

KARAKTERISASI MIKROPLASTIK PADA AIR LAUT DI PESISIR PANTAI UTARA ACEH

TUGAS AKHIR

Telah Diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
serta Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Kelulusan Program Sarjana Teknik (S-1)
dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal: Senin/ 18- Desember 2023
Senin/ 5 Jumadil Akhir 1445

Panitia Ujian Munqasyah Skripsi

Ketua

Sekretaris

Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.

NIP. 198912132014031002

M. Faisi Khyali, M.Eng

NIP. 199190082020121013

Penguji I

Penguji II

Dr. Khairun Nisah, M.Si.

NIP. 197902162014032001

Arief Rahman, S.T., M.T.

NIP. 198903102019031012

AR - RANIRY

Mengetahui,
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. H. Muhammad Dirhamsyah, MT., IPU

NIP. 196210021988111001

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asrul Waldiansyah Abda

NIM : 190702055

Program Studi : Teknik Lingkungan

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Judul Skripsi : Karakterisasi Mikroplastik Pada Air laut Di Pesisir Pantai
Utara Aceh

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini;
2. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh maupun di perguruan tinggi lainnya;
3. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan dari dosen pembimbing;
4. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
5. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya; dan
6. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.

Bila kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.

Banda Aceh, Desember 2023



Asrul Waldiansyah Abda

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur saya panjatkan kepada Allah Swt. atas rida-Nya saya dapat menyelesaikan penyusunan tugas akhir ini. Sholawat dan Salam semoga selalu tercurah kepada Baginda Nabi Muhammad Saw, dan atas keluarga dan sahabat beliau serta orang-orang yang mengikuti jejak langkah mereka itu hingga akhir zaman. Terimakasih juga saya ucapkan kepada Ayah dan Ibu saya atas dukungan yang telah diberikan. Adapun judul tugas akhir yang saya ajukan adalah “Karakterisasi Mikroplastik Pada Air laut Di Pesisir Pantai Utara Aceh”. Tugas akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat kelulusan dan memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Tidak dapat disangkal bahwa butuh usaha yang keras dalam penyelesaian pengerjaan Tugas Akhir ini. Namun, karya ini tidak akan selesai tanpa orang-orang tercinta dan saya hormati di sekeliling saya yang mendukung dan membantu. Terima kasih saya sampaikan kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Dirhamsyah, M.T., IPU., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Ar-Raniry Banda Aceh.
2. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Bapak Aulia Rohendi, S.T., M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
5. M. Faisi Ikhwal, S.T., M.Eng., selaku dosen pembimbing tugas akhir yang telah banyak memberikan arahan dan bimbingan dalam penulisan tugas akhir ini.
6. Teuku Muhammad Ashari, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis yang telah memberikan bimbingan serta dukungan kepada penulis selama masa perkuliahan berlangsung.
7. Segenap Dosen Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama kuliah

dan seluruh staf yang selalu sabar melayani segala administrasi selama proses penelitian ini.

8. Ibu Nurul Huda, S.Pd., selaku Laboran Laboratorium Teknik Lingkungan.
9. Rekan-rekan pendamping penelitian, Arkan Aufa Wina, Muqabil, Yunasar, Maulizul Barzan, Sayed Abdul Jabbar, Luthfi, Aisha Shakira, Amamullah, Khaleed Alhamzi, Kautsar Jusmi, Alfaniati Rahmatillah.
10. Teman-teman Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh Angkatan 2019 yang juga memberikan masukan dan saran yang membangun, sehingga saya dapat menyelesaikan penelitian ini.
11. Abang dan Kakak leting Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang turut memberikan saran dan masukan kepada penulis.

Semoga segala kebaikan dan pertolongan semuanya mendapat berkah dari Allah Swt. dan akhirnya saya menyadari bahwa laporan penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, karena keterbatasan ilmu yang saya miliki. Untuk itu saya dengan kerendahan hati mengharapkan saran dan kritik yang sifatnya membangun dari semua pihak demi membangun laporan penelitian ini.

Banda Aceh, Desember 2023

Penulis,

جامعة الرانيري

AR - RANIRY

Asrul Waldiansyah Abda

Abstrak

Nama : Asrul Waldiansyah Abda
NIM : 190702055
Program Studi : Teknik Lingkungan
Judul : Karakterisasi Mikroplastik Pada Air laut Di Pesisir Pantai
Utara Aceh
Tanggal Sidang : 18 Desember
Jumlah Halaman : 84 Halaman
Pembimbing I : Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc.
Pembimbing II : M. Faisi Ikhwal, M.Eng.
Kata Kunci : Mikroplastik, kelimpahan, Air laut, Pantai, Warna

Pencemaran yang bersumber dari mikroplastik merupakan salah satu permasalahan global. Sampah plastik masuk ke laut baik secara sengaja maupun tidak disengaja dan akan terdegradasi menjadi mikroplastik. Studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi mikroplastik berdasarkan warna, ukuran dan bentuk serta menghitung kelimpahan mikroplastik pada air laut di Pesisir Pantai Utara Aceh. Sampel yang diidentifikasi adalah sampel air di 9 stasiun dan 27 titik lokasi sampling air laut di Pesisir Pantai Utara Aceh. Sampel kemudian diidentifikasi menggunakan *mikroskop Nikon eclipse ti²* dengan perbesaran 10x. Data hasil identifikasi mikroplastik berupa penampakan karakteristik, morfologi partikel mikroplastik meliputi warna, dan bentuk partikel pada masing-masing sampel. Hasil penelitian yang didapatkan, mikroplastik yang ditemukan pada sampel air laut di Pesisir Pantai Utara Aceh memiliki kisaran 202 partikel per liter dengan rata-rata kelimpahan 0 hingga 80 partikel per liter, 0 hingga 90 partikel per liter, dan 0 hingga 110 partikel per liter. Bentuk mikroplastik yang teridentifikasi yaitu fiber, film, dan fragmen dengan warna biru, hitam, merah, dan transparan. Ukuran mikroplastik yang paling banyak ditemukan ukuran 40-60 μ m. Untuk analisis jenis polimer yang terkandung, hasil dari analisis *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) telah memverifikasi beberapa jenis seperti *Polyethylene terephthalate*, *polyamides*, dan, *Polyethylene terephthalate* dengan gugus fungsi yang sesuai. Temuan mikroplastik ini menunjukkan bahwa di pesisir pantai dan utara Aceh sudah terkontaminasi oleh mikroplastik yang dapat menimbulkan masalah serius bagi organisme di air laut tersebut. Kajian ini menjadi penting agar dapat memberi informasi kepada para peneliti sebagai dasar dalam pengelolaan sumberdaya air laut.

Abstract

Name : Asrul Waldiansyah Abda
Student ID Number : 190702055
Study Program : Environmental Engineering
Title : Characterization of Microplastics in Waters off the North Coast of Aceh
Session Date : Desember 18th 2023
Number of Pages : 84Pages
Advisor I : Dr. Abd Mujahid Hamdan M.Sc.
Advisor II : M. Faisi Ikhwal, M.Eng.
keywords : Microplastics, Abundance, Sea Waters, Beach, Color

Pollution sourced from microplastics is one of the global problems. Plastic waste enters the ocean either intentionally or unintentionally and will degrade into microplastics. This study aimed to identify microplastics by color, size and shape and calculate the abundance of microplastics in waters on the North Coast of Aceh. The samples identified were water samples at 9 stations of Aceh's North Coast Waters. The sample was then identified using a Nikon eclipse ti² microscope with a magnification of 10x. Data from the identification of microplastics in the form of the appearance of characteristics, morphology of microplastic particles including color, and shape of particles in each sample. The results of the study obtained, microplastics found in water samples in the waters of the North Coast of Aceh had a range of 202 particles per liter with an average abundance of 0 to 80 particles per liter, 0 to 90 particles per liter, and 0 to 110 particles per liter. The identified forms of microplastics are fibers, films, and fragments in blue, black, red, and transparent. The most common microplastic sizes are 40-60 μ m. For the analysis of the type of polymer contained, the results of the Fourier Transform Infra Red (FTIR) analysis have verified several types such as Polyethylene terephthalate, polyamides, and, Polyethylene terephthalate with corresponding functional groups. The findings of these microplastics show that the coast and north of Aceh have been contaminated by microplastics that can cause serious problems for organisms in these waters. This study is important in order to provide information to researchers as a basis for aquatic resource management.

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PERSETUJUAN	ii
PENGESAHAN TUGAS AKHIR.....	iii
KATA PENGANTAR.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....	v
Abstrak	vi
<i>Abstract</i>	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR SINGKATAN.....	xii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Batasan Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Mikroplastik	5
2.2 Nanoplastik.....	6
2.3 Mikroplastik di Air laut.....	6
2.4 Dampak Mikroplastik.....	7
2.5 <i>Fourier Transform Infrared</i> (FTIR)	8
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	10
3.1 Alur Penelitian.....	10
3.2 Lokasi Penelitian	11
3.3 Teknik Pengambilan Sampel.....	14
3.4 Teknik Prepasi Sampel Air laut.....	14

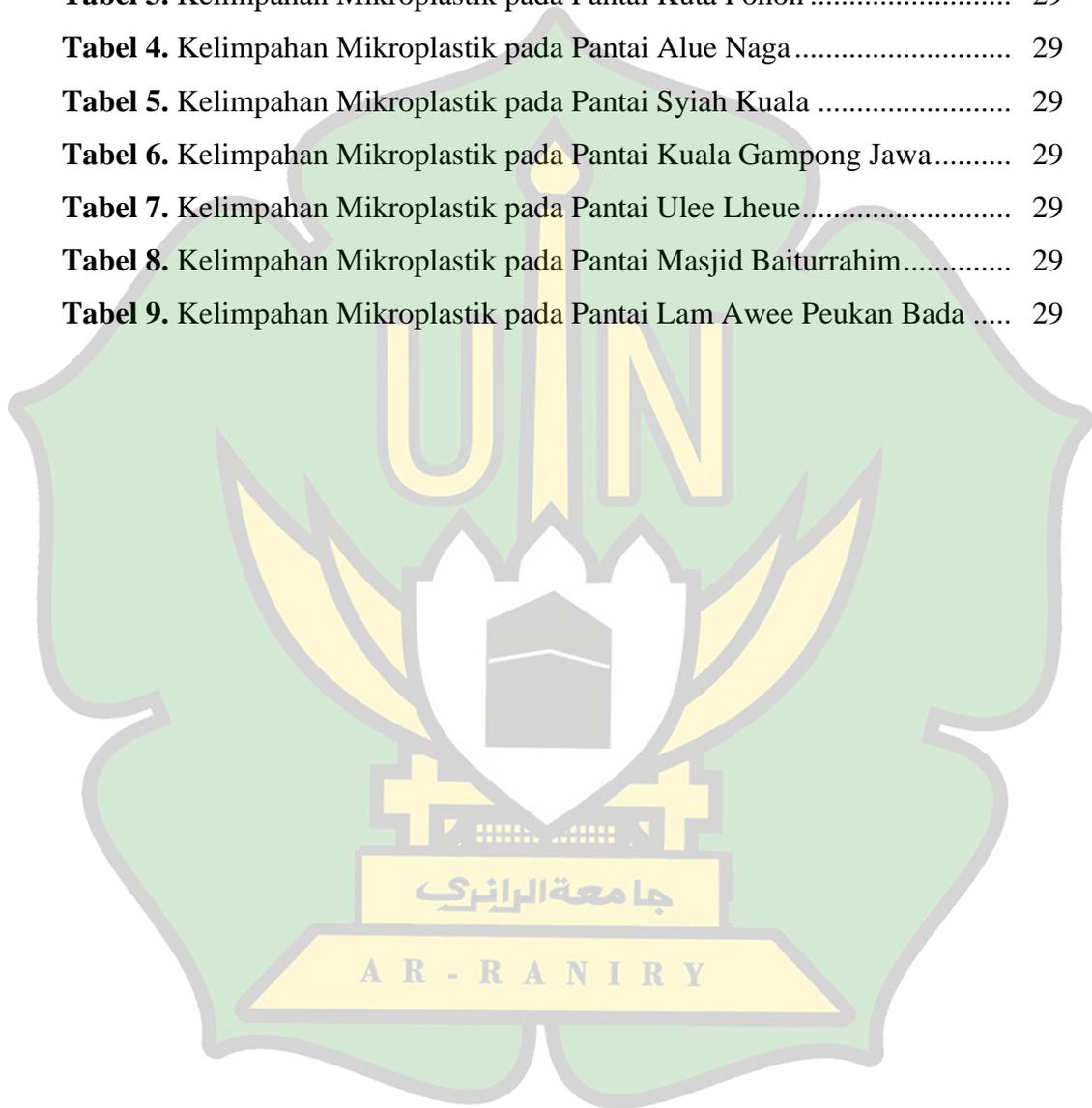
3.4.1	Pengujian dan Analisis Sampel Air	14
3.4.2	<i>Wet Peroxide Oxidation</i> (WPO).....	15
3.4.3	Penyaringan.....	15
3.4.4	Pengujian Sampel Menggunakan Mikroskop	16
3.4.5	Pengujian Sampel Menggunakan FTIR	17
3.5	Interpolasi Distribusi Mikroplastik	19
3.6	Dokumentasi Penelitian dari pengambilan hingga pengukuran sampel.....	21
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		24
4.1	Mikroplastik di Air laut Pesisir Utara Aceh	24
4.2	Kelimpahan Mikroplastik.....	26
4.3	Karakteristik Mikroplastik.....	28
4.3.1	Jenis Mikroplastik	30
4.3.2	Warna Mikroplastik	32
4.3.3	Ukuran Mikroplastik	35
4.4	Analisis <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy</i> (FTIR).....	34
4.5	Pemodelan Interpolasi Mikroplastik.....	36
4.6	Analisi Akurasi Interpolasi.....	44
4.7	Pengelolaan Sumber Daya Air laut yang Tercemar Mikroplastik.....	45
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		47
5.1	Kesimpulan.....	47
5.2	Saran	47
DAFTAR PUSTAKA		49
LAMPIRAN A PERHITUNGAN.....		55
LAMPIRAN B HASIL MIKROPLASTIK.....		56
LAMPIRAN C DATA KELIMPAHAN MIKROPLASTIK.....		66

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.2 Jenis Mikroplastik	5
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	10
Gambar 3.2 Peta Lokasi Penelitian.....	13
Gambar 4.1 (A). Film (B). Fragmen (C). Fiber	24
Gambar 4.2 Bentuk mikroplastik	25
Gambar 4.3 Kelimpahan Mikroplastik.....	27
Gambar 4.4 Kelimpahan Jenis Mikroplastik	30
Gambar 4.5 warna mikroplastik	31
Gambar 4.6 Ukuran Mikroplastik.....	33
Gambar 4.7 Ukuran Mikroplastik Berdasarkan Persentase.....	33
Gambar 4.8 Karakteristik Berdasarkan Polimer.....	35
Gambar 4.9 Peta Distribusi Total Kelimpahan.....	35
Gambar 4.10 Peta Distribusi Kelimpahan Fiber.....	35
Gambar 4.11 Peta Distribusi Kelimpahan fragmen.....	35
Gambar 4.12 Peta Distribusi Kelimpahan film	35
Gambar 4.13 Hasil Analisis RMSE.....	35

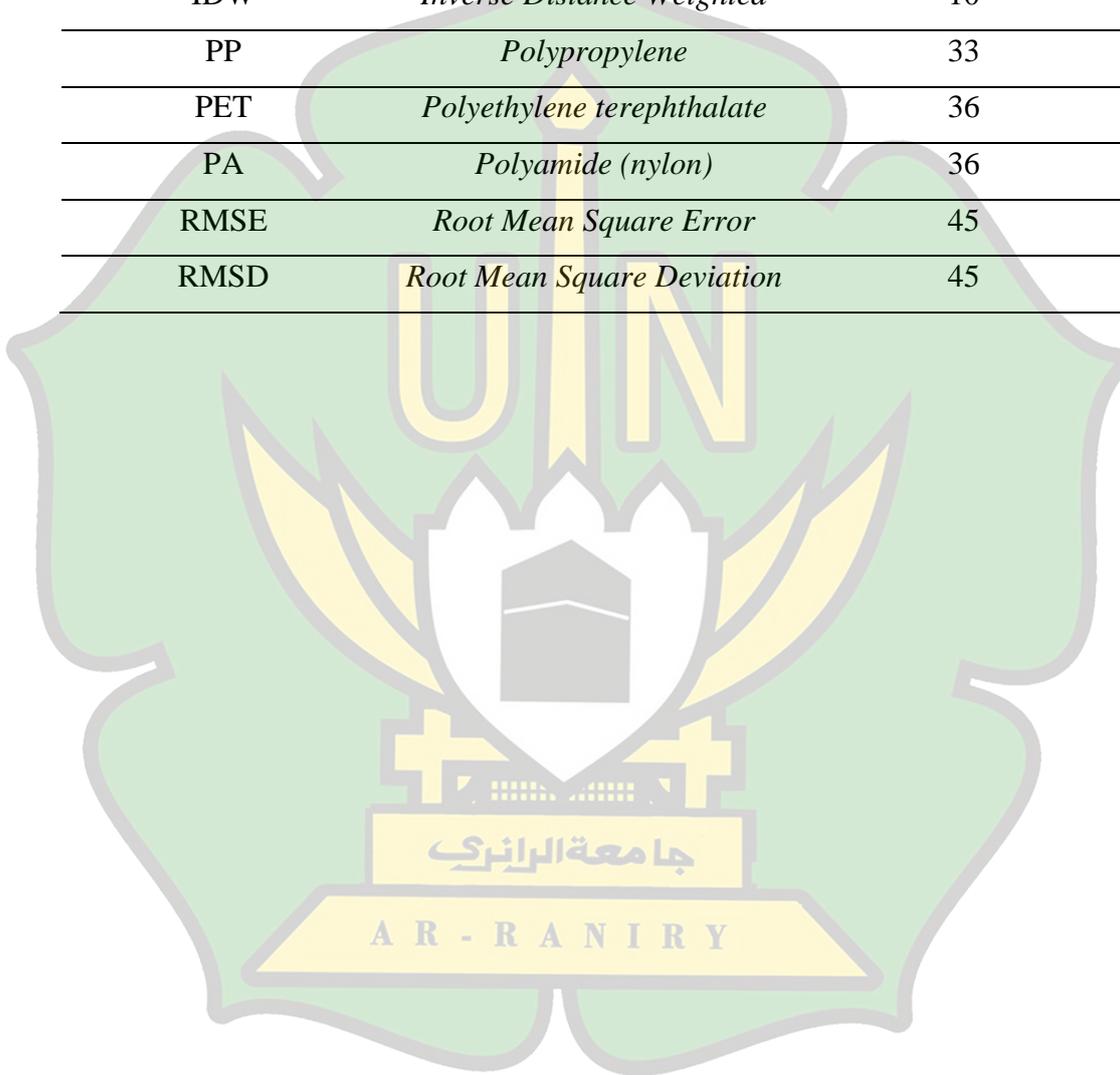
DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Lokasi dan Titik Koordinat Sampling	11
Tabel 4.1 Jenis dan Ukuran Mikroplastik Berdasarkan Uji Mikroskopis	29
Tabel 1. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Lambada Klieng	29
Tabel 2. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Kuala Gigieng.....	29
Tabel 3. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Kuta Pohon	29
Tabel 4. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Alue Naga.....	29
Tabel 5. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Syiah Kuala	29
Tabel 6. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Kuala Gampong Jawa.....	29
Tabel 7. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Ulee Lheue.....	29
Tabel 8. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Masjid Baiturrahim.....	29
Tabel 9. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Lam Awee Peukan Bada	29



DAFTAR SINGKATAN

Mp	Mikroplastik	1
PL	<i>Polyester</i>	5
Np	Nanoplastik	6
FTIR	<i>Fourier Transform Infra Red</i>	9
IDW	<i>Inverse Distance Weighted</i>	10
PP	<i>Polypropylene</i>	33
PET	<i>Polyethylene terephthalate</i>	36
PA	<i>Polyamide (nylon)</i>	36
RMSE	<i>Root Mean Square Error</i>	45
RMSD	<i>Root Mean Square Deviation</i>	45



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Secara global, saat ini 80% sampah yang ada di lautan adalah sampah plastik. Melimpahnya sampah plastik di lautan disebabkan oleh konsumsi plastik yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, distribusi global produksi plastik pada tahun 2019 di negara Cina mencapai 31% dari produksi dunia berdasarkan data yang dirilis oleh *Association of Plastic Manufacturers* (2020). Mikroplastik merupakan zat pencemar yang telah menarik perhatian secara signifikan. (Mammo dkk., 2020), karena berimplikasi terhadap ekologi, ekonomi dan kesehatan manusia (Lindeque dkk., 2019). Salah satu alasan utama menjadi perhatian juga karena banyaknya mikroplastik ditemukan di lingkungan akuatik (Cormier dkk., 2018). Mengingat bahwa Mikroplastik memiliki dampak yang sangat berbahaya bagi segala ekosistem, maka penelitian mengenai mikroplastik terus dilakukan.

Mikroplastik tidak hanya menjadi masalah global, namun juga menjadi masalah nasional dan lokal, termasuk di Provinsi Aceh. Berdasarkan studi yang dilakukan oleh Hamdan dkk. (2021), mikroplastik juga ditemukan di lingkungan akuatik di pesisir utara Aceh, diantaranya sungai, muara dan pantai. Studi-studi telah menunjukkan adanya mikroplastik berbentuk fragment, fiber dan film serta mikroplastik berjenis *polietilen* (PE), *polistirin* (PS), *polipropilen* (PP), *polivinil klorid* (PVC), *politetrafloroetilen* dan *poliamid*.

Pencemaran yang bersumber dari mikroplastik merupakan salah satu permasalahan global yang saat ini sedang menjadi sorotan bagi para pemerhati lingkungan. Permasalahan mikroplastik ini memberikan gambaran dalam penggunaan plastik di kehidupan sehari-hari yang menyebabkan kerusakan ekologi karena pembuangan sampah plastik yang sembarangan (tidak memperhatikan dampak dimasa mendatang (Cole dkk., 2017).

Keberadaan sampah di laut akan dan memiliki dampak negatif terhadap ekosistem terumbu karang (Dewi dkk., 2015)., dimana dampak negatif sampah seperti menutupi proses fotosintesis terumbu karang dan menjadi bahan makanan ikan dan teumbu karang. Menurut Layn (2020), sampah plastik (makro) yang

hancur menjadi mikroplastik, hal ini dapat menjadi salah satu sumber makanan dan masuk kedalam jaringan mesentrial terumbu karang. Mikroplastik yang berasal dari makroplastik menjadi bahan yang beracun apabila masuk kedalam tubuh biota laut (Assuyuti dkk., 2018) dan potongan plastik dapat berpindah dari konsumen I ke konsumen ke II dan ke manusia melalui proses rantai makanan (Patti dkk., 2020). Bahaya mikroplastik juga dapat merusak tatanan mata rantai makanan dalam ekosistem laut. Hal ini karena mikroplastik akan menggantikan peran fitoplankton dan zooplankton yang selanjutnya mengurangi populasi ikan-ikan kecil, bahkan predator puncak. Biota laut seperti ikan – ikan kecil akan mengira mikroplastik merupakan makanan sehingga ketika mikroplastik dikonsumsi oleh ikan tersebut akan mengubah dan merusak ekosistem dan rantai makanan di lingkungan aquatik.

Selain berdampak pada Ekosistem, mikroplastik juga berdampak pada kesehatan manusia. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sugandi dan timnya pada tahun 2021, mikroplastik memiliki potensi sebagai zat beracun bagi makhluk hidup dengan cara mentransfer senyawa kimia dari lingkungan perairan ke tubuh organisme melalui proses pencernaan. Saat mikroplastik memasuki dan tertahan dalam saluran pencernaan, partikel tersebut dapat bergerak melalui lapisan epitel pada usus sebelum akhirnya menembus ke dalam jaringan tubuh. Keberadaan mikroplastik dalam sirkulasi darah juga berpotensi menghambat aliran darah, yang bisa menimbulkan gangguan pada sistem pembuluh darah dan menyebabkan perubahan dalam fungsi jantung. Mikroplastik juga dapat berdampak negatif pada kesehatan manusia, termasuk risiko potensial untuk menyebabkan peradangan otak dan stres oksidatif. Terdapat juga kemungkinan bahwa mikroplastik dapat memasuki saluran pencernaan manusia dan sistem peredaran darah, yang berpotensi mengganggu proses pencernaan, meningkatkan risiko kanker, menyebabkan iritasi kulit, memicu penyakit kardiovaskular, masalah pernapasan, dan komplikasi dalam sistem reproduksi.

Adanya gangguan dalam ekosistem laut akan berdampak pada rantai makanan, dan manusia yang berada pada puncak rantai makanan akan menjadi tujuan akhir akumulasi biomassa. Manusia memang tidak mengonsumsi makroplastik sebagai makanan, tetapi tanpa disadari, manusia telah mengonsumsi mikroplastik dan dapat saja mengakumulasinya dalam jaringan tubuh. Oleh karena

fase inkubasi subklinis yang lama, kita belum dapat mengetahui apakah ada bahaya nyata mikroplastik bagi manusia. Salah satu cara untuk memprediksi respons patologik yang terkait dengan mikroplastik adalah dengan cara melakukan studi komparatif terhadap spesies lainnya (Suppit dkk., 2022)

Maka dari itu perlu dilakukan manajemen dan tata kelola lingkungan terkait keberadaan mikroplastik di perairan pesisir laut diantaranya melakukan pemulihan lingkungan dan pembersihan sampah plastik yang tercecer ke lingkungan, selain itu dalam upaya serius dalam menangani dan manajemen lingkungan dilakukannya monitoring terhadap mikroplastik (Kovochich, 2021).

Monitoring adalah upaya dan proses rutin pengumpulan data dan pengukuran kemajuan serta memantau perubahan yang fokus pada proses dan keluaran. Monitoring dilakukan untuk mengetahui tingkat pencapaian dan kesesuaian antara rencana yang telah ditetapkan dengan hasil capaian saat dilaksanakan monitoring tersebut. Kegiatan monitoring dilakukan sebagai upaya pemantauan terhadap keberadaan dan pola sebaran mikroplastik di pesisir pantai utara Aceh.

Karakteristik terhadap mikroplastik penting dilakukan agar mengetahui bagaimana keberadaan mikroplastik di air laut pesisir Pantai utara Aceh. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan menunjukkan konsentrasi kelimpahan mikroplastik pada Krueng Aceh yaitu 77,92 partikel/kg (Khairuzzaman, 2021).

Berdasarkan latar belakang tersebut perlu dilakukannya penelitian terkait dengan karakterisasi mikroplastik air laut di pesisir pantai utara Aceh. Karakteristik mikroplastik dapat menjadi informasi dan pengetahuan akan sebaran mikroplastik pada air laut di pesisir pantai utara Aceh, serta dapat memonitoring pergerakan dari pada mikroplastik.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kelimpahan mikroplastik pada air laut di pesisir pantai utara Aceh?
2. Bagaimana karakteristik bentuk, warna, ukuran dan jenis polimer mikroplastik pada air laut di pesisir pantai utara Aceh terhadap ekosistem?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengidentifikasi kelimpahan mikroplastik pada air laut di pesisir pantai utara Aceh
2. Mengidentifikasi dan mengklasifikasi karakteristik bentuk, warna, ukuran dan jenis polimer mikroplastik pada air laut di pesisir pantai utara Aceh

1.4 Manfaat Penelitian

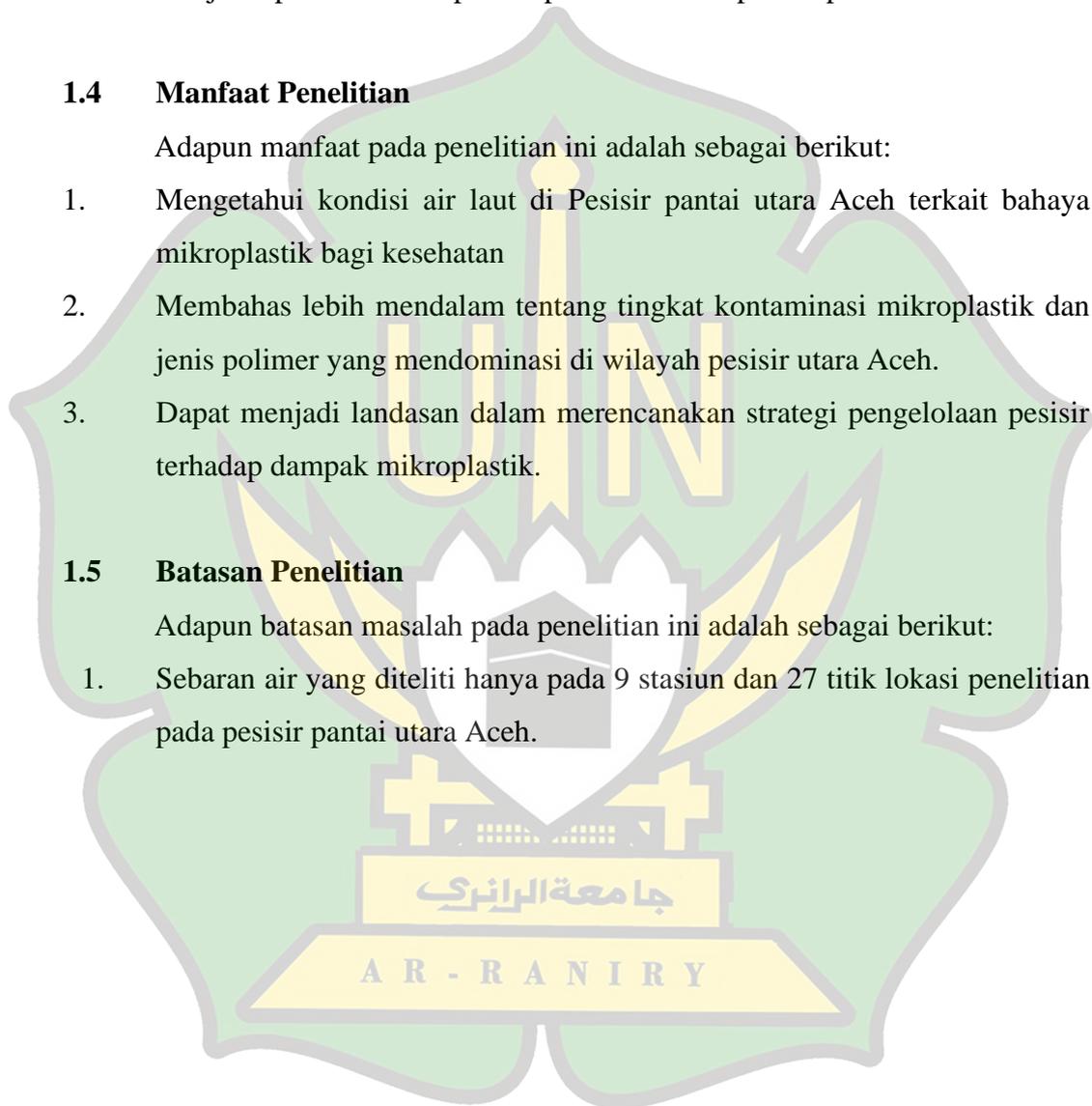
Adapun manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui kondisi air laut di Pesisir pantai utara Aceh terkait bahaya mikroplastik bagi kesehatan
2. Membahas lebih mendalam tentang tingkat kontaminasi mikroplastik dan jenis polimer yang mendominasi di wilayah pesisir utara Aceh.
3. Dapat menjadi landasan dalam merencanakan strategi pengelolaan pesisir terhadap dampak mikroplastik.

1.5 Batasan Penelitian

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Sebaran air yang diteliti hanya pada 9 stasiun dan 27 titik lokasi penelitian pada pesisir pantai utara Aceh.

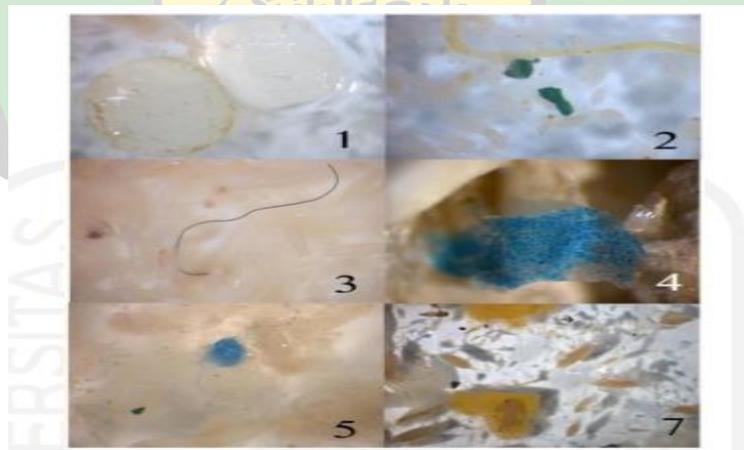


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Mikroplastik

Mikroplastik (MP) adalah fragmen dari semua jenis plastik yang panjangnya <5 mm (0,20 inci) menurut Administrasi Kelautan dan Atmosfer Nasional AS (NOAA) dan Badan Kimia Eropa. Mikroplastik menyebabkan polusi dengan memasuki ekosistem alami dari berbagai sumber, kosmetik, pakaian, kemasan makanan dan proses industri. Istilah Mikroplastik digunakan untuk membedakan MP dari sampah plastik yang lebih besar, seperti botol plastik. Dua klasifikasi MP saat ini yang diakui adalah MP primer dan MP sekunder (Boucher, 2017). Mikroplastik primer mencakup setiap fragmen atau partikel plastik yang berukuran 5,0 mm atau kurang sebelum memasuki lingkungan dan ini termasuk jenis *microfibers* dari pakaian, *microbeads* dan pelet plastik (*nurdles*). Mikroplastik sekunder timbul dari degradasi (penguraian) produk plastik yang lebih besar melalui proses pelapukan alami setelah memasuki lingkungan. Sumber MP sekunder antara lain botol air dan soda, jaring ikan, kantong plastik, wadah *microwave*, kantong teh dan ban bekas. Kedua jenis tersebut diakui bertahan di lingkungan pada tingkat tinggi, terutama di ekosistem perairan dan laut, dimana menyebabkan pencemaran air (Kovochich, 2021). 35% dari semua MP laut berasal selama proses pencucian tekstil/ pakaian, terutama karena erosi pakaian berbahan dasar *polyester*, *akrilik* atau *nilon*. Namun, MP juga terakumulasi di ekosistem udara dan darat (European Investment Bank, 2020).



Gambar 2.1 Jenis Mikroplastik : 1. Pellets; 2. Fragments; 3. Fibre; 4. Film; 5. Filaments; 6. Foam (Sumber : Juao Frias dkk., 2018)

2.2 Nanoplastik

Nanoplastik (NP) ialah partikulat atau partikel plastic yang terdegradasi dari mikroplastik. Adapun nanoplastik berukuran kurang dari 1 mm (yaitu 1000 nm) atau kurang dari 100 nm. Spekulasi tentang nanoplastik di lingkungan berkisar dari itu menjadi produk sampingan 7 sementara selama fragmentasi mikroplastik menjadi ancaman lingkungan yang tidak terlihat pada konsentrasi yang berpotensi tinggi dan terus meningkat (João, 2018).

Nanoplastik dianggap berisiko bagi lingkungan dan kesehatan manusia. Karena ukurannya yang kecil, nanoplastik dapat melintasi membran sel dan mempengaruhi fungsi sel. Nanoplastik bersifat lipofilik dan model menunjukkan bahwa nanoplastik *polietilen* dapat dimasukkan ke dalam inti *hidrofobik lipid bilayers*. Nanoplastik juga terbukti melintasi membran epitel ikan yang terakumulasi di berbagai organ termasuk kantong empedu, pankreas, dan otak (Hollóczki, 2020). Sedikit yang diketahui tentang efek kesehatan yang merugikan dari nanoplastik pada organisme termasuk manusia. Pada ikan zebra, nanoplastik polistirena dapat menginduksi jalur respons stres yang mengubah kadar glukosa dan kortisol, yang berpotensi terkait dengan perubahan perilaku dalam fase stres (Pitt, 2018).

2.3 Mikroplastik di Air Laut

Mikroplastik dapat dengan mudahnya masuk ke dalam perairan laut, dikarenakan adanya plastik yang masuk ke dalam ekosistem sungai. Sumber pencemaran mikroplastik di sungai berasal dari aktivitas manusia. Kegiatan membuang sampah dan limbah di sungai akan terbawa arus yang berakhir di laut (Browne dkk., 2008). Selain itu, kegiatan seperti pariwisata, kegiatan penangkapan ikan, budidaya perikanan dan penggunaan kapal merupakan sumber utama pencemaran mikroplastik di air (Zhang, 2017). Fragmentasi plastik pada pesisir juga merupakan sumber pencemaran mikroplastik di air laut. Adanya transportasi yang disebabkan karena udara dan ombak akan membawa mikroplastik ke perairan pesisir laut (Kulkula dkk., 2012).

Mikroplastik yang berada di dalam air akan mengapung tergantung pada massa jenis polimernya. Faktor penting dalam penyebaran mikroplastik terdapat

pada ukuran mikroplastik, luas ukuran menyebabkan mudahnya melepaskan bahan kimia pada lingkungan daripada volume dari mikroplastik (Lusher dkk., 2017). Di permukaan air laut, pencemaran mikroplastik menyebabkan dampak negatif pada organisme atau biota laut yang tidak sengaja menelan mikroplastik (Thompson dkk., 2009). Dampaknya dapat mengakibatkan berkurangnya asupan nutrisi yang seharusnya didapat dari makanan (Tourinho dkk., 2010). Pada ikan, mikroplastik akan memberikan dampak berupa gangguan pernafasan karena menyumbat insang dan menyebabkan bioakumulasi jika mikroplastik tertelan ke dalam tubuh ikan (Browne dkk., 2008). Selain itu, mikroplastik dapat menyumbat saluran pencernaan dan membatasi nutrisi, dikarenakan mikroplastik diangkut ke sistem pencernaan melalui dinding usus, sehingga menelan mikroplastik dapat merusak fungsi vital tubuh secara serius (Cauwenberghe dkk., 2014).

Akumulasi mikroplastik pada biota laut disebabkan adanya penyebaran mikroplastik dari muara sungai. Pergerakan arus sungai dan udara, akan mentranspor mikroplastik yang sudah terfragmentasi sejak lama akan mengendap di sedimen sungai dan sedimen tersebut akan ikut terbawa ke muara (Wright dkk., 2013). Keberadaan mikroplastik di sedimen menunjukkan jumlah yang lebih banyak dibandingkan keberadaan di perairan laut, dikarenakan transportasi mikroplastik di air laut cenderung lebih cepat daripada di sedimen (Manalu, 2017).

2.4 Dampak Mikroplastik

Mikroplastik yang tertelan oleh biota air dapat memberikan efek terhadap fisik maupun toksik. Mikroplastik memiliki ukuran yang mirip dengan organisme bentik dan plankton, sehingga biota perairan pesisir laut dapat menyerap mikroplastik ini. Jika tertelan, mikroplastik dapat menumpuk di sistem pencernaan dan menyumbat pada organisme serta menghabiskan pasokan energi. Selain itu, mikroplastik diketahui mampu menyerap bahan kimia beracun hingga jutaan kali lipat dibandingkan perairan di sekitarnya. Beberapa bahan kimia ini dapat masuk ke jaringan biologis organisme melalui proses menelan (Supit dkk., 2022).

Mikroplastik yang terjadi kepada biota air diakibatkan dari tertelan oleh biota dengan ukuran (< 5 mm). Mikroplastik dapat tertelan oleh hewan invertebrata seperti ikan, burung laut dan mamalia. Ketika mikroplastik tersebut. Jika

mikroplastik ini masuk kedalam pencernaan, maka dapat merusak cadangan energi. Hal ini dapat menyebabkan cedera fisik, stres fisiologis dan kelaparan. Mikroplastik juga dapat dipengaruhi oleh kontaminan air organik. Menelan mikroplastik dapat menciptakan racun dalam rantai makanan yang dapat menyebabkan pada tingkat trofik tertinggi (Fitria, 2021).

Mikroplastik juga mempengaruhi manusia, ketika terakumulasi dalam organisme dan kemudian mencapai manusia melalui rantai makanan. Hal ini dapat penyakit pada manusia (Firdaus, 2019), dampak kesehatan pada tubuh manusia melalui bioakumulasi dan biomagnifikasi mikroplastik dan polutan kimia dalam tubuh manusia seperti iritasi kulit, gangguan pernapasan, gangguan pencernaan, masalah reproduksi, bahkan kanker.

2.5 *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Analisis sampel dapat dilakukan dengan mudah dengan bantuan alat optik. Spektroskopi merupakan teknik pengujian yang operasionalnya cenderung mudah untuk mendapatkan *spektrum* dari sampel yang dianalisis. Pada penelitian ini menggunakan IR atau inframerah yang memiliki panjang gelombang (λ) berkisar 0,78 μm sampai 100 μm . Spektroskopi IR memiliki dua variasi diantaranya metode dispersif dan metode *Fourier Transform (FT)*. Metode FT menggunakan prinsip dari *interferometer*. Keunggulan dari penggunaan metode FT dibandingkan dengan metode dispersif yaitu kemampuan mencakup sampel yang berukuran kecil, peralatan ini dilengkapi komputer dengan kemampuan menyimpan dan memanipulasi spektrum (Stevens, 2007).

Fourier Transform Infrared (FTIR) merupakan spektroskopi optik yang secara efektif dapat menampilkan komposisi kimia pada tingkat molekuler. *Fourier Transform Infrared (FTIR)* dapat digunakan untuk menentukan gugus fungsi kimia dari senyawa organik dan anorganik. Sebagian besar senyawa menunjukkan karakteristik penyerapan atau emisi di daerah spektrum IR. Oleh karena itu, FTIR dapat menganalisis senyawa baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Simonescu, 2012).

Instrumen *Fourier Transform Infrared (FTIR)* merupakan metode spektroskop yang paling akurat dalam pembacaan gugus fungsi senyawa pada

Mikroplastik. Pengukuran vibrasi pada FTIR akan mendeteksi karakteristik material. Gugus fungsi senyawa akan dilakukan pengukuran dan komparasi dengan referensi spektrum. Hasil pembacaan akan ditampilkan di software pada komputer sehingga hasilnya akurat (Käppler dkk., 2019).

2.6 Pemodelan Interpolasi

Interpolasi pada pemetaan adalah suatu metode yang digunakan untuk memahami dan menganalisis fenomena di suatu area. Metode ini biasanya digunakan ketika data yang tersedia tidak lengkap. Interpolasi membantu dalam mengisi nilai-nilai yang hilang atau tidak diketahui di antara titik-titik data yang diketahui (Hadi, 2023). Dalam konteks Sistem Informasi Geografis (SIG), interpolasi digunakan untuk menciptakan peta dengan resolusi yang lebih tinggi dari data asli. Setiap metode memiliki variasi yang lebih spesifik untuk diterapkan pada berbagai jenis medan (Arsmtrong, 2023). Interpolasi spasial juga digunakan untuk memprediksi nilai pada area-area yang tidak memiliki sampel atau tidak diukur untuk tujuan pembuatan peta atau distribusi nilai di seluruh area yang ingin dipetakan. Metode *Inverse Distance Weighted* (IDW) adalah salah satu metode interpolasi yang digunakan untuk memperkirakan nilai pada lokasi yang tidak tersampel berdasarkan data di sekitarnya. Metode ini sering digunakan dalam kegiatan eksplorasi karena proses perhitungannya lebih sederhana dan mudah dipahami (Purnomo, 2018).

جامعة الرانري

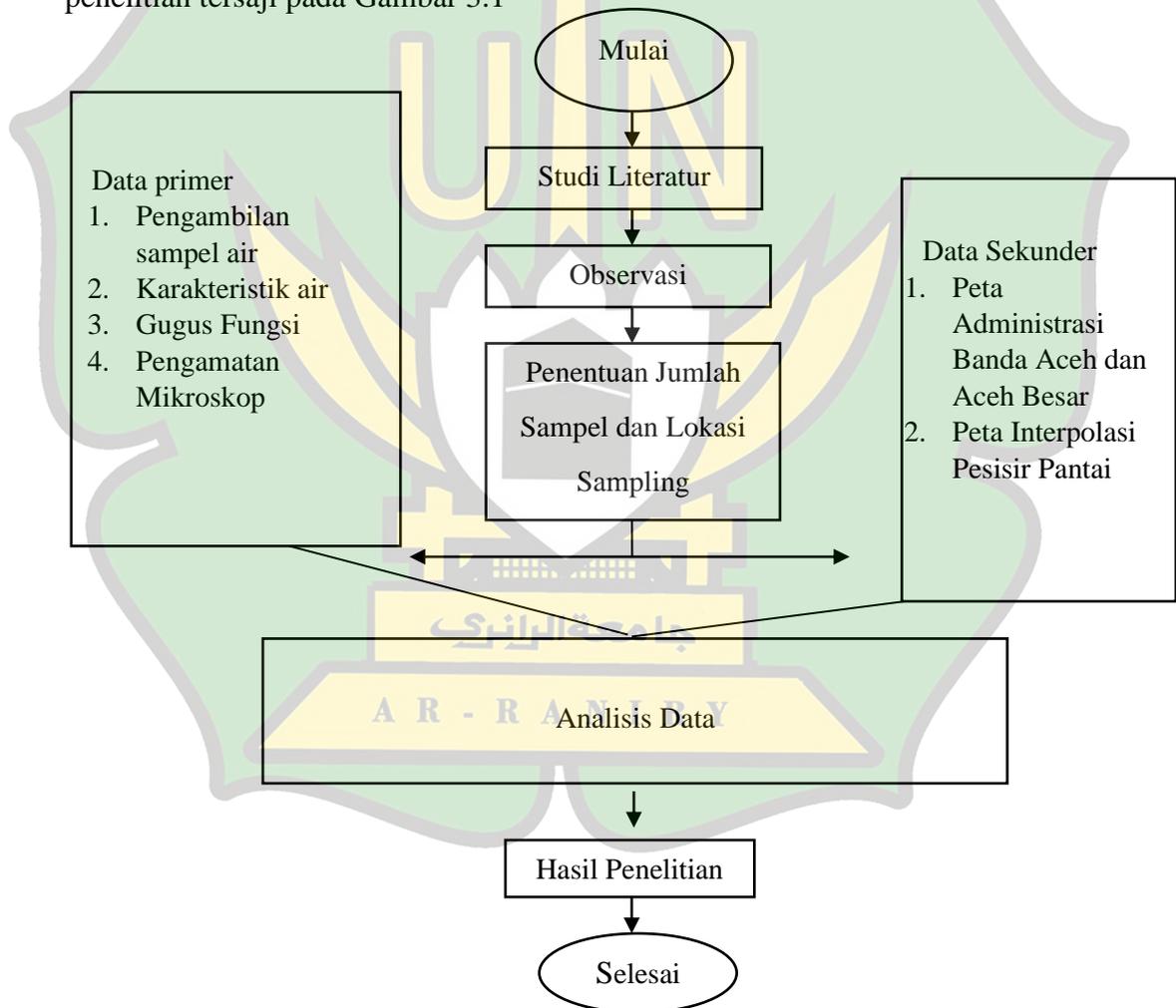
AR - RANIRY

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alur Penelitian

Adapun tahapan umum yang dilakukan pada penelitian ini dibagi dalam beberapa tahapan yaitu: Adapun langkah-langkah pada tahapan umum adalah: (1) Tahapan studi melalui literatur jurnal dan observasi lapangan. (2) Tahapan survei lokasi ditentukan titik *sampling* dengan *GPS coordinate*. (3) Tahap pengumpulan data sekunder dan data primer. (4) Analisis laboratorium. (5) Tahap analisis data (6) Tahap hasil penelitian dilakukan untuk penarikan kesimpulan. Diagram alir penelitian tersaji pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

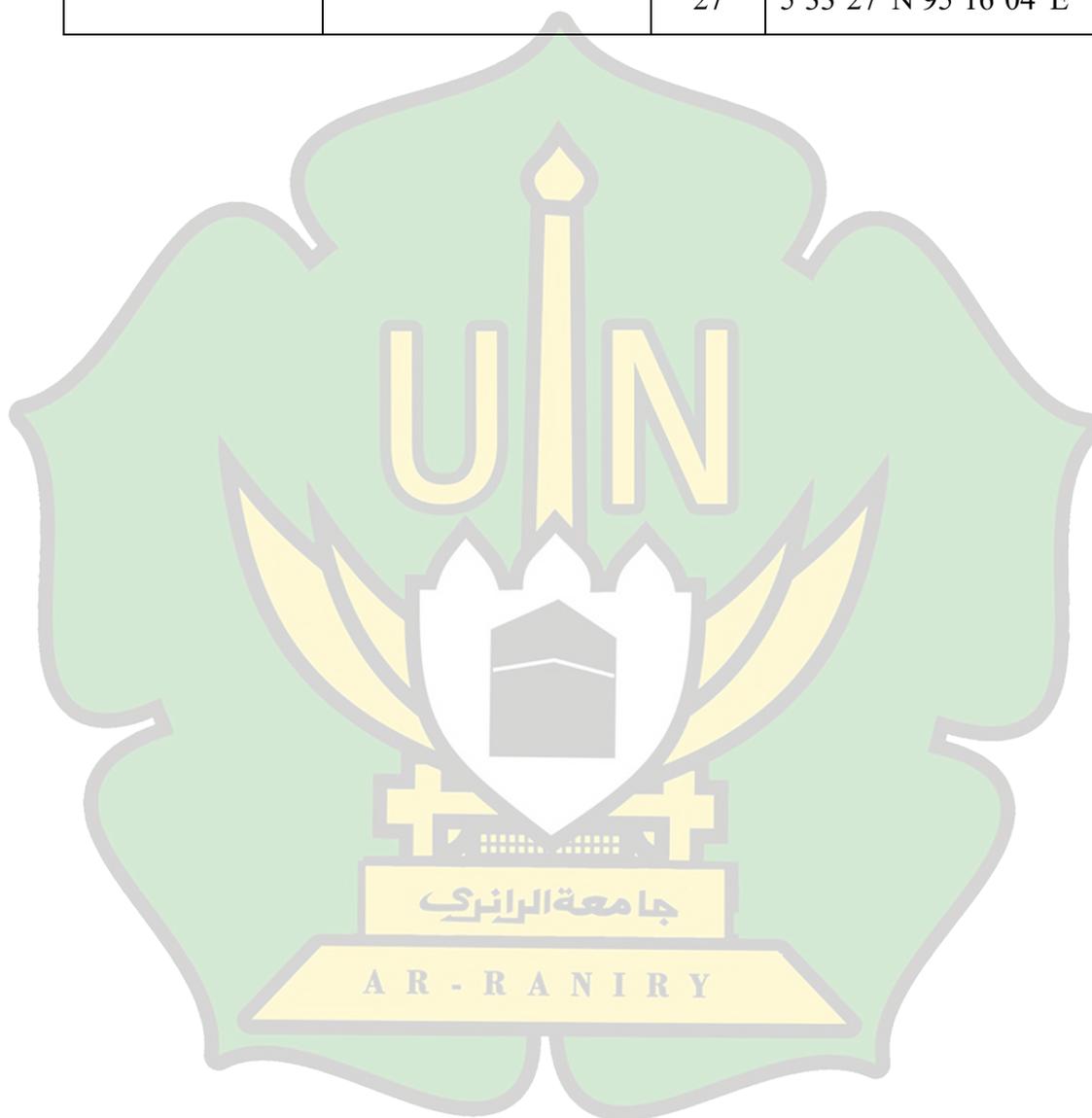
3.2 Lokasi Penelitian

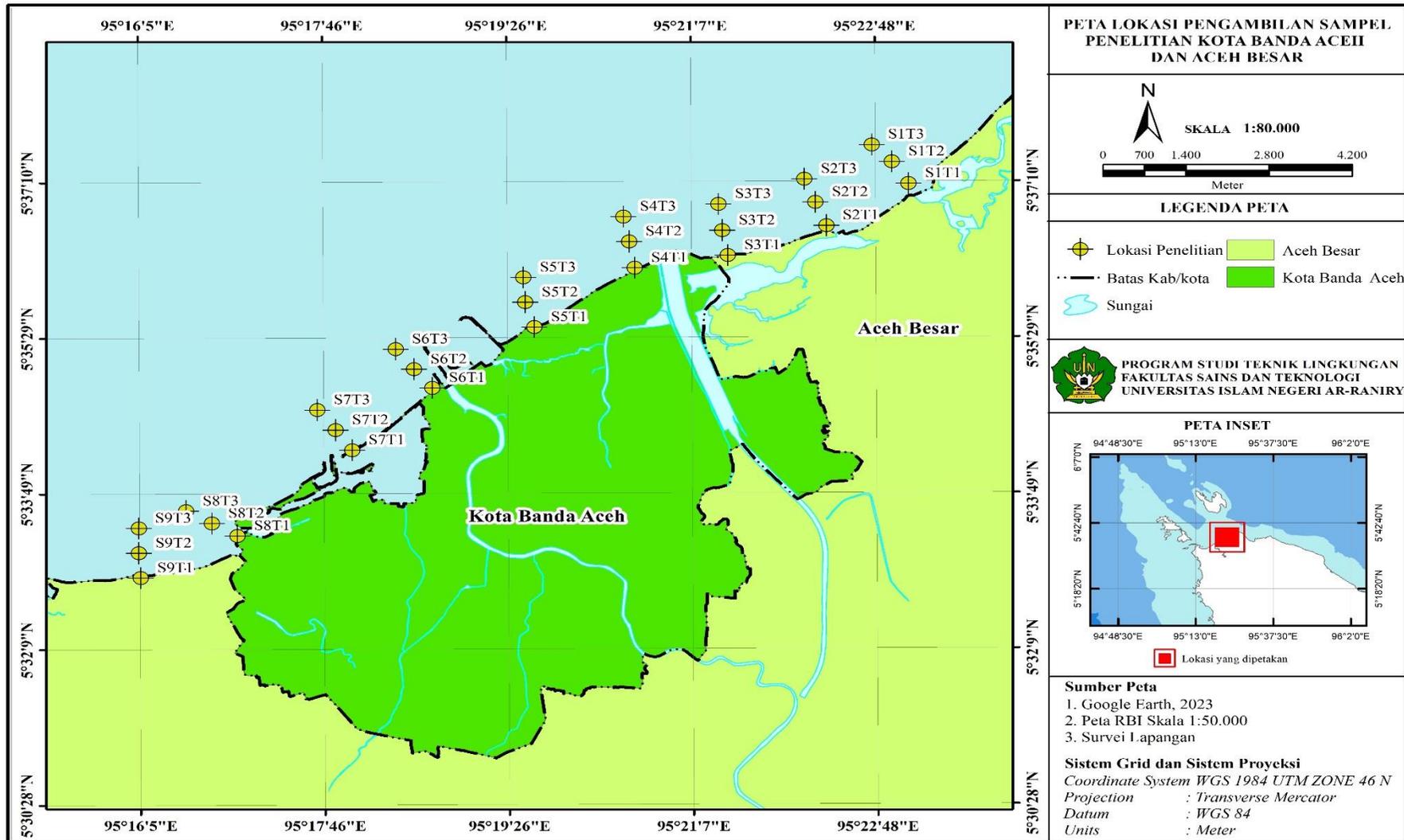
Peneliti melakukan observasi pada titik lokasi pengambilan sampel yang diambil di pesisir pantai yang terletak di utara Aceh. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode *swing sampling*. Lokasi pengambilan sampel terdiri atas 9 stasiun 27 titik koordinat. Titik-titik sampling tersebut ditunjukkan Koordinat titik sampling sebagai berikut:

Tabel 3.1 Lokasi dan Titik Koordinat Sampling

Zona	Wilayah	Lokasi	Titik Koordinat	
Banda Aceh	Pantai Alue Naga	10	5°36'14"N 95°20'36"E	
		11	5°36'31"N 95°20'33"E	
		12	5°36'47"N 95°20'30"E	
	Pantai Syiah Kuala	13	5°35'36"N 95°19'41"E	
		14	5°35'52"N 95°19'36"E	
		15	5°36'08"N 95°19'35"E	
	Pantai Kuala Gampog Jawa	16	5°34'57"N 95°18'45"E	
		17	5°35'09"N 95°18'35"E	
		18	5°35'22"N 95°18'25"E	
	Pantai Ulee Lheue	19	5°34'17"N 95°18'01"E	
		20	5°34'30"N 95°17'52"E	
		21	5°34'43"N 95°17'42"E	
		Pantai Masjid Baiturrahim	22	5°33'22"N 95°16'58"E
			23	5°33'30"N 95°16'44"E
			24	5°33'38"N 95°16'30"E
	Aceh Besar	Pantai Lambada Klieng	1	5°37'08"N 95°23'06"E
			2	5°37'22"N 95°22'57"E
			3	5°37'33"N 95°22'46"E
		Pantai Kuala Gigeng	4	5°36'41"N 95°22'21"E
			5	5°36'56"N 95°22'15"E
			6	5°37'11"N 95°22'09"E

	Pantai Kuta Pohona	7	5°36'22"N 95°21'27"E
		8	5°36'38"N 95°21'24"E
		9	5°36'55"N 95°21'22"E
	Pantai Lam Awee Peukan Bada	25	5°32'55"N 95°16'05"E
		26	5°33'11"N 95°16'04"E
		27	5°33'27"N 95°16'04"E





3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Teknik pengambilan sampel pada air laut pantai yang terdiri atas sembilan stasiun. Pada teknik pengambilan sampel air laut di pesisir Pantai Utara Aceh, yaitu dengan alat *Water Sampler*. pada 12 stasiun dengan 3 titik pengambilan di setiap lokasi, total 27 titik pengambilan. Teknik pengambilan sampel dilakukan dengan metode purposive sampling. Pada tiap lokasi pengambilan sampel akan diambil pula sampel yang berjarak 10-meter dari titik awal, hal ini bertujuan untuk mewakili seluruh wilayah pengambilan sampel dan agar menambah keakuratan data. Lokasi dan koordinat titik sampling. Langkah-langkah pengambilan sampel dengan *Water Sampler* adalah sebagai berikut:

1. Diawali dengan mletakan *Water Sampler* dengan ukuran 200 μm di sisi kapal dengan jarak 1 – 2 m untuk menghindari turbulensi air yang disebabkan gesekan air dengan kapal.
2. Koordinat GPS dicatat pada lembar data saat kapal mulai bergerak dalam satu arah lurus dalam waktu 10 menit dengan kecepatan rata-rata 1 knot.
3. *Water Sampler* dibilas secara menyeluruh dari luar jarring dengan air menggunakan ember.
4. Sampel air yang telah tersaring dipindahkan ke botol sampel. Botol dibersihkan dan diberi label di luar botol dengan nama sampel dan tanggal dengan spidol tahan air.

3.4 Teknik Prepasi Sampel Air Laut

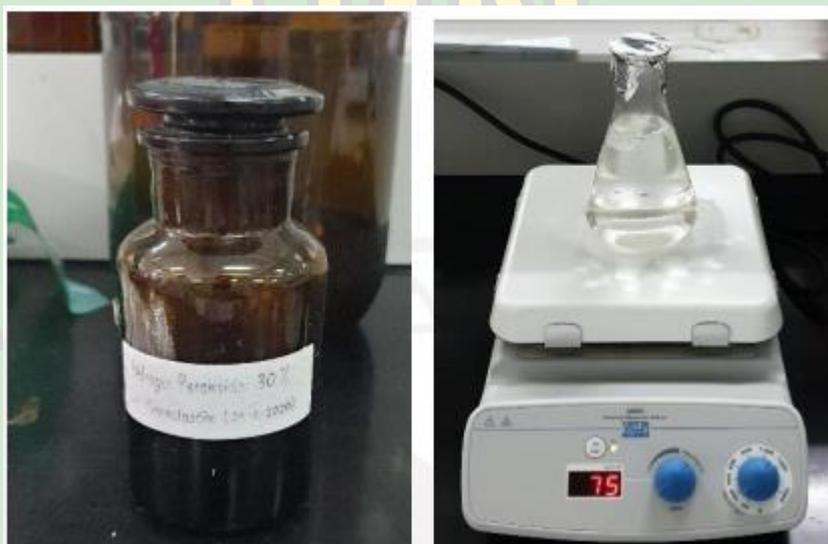
3.4.1 Pengujian dan Analisis Sampel Air

Tahapan pengujian sampel air dilakukan dengan langkah-langkah yaitu: Sampel air laut sebanyak 250 ml disaring secara bertingkat menggunakan ayakan setelah disaring diambil 200 ml air laut. Selanjutnya ditambahkan NaCl 30% sebanyak 400 ml, diaduk dan didiamkan selama satu malam. Kemudian ditambahkan 10 ml H₂O 30%, diaduk dan didiamkan selama 2 malam. Larutan sampel disaring dengan metode *vacuum* dan dikeringkan di kertas saring dalam desikator selama 1 malam.

Analisis jumlah partikel dan bentuk mikroplastik pada sampel air laut dengan menggunakan mikroskop *portable*. Mikroplastik di dalam kertas saring dimasukkan dalam botol *vial* untuk pengujian jenis polimer menggunakan FTIR.

3.4.2 *Wet Peroxide Oxidation (WPO)*

Proses *Wet Peroxide Oxidation (WPO)* merupakan proses yang bertujuan untuk mengeliminasi kandungan organik yang terkandung pada sampel. Proses *Wet Peroxide Oxidation (WPO)* dilakukan dengan menambahkan H_2O_2 dengan konsentrasi 30% sebanyak 20 mL ke dalam sampel yang sudah disiapkan pada erlenmeyer lalu sampel diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* dengan suhu 75 derajat Celcius selama 24 jam. Kandungan organik dieliminasi dengan metode WPO bertujuan agar zat organik yang terkandung dalam sampel tidak menumpuk di sampel uji yang dapat menghambat proses pengamatan menggunakan mikroskop.



Gambar 3.3 Proses *Wet Peroxide Oxidation (WPO)*

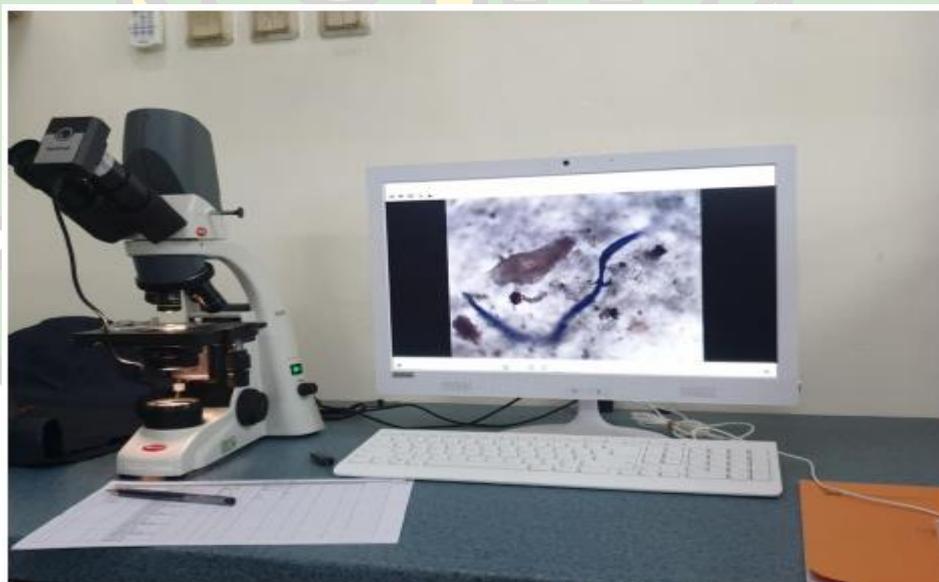
3.4.3 **Penyaringan**

Penyaringan merupakan proses yang bertujuan untuk menyaring mikroplastik yang ada pada sampel uji. Proses penyaringan dilakukan dengan menggunakan kertas saring *glass micro fiber (GF/B) Whatman CAT No. 1821-047*. Pada proses penyaringan ini digunakan alat *vacuum* untuk mempercepat proses penyaringan. Penyaringan dengan menggunakan *vacuum* dilakukan dengan meletakkan kertas saring diatas *vacuum*, lalu corong penutup diletakkan di atas kertas saring agar larutan tidak tumpah dan dapat tersaring secara keseluruhan.

Setelah itu, sampel dituangkan kedalam *vacuum* dan alat dinyalakan. Larutan akan tersedot habis melalui kertas saring dan setelah larutan sudah habis, alat *vacuum* dimatikan. Kertas saring yang sudah disaring, dikeringkan dengan didiamkan di cawan petri sampai kering.

3.4.4 Pengujian Sampel Menggunakan Mikroskop

Pengujian sampel dengan menggunakan mikroskop seperti pada Gambar 3. 4 bertujuan untuk melihat kelimpahan mikroplastik pada sampel berdasarkan jumlah, bentuk dan warna. Pengujian sampel dengan menggunakan mikroskop idealnya dilakukan dengan lensa perbesaran 10x untuk memudahkan dalam mencari mikroplastik pada sampel. Adapun jenis dari mikroplastik yang akan terlihat meliputi pellet, fragmen, film ataupun foam, sedangkan jenis warna pada mikroplastik yaitu hitam, biru, putih, transparan, merah, ataupun multicolor. Dalam proses pengamatan menggunakan mikroskop, sampel akan dibagi menjadi empat kuadran yang bertujuan untuk memudahkan dalam proses penghitungan mikroplastik.



Gambar 3.4 Mikroskop

Data yang didapatkan dari hasil pengamatan dengan menggunakan mikroskop akan dianalisis kelimpahan dan kuantitasnya. Analisis kelimpahan dan kuantitas akan dilakukan pada sampel air per 400 ml. Penghitungan kuantitas mikroplastik pada sampel dapat dilakukan dengan rumus:

$$\text{Jumlah mikroplastik} \left(\frac{\text{Partikel}}{400 \text{ ml air}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik pada air (Partikel)}}{400 \text{ ml air (ml)}} \quad (3. 1)$$

Sedangkan untuk menghitung kelimpahan mikroplastik dapat dilakukan dengan rumus:

$$\text{Kelimpahan mikroplastik } \left(\frac{\text{Partikel}}{\text{liter}} \right) = \frac{\text{Jumlah Mikroplastik pada air (Partikel)}}{400 \text{ ml air (ml)}} \times 10 \quad (3.2)$$

Untuk menganalisis data pada sampel pasir dan air, rumus diatas tidak perlu digunakan melainkan langsung dianalisis berdasarkan jumlah partikel dalam satu kertas saring glass micro fiber (GF/B) Whatman CAT No. 1821-047 yang telah terbagi dalam 4 kuadran untuk mengamati jenis dan warna pada masing – masing lokasi penelitian . Mikroplastik memiliki berbagai macam jenis seperti pellet, fragment, fibre, film, filament, dan foam. Mikroplastik juga memiliki berbagai macam warna seperti hitam, biru, putih, transparan, merah, hijau dan lain sebagainya. Pada analisis data jenis dan warna mikroplastik dapat berupa jumlah dan persentase. Pada perhitungan persentase jenis dan warna menggunakan rumus berikut :

$$\text{Persentase (\%)} = \frac{\text{Jumlah Partikel Jenis atau warna (Partikel)}}{\text{Jumlah Keseluruhan Partikel Jenis atau Warna (Partikel)}} \times 100\% \quad (3.3)$$

3.4.5 Pengujian Sampel Menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Pengujian sampel menggunakan *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR) yang ditunjukkan pada Gambar 3.5 bertujuan untuk mengetahui unsur kimia penyusun dari mikroplastik yang ada pada sampel uji. *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR) memanfaatkan perbedaan gugus fungsi dari setiap unsur kimia untuk membedakan unsur kimia yang terkandung dalam sampel uji. Penyajian data dari FT-IR berupa tabel dan grafik yang menggambarkan daftar unsur kimia yang terbaca pada sampel uji. Proses pengujian sampel dengan menggunakan FT-IR dilakukan sebanyak empat kali sesuai dengan kuadran yang telah dibagi pada saat pengamatan mikroplastik dengan menggunakan mikroskop.



Gambar 3.5 Pengujian FT-IR

Alat *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FT-IR) yang digunakan pada penelitian ini menghasilkan data berupa grafik dan daftar senyawa yang terbaca pada sampel uji. Grafik yang ditunjukkan berupa grafik puncak dari gugus fungsi senyawa yang mendekati dengan yang terbaca pada alat FT-IR. Hasil ini akan disesuaikan dengan referensi yang menjelaskan penyusun dari senyawa yang keluar pada daftar hasil FT-IR. Analisis data FT-IR akan mengarah pada komparasi timbunan terutama limbah yang dihasilkan di daerah penelitian dengan senyawa yang terbaca pada alat FT-IR.

Sampel dianalisa menggunakan metode *spektroskopi Fourier Transformation Infrared* (FTIR). Prinsip kerja dari FTIR ialah mengenali gugus fungsi dari senyawa melalui absorbansi inframerah yang dilakukan terhadap senyawa tersebut, Spektrum IR diukur dengan menghitung intensitas radiasi IR sebelum dan sesudah melewati sampel dan spektrum secara tradisional diplot dengan unit sumbu Y sebagai absorbansi atau transmitansi dan sumbu X sebagai unit bilangan gelombang. Hasil panjang gelombang tersebut kemudian dicocokkan dengan tabel instrumen FT-IR (Veerasingam dkk., 2020). spektrum inframerah mewakili sidik jari sampel (mikroplastik) dengan puncak serapan sesuai dengan frekuensi getaran antara ikatan atom penyusun bahan. Setiap bahan polimer yang berbeda juga akan menghasilkan spektrum inframerah yang berbeda karena tidak ada dua senyawa yang menghasilkan spektrum inframerah yang persis sama (Kamelia dkk., 2021). Penggunaan FT-IR (Gela., 2021) adalah sebagai berikut:

1. Dinyalakan FTIR.
2. Klik *IRsolution* di desktop.
3. *IRsolution* dimulai.

4. Klik tombol (ukur).
5. Dipilih menu (*Measurement*) pada *IRsolution*.
6. Dipilih (*Inisialisasi*) pada menu.
7. PC memulai komunikasi dengan FTIR.
8. Untuk menerima proses *autoadjust*, klik ok.
9. Ketika status monitor di jendela kanan menunjukkan warna hijau, sistemnya OK.
10. Mengatur Sampel (menambahkan sampel secukupnya hingga menutupi lampu merah).
11. Klik tap (view) untuk menampilkan jendela tampilan, kemudian klik sisi kanan *mouse* untuk menampilkan menu *Autosclae-Range list* dan *Full view*.
12. Selanjutnya untuk koreksi *Baseline*, pilih (*Baseline*), untuk *Smoothing*, pilih (*Smoothing*) pada menu pull-down, untuk melabeli puncak, pilih (*Peaktable*) pada menu *Manipulation* dan untuk perubahan umum pada tampilan, klik kanan pada preferensi grafik untuk menyesuaikan warna, ukuran skala, nilai puncak dan ketebalan garis *spektrum*.
13. Untuk mencetak, klik tombol (cetak formulir) lalu tambahkan judul pada teks yang ditampilkan dan klik *Print Preview* dan cetak *spektrum* anda.

3.5 Interpolasi Distribusi Mikroplastik

Pada penelitian ini, proses pengolahan data menggunakan aplikasi ArcGIS dengan menerapkan metode IDW untuk membuat peta sebaran. Berikut adalah langkah-langkah untuk membuat peta sebaran menggunakan metode IDW:

1. Persiapkan data koordinat X, Y, dan data sebaran yang akan digunakan.
2. Ubah koordinat bujur (X) dan lintang (Y) dari derajat, menit, dan detik ke dalam format yang dapat digunakan oleh ArcGIS.
3. Konversi data dari format excel ke format CSV (*Comma Delimited*).
4. Buka aplikasi ArcGIS dan tambahkan peta Kota Banda Aceh ke dalam proyek.

5. Pilih menu "*File*" pada aplikasi, lalu pilih "*Add Data*" dan "*Add XY Data*", lalu hubungkan ke folder yang berisi data yang telah disiapkan.
6. Atur koordinat sistem proyek menjadi "*Geographic Coordinate System - WGS 1984*".
7. Setelah langkah-langkah di atas selesai, data titik sampling akan ditampilkan pada peta.
8. Selanjutnya, lakukan interpolasi dengan memilih menu "*Arc Toolbox*", "*Spatial Analyst Tools*", dan "*Interpolation*", lalu pilih "*IDW*".
9. Pada pengaturan lingkungan (*environment settings*), pilih "*Processing Extent*" dan atur menjadi "*Same as Layer*".
10. Selanjutnya, dalam proses *Raster Analysis*, pilih opsi "*Mask*" untuk membuat penyebaran data.
11. Setelah langkah-langkah di atas selesai, hasil interpolasi menggunakan metode Kriging akan ditampilkan.

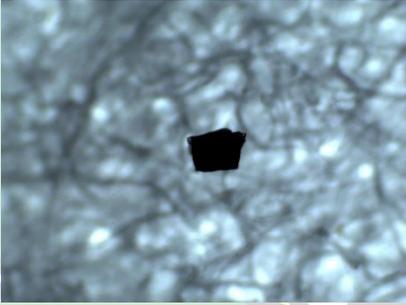
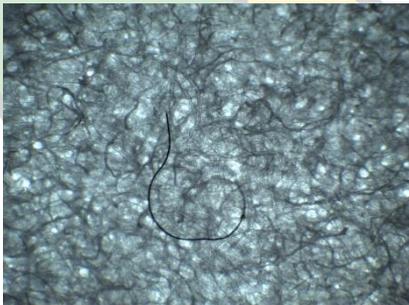
Metode IDW dipilih dikarenakan memberikan hasil interpolasi yang lebih akurat dari metode lainnya. Hal ini dikarenakan semua hasil dengan metode IDW memberikan nilai mendekati nilai minimum dan maksimum dari sampel data. Sedangkan metode lain terkadang memberikan hasil interpolasi dengan kisaran yang rendah. Opsi power dan jumlah sampel tidak memberikan perubahan yang signifikan pada hasil interpolasi. Persamaan IDW yang digunakan dalam pemodelan adalah sebagai berikut (Isaak dan Srivastava, 1989

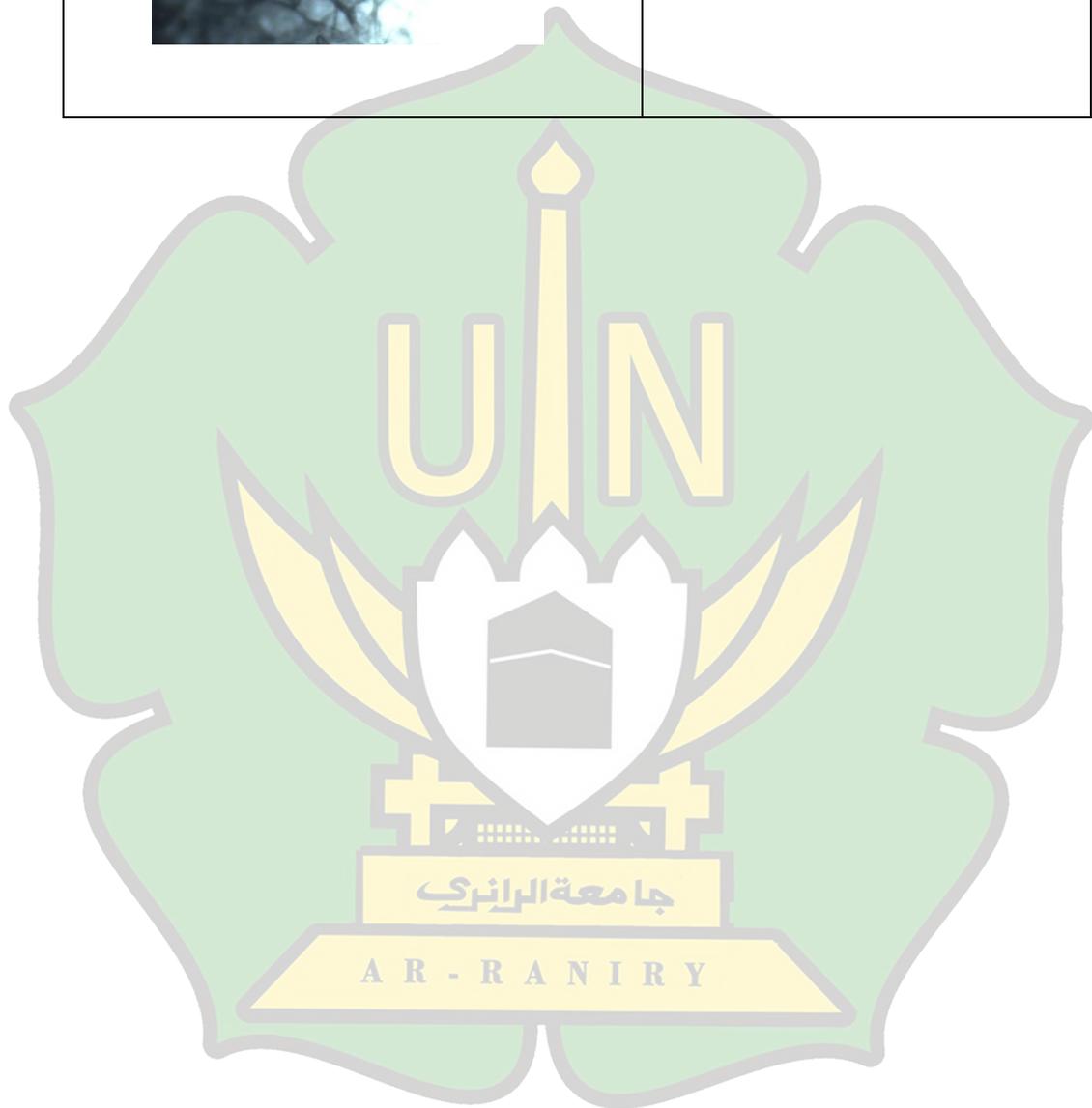
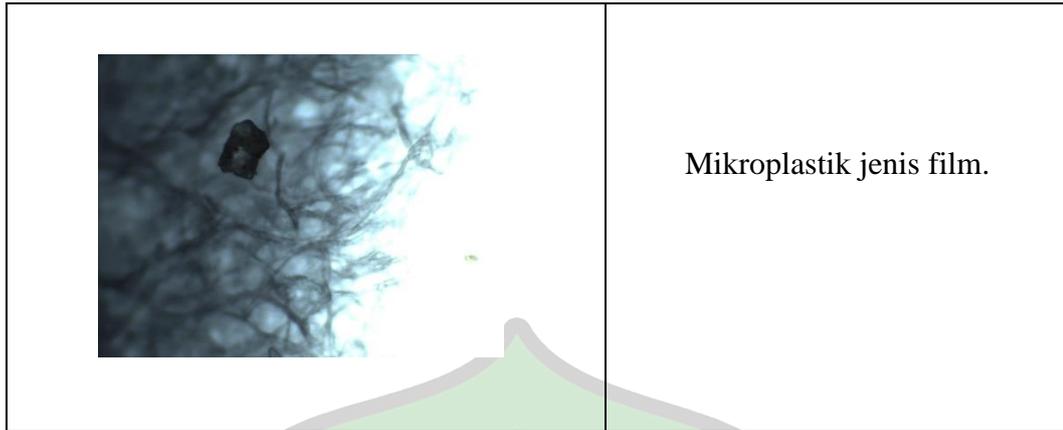
جامعة الرانري

AR - RANIRY

3.6 Dokumentasi Penelitian Dari Pengambilan Hingga Pengukuran Sampel

GAMBAR	KETERANGAN
	Proses pengambilan sampel air
	Alat water sampling untuk mengambil sampel air
	Sampel ditambahkan larutan NaCl sebanyak 3x berat sampel.
	Lalu homogenkan sampel menggunakan <i>magnetic stirrer</i> dan didiamkan sampel selama 24 jam.

	<p>Penambahan larutan H_2O_2 sebanyak 20 ml.</p>
	<p>Penyaringan sampel mikroplastik menggunakan vakum filtrasi.</p>
	<p>Mikroplastik jenis fiber.</p>
	<p>Mikroplastik jenis fiber.</p>

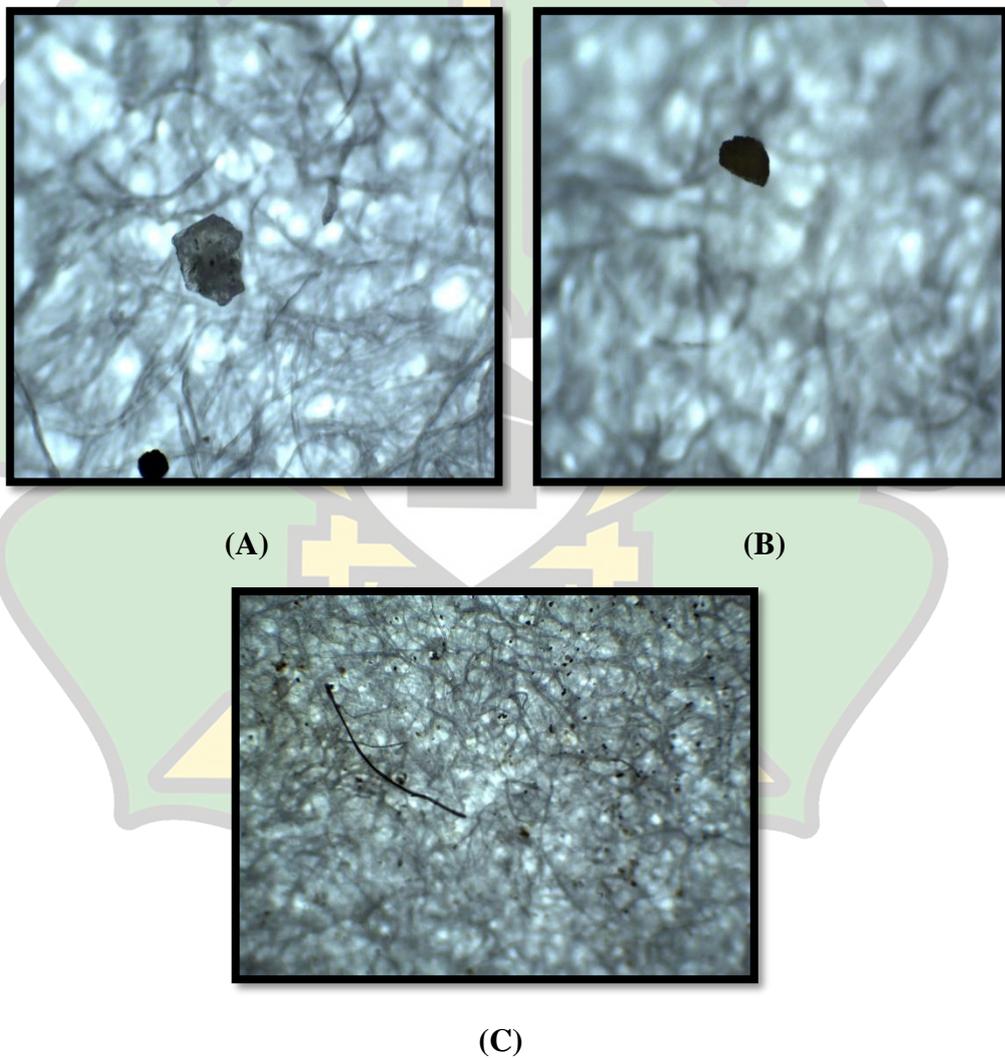


BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

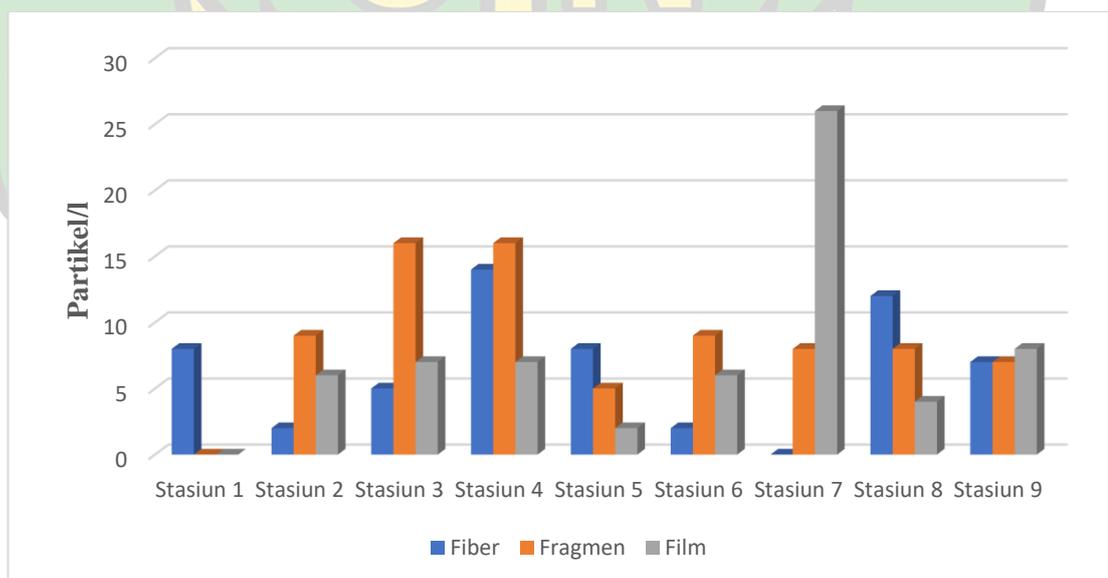
4.1 Mikroplastik Pada Air Laut Pesisir Pantai Utara Aceh

Hasil identifikasi mikroplastik pada sampel air laut di 9 stasiun dan 27 titik lokasi sampling pengamatan menunjukkan adanya keberadaan mikroplastik di air laut di Pesisir Pantai Utara Aceh. Partikel mikroplastik ini memiliki bentuk dan warna yang berbeda-beda. Hasil analisis mikroplastik yang didapat berupa mikroplastik bentuk fiber, fragmen, dan film. Bentuk mikroplastik hasil identifikasi dapat dilihat pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 (A). Film (B). Fragmen (C). Fiber

Pada penelitian sebelumnya dari Dwiguna (2019) ada 4 bentuk mikroplastik yaitu fragmen, fiber, pelet, dan film. Ciri-ciri setiap bentuk mikroplastik harus diketahui untuk membedakan satu dengan yang lain. Fragmen memiliki bentuk yang asimetris, bergigi, keras, bersudut, dan menyerupai pecahan dari plastik. Selain itu fragmen juga memiliki permukaan yang datar dan bentuknya tebal (Enders dkk., 2015). Fiber memiliki karakteristik beserat, tipis dan menyerupai garis memanjang seperti tali dengan ukuran yang sama dari ujung ke ujung (Lares dkk., 2018), fiber biasanya berasal dari jaring ikan, tali, pancing dan kain sintetis. Pelet memiliki karakteristik bulat, keras dan juga memiliki permukaan yang halus (McCormick dkk., 2016). Film memiliki karakteristik berupa bentuk yang tipis dan hamper tembus pandang dengan permukaan yang lebar (Gushchin & Veremeichik, 2019). Karakter mikroplastik tersebut menjadi dasar dalam mengelompokkan bentuk mikroplastik yang diamati. Hasil identifikasi bentuk mikroplastik yang ditemukan pada sampel air di stasiun 1 hingga stasiun 9 ditunjukkan pada Gambar 4.2



Gambar 4.2 Bentuk mikroplastik pada sampel air laut di pesisir Pantai Utara Aceh

Bentuk mikroplastik yang paling dominan ditemukan adalah bentuk fiber. Persentase bentuk mikroplastik yang ditunjukkan pada Gambar 4.2 menyatakan bahwa pada sampel air di stasiun 7 didominasi oleh bentuk film sebanyak 26 partikel per liter, untuk jenis film terkecil terdapat pada stasiun 1 yaitu tidak terdapat mikroplastik bentuk film. Mikroplastik bentuk film diindikasikan sebagai *polimer polietilen* dan *polipropilene*, yang biasa digunakan dalam pembungkus makanan

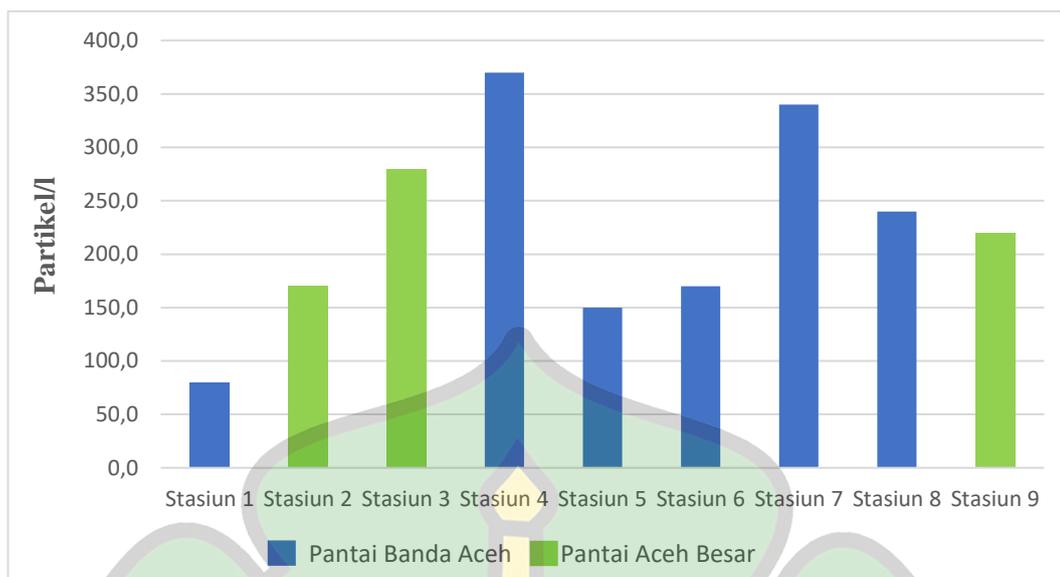
dan kantong plastik (Jabeen dkk., 2017). Mikroplastik bentuk film memiliki sifat mudah hancur dan termasuk polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik jenis kemasan yang memiliki densitas rendah (Kingfisher, 2011).

Mikroplastik bentuk fragmen didominasi pada stasiun 3 dan stasiun 4 sebanyak 16 partikel per liter, untuk jenis fragmen terkecil terdapat pada stasiun 1 yaitu tidak terdapat mikroplastik bentuk fragmen. Penyebab adanya mikroplastik bentuk fragmen dikarenakan mikroplastik bentuk fragmen merupakan polimer yang dapat terbentuk dari pecahan plastik. Baldwin dkk, (2016) menyatakan, mikroplastik bentuk fragmen berasal dari bahan kemasan, wadah, mainan dan bahan-bahan yang terbuat dari plastik yang digunakan sehari-hari. Banyak faktor seperti paparan sinar matahari dan kecepatan angin membuat degradasi plastik menjadi lebih cepat dan memungkinkan terjadinya fragmentasi plastik menjadi mikroplastik (Carr dkk., 2016).

Selanjutnya mikroplastik bentuk fiber didominasi pada stasiun 4 sebanyak 14 partikel per liter, sedangkan yang terendah pada stasiun 7 yaitu tidak terdapat mikroplastik bentuk fiber. Mikroplastik bentuk fiber merupakan sumber sekunder dengan bentuk memanjang yang berasal dari fragmentasi monofilament jaring, tali dan kain sintetis. Selain itu, fiber juga dapat berasal dari limbah cucian (Kingfisher, 2011) hal ini sesuai dengan lokasi penelitian yang berdekatan dengan pemukiman penduduk, sehingga berpotensi adanya bentuk mikroplastik fiber yang berasal dari limbah rumah tangga yaitu limbah cucian.

4.2 Kelimpahan Mikroplastik

Hasil identifikasi kelimpahan mikroplastik yang berada di kawasan perairan pesisir pantai Utara Aceh dengan tinjauan lokasi pengambilan sampel 9 stasiun dan 27 titik dari semua perwakilan pantai yang ada di Kota Banda Aceh dan Kabupaten Aceh. Adapun hasil kelimpahan mikroplastik dapat dilihat pada Gambar 4.3



Gambar 4.3 Kelimpahan Mikroplastik di Pantai Utara Aceh

Dari data jumlah partikel mikroplastik terdapat sekitar 220 partikel per liter dengan rata-rata kelimpahan 22,44 per liter, pada gambar 4.1, terlihat perbandingan jumlah partikel mikroplastik per liter sampel air laut yang diambil dari 9 stasiun dan 27 titik lokasi sampling berbeda di sepanjang perairan pesisir Pantai Utara Aceh. Pada grafik berwarna hijau menunjukkan lokasi Pantai di Aceh Besar dan grafik berwarna biru menunjukkan lokasi Pantai di Banda Aceh. Titik pengambilan pada stasiun 4 dan stasiun 7 di pantai Kota Banda Aceh memiliki kelimpahan tertinggi masing-masing 370 partikel per liter dan 350 partikel per liter. Adapun untuk kelimpahan terendah berada pada stasiun 1 yaitu 80 partikel per liter.

Kelimpahan mikroplastik di air laut pesisir Pantai Utara Aceh menunjukkan kelimpahan mikroplastik tertinggi di stasiun 4 dan stasiun 7 dengan kelimpahan mikroplastik sebanyak 370 partikel per liter dan 350 partikel per liter. Hal ini sesuai dengan pernyataan Collignon dkk, (2012) bahwa kelimpahan mikroplastik dapat bergantung pada pasang surut air laut karena dipengaruhi oleh hembusan angin di wilayah laut sehingga mikroplastik akan terbawa arus ke aliran yang lebih kecil sehingga distribusi sampah di air laut kecil melimpah. Hal inilah yang menyebabkan tingginya kelimpahan mikroplastik di wilayah pesisir dekat dengan pemukiman warga.

Kelimpahan mikroplastik juga dipengaruhi aktifitas manusia. Aktifitas di daerah pemukiman bisanya berlangsung dari pagi hingga larut malam. Stasiun 4

dan stasiun 7 memiliki persentase kelimpahan mikroplastik lebih tinggi, hal ini dikarenakan plastik yang diproduksi dan dibuang sebagian besar adalah untuk kebutuhan rumah tangga. Aktivitas rumah tangga yang pada umumnya tidak memiliki prosedur pengolahan limbah plastik yang baik seperti aktivitas industri, mengakibatkan aktivitas rumah tangga menjadi sumber limbah yang dominan (Fehr dkk, 2000; Sterner & Bartelings, 1999). Aktifitas kedua yang cukup tinggi adalah pasar, pasar biasanya beroperasi dari subuh hingga sore. Aktifitas pasar ramai dan memiliki kepadatan yang tinggi tetapi hanya di waktu tertentu. Belanjaan yang bungkus dengan plastik dibawa kerumah dan pembuangan dari pasar sebagian akan lari ke pemukiman. Maka aktifitas pemukiman memiliki peluang yang lebih tinggi terdapat mikroplastik.

Adapun kelimpahan terendah dipengaruhi oleh tidak banyaknya aktivitas manusia di sekitar pantai yang memiliki persentase kelimpahan mikroplastik yang rendah. Pola penggunaan plastik juga sangat berpengaruh pada rendah atau ingginya kelimpahan mikroplastik. Jika masyarakat atau industri di suatu daerah menggunakan plastik secara lebih bijaksana atau mengurangi penggunaan plastik sekali pakai, ini dapat mengurangi sumber mikroplastik.

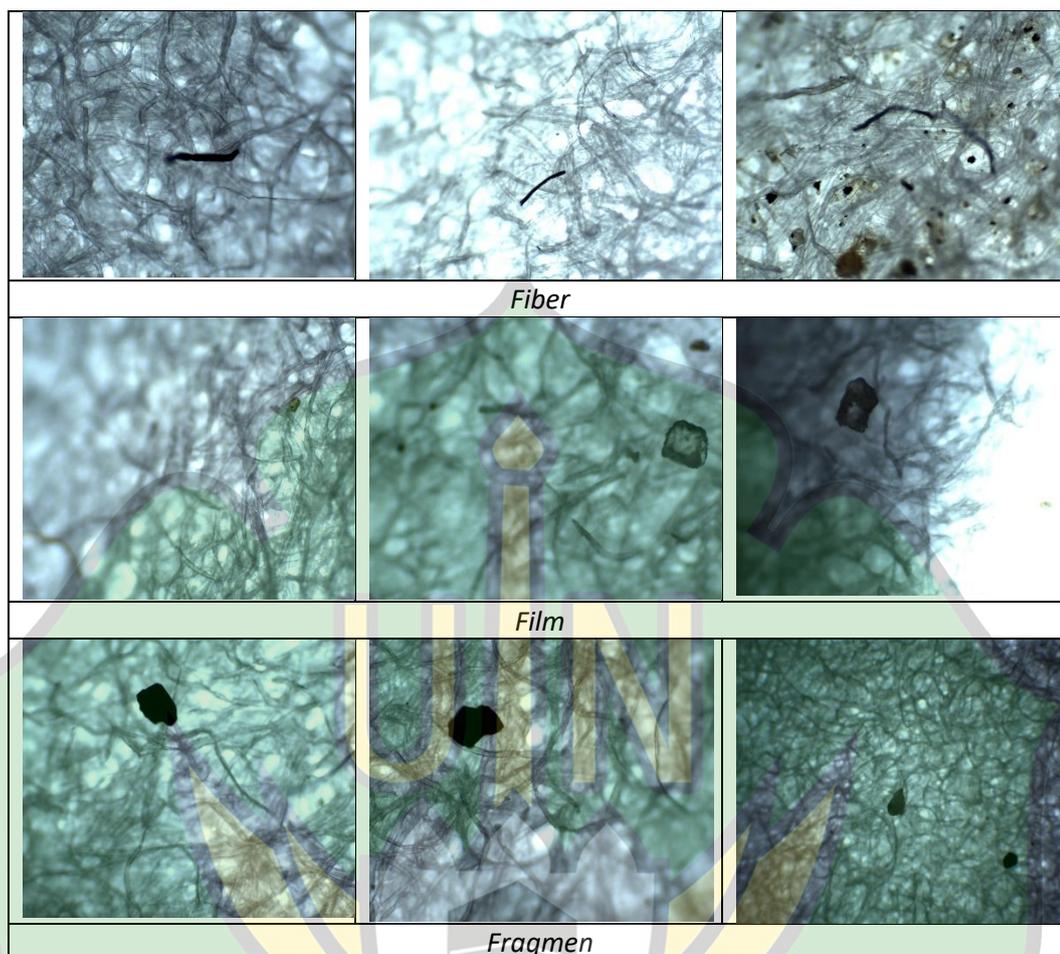
4.3 Karakteristik Mikroplastik

Mikroplastik pada sampel air laut di pesisir Pantai Utara Aceh diamati dengan menggunakan mikroskop binokuler dan diklasifikasikan berdasarkan jenis dan warna.

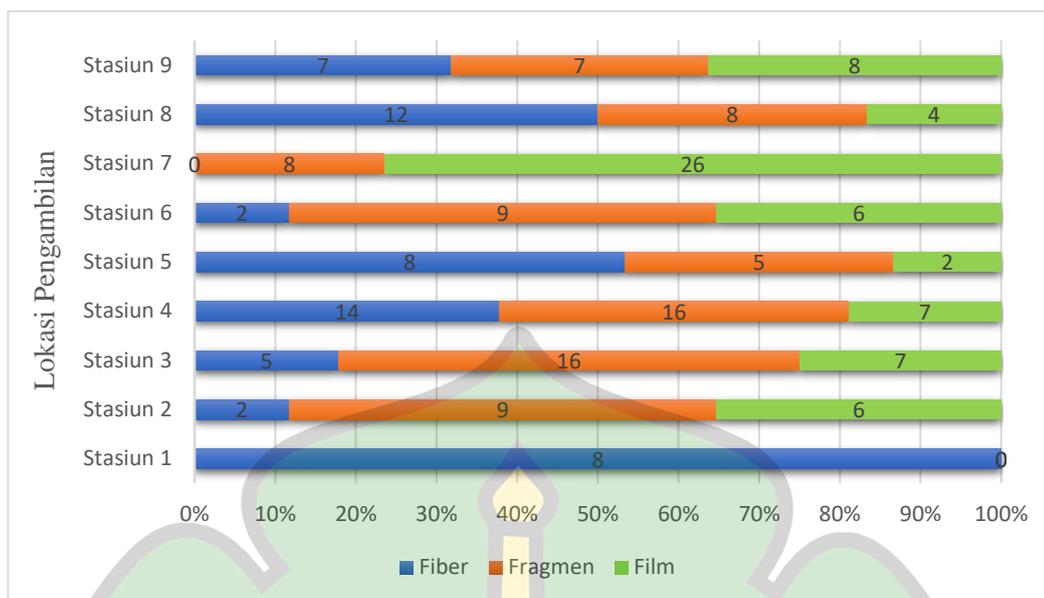
4.3.1 Jenis Mikroplastik

Dalam perairan pesisir Utara Aceh, sebanyak 27 sampel telah diambil dari 9 stasiun yang berbeda. Dari sampel-sampel tersebut, tiga jenis mikroplastik utama telah diidentifikasi, yaitu serat (fiber), fragmen, dan film, seperti yang dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Jenis dan Ukuran Mikroplastik Berdasarkan Uji Mikroskopis



Mikroplastik yang ditemukan di air laut pesisir Pantai Utara Aceh memiliki berbagai bentuk dan sumber. Bentuk mikroplastik yang paling umum adalah fiber, fragmen, dan film. Fiber adalah serat plastik panjang dan tipis yang berasal dari tekstil sintetis, seperti poliester, nilon, atau akrilik. Fiber juga dapat berasal dari tali atau jaring yang digunakan oleh nelayan atau industri perikanan. Fragmen adalah potongan plastik berbentuk tidak beraturan yang berasal dari pecahan plastik makro, seperti botol, gelas atau mainan . Fragmen dapat terbentuk akibat degradasi fisik, kimia, atau biologis dari plastik makro. Film adalah lembaran plastik tipis dan fleksibel yang berasal dari kantong plastik, bungkus makanan, atau botol plastik . Film dapat terurai menjadi mikroplastik akibat paparan sinar matahari, oksigen, atau bakteri (Susanto dkk., 2023; Yunanto dan Fitriah, 2021).

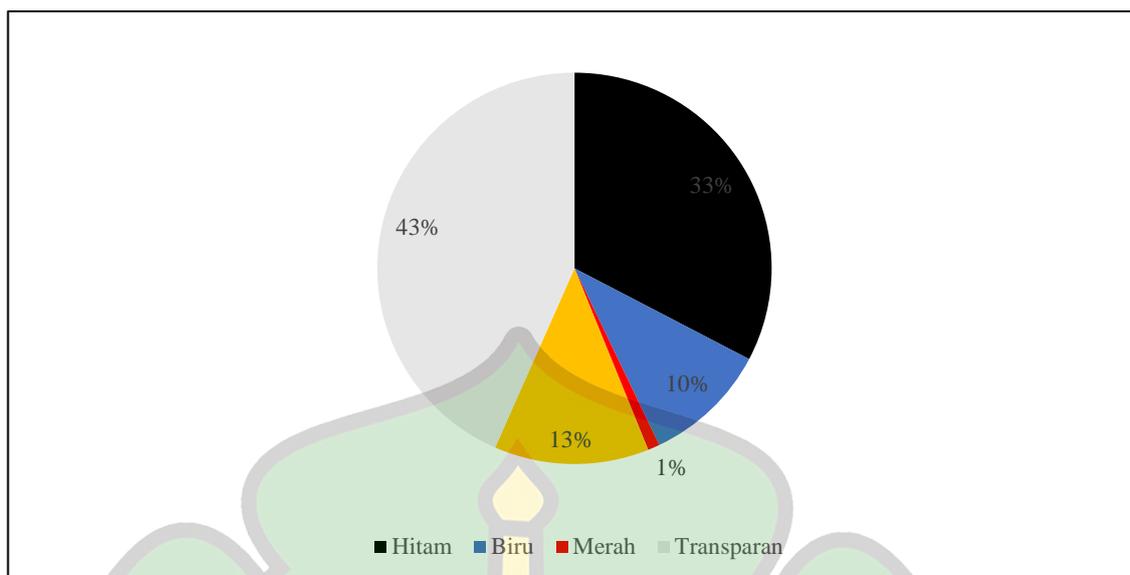


Gambar 4.4 Kelimpahan Jenis Mikroplastik pada air laut di pesisir Pantai Utara Aceh

Berdasarkan Gambar 4.4 kelimpahan mikroplastik pada titik pengambilan sampel, fragmen mendominasi dengan 38%, diikuti oleh film dengan 33%, dan fiber dengan 29%. Distribusi mikroplastik pada titik pengambilan sampel dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti arus air, angin, gelombang, pasang surut, dan aktivitas manusia. Angin, gelombang, dan pasang surut dapat mempengaruhi pergerakan mikroplastik di permukaan air atau di pantai.

4.3.2 Warna Mikroplastik

Identifikasi mikroplastik dapat dilakukan berdasarkan warna. Indeks photodegradasi dari warna mikroplastik dapat digunakan sebagai penentu berapa lama mikroplastik itu berada di air laut, semakin lama plastik terombang-ambing di air laut maka warna dari plastik tersebut akan mengalami degradasi warna (Hildago dkk., 2012). Hasil identifikasi mikroplastik berdasarkan warna pada semua stasiun diperoleh hasil identifikasi yaitu biru, hitam, kuning, merah dan transparan. Hasil identifikasi warna pada air laut di pesisir Pantai Utara Aceh ditunjukkan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 warna mikroplastik pada air laut di pesisir Pantai Utara Aceh

Warna mikroplastik dapat bervariasi tergantung pada jenis dan bahan dasar, proses pembuatan, dan penggunaan produk plastik. Mikroplastik yang ditemukan di lingkungan dapat memiliki warna berbeda, mulai dari transparan hingga bewarna. Mikroplastik yang berasal dari serat tekstil sintetis seperti *polyester* dan *acrylic* cenderung bewarna putih atau warna yang cerah, mikroplastik yang berasal dari ban mobil dan produk karet lainnya dapat bewarna hitam atau abu – abu gelap.

Warna mikroplastik juga dapat terpengaruh oleh faktor lingkungan seperti paparan sinar matahari dan proses degradasi, mikroplastik yang terbawa oleh air dan terkena sinar matahari dalam waktu lama dapat mengalami perubahan warna menjadi kuning atau coklat. Warna mikroplastik tidak mempengaruhi dampaknya pada lingkungan. Mikroplastik yang bewarna transparan memiliki dampak yang sama seperti mikroplastik dengan warna lainnya (Murphy, 2016).

Pencemaran mikroplastik pada air laut dan sedimen seringkali terdeteksi mikroplastik yang transparan/putih dan biru, sedangkan Mikroplastik yang ditemukan pada biota sebagian besar bewarna hitam dan merah, menunjukkan preferensi warna selama penyerapan biologis. Pada studi lain yang dinyatakan oleh Jhadaf dkk, (2021) menunjukkan bahwa mikroplastik di air laut permukaan dan sedimen bewarna biru.

Grafik pada Gambar 4.5 menunjukkan hasil identifikasi warna plastik pada sampel air pada air laut di pesisir Pantai Utara Aceh didominasi oleh warna

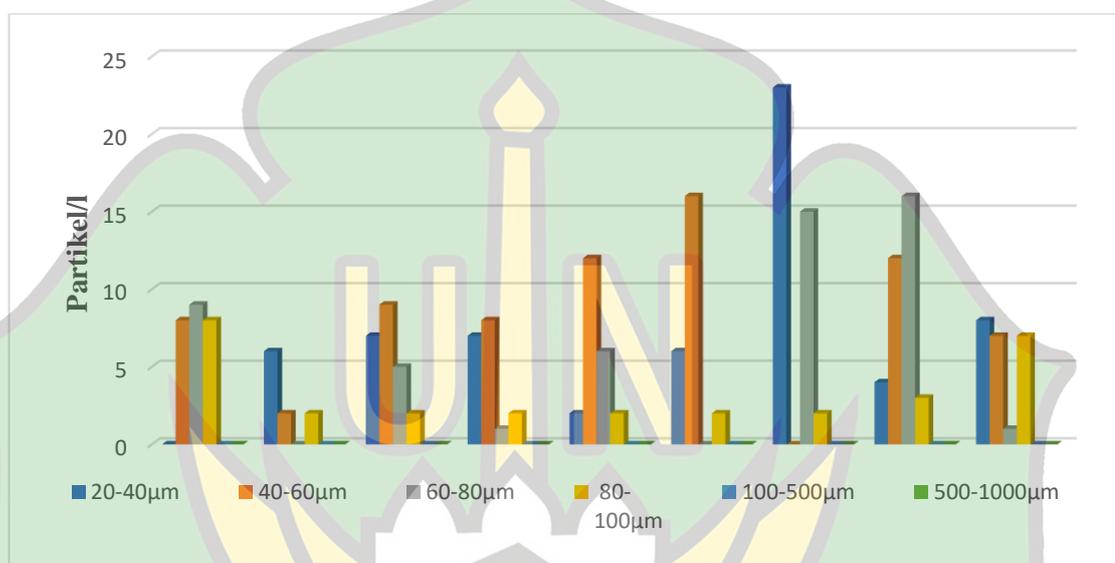
transparan yang terdapat sekitar 89 partikel atau sekitar 43 %. Mikroplastik berwarna transparan adalah identifikasi awal jenis polimer *polypropylene* (PP). Polimer PP adalah salah satu polimer yang sering ditemukan di air laut (Pedroti, 2014). Warna transparan menjadi indikasi waktu mikroplastik yang berada cukup lama di air laut mengalami fotodegradasi oleh sinar UV (Hiwari, 2019).

Warna mikroplastik di urutan kedua ialah warna hitam, yang terdapat sekitar 67 partikel atau sekitar 33%. Warna hitam mengindikasikan bahwa banyak kontaminan dan partikel organik lain yang terserap pada mikroplastik. Mikroplastik berwarna hitam memiliki kemampuan menyerap polutan yang relatif tinggi dan dapat berpengaruh pada tekstur mikroplastik (Hiwari, 2019). Warna mikroplastik di urutan ketiga ialah warna kuning sebanyak 26 partikel per liter atau sekitar 13%. Warna mikroplastik di urutan keempat biru sebanyak 21 partikel atau sekitar 10 %. Warna biru ini didominasi oleh mikroplastik bentuk fiber, hal ini didukung dari hasil penelitian Widyastuti A dkk., (2023), bahwa 98% mikroplastik yang ditemukan adalah bentuk fiber yang didominasi warna biru. Warna mikroplastik di urutan kelima ialah warna merah sebanyak 1 partikel atau 1%. Warna merah pada partikel mikroplastik diduga merupakan warna asal dari hasil antropogenik seperti pecahan plastik dan benang pakaian (Kapo dkk, 2020). Warna yang masih pekat ini mengindikasikan bahwa partikel mikroplastik tersebut belum mengalami perubahan warna yang signifikan karena sulitnya proses degradasi plastik tersebut oleh sinar matahari (Sulistyo dkk, 2020).

Beberapa jenis warna mikroplastik dapat bermunculan karena pengaruh dari kondisi lingkungan sekitar dan iklim, dilihat dari pengaruh sampah dan limbah yang berada di lingkungan tidak hanya terdiri satu warna saja. Paparan sinar matahari terus menerus dapat mempengaruhi perubahan warna pada partikel yang ditemukan (Putri, 2017). Warna yang ada pada mikroplastik adalah warna asli dari plastik sebelum plastik mengalami proses fragmentasi sehingga terjadi perubahan warna (Ratnasari, 2017). Warna yang teridentifikasi dalam pengamatan pada penelitian Kingfisher (2011) adalah biru, coklat, hijau, ungu, hitam, merah, kuning, putih, transparan.

4.3.3 Ukuran Mikroplastik

Selain bentuk dan warna, ukuran mikroplastik yang teridentifikasi pada sampel air di lima stasiun juga sangat beragam. Klasifikasi ukuran mikroplastik di kelompokkan menjadi 3 kelompok, Mulai dari 20-40 μm , 40-60 μm , 60-80 μm , 80-100 μm , 100-500 μm , dan 500-1000 μm (Nor, N & Obbard, J, 2014). Adapun data ukuran mikroplastik yang teridentifikasi pada 9 stasiun dapat dilihat pada Gambar 4.6 sebagai berikut.



Gambar 4.6 Ukuran Mikroplastik pada air laut pesisir Utara Aceh

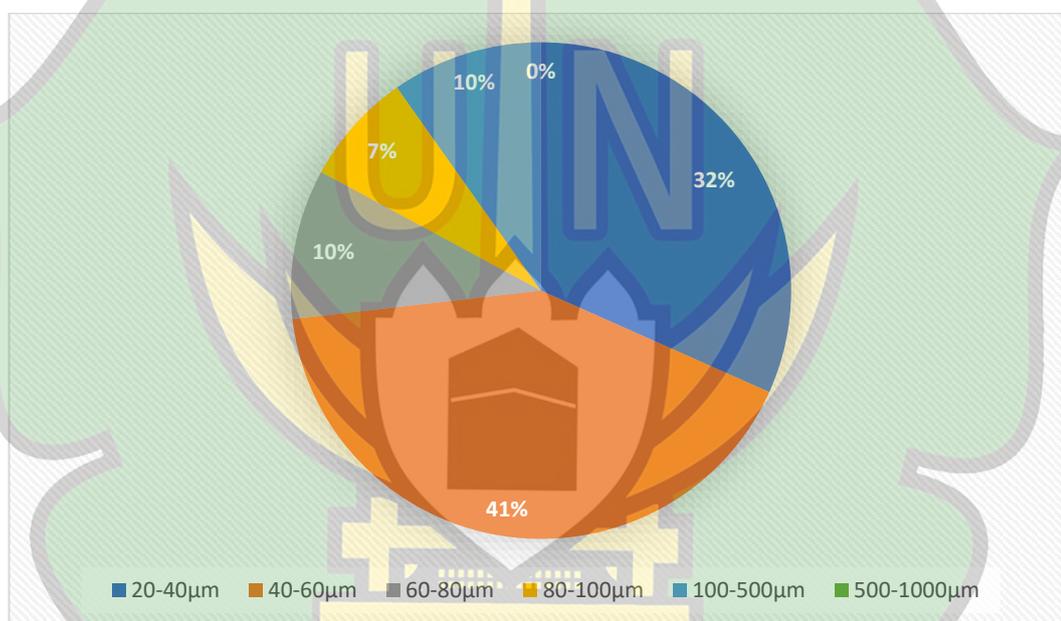
Dari data di atas dapat dilihat ukuran mikroplastik yang paling dominan ialah 40-60 μm sebanyak 74 partikel per liter mikroplastik dan ukuran yang paling sedikit teridentifikasi yaitu ukuran 80- 100 μm sebanyak 30 partikel per liter. Variasi ukuran mikroplastik, baik secara spasial maupun vertical di lokasi penelitian diduga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Claessens dkk (2013), mengatakan penyebab fragmentasi plastik yang berukuran makro menjadi mikro disebabkan oleh adanya radiasi sinar matahari, gaya mekanik dari gelombang air laut, bahan yang bersifat oksidatif dan bersifat hidrolitik dari air laut.

Mikroplastik dapat berasal dari berbagai sumber, termasuk degradasi plastik besar, serpihan mikroplastik dari produk konsumen seperti scrub wajah, atau partikel mikroplastik hasil aktivitas manusia dan industri. Sumber asal ini dapat menghasilkan mikroplastik dengan ukuran yang bervariasi. Plastik dapat mengalami degradasi fisik dan kimia seiring waktu karena paparan sinar matahari, air, dan suhu ekstrem. Proses degradasi ini dapat menyebabkan pecahan plastik

menjadi mikroplastik dengan berbagai ukuran tergantung pada kondisi lingkungan dan jenis plastiknya.

Aktivitas mekanis seperti abrasi, seperti yang terjadi pada ban mobil yang mengenai jalan, dapat menyebabkan pecahan plastik dengan berbagai ukuran. Selain itu, proses pembentukan mikroplastik juga dapat terjadi melalui proses penghancuran mekanis, seperti penggilingan limbah plastik.

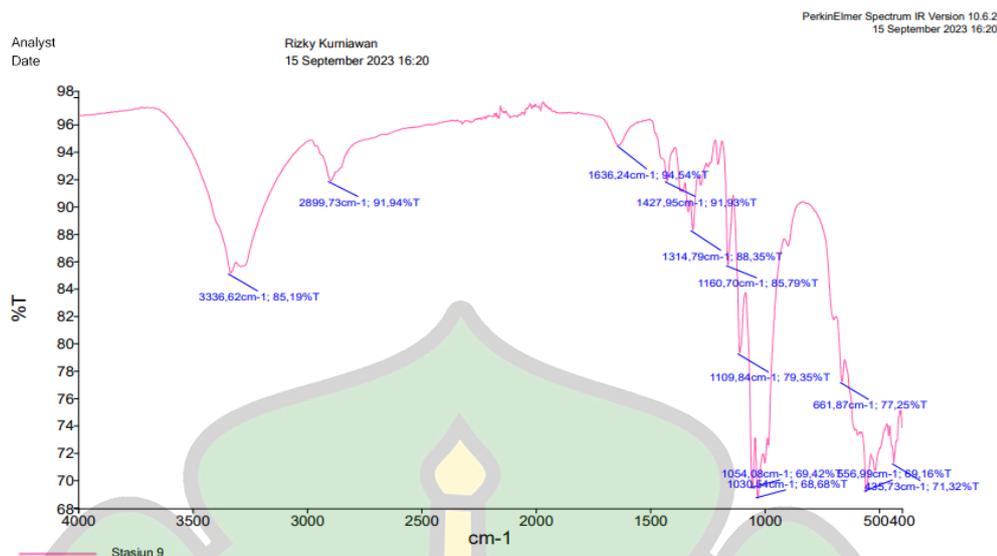
Ukuran awal plastik atau fragmen plastik juga dapat mempengaruhi ukuran mikroplastik yang dihasilkan. Plastik yang sudah dalam bentuk partikel kecil cenderung lebih mudah mengalami degradasi menjadi mikroplastik. Organisme hidup seperti bakteri atau ganggang dapat berkontribusi pada degradasi plastik dan pembentukan mikroplastik dengan ukuran yang berbeda.



Gambar 4.7 Ukuran Mikroplastik berdasarkan persentase

4.4 Analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR)

Hasil dari analisis *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) dikonfirmasi dengan gugus fungsi yang menunjukkan bahwa terdapat beberapa jenis polimer mikroplastik seperti terlihat pada Gambar 4.8



Gambar 4.8 Karakteristik Berdasarkan Polimer

Grafik diatas dapat disimpulkan pada gelombang dengan panjang 3300 hingga 3600 menunjukkan dua kemungkinan gugus, yaitu O-H dan N-H. Karakteristik puncak dari N-H yang *split* di ujung menunjukkan bahwa mikroplastik kemungkinan besar mengandung gugus N-H. Ini sesuai dengan teori bahwa menunjukkan polimer *Polyamide* (PA). PA memiliki bentuk dari serat, film dan plastik disebut nylon. Paparan manusia terhadap partikel mikroplastik *poliamida* (PA) atau *nilon*. Panjang gelombang 1400 hingga 1600 memiliki gugus fungsi H – C – H *stretching* dan *bending* termasuk dalam golongan alkana. Hal ini mendukung keberadaan polimer dari sampel.

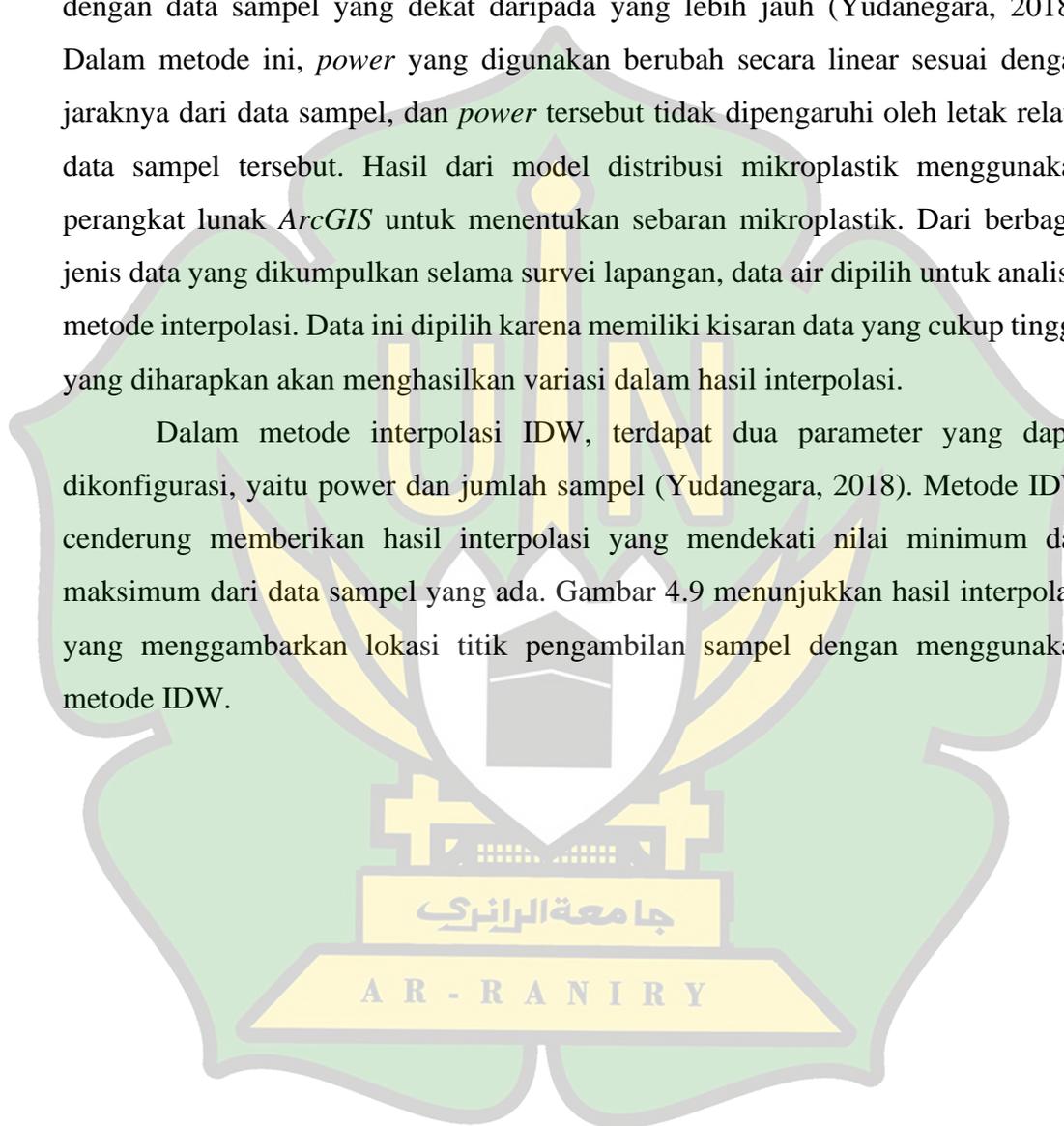
Pada panjang gelombang 1600 hingga 1800, meski intensitasnya kecil, terdapat tiga gugus yang kemungkinan ada: C=C, C=O, dan C=N. Ikatan C=O kurang mungkin karena umumnya terdapat plastik konvensional biasanya tidak mengandung ikatan ini. C=C juga kurang mungkin karena mikroplastik biasanya terdiri dari polimer dengan ikatan tunggal. Oleh karena itu, C=N adalah kemungkinan terbesar, terutama karena didukung oleh keberadaan gugus N-H pada gelombang 3300 hingga 3600. C=N pada panjang gelombang 1600 hingga 1800 merupakan polimer *Polyethylene terephthalate* (PET). Mikroplastik berjenis PET merupakan plastik yang berbahan dasar halus, transparan dan tipis, biasanya digunakan untuk pembungkus minuman ringan dan botol air, biasanya diproduksi untuk sekali pakai. Sedangkan pada Gelombang 1500 hingga 400 disebut sebagai

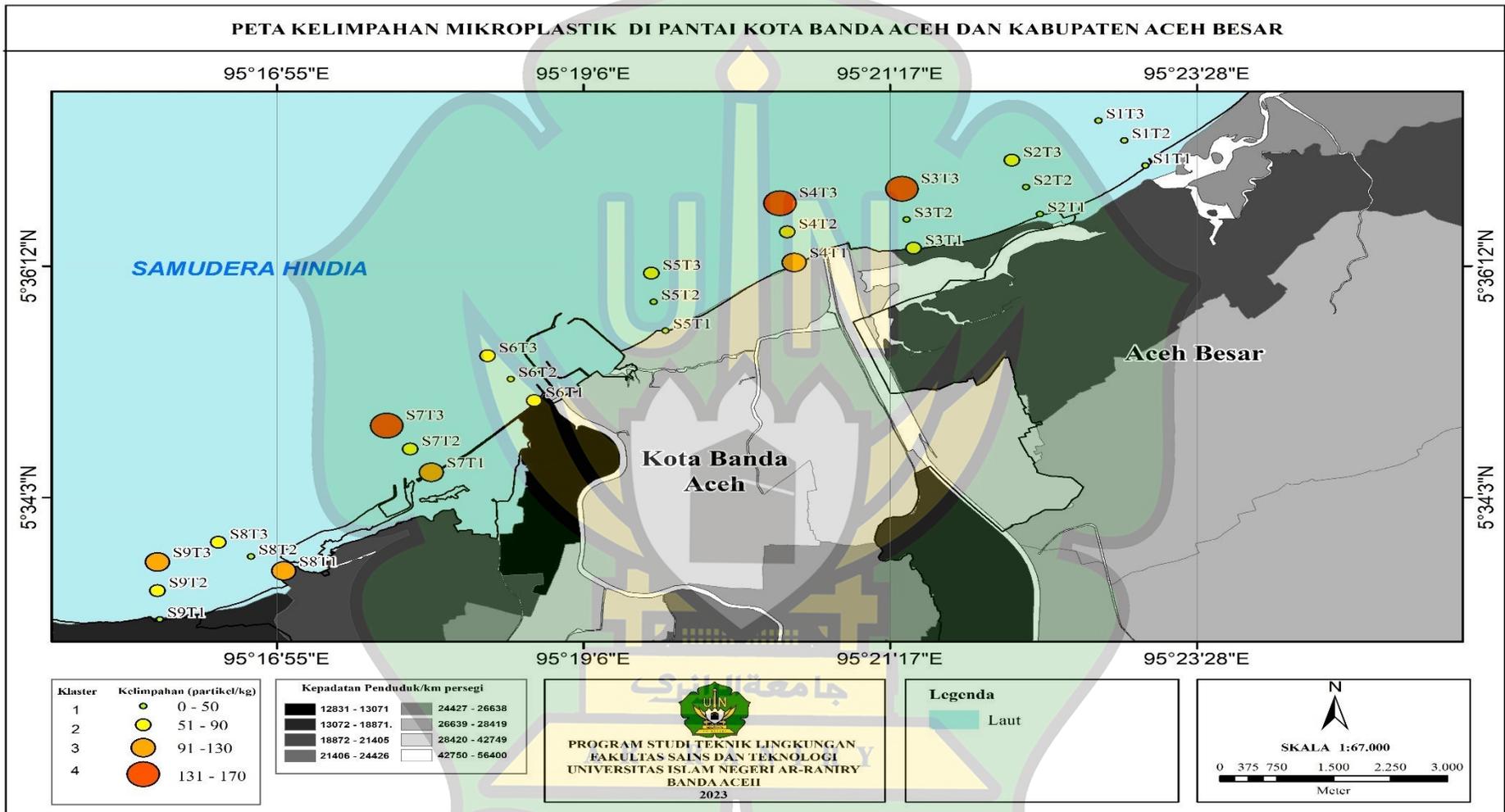
daerah "*fingerprint*" dan berfungsi sebagai penguatan untuk gugus fungsi yang terlihat pada panjang gelombang lainnya.

4.5 Pemodelan Interpolasi Mikroplastik

Penelitian ini menggunakan metode interpolasi IDW (*Inverse Distance Weighted*), yang didasarkan pada asumsi bahwa nilai interpolasi akan lebih mirip dengan data sampel yang dekat daripada yang lebih jauh (Yudanegara, 2018). Dalam metode ini, *power* yang digunakan berubah secara linear sesuai dengan jaraknya dari data sampel, dan *power* tersebut tidak dipengaruhi oleh letak relatif data sampel tersebut. Hasil dari model distribusi mikroplastik menggunakan perangkat lunak *ArcGIS* untuk menentukan sebaran mikroplastik. Dari berbagai jenis data yang dikumpulkan selama survei lapangan, data air dipilih untuk analisis metode interpolasi. Data ini dipilih karena memiliki kisaran data yang cukup tinggi, yang diharapkan akan menghasilkan variasi dalam hasil interpolasi.

Dalam metode interpolasi IDW, terdapat dua parameter yang dapat dikonfigurasi, yaitu *power* dan jumlah sampel (Yudanegara, 2018). Metode IDW cenderung memberikan hasil interpolasi yang mendekati nilai minimum dan maksimum dari data sampel yang ada. Gambar 4.9 menunjukkan hasil interpolasi yang menggambarkan lokasi titik pengambilan sampel dengan menggunakan metode IDW.

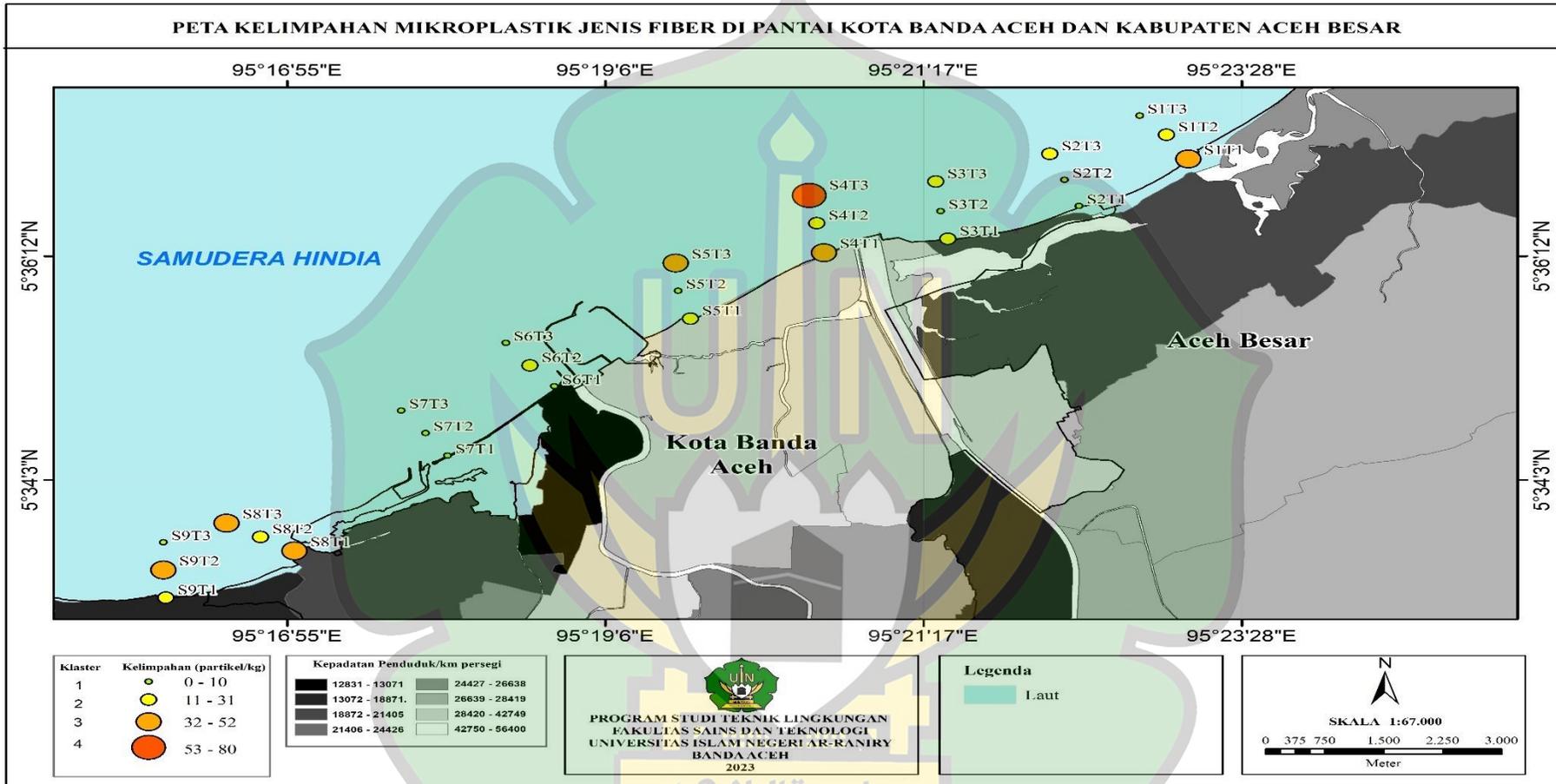




Gambar 4.9 Peta Distribusi Total Kelimpahan

Hasil interpolasi distribusi kelimpahan mikroplastik pada air laut di Peisir Pantai Kota Banda Aceh serta Kabupaten Aceh Besar disajikan dalam empat warna yang masing-masing memiliki kisaran nilai tertentu. Titik berwarna merah digunakan untuk menggambarkan distribusi tertinggi, yaitu dalam rentang 131 – 170, sedangkan titik berwarna jingga mencerminkan distribusi tingkat ketiga dengan rentang 91 – 130. Titik berwarna kuning digunakan untuk distribusi tingkat kedua, yang termasuk dalam distribusi sedang, dengan rentang 51 – 90. Serta titik berwarna hijau digunakan untuk distribusi rendah dengan rentang 0 – 50. Selanjutnya, Gambar 4.10, 4.11, dan 4.12 masing-masing menunjukkan hasil interpolasi mikroplastik berdasarkan bentuknya, yaitu fiber, fragmen, dan film.



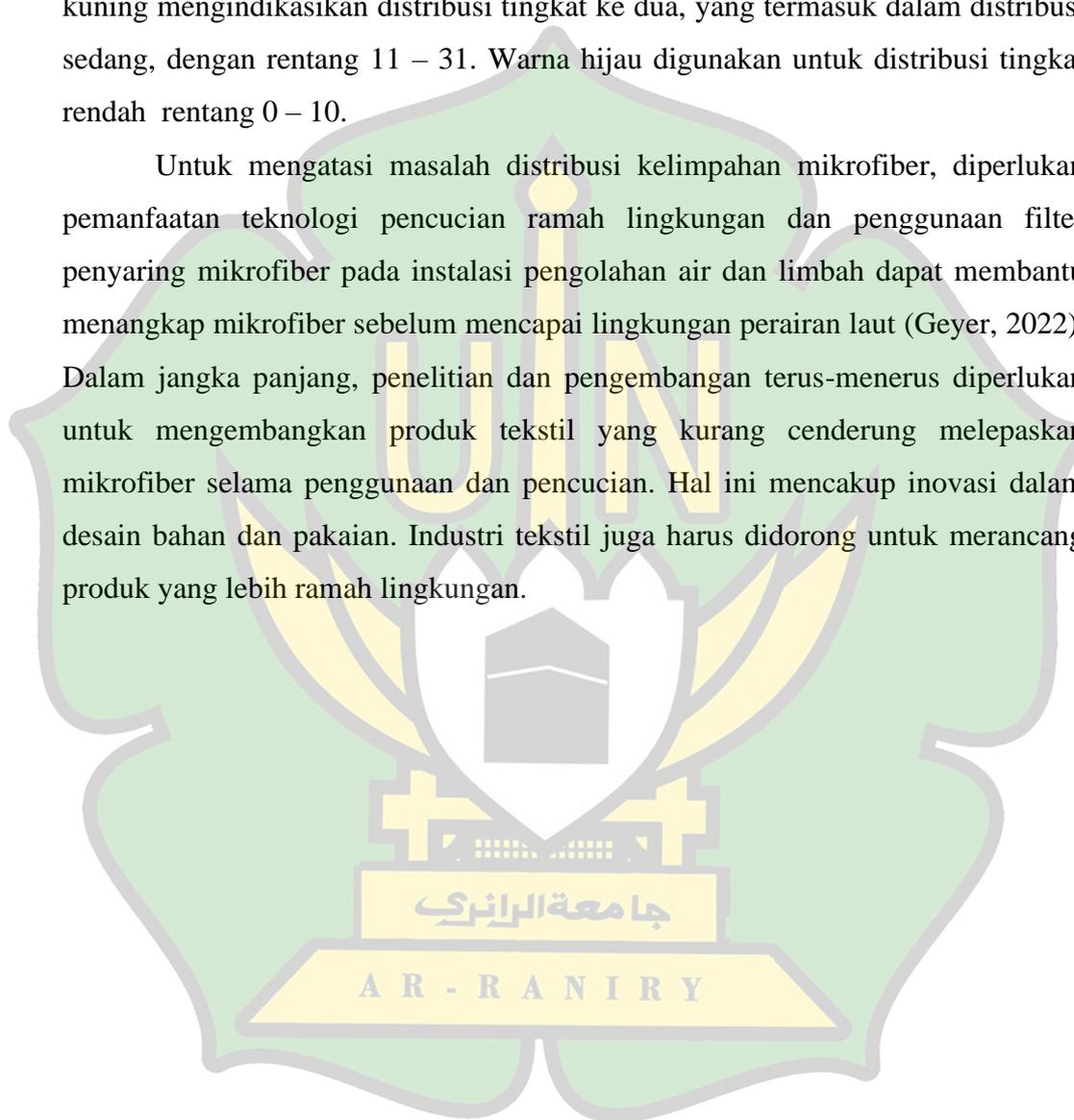


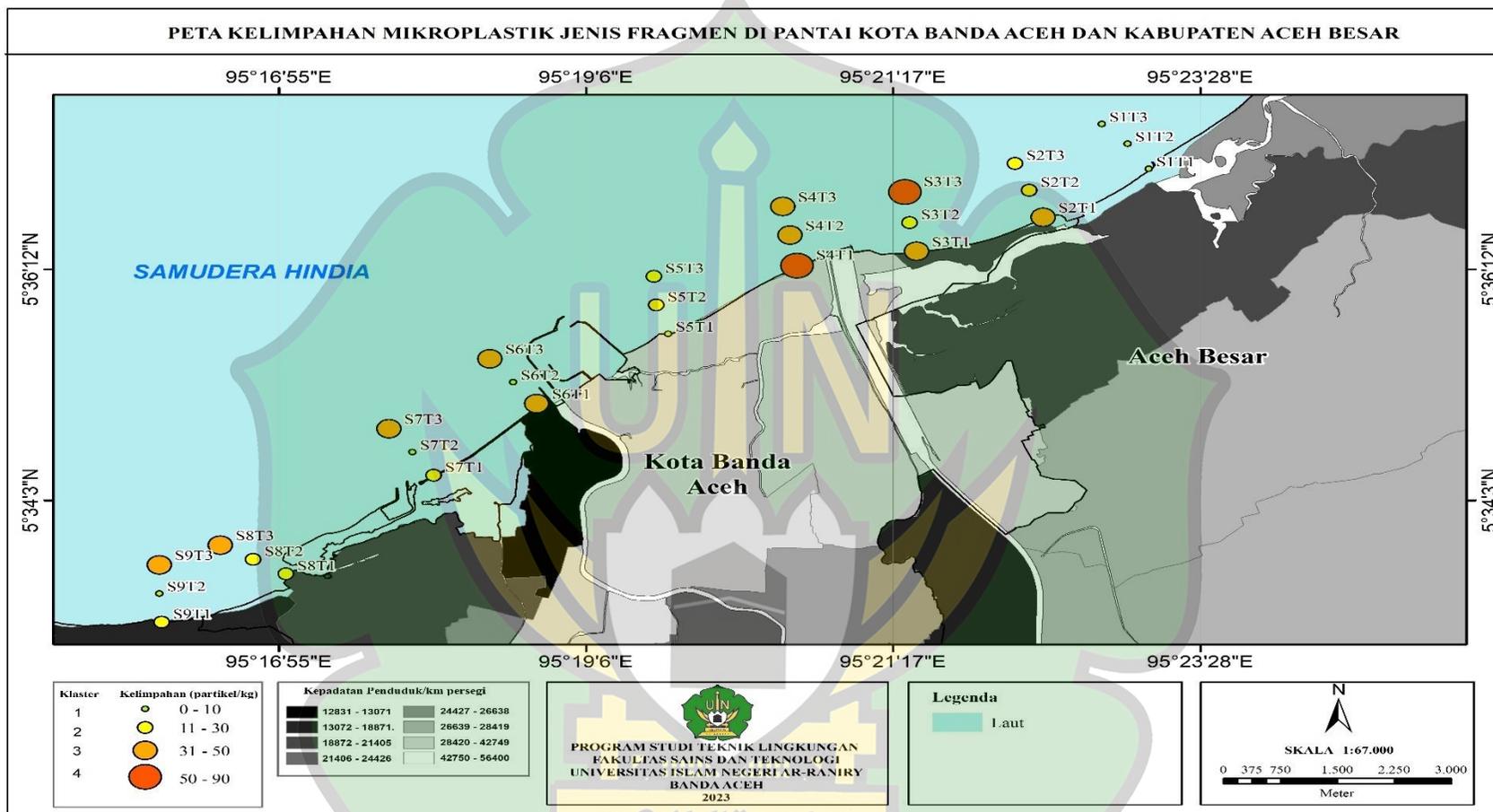
Gambar 4.10 Peta Distribusi Kelimpahan Fiber

AR - RANIRY

Hasil interpolasi distribusi mikrofiber pada air laut di pesisir Pantai dan Kota Banda Aceh serta Kabupaten Aceh Besar memiliki kategori berdasarkan empat warna dengan kisaran nilai tertentu. Warna merah digunakan untuk menggambarkan distribusi tertinggi, yaitu dalam rentang 53 – 80, sementara warna jingga mencerminkan distribusi tingkat ke tiga dengan rentang 32 – 52. Warna kuning mengindikasikan distribusi tingkat ke dua, yang termasuk dalam distribusi sedang, dengan rentang 11 – 31. Warna hijau digunakan untuk distribusi tingkat rendah rentang 0 – 10.

Untuk mengatasi masalah distribusi kelimpahan mikrofiber, diperlukan pemanfaatan teknologi pencucian ramah lingkungan dan penggunaan filter penyaring mikrofiber pada instalasi pengolahan air dan limbah dapat membantu menangkap mikrofiber sebelum mencapai lingkungan perairan laut (Geyer, 2022). Dalam jangka panjang, penelitian dan pengembangan terus-menerus diperlukan untuk mengembangkan produk tekstil yang kurang cenderung melepaskan mikrofiber selama penggunaan dan pencucian. Hal ini mencakup inovasi dalam desain bahan dan pakaian. Industri tekstil juga harus didorong untuk merancang produk yang lebih ramah lingkungan.



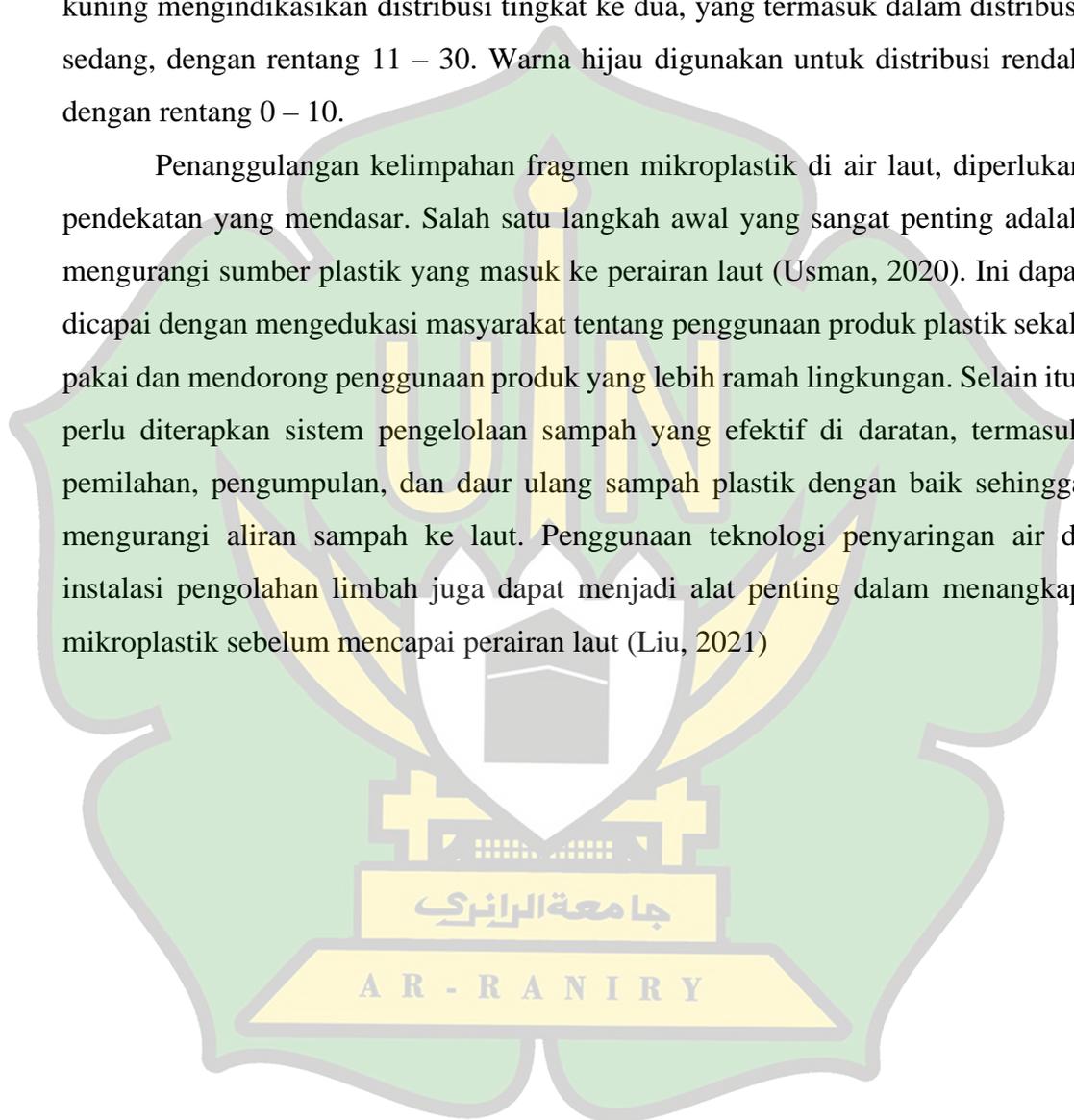


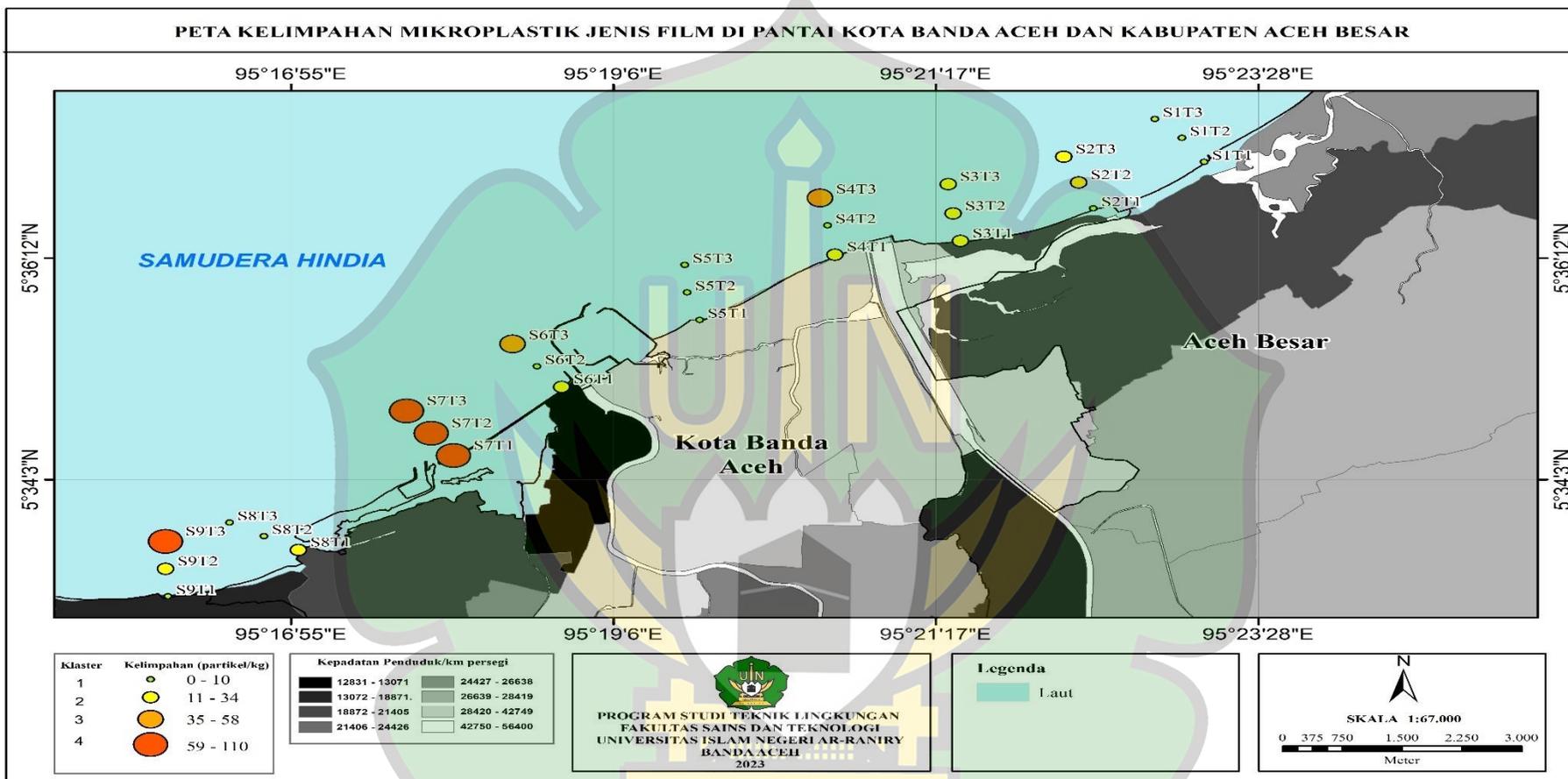
Gambar 4.11 Peta Distribusi Kelimpahan fragmen

AR-RANIRY

Hasil interpolasi distribusi fragmen mikroplastik pada air laut di pesisir Pantai Kota Banda Aceh serta Kabupaten Aceh Besar dibagi menjadi empat kategori berdasarkan warna dan kisaran nilai. Warna merah digunakan untuk menggambarkan distribusi tertinggi, yaitu dalam rentang 50 – 90, sementara warna oranye mencerminkan distribusi tingkat ke tiga dengan rentang 31 – 50. Warna kuning mengindikasikan distribusi tingkat ke dua, yang termasuk dalam distribusi sedang, dengan rentang 11 – 30. Warna hijau digunakan untuk distribusi rendah dengan rentang 0 – 10.

Penanggulangan kelimpahan fragmen mikroplastik di air laut, diperlukan pendekatan yang mendasar. Salah satu langkah awal yang sangat penting adalah mengurangi sumber plastik yang masuk ke perairan laut (Usman, 2020). Ini dapat dicapai dengan mengedukasi masyarakat tentang penggunaan produk plastik sekali pakai dan mendorong penggunaan produk yang lebih ramah lingkungan. Selain itu, perlu diterapkan sistem pengelolaan sampah yang efektif di daratan, termasuk pemilahan, pengumpulan, dan daur ulang sampah plastik dengan baik sehingga mengurangi aliran sampah ke laut. Penggunaan teknologi penyaringan air di instalasi pengolahan limbah juga dapat menjadi alat penting dalam menangkap mikroplastik sebelum mencapai perairan laut (Liu, 2021)





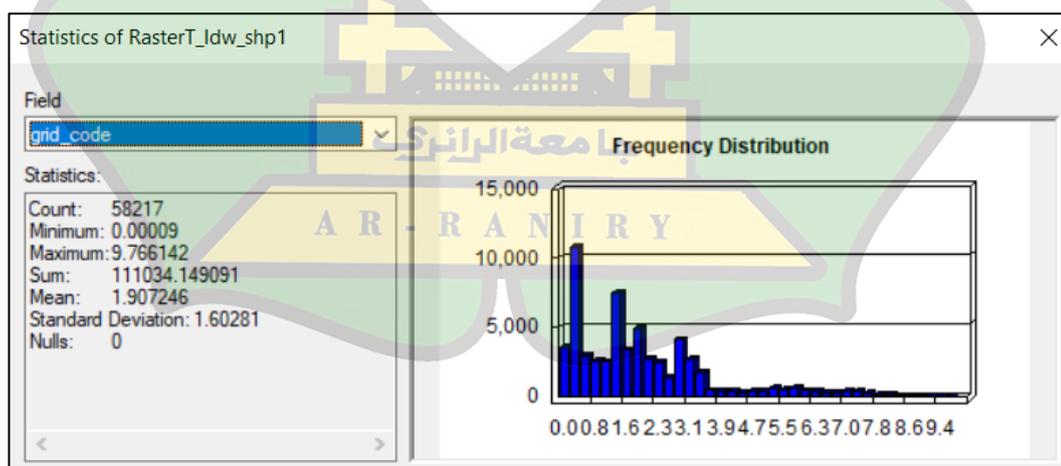
Gambar 4.12 Peta Distribusi Kelimpahan film

AR - RANIRY

Hasil interpolasi distribusi mikroplastik dalam bentuk film pada air laut pesisir Pantai Kota Banda Aceh serta Kabupaten Aceh Besar dibagi menjadi lima kategori berdasarkan warna dan kisaran nilai. Warna merah digunakan untuk menggambarkan distribusi tertinggi, yaitu dalam rentang 59 – 110. Warna jingga mencerminkan distribusi tingkat ke tiga dengan rentang 35 – 58, sementara warna kuning mengindikasikan distribusi tingkat ke dua, yang termasuk dalam distribusi sedang, dengan rentang 11 – 34. Warna hijau digunakan untuk distribusi rendah dengan rentang nilai 0 – 10.

4.6 Analisa Akurasi Interpolasi

Root Mean Square Error (RMSE), juga dikenal sebagai *Root Mean Square Deviation* (RMSD), dihitung berdasarkan kesalahan residual dan menunjukkan sejauh mana transformasi yang diperoleh itu baik (Pramainanta, 2023). Dalam konteks interpolasi di ArcGIS, RMSE digunakan untuk mengukur sejauh mana variasi antara nilai yang diprediksi dan nilai sebenarnya. Nilai RMSE yang lebih rendah menunjukkan bahwa model interpolasi memiliki akurasi yang lebih baik dalam memprediksi nilai di lokasi yang tidak diketahui berdasarkan sampel data yang ada. Oleh karena itu, RMSE sangat penting dalam analisis geospasial untuk memvalidasi kualitas model interpolasi (Pramainanta, 2023).



Gambar 4.13 Hasil Analisis RMSE

Berdasarkan analisis *Root Mean Square Error* (RMSE) yang dilakukan pada aplikasi *ArcGIS*, ditemukan bahwa standar deviasi sebesar 1,60 dari nilai

akurasi sempurna dengan nilai 1. Ini menunjukkan bahwa rata-rata jarak antara nilai yang diprediksi oleh model dan nilai sebenarnya adalah 1,60. Nilai ini memberikan gambaran tentang sejauh mana variasi antara nilai yang diprediksi dan nilai sebenarnya. Dengan kata lain, ini menunjukkan tingkat akurasi model dalam memprediksi nilai berdasarkan data yang ada. Semakin rendah nilai standar deviasi, semakin akurat model dalam membuat prediksi (Meiryani, 2021). Nilai standar deviasi pada penelitian ini mencapai 1,60 dikarenakan semakin besar nilai standar deviasi maka semakin beragam angka pada hasil penelitian.

4.7 Pengelolaan Sumber Daya Air Laut yang Tercemar Mikroplastik

Hasil penelitian yang dilakukan ditemukan adanya mikroplastik pada air laut di pesisir Pantai Utara Aceh. Adanya mikroplastik di air laut membawa dampak negatif terhadap keadaan perairan laut. Air laut yang sudah terkontaminasi adanya mikroplastik juga membawa dampak yang buruk terhadap biota laut yang ada di dalamnya. Biota laut yang biasa menjadi salah satu sumber daya di daerah perairan menjadi terganggu mutu dan kualitasnya. Biota laut yang membawa manfaat seperti gizi dan protein dapat terganggu dengan adanya mikroplastik di dalamnya. Dalam hal ini mikroplastik tidak dapat diuraikan oleh biota laut sehingga ada beberapa mikroplastik yang terendap di dalamnya sehingga ketika biota laut tersebut dikonsumsi maka besar kemungkinan akan menjadi penyakit di dalam tubuh manusia.

Mikroplastik yang berukuran mikro tersebut dapat masuk ke dalam perut biota dikarenakan biota tidak dapat membedakan antara makanan dan mikroplastik sehingga mikroplastik tersebut tidak sengaja tertelan oleh biota air laut tersebut. Hal ini seperti pernyataan Wright dkk, (2013) bahwa sampah plastik yang berada di laut bebas sangat berpotensi berubah menjadi mikroplastik karena mudah terkoyak dengan adanya tekanan dan arus laut. Apalagi, dengan sifat dasarnya yang tidak mudah terurai dan dapat tertelan oleh ikan. Masuknya mikroplastik ke dalam tubuh ikan dapat merusak dan mengganggu fungsi pada organ vital, seperti saluran pencernaan, dapat mengurangi tingkat pertumbuhan, menghambat produksi enzim, menurunkan kadar hormone steroid, serta mempengaruhi reproduksi, sehingga paparan mikroplastik yang terus menerus dan dalam jangka waktu yang lama dapat

menyebabkan paparan sifat toksik plastik yang lebih besar. Hal ini juga sesuai dengan penjelasan jurnal dari Lily dkk, (2022) bahwa ditemukan mikroplastik di dalam lambung ikan kapie dan jurnal dari Dewi dkk, (2021) juga menemukan 24 mikroplastik dalam pencernaan ikan tongkol. Adanya cemaran pada ikan bisa menjadi salah satu ancaman pangan, serta mikroplastik ini juga dapat mengganggu kesehatan manusia.

Sulistyo dkk, (2020) mengatakan *Polychlorinated biphenyls* (PCBs) adalah salah satu komponen penyusun plastik yang mudah terilis di mikroplastik dan memiliki sifat toksik dan akan berpotensi mengganggu kesehatan manusia jika mengonsumsi ikan yang sudah terkontaminasi. Pada manusia, paparan mikroplastik dapat menyebabkan gangguan pencernaan, hingga dapat menyebabkan keracunan. Meskipun mikroplastik tidak dapat dicerna dan dapat dengan mudah keluar melalui kotoran, tetapi nano plastik bisa menjadi sangat berbahaya bagi kesehatan manusia. Mikroplastik dapat masuk dalam sistem organ, dan dapat masuk ke semua organ dan berpindah-pindah ke dalam jaringan (Campanale dkk, 2020).

Ada beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi agar polusi mikroplastik ini tidak semakin banyak yaitu dengan mengurangi penggunaan plastik di kegiatan sehari-hari. Melakukan sosialisasi terhadap masyarakat tentang begitu berbahayanya dampak penggunaan plastik bagi makhluk hidup di bumi. Melakukan himbauan penggunaan tas yang tidak sekali pakai dan menggunakan tempat makan dan minum yang dapat di pakai secara terus menerus.

جامعة الرانري

AR - RANIRY

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada air laut di pesisir Pantai Utara Aceh di 9 stasiun dan 27 titik lokasi sampling berbeda, maka dapat di simpulkan terkait karakterisasi dan Identifikasi Mikroplastik, antara lain sebagai berikut:

1. Kelimpahan mikroplastik pada air laut di pantai Pesisir utara Aceh berkisar dari 0 hingga mencapai 170 partikel per liter. Jenis mikroplastik ini terdiri dari fiber, fragmen, dan film dengan kelimpahan masing-masing berkisar antara 0 hingga 80 partikel per liter, 0 hingga 90 partikel per liter, dan 0 hingga 110 partikel per liter,
2. Bentuk mikroplastik yang teridentifikasi yaitu fiber, film, fragmen, dengan warna biru, hitam, merah, dan transparan. Warna transparan yang terdapat sekitar 89 partikel atau sekitar 43 %. Warna mikroplastik di urutan kedua ialah warna hitam, yang terdapat sekitar 67 partikel atau sekitar 33%. Warna mikroplastik di urutan ketiga ialah warna kuning sebanyak 26 partikel per liter atau sekitar 13%. Warna mikroplastik di urutan keempat ialah warna biru sebanyak 21 partikel atau sekitar 10 %. Warna mikroplastik di urutan kelima ialah warna merah sebanyak 1 partikel atau 1%. Kemudian untuk ukuran mikroplastik yang paling banyak ditemukan ukuran 40-60 μ m dan paling sedikit ditemukan ukuran 80- 100 μ m. selanjutnya pada pengecekan hasil *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) menunjukkan bahwa mikroplastik tersebut mengandung polimer jenis *Polyamide* (PA), *High Density Polyethylene* (HDPE), dan *Polyethylene Terephthalate* (PET).

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa saran dari penulis untuk penelitian selanjutnya yaitu:

1. Perlunya dilakukan penelitian lanjutan terkait Mikroplastik dan Nanoplastik.

2. Perlu dibuat model prediksi untuk mengidentifikasi area-area yang berisiko tinggi terhadap penumpukan mikroplastik berdasarkan faktor-faktor lingkungan, seperti arus laut, iklim, dan variasi aktivitas manusia.



DAFTAR PUSTAKA

- Baldwin, A., Corsi, S., & Mason, S. (2016). Plastic debris in 29 great lakes tributaries: relations to watershed attributes and hydrology. *Environ. Sci. Technol.*, 50, 10377-10385.
- Boucher, Julien; Friot, Damien. (2017). Primary Microplastics in the Oceans: A global Evaluation of Sources. doi:10.2305/IUCN.CH.2017.01.en. ISBN 978-2831718279.
- Browne, M.A., Dissanayake, A., Galloway, T.S., Lowe, D.M., Thompson, R.C. 2008. Ingested Microscopic Plastic Translocates to The Circulatory System of The Mussel, *Mytilus Edulis* (L.). *Environmental Science & Technology*. Vol. 42. Hal. 5026–5031.
- C., Cormier, O'Donovan, S., Mestre, N. C., Abel, S., Fonseca, T. G., Carteny, C., B., Keiter, S.H., & Bebianno, M. J. (2018). Ecotoxicological effects of chemical contaminants adsorbed to microplastics in the clam *Scrobicularia plana*. *Frontiers in marine science*, 5, 143.
- Campanale, C., Massarelli, C., Savino, I., Locaputo V, Uricchio V.L. 2020. A Detailed Review study on Potential Effects of Microplastics and Additives of Concern on Human Health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 17, 1212; doi:10.3390/ijerph17041212. 2-26.
- Carr, S., Liu, J., & Tersoro, A. (2016). Transport and fate of microplastics particles in wastewater treatment plants. *Water Res*, 91, 174-182.
- Cauwenberghe, Lisbeth Van and Janssen, Collin R. 2014. Microplastics in Bivalves Cultured for Human Consumption. *Environ Pollut*. Vol. 193. Hal. 65-70.
- Claessens M, Cauwanberghe LV, Vandegheuchte MB, Janssen CR. (2013). New Techniques for the detection of microplastics in sediments and field collected organism. *Mar. Pollut. Bull.* 70:227-233.
- Cole, M., Coppock, R., Lindeque, P.K., Altin, D., Reed, S., Pond, D.W., Sørensen, L., Galloway, T.S., Booth, A.M., 2019. Effects of nylon microplastic on

- feeding, lipid accumulation, and moulting in a coldwater copepod. *Environ. Sci. Technol.* 53, 7075e7082.
- Collignon, A. dkk. (2012) 'Neustonic microplastic and zooplankton in the North Western Mediterranean Sea', Elsevier, 64, pp. 861–864. doi: 10.1016/j.marpolbul.2012.01.011
- Dewi P., Yar J., Mukti D.W., Person P.R., Johor M.S., Jesica M.Y., Helen M., Amelia S.H.M.P., & Kiki M., (2021). Analisis Mikroplastik Pada Saluran Pencernaan Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Hasil Tangkapan Nelayan di Pelabuhan Perikanan Pulau Bali Kota Bengkulu. *Jurnal Enggano* Vol. 6 No. 1. Universitas Bengkulu. Bengkulu.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Aceh. (2019). Profil Peluang Usaha dan Investasi Kelautan dan Perikanan Provinsi Aceh. *Kementrian Kelautan Dan Perikanan Republik Indonesia*, 1–25.
- DwigunaAryaNolanda. (2019). Identifikasi Keberadaan dan Bentuk Mikroplastik pada Air laut Sungai Code D.I.Yogyakarta.
- Enders, K., Andrea K., Oliver B., Peter F., Nicole S., Xaver L., Dieter F., Klaus-J. E., Falk P., Sonja Oberbeckmann., & Matthias L. (2019). Tracing Microplastics in aquatic environments based on sediment analogies. *Scientific Report*, 9.
- Firdaus, M. T. (2019). Microplastic Pollution In The Sediment Of Jagir Estuary, Surabaya City, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*
- Fitria Wulan. (2021). Analisis Bentuk Mikroplastik Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) DI Alue Naga Kecamatan Syiah Kuala Kota Banda Aceh. *Jurnal Jeumpa*, 8(2), 558–564.
- Gushchin, A. V., & Veremeichik, Y. V. (2019). Microplastic In The Food Of Small Sandeel *Ammodytes Tobiannus* From The Littoral Of The Curonian Spit Of The Baltic Sea. *Journal Of Ichthyology*, 59 (4), 628-632.
- Hamdan, (2021), Identifikasi Estuarine Turbidity Maxima Dengan Pendekatan Sifat Magnetik Sedimen Dan Analisis Mikrobiologi: Studi Kasus Sungai Krueng Aceh

- Hidalgo-Ruz V, Gutow L, Thompson RC, & Thiel M. (2012) Microplastics in the marine environment: a review of the methods used for identification and quantification. *Environ. Sci. Technol.* 46 (6):3060-3075.
- Hiwari, H. (2019). Kondisi Sampah Mikroplastik di Permukaan Air Laut sekitar Kupang dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. Pros sem nas masy biodiv indon.
- Hollóczki, Oldamur; Gehrke, Sascha. (2020). Can Nanoplastics Alter Cell Membranes?. *ChemPhysChem*
- Jabeen, K., Su, L., Li, J., Yang, D., Tong, C., Mu, J., Shi, H., (2017). Microplastics and mesoplastics in fish from coastal and fresh waters of China. *Environ. Pollut.* 221, 141-149.
- Jadhav EB, Sankhla MS, Bhat RA, Bhagat DS. Microplastics from food packaging: An overview of human consumption, health threats, and alternative solutions. *Environ Nanotechnology, Monit Manag* [Internet]. 2021;16(May):100608. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.enmm.2021.100608>
- João Frias., Nash, R., Pagter, E., and O'Connor, I. 2018. Standardised Protocol For Monitoring Microplastics in Sediments. JPI-Oceans BASEMAN project.
- Kamelia, Haerudin, & Jati. O., (2021). Karakterisasi Mikroplastik Dari Sedimen Padang Lamun, Pulau Panjang, Jepara, Dengan Ft-Ir Infra Red. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan* 13(1), 135 – 154
- Kapo, F.A., Toruan, L.N. & Paulus, C.A. (2020). Jenis dan Kepadatan Mikroplastik Pada Kolom Permukaan Air di Air laut Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1):10-21.
- Khairuzzaman, (2021). Model Spasial Daerah Estuary Turbidity Maxima Di Sungai Krueng Aceh Dan Korelasinya Dengan Kelimpahan Mikroplastik Dan Nilai Suseptibilitas Magnetik
- Kingfisher. (2011). Micro-Plastic Debris Accumulation on Puger Sound Beaches. Port Townsend Marine Science Center.
- Kulkula, T., Proskurowski, G., Moret-Ferguson, S., Meyer, D. W., Law, KL. 2012. The Effect of Wind Mixing on The Vertical Distribution of Bouyant Plastic Debris. *Geophys. Res. Lett.* Vol. 39.

- Lares, M., Ncibi, M. C., Sillanpaa, M., & Sillanpaa, M. (2018). Occurrence, Identification and Removal Of Microplastic Particles and Fiber in Conventional Activated sludge Process and Advance Mbr Technology. *Water Research*, 133, 236-246.
- Lautetu, L. M., Kumurur, V. A., & Warouw, F. (2019). Karakteristik Permukiman Masyarakat Pada Kawasan Pesisir Kecamatan Bunaken. *Karakteristik Permukiman Masyarakat Pada Kawasan Pesisir Kecamatan Bunaken*, 6(1), 126–136.
- Lily S.M., Budijono, & Muhammad F., (2022). Identifikasi Mikroplastik pada Ikan Kapiék (Puntius Schawanafeldii) di Waduk PLTA Koto Panjang Kabupaten Kampar Provinsi Riau. *Jurnal Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau, Riau*.
- Lusher, A. L., Peter H & Jeremy M. (2017). Microplastics in Fisheries and 81 Aquaculture. Roma: Food and Agriculture Organization of The United Nations.
- Mammo FK, Amoah ID, Gani KM, Pillay L, Ratha SK, Bux F et al (2020) Micro- plastics in the environment: interactions with microbes and chemical contaminants. *Sci Total Environ* 743:140518 Available from: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048969720340407>
- Manalu, A. A. (2017). Kelimpahan Mikroplastik di Teluk Jakarta (Doctoral dissertation, Tesis. Sekolah Pascasarjana). Bogor : IPB
- Murphy, F., Ewins, C., Carbonnier, F., & Quinn, B. (2016). Wastewater treatment works (WwTW) as a source of microplastics in the aquatic environment. *Environmental Science & Technology*, 50(11), 5800-5808.
- Mccormick, A.R., Hoellein, T.J., London, M.G., Hittie, J., Scott, J.W., & Kelly, J.J (2016). Microplastic In Surface Waters Of Urban Rivers: Concentration, Source, And Associated Bacterial Assemblages. *Ecosphere*, 7 (11).
- Nor Mohamed, N.H., & Obbard, J.P. (2014). Microplastics In Singapore's Coastal Mangrove Ecosystem. *Marine Pollution Bulletin*, 79 (1-2), 278-283.
- Pedrotti ML, Bruzaud S, Dumontet B, Elineau A, Petit S, Grohens Y, Voisin P, Crebassa JC, Gorsky G. 2014. Plastic fragments on the surface of

- Mediterranean waters. CIESM Workshop Monographs n°46. Marine litter in the Mediterranean and black seas-Tirana, Albania, 18-21 June 2014
- Pitt, Jordan A.; Kozal, Jordan S.; Jayasundara, Nishad; Massarsky, Andrey; Trevisan, Rafael; Geitner, Nick; Wiesner, Mark; Levin, Edward D.; Di Giulio, Richard T. (2018). Uptake, Tissue Distribution, and Toxicity of Polystyrene Nanoparticles in Developing Zebrafish (*Danio rerio*). *Aquatic Toxicology*.
- Plastics Europe. 2017. An analysis of European Plastics Production, Demand And Waste Data. *Plastics Europe Association of Plastics Manufactures*.
- Putri, C. (2017). Identifikasi Keberadaan dan Jenis Mikroplastik pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*, Forksal) di Tambak Lorok, Semarang.
- Ratnasari, I. (2017). Identifikasi Jenis dan Jumlah Mikroplastik pada Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*) di Air laut Air Payau Semarang. Semarang: Program Studi Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata.
- Sains, F., Teknologi, D. A. N., Ar-raniry, U. I. N., & Aceh, B. (2020). *Uji reliabilitas metode suseptibilitas magnetik dalam memonitoring logam berat pada sedimen dasar sungai krueng aceh*.
- Simonescu, C. M. 2012. Application of FTIR Spectroscopy in Environmental Studies. Intech.
- Sulistyo, E.N., Rahmawati, S., Putri, R.A., Arya. N. & Eryan, Y.A. (2020). Identification of the Existence and Type of Microplastic in Code River Fish, Special Region of Yogyakarta. *Journal of Science and Data Analysis*, 1(1):85- 91.
- Stevens, M. P. 2007. *Polymer Chemistry: An Introduction*. Oxford University Press, Inc.
- Supit, A., Tompodung, L., & Kumaat, S. (2022). Mikroplastik sebagai Kontaminan Anyar dan Efek Toksiknya terhadap Kesehatan Microplastic as an Emerging Contaminant and its Toxic Effects on Health. *Jurnal Kesehatan*, 13, 199–208.
- Surono. Untoro B., 2013 Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak *Jurnal Teknik* 3 (1) 2013 : hal. 32- 40.

- Thompson, R.C., Moore, C.J., vom Saal, F.S., Swan, S.H. 2009. Plastics, The Environment and Human Health: Current Consensus and Future Trends. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*. Vol. 364. Hal. 2153–2166.
- Tourinho, P.S., Ivar do Sul, J.A., Fillmann, G. 2010. Is Marine Debris Ingestion Still a Problem For The Coastal Marine Biota of Southern Brazil?. *Marine Pollution Bulletin*. Vol. 60. Hal. 396–401.
- Veerasingam, S., Ranjani, M., Venkatachalapathy,R., Bagaev,A., Mukhanov,V., Litvinyuk,D., Mugilarasan,M., Gurumoorthi,K.,Guganathan,L., Aboobacker,V.M., and Vethamony,P. (2020). Contributions of Fourier Transform Infrared Spectroscopy In Microplastic Pollution Research: A Review. *Environmental Science and Technology*, 51(2021) :1-63.
- Widyastuti, A. (2023). Analisis Kelimpahan Mikroplastik Pada Air laut Selumit Pantai Kota Tarakan Kalimantan Utara.
- Wright S.L., R.C., Thompson dan T.S. Galloway. (2013). The Physical Impact of Microplastic on Marine Organism: A riview. *Environmantal Pollution*, (178): 483-492.
- Zhang, Hua. 2017. Transport of Microplastics in Coastal Seas. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Vol. 199. Hal. 74-86.



LAMPIRAN A

PERHITUNGAN

Perhitungan Kelimpahan Mikroplastik

Perhitungan kelimpahan mikroplastik dihitung menggunakan rumus:

$$C = \frac{n}{V} \text{ partikel/liter}$$

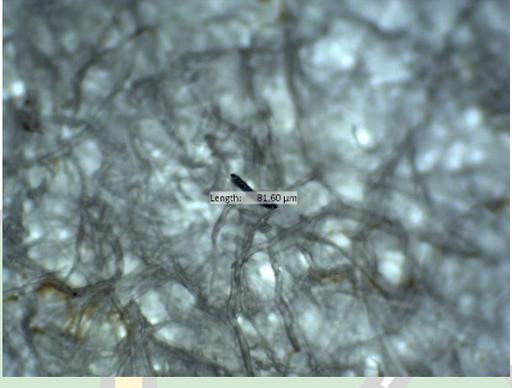
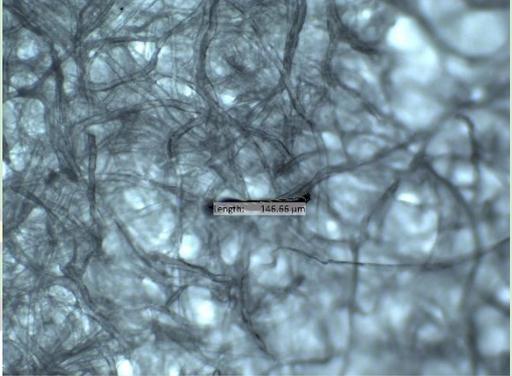
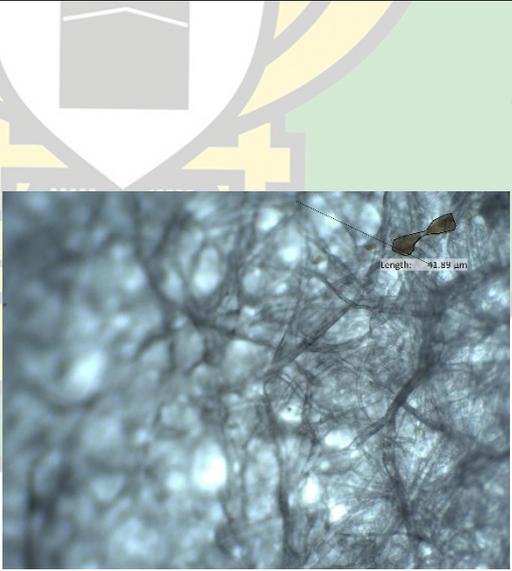
Keterangan: C = Kelimpahan Mikroplastik (partikel/liter)

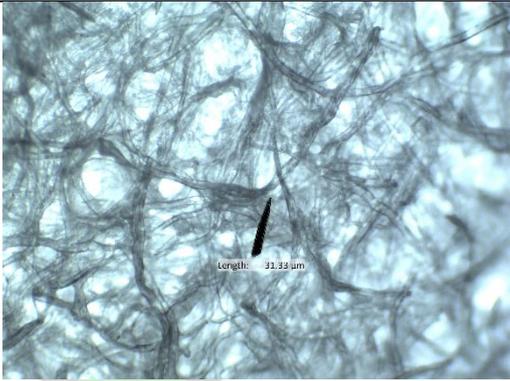
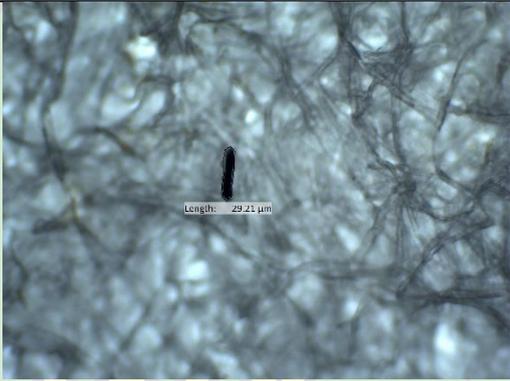
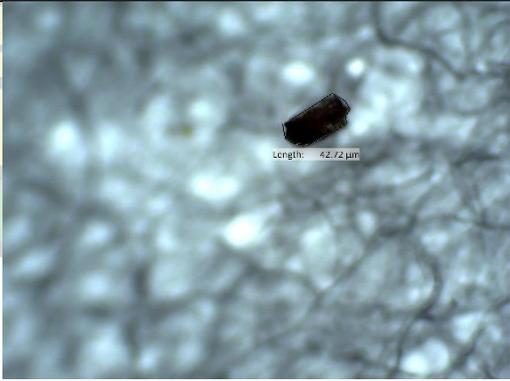
n = Jumlah Partikel mikroplastik per sampel

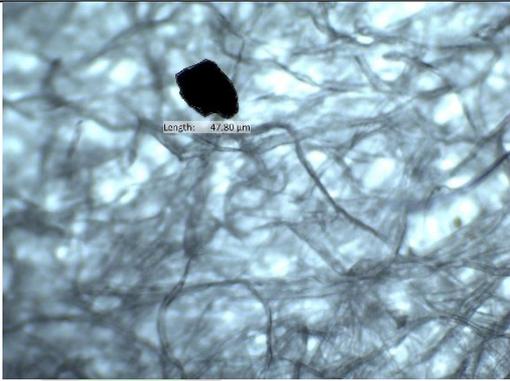
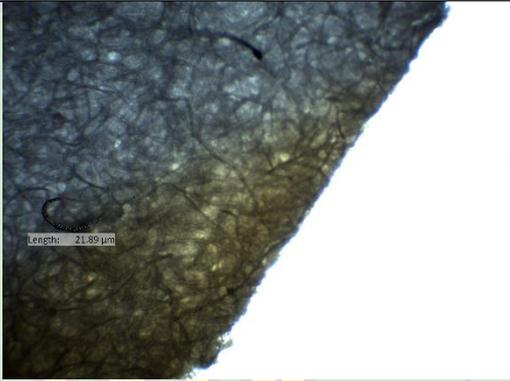
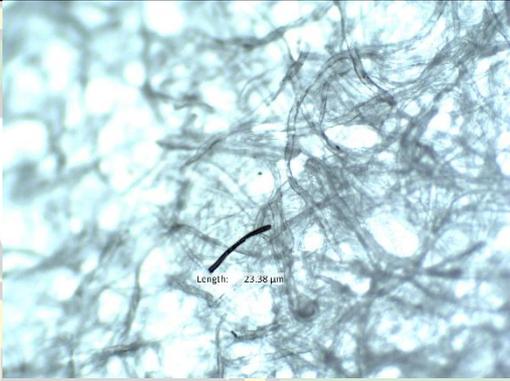
V = Total volume air saat sampling

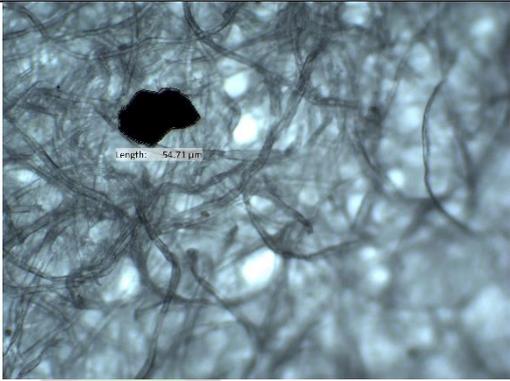
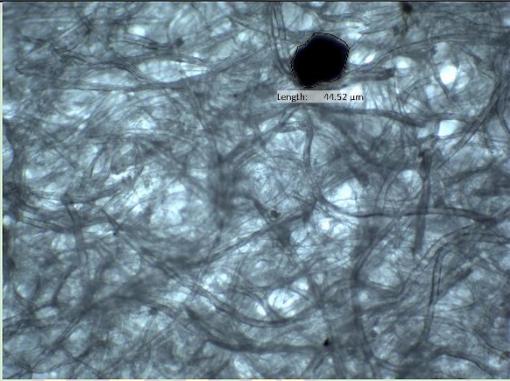
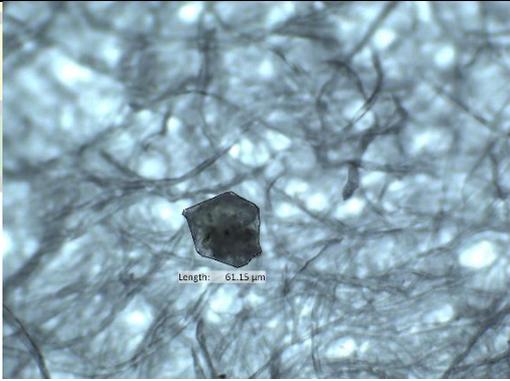
Stasiun	Pantai Lambada Klieng	Stasiun	Pantai Kuala Gigieng
1	$C = \frac{8}{0,1} = 80,0$	2	$C = \frac{17}{0,1} = 170,0$
Stasiun	Pantai Kuta Pohon	Stasiun	Pantai Alue Naga
3	$C = \frac{28}{0,1} = 280,0$	4	$C = \frac{37}{0,1} = 370,0$
Stasiun	Pantai Syiah Kuala	Stasiun	Pantai Kuala Gampong Jawa
5	$C = \frac{15}{0,1} = 150,0$	6	$C = \frac{17}{0,1} = 170,0$
Stasiun	Pantai Ulee Lheue	Stasiun	Pantai Masjid Baiturrahim
7	$C = \frac{34}{0,1} = 340,0$	8	$C = \frac{24}{0,1} = 240,0$
Stasiun		Pantai Lam Awee Peukan Bada	
9			$C = \frac{22}{0,1} = 220,0$

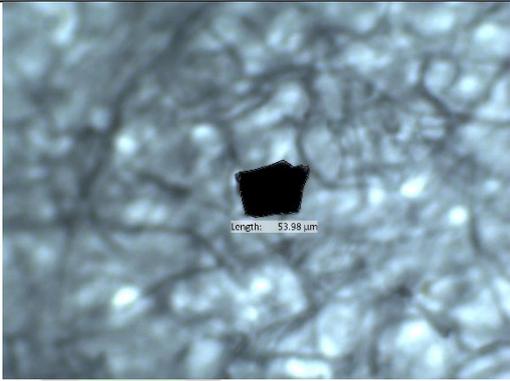
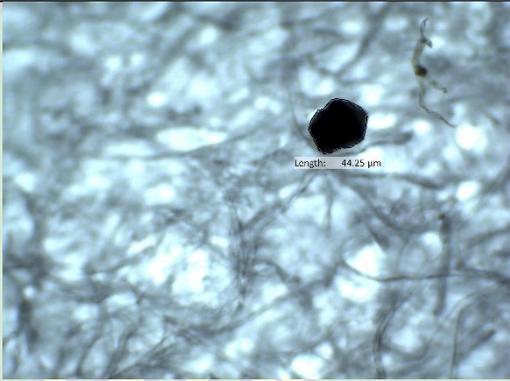
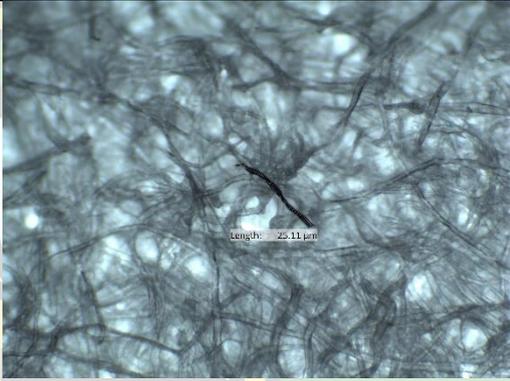
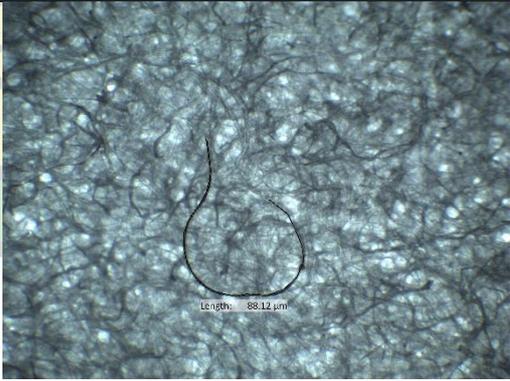
LAMPIRAN B
HASIL MIKROPLASTIK

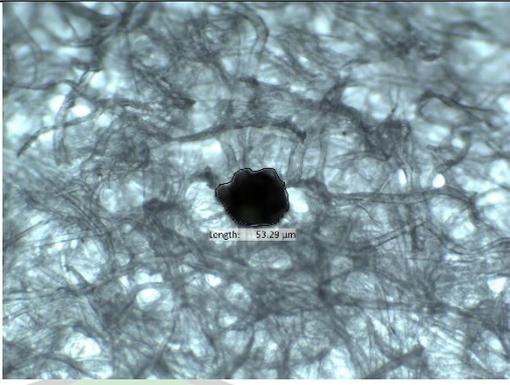
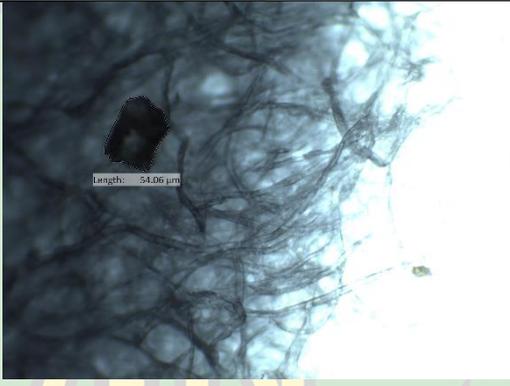
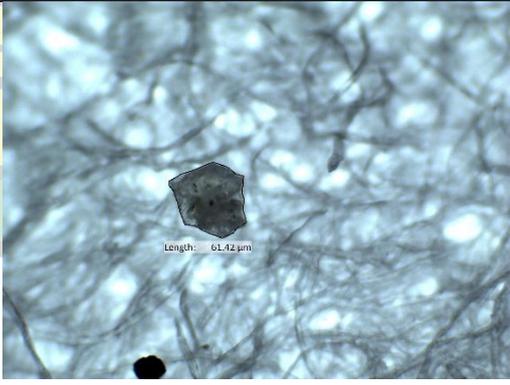
No	Lokasi	Keterangan	Gambar	Hasil Ukuran
1.	Stasiun 1	Fiber biru		81,60 μm
		Fiber biru		146,66 μm
2.	Stasiun 2	Film transparan		41,89 μm

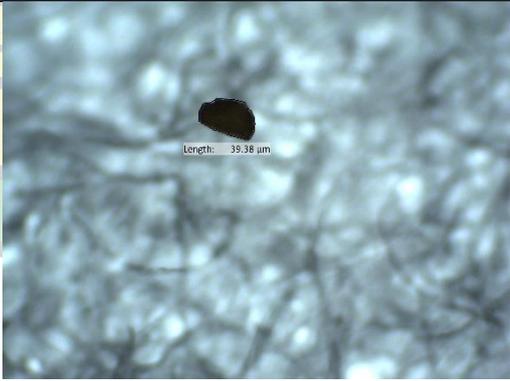
		Fiber hitam		31,33 μm
		Fiber hitam		29,21 μm
3.	Stasiun 3	Film transparan		53,90 μm
		Film hitam		42,72 μm

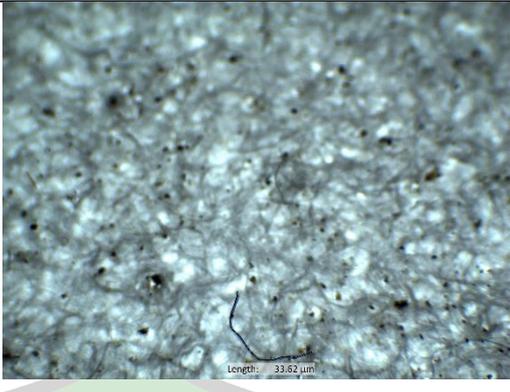
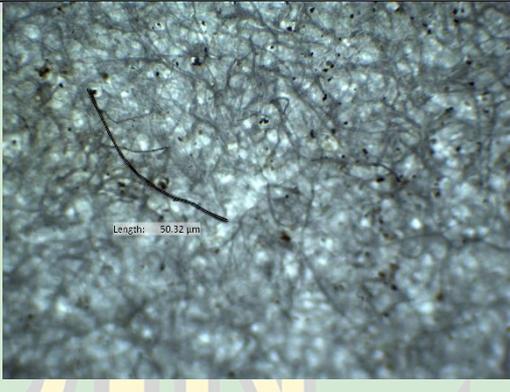
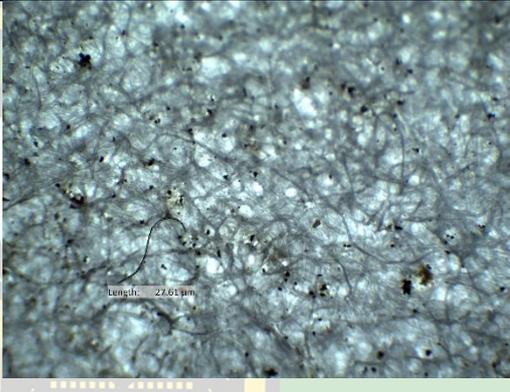
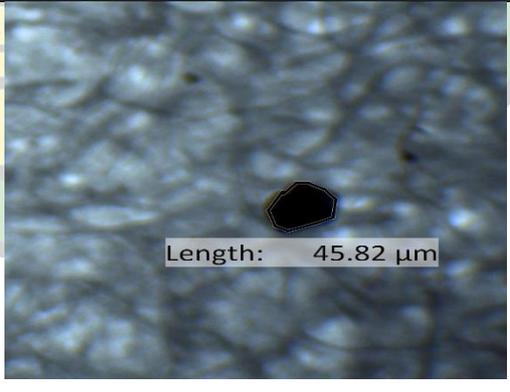
		Fragmen hitam		47,80 μm
		Fiber hitam		21,89 μm
4.	Stasiun 4	Fiber biru		23,38 μm
		film transparan		51,49 μm

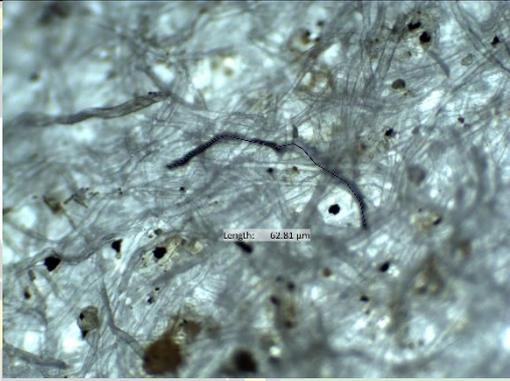
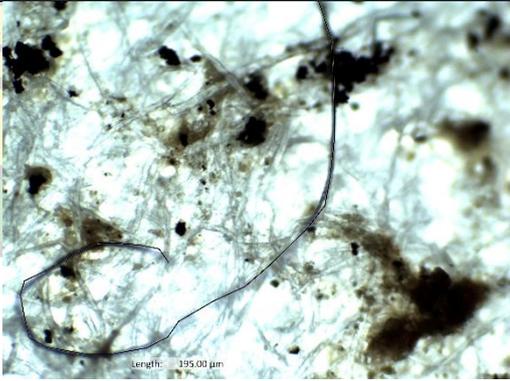
		Fragmen hitam		54,71 μm
		Fragmen hitam		44,52 μm
5.	Stasiun 5	Fiber biru		89,32 μm
		Film transparan		61,15 μm

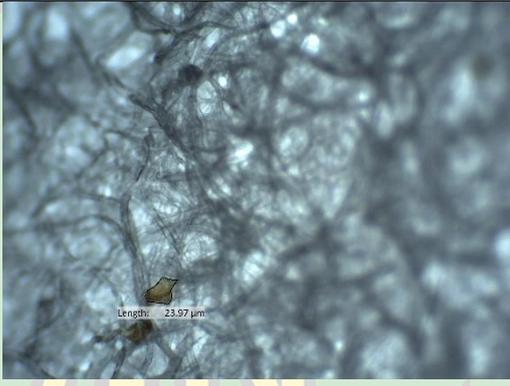
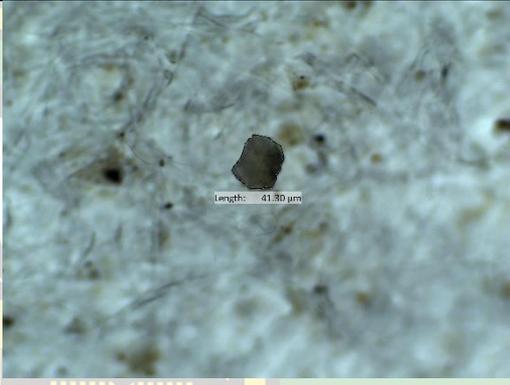
		Fragmen hitam		53,98 μm
		Fragmen hitam		44,25 μm
6.	Stasiun 6	Fiber hitam		25,11 μm
		Fiber transparan		88,12 μm

		Fragmen hitam		53,29 μm
		Film transparan		54,06 μm
7.	Stasiun 7	Film transparan		31,03 μm
		Film transparan		61,42 μm

		Film transparan		47,49 μm
		Film transparan		36,31 μm
		Film transparan		47,80 μm
		Fragmen merah		39,38 μm

8.	Stasiun 8	Fiber Biru		33,62 μm
		Fiber hitam		50,32 μm
		Fiber biru		27,61 μm
		Fragmen hitam		45,82 μm

		Fragmen hitam		57,82 μm
9.	Stasiun 9	Fiber biru		27,74 μm
		Fiber biru		62,81 μm
		Fiber transparan		195,00 μm

		Fiber hitam		127,43 μm
		Film transparan		23,97 μm
		Film transparan		41,30 μm

جامعة الرانري

AR - RANIRY

LAMPIRAN C
DATA KELIMPAHAN MIKROPLASTIK

Tabel 1. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Lambada Klieng

No	Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)	
			(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film		
1	Stasiun 1	Titik 1	5°37'08"N 95°23'06"E	100	0,1	4	0	0	40,0
2		Titik 2	5°37'22"N 95°22'57"E	100	0,1	3	0	0	30
3		Titik 3	5°37'33"N 95°22'46"E	100	0,1	1	0	0	10
Jumlah					8	0	0	80,0	

Tabel 2. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Kuala Gigieng

No	Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)	
			(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film		
1	Stasiun 2	Titik 4	5°36'41"N 95°22'21"E	100	0,1	0	4	1	50,0
2		Titik 5	5°36'56"N 95°22'15"E	100	0,1	0	2	2	40,0
3		Titik 6	5°37'11"N 95°22'09"E	100	0,1	2	3	3	80,0
Jumlah					2	9	6	170,0	

Tabel 3. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Kuta Pohon

No	Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)	
			(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film		
1	Stasiun 3	Titik 7	5°36'22"N 95°21'27"E	100	0,1	2	5	2	90,0
2		Titik 8	5°36'38"N 95°21'24"E	100	0,1	1	2	2	50,0
3		Titik 9	5°36'55"N 95°21'22"E	100	0,1	2	9	3	140,0
		Jumlah			5	16	7	280,0	

Tabel 4. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Alue Naga

No	Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)	
			(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film		
1	Stasiun 4	Titik 10	5°36'14"N 95°20'36"E	100	0,1	4	7	2	130,0
2		Titik 11	5°36'31"N 95°20'33"E	100	0,1	2	4	1	70,0
3		Titik 12	5°36'47"N 95°20'30"E	100	0,1	8	5	4	170,0
		Jumlah			14	16	7	370,0	

Tabel 5. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Syiah Kuala

No		Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)
				(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film	
1	Stasiun 5	Titik 13	5°35'36"N 95°19'41"E	100	0,1	3	1	0	40,0
2		Titik 14	5°35'52"N 95°19'36"E	100	0,1	1	2	1	40,0
3		Titik 15	5°36'08"N 95°19'35"E	100	0,1	4	2	1	70,0
		Jumlah					8	5	2

Tabel 6. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Kuala Gampong Jawa

No		Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)
				(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film	
1	Stasiun 6	Titik 16	5°34'57"N 95°18'45"E	100	0,1	0	4	2	60,0
2		Titik 17	5°35'09"N 95°18'35"E	100	0,1	2	1	0	30,0
3		Titik 18	5°35'22"N 95°18'25"E	100	0,1	0	4	4	80,0
		Jumlah					2	9	6

Tabel 7. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Ulee Lheue

No	Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)	
			(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film		
1	Stasiun 7	Titik 19	5°34'17"N 95°18'01"E	100	0,1	0	3	9	120,0
2		Titik 20	5°34'30"N 95°17'52"E	100	0,1	0	1	6	70,0
3		Titik 21	5°34'43"N 95°17'42"E	100	0,1	0	4	11	150,0
		Jumlah			0	8	26	340,0	

Tabel 8. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Masjid Baiturrahim

No	Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)	
			(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film		
1	Stasiun 8	Titik 22	5°33'22"N 95°16'58"E	100	0,1	5	2	3	100,0
2		Titik 23	5°33'30"N 95°16'44"E	100	0,1	3	2	0	50,0
3		Titik 24	5°33'38"N 95°16'30"E	100	0,1	4	4	1	90,0
		Jumlah			12	8	4	240,0	

Tabel 9. Kelimpahan Mikroplastik pada Pantai Lam Awee Peukan Bada

No	Kode Sampling	Koordinat	Volume Sampel		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/l			Kelimpahan (Partikel/l)	
			(ml)	(l)	Fiber	Fragmen	Film		
1	Stasiun 9	Titik 25	5°32'55"N 95°16'05"E	100	0,1	2	2	0	40,0
2		Titik 26	5°33'11"N 95°16'04"E	100	0,1	4	0	2	60,0
3		Titik 27	5°33'27"N 95°16'04"E	100	0,1	1	5	6	120,0
		Jumlah				7	7	8	220,0

