

**MODEL SPASIAL DAERAH *ESTUARY TURBIDITY MAXIMA*  
DI SUNGAI KRUENG ACEH DAN KORELASINYA DENGAN  
KELIMPAHAN MIKROPLASTIK DAN NILAI  
SUSEPTIBILITAS MAGNETIK**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Oleh:**

**HARI KHAIRUZZAMAN  
NIM. 160702036  
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
DARUSSALAM – BANDA ACEH  
2021 M / 1442 H**

LEMBARAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR

**MODEL SPASIAL DAERAH *ESTUARY TURBIDITY MAXIMA*  
DI SUNGAI KRUENG ACEH DAN KORELASINYA DENGAN  
KELIMPAHAN MIKROPLASTIK DAN NILAI SUSEPTIBILITAS  
MAGNETIK**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana dalam Ilmu Teknik Lingkungan**

Oleh

**HARI KHAIRUZZAMAN**

**NIM. 160702036**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi  
Program Studi Teknik Lingkungan**

**Pembimbing I,**

**Pembimbing II,**

**Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.  
NIDN. 2013128901**

**Ir. Yeggi Darnas, M.T.  
NIDN. 2020067905**

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh**



**Dr. Eng. Nur Aida, M.Si  
NIDN. 2016067801**

LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR

**MODEL SPASIAL DAERAH *ESTUARY TURBIDITY MAXIMA*  
DI SUNGAI KRUENG ACEH DAN KORELASINYA DENGAN  
KELIMPAHAN MIKROPLASTIK DAN NILAI SUSEPTIBILITAS  
MAGNETIK**

**TUGAS AKHIR**

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir  
Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh  
dan dinyatakan Lulus Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program  
Sarjana (S-1) dalam Ilmu Teknik Lingkungan

Pada Hari/Tanggal : Senin, 2 Agustus 2021  
23 Zulhijah 1442

Panitia Ujian Munaqasyah Tugas Akhir

Ketua,

Sekretaris,

  
Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.  
NIDN. 2013128901

  
Ir. Yeggi Darnas, M.T.  
NIDN. 2020067905

Penguji I,

Penguji II,

  
Dr. Muhammad Nizar, M.T  
NIDN. 0122057502

  
Arief Rahman, M.T  
NIDN. 2010038901

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh



Dr. H. Azhar Amsal, M.Pd  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Hari Khairuzzaman  
NIM : 160702036  
Program Studi : Teknik lingkungan  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Model spasial daerah *estuary turbidity maxima* di Sungai Krueng Aceh dan korelasinya dengan kelimpahan mikroplastik dan nilai suseptibilitas magnetik.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penelitian tugas akhir saya ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain;
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggungjawab atas karya ini.

Bila dikemudian 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 UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 2 Agustus 2021

Yang Menyatakan,



Hari Khairuzzaman

## ABSTRAK

Nama : Hari Khairuzzaman  
NIM : 160702036  
Program Studi : Teknik Lingkungan  
Judul : Model spasial daerah *estuary turbidity maxima* di Sungai Krueng Aceh dan korelasinya dengan kelimpahan mikroplastik dan nilai suseptibilitas magnetik.  
Tanggal Sidang : 2 Agustus 2021  
Tebal Skripsi : 89 halaman  
Pembimbing I : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.  
Pembimbing II : Ir. Yeggi Darnas, M.T  
Kata Kunci : Mikroplastik, Suseptibilitas magnetik, logam berat, pH, kekeruhan, hubungan, Sungai Krueng Aceh.

Mikroplastik adalah sampah plastik yang berukuran kurang dari 5 mm dan dapat terakumulasi pada sedimen. Kehadiran mikroplastik di lingkungan perairan dianggap sebagai ancaman global beberapa hewan yang hidup di perairan. Mikroplastik dan logam berat biasanya termasuk dalam dua kelas yang berbeda polutan tetapi interaksi antara kedua pemicu ini kurang dipahami. Metode suseptibilitas magnetik telah digunakan sebagai metode *monitoring*. Sejauh ini, metode suseptibilitas magnetik telah dianggap sebagai metode yang efektif dan efisien dalam menganalisis kelimpahan logam berat dalam suatu bahan, termasuk di dalam sedimen. Penelitian ini bertujuan untuk mencari kelimpahan dan hubungan antara mikroplastik dengan suseptibilitas magnetik, logam berat pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh, kekeruhan dan pH pada badan air Sungai Krueng Aceh. Analisis pada sedimen yang digunakan terdiri dari analisis mikroplastik, analisis suseptibilitas magnetik, dan analisis XRD. Sedangkan analisis untuk badan air terdiri dari kekeruhan dan pH. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh yaitu 77,92 partikel/kg. Kelimpahan nilai suseptibilitas magnetik dari  $\chi_{FD}$  (%) pada sampel sedimen Sungai Krueng Aceh diperoleh dengan rata-rata 0,34%, dengan nilai tersebut sumber magnetiknya diduga dari proses alami (pedogenik). Konsentrasi nilai kekeruhan pada perairan Sungai Krueng Aceh yang tertinggi terdapat pada titik *sampling* 5 yang berlokasi di Peunayong Kota Banda Aceh dengan nilai kekeruhan 22,4 NTU, dan Konsentrasi pH pada perairan Sungai Krueng Aceh dalam katagori normal yang berkisar antara 6,9 – 7,3. Berdasarkan korelasi Pearson, ada hubungan antara mikroplastik dengan logam berat terutama logam berat Zn yang memiliki korelasi 0,869, korelasi negatif antara mikroplastik dengan nilai suseptibilitas magnetik yang nilai korelasinya -0,844, korelasi rendah antara mikroplastik dengan kekeruhan yaitu -0,137 (tidak berkorelasi) dan korelasi rendah antara mikroplastik dengan pH dengan nilai 0,052 (tidak berkorelasi).

## ABSTRACT

*Name* : Hari Khairuzzaman  
*Student ID Number* : 160702036  
*Department* : Environmental Engineering  
*Title* : Spatial model of the estuary turbidity maxima area in the Krueng Aceh River and its correlation with microplastic abundance and magnetic susceptibility values  
*Date of Session* : 2 august 2020  
*Thesis Thickness* : 89 page  
*Advisor I* : Dr. Abd Mujahid Hamdan, M.Sc.  
*Advisor II* : Ir. Yeggi Darnas, M.T  
*Keywords* : Microplastics, Magnetic susceptibility, heavy metals, pH, turbidity, relationship, Krueng Aceh River.

*Microplastics are plastic waste that is less than 5 mm in size and can accumulate in sediments. The presence of microplastics in the aquatic environment is considered a global threat to some animals that live in waters. Microplastics and heavy metals usually belong to two different classes of pollutants but the interactions between these two triggers are poorly understood. Magnetic susceptibility method has been used as a monitoring method. So far, the magnetic susceptibility method has been considered an effective and efficient method in analyzing the abundance of heavy metals in a material, including in sediments. This study aims to find out the abundance and relationship between microplastics and magnetic susceptibility, heavy metals in the bottom sediment of the Krueng Aceh River, turbidity and pH in the water bodies of the Krueng Aceh River. Analysis of the sediment used consisted of microplastic analysis, magnetic susceptibility analysis, and XRD analysis. While the analysis for water bodies consists of turbidity and pH. The results showed that the concentration of the abundance of microplastics in the sediment of the Krueng Aceh River was 77,92 particles/kg. The abundance of magnetic susceptibility values of  $\chi_{FD}$  (%) in sediment samples of the Krueng Aceh River was obtained with an average of 0,34%, with this value the magnetic source was suspected from natural processes (pedogenic). The highest concentration of turbidity values in the waters of the Krueng Aceh River was found at sampling point 5 located in Peunayong, Banda Aceh City with a turbidity value of 22,4 NTU, and the pH concentration in the waters of the Krueng Aceh River in the normal category which ranged from 6.9 to 7,3. Based on the Pearson correlation, there is a relationship between microplastics and heavy metals, especially heavy metal Zn which has a correlation of 0,869, a negative correlation between microplastics and magnetic susceptibility values, which has a correlation value of -0,844, a low correlation between microplastics and turbidity is -0,137 (uncorrelated) and a low correlation between microplastics and pH with a value of 0.052 (uncorrelated).*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*, dengan memanjatkan puji dan syukur kehadirat Allah SWT, tuhan yang Maha Esa, Pencipta alam semesta beserta isinya dan tempat berlindung bagi hamba-Nya, tidak lupa juga selawat dan salam kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, Rasul seluruh hamba manusia.

Alhamdulillah, dengan pertolongan dan hidayah Allah SWT, penulis dapat menyusun Tugas Akhir “Model Spasial Daerah *Estuary Turbidity Maxima* di Sungai Krueng Aceh dan Korelasinya dengan Kelimpahan Mikroplastik dan Nilai Suseptibilitas Magnetik”. Tugas akhir ini telah penulis susun dengan maksimal dan dengan bantuan dari berbagai pihak, sehingga dapat memperlancar pembuatan tugas akhir ini, untuk itu penulis menyampaikan rasa hormat dan terima kasih kepada:

1. Keluarga saya tercinta yang telah memberikan dukungan dan doa terhadap penulisan Tugas Akhir ini.
2. Dr. H. Azhar Amsal, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
3. Dr. Eng. Nur Aida, M.Si., selaku Ketua Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
4. Ibu Husnawati Yahya, M.Sc., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh dan selaku Koordinator Tugas Akhir.
5. Dr. Abdullah Mujahid Hamdan, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir dari awal sampai selesai.
6. Ir. Yeggi Darnas, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah meluangkan waktu membimbing dan memberikan arahan kepada penulis dalam proses penyusunan Tugas Akhir dari awal sampai selesai.
7. Bapak Aulia Rohendi, M.Sc., selaku Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam pembuatan Tugas Akhir ini.

8. Dr. Muhammad Nizar, M.T., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan ilmu, pengalaman serta saran dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
9. Bapak Arief Rahman, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji I yang telah memberikan ilmu, pengalaman serta saran dan masukan dalam penyusunan Tugas Akhir ini, dan selaku Dosen Kepala Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah mengizinkan memakai alat-alat laboratorium.
10. Seluruh Dosen Prodi Teknik Lingkungan Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang telah memberikan dan membagi ilmunya kepada penulis.
11. Staf Program Studi Teknik Lingkungan dan staf Tata Usaha/Akademik Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang selalu membantu dalam kepengurusan administrasi selama masa perkuliahan.
12. Ibu Idariani, Ibu Nurul Huda dan Bapak Firman yang telah membantu proses pengurusan laboratorium dalam Tugas Akhir ini.
13. Sahabat saya, Ricki Ardiansyah, Fathul Hakim, Mirza Andrean, Teuku Syahkumala, M. Iswandi, Hilal Badri, Andreansyah, Azuranaiya dan teman-teman seperjuangan yang telah memberikan waktunya dan membantu penulisan Tugas Akhir ini.

Terlepas dari semua itu, penulis menyadari sepenuhnya bahwa masih ada kekurangan baik dari segi susunan kalimat maupun tata bahasanya. Oleh karena itu dengan tangan terbuka penulis menerima segala saran dan kritik dari pembaca agar penulis dapat memperbaiki tugas akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat maupun inspirasi terhadap pembaca pada umumnya dan penulis pada khususnya.

Banda Aceh, 2 Agustus 2021  
Penulis,

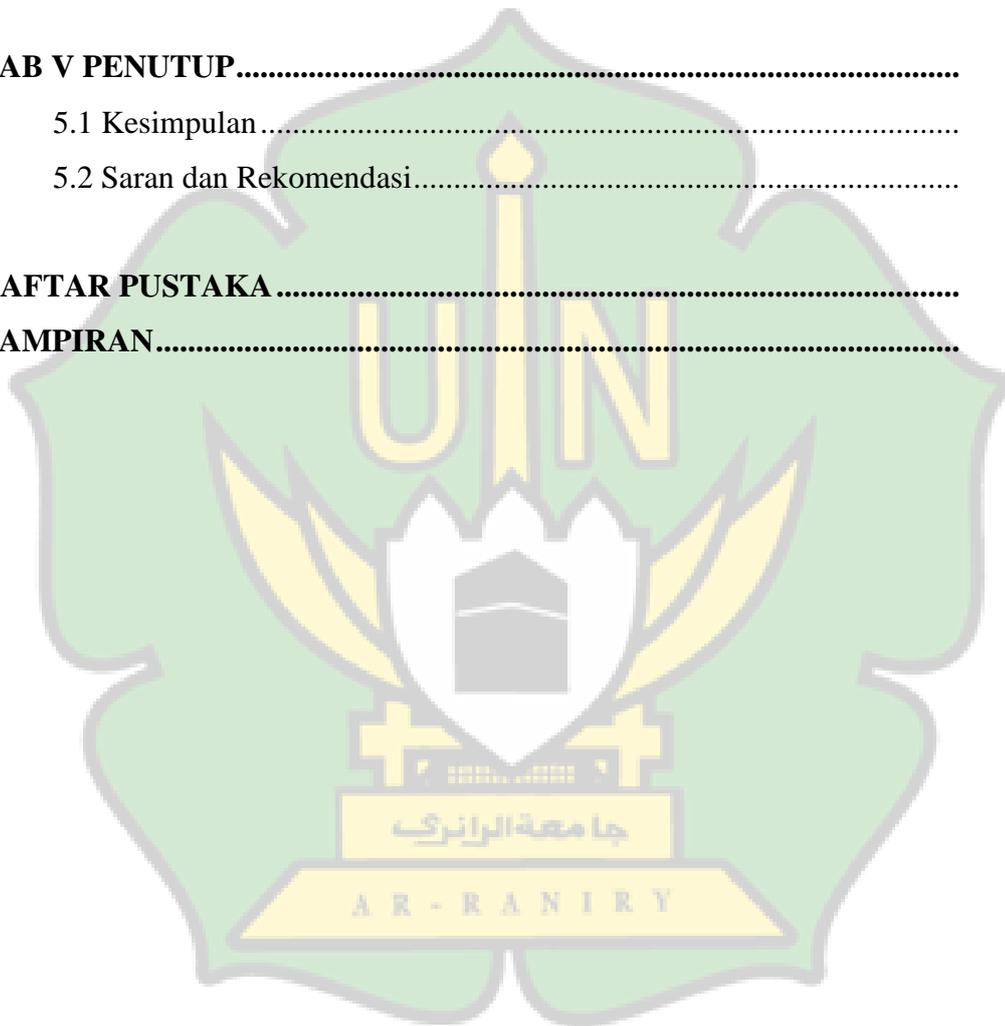
Hari Khairuzzaman

## DAFTAR ISI

<b>LEMBARAN PERSETUJUAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>i</b>
<b>LEMBARAN PENGESAHAN TUGAS AKHIR .....</b>	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN.....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>7</b>
2.1 Sungai .....	7
2.2 Sungai Krueng Aceh.....	9
2.3 <i>Estuary Turbidity Maxima</i> (ETM).....	10
2.4 Pencemaran Sampah Plastik.....	11
2.5 Mikroplastik.....	12
2.5.1 Bentuk dan ukuran mikroplastik .....	12
2.5.2 Dampak mikroplastik .....	15
2.5.3 Mikroplastik dalam sedimen .....	15
2.6 Metode Pengukuran.....	16
2.7 Mikroskop Binokuler.....	16
2.8 Suseptibilitas Magnetik .....	16

2.9 <i>X-Ray Fluorescence</i> (XRF) .....	19
2.10 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD) .....	19
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>21</b>
3.1 Tahapan Penelitian.....	21
3.2 Lokasi .....	22
3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....	24
3.3.1 Teknik pengambilan sampel sedimen .....	24
3.3.2 Teknik pengambilan sampel air.....	26
3.4 Tahap Preparasi Sampel .....	26
3.4.1 Analisis mikroplastik.....	26
3.4.2 Analisis sifat magnetik .....	29
3.4.3 Analisis mineralogi.....	30
3.4.4 Analisis kekeruhan .....	32
3.4.5 Analisis <i>Power of Hydrogen</i> (pH).....	33
3.5 Analisis Data.....	33
3.5.1 Analisis statistik.....	33
3.5.2 Analisis data spasial .....	34
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>36</b>
4.1 Hasil.....	36
4.1.1 Hasil analisis mikroplastik .....	36
4.1.2 Hasil analisis magnetik.....	42
4.1.3 Hasil analisis mineralogi .....	43
4.1.4 Hasil analisis XRF .....	43
4.1.5 Hasil analisis kekeruhan dan pH .....	44
4.1.6 Hasil analisis interpolasi.....	45
4.1.7 Hasil analisis statistik .....	56
4.2 Pembahasan .....	58
4.2.1 Kelimpahan mikroplastik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh .....	58

4.2.2 Kelimpahan nilai suseptibilitas magnetik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh .....	61
4.2.3 Konsentrasi kekeruhan dan derajat keasaman (pH) pada badan air Sungai Krueng Aceh .....	63
4.2.4 Hubungan mikroplastik dengan parameter logam berat, nilai suseptibilitas magnetik, kekeruhan dan pH.....	64
<b>BAB V PENUTUP</b> .....	<b>66</b>
5.1 Kesimpulan .....	66
5.2 Saran dan Rekomendasi.....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>68</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>77</b>

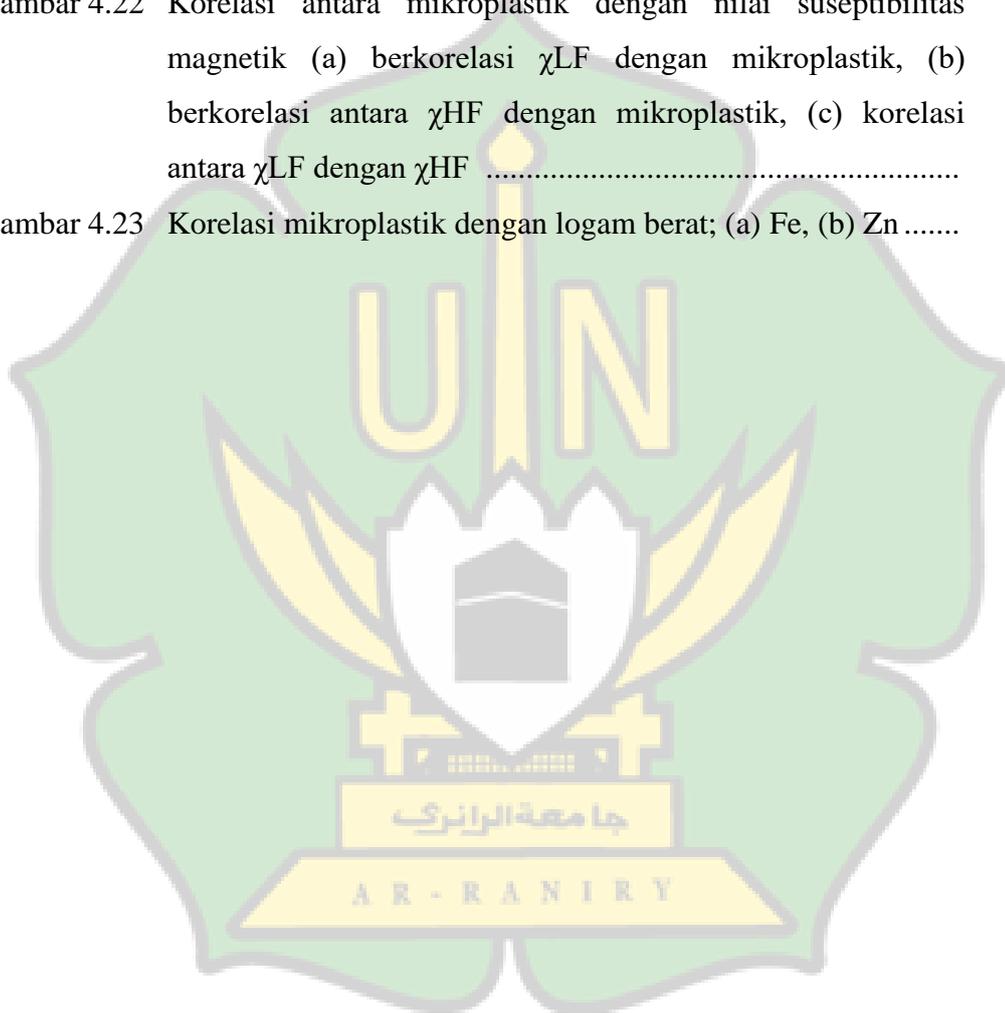


## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Bentuk-bentuk mikroplastik pada pengamatan awal di sedimen Sungai Krueng Aceh (a) film, (b) fiber .....	2
Gambar 2.1	Proses terjadinya <i>Estuary Turbidity Maxima</i> , (a) pasang surut, (b) surut, (c) pasang .....	11
Gambar 2.2	Jenis mikroplastik <i>fragmen</i> .....	13
Gambar 2.3	Jenis mikroplastik <i>fiber</i> .....	14
Gambar 2.4	Jenis mikroplastik <i>film</i> .....	14
Gambar 3.1	Diagram Alir Penelitian.....	21
Gambar 3.2	Peta lokasi pengambilan sampel pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh.....	23
Gambar 3.3	Ilustrasi <i>sampling</i> pada sedimen Sungai Krueng Aceh .....	24
Gambar 3.4	Alat <i>Sediment Grab</i> .....	25
Gambar 3.5	Pipa PVC .....	26
Gambar 3.6	Ilustrasi Alat Sederhana Gayung Plastik .....	26
Gambar 3.7	Alat mikroskop binokuler.....	28
Gambar 3.8	<i>Holder</i> sampel .....	29
Gambar 3.9	Instrumen pengukuran suseptibilitas magnetik (a) Bartington MS2B (b) Perangkat komputer yang terhubung ke bartington MS2B.....	30
Gambar 3.10	Alat <i>X-Ray Diffraction</i> .....	31
Gambar 3.11	Prinsip kerja <i>X-Ray Diffraction</i> .....	31
Gambar 3.12	Alat <i>Turbidity Meter</i> .....	33
Gambar 3.13	Alat pH meter .....	33
Gambar 4.1	Bentuk-bentuk mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh, dengan pembesaran 10 kali, (a) jenis <i>Film</i> , (b) jenis <i>Fragmen</i> dan (c) jenis <i>Fiber</i> .....	36
Gambar 4.2	Grafik distribusi jenis kelimpahan mikroplastik (a) <i>film</i> , (b) <i>fragmen</i> , dan (c) <i>fiber</i> , (0 km adalah tempat sampling pada titik 1). .....	37

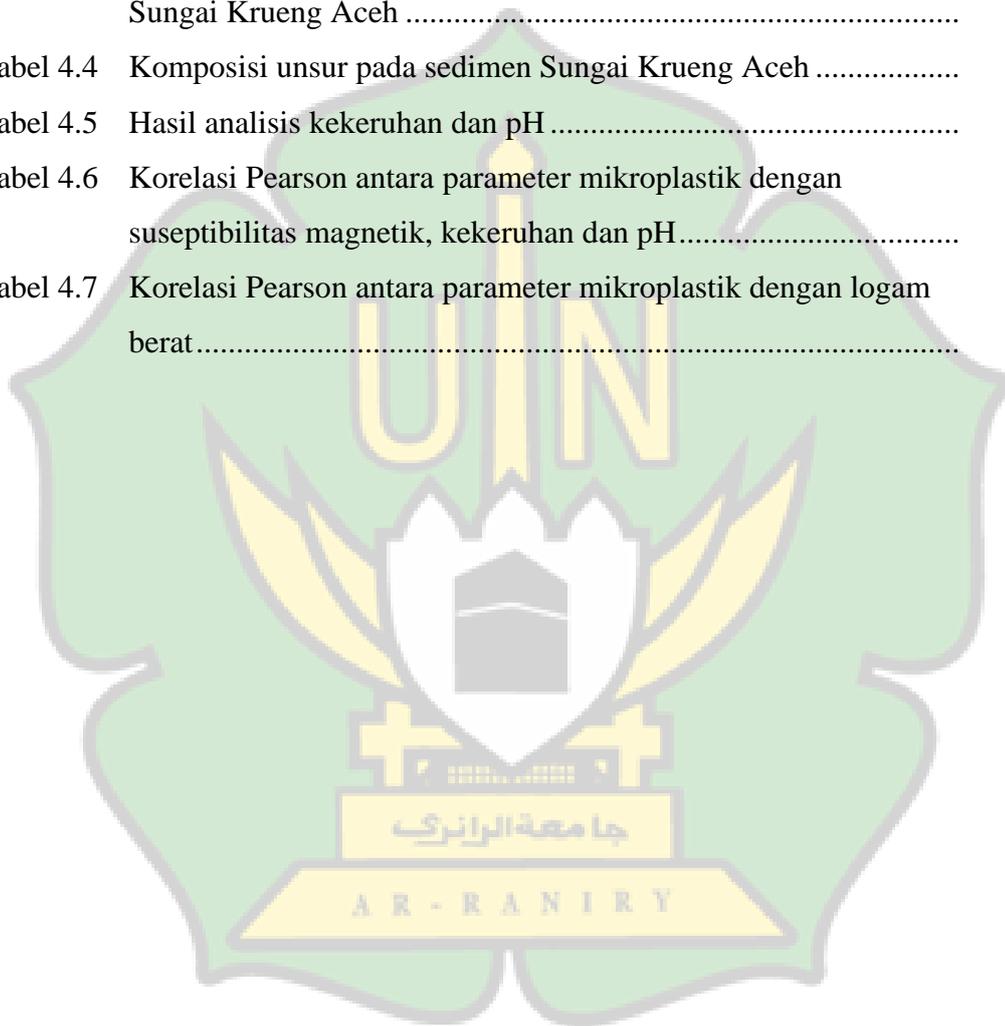
Gambar 4.3	Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik setiap titik <i>sampling</i> (a) titik <i>sampling</i> tengah (b) titik <i>sampling</i> tepi kanan (c) titik <i>sampling</i> tepi kiri .....	38
Gambar 4.4	Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik <i>sampling</i> tengah (a) jenis <i>film</i> (b) jenis <i>fragmen</i> dan (c) jenis <i>fiber</i> . .....	39
Gambar 4.5	Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik <i>sampling</i> tepi kiri (a) <i>film</i> (b) <i>fragmen</i> dan (c) <i>fiber</i> .....	40
Gambar 4.6	Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik <i>sampling</i> tepi kanan (a) <i>film</i> (b) <i>fragmen</i> (c) <i>fiber</i> .....	41
Gambar 4.7	Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik sedimen Sungai Krueng Aceh.....	41
Gambar 4.8	Grafik distribusi nilai suseptibilitas magnetik.....	42
Gambar 4.9	Kurva difraktogram hasil pengukuran XRD .....	43
Gambar 4.10	Grafik distribusi (a) kekeruhan (b) pH .....	45
Gambar 4.11	Peta distribusi kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh .....	46
Gambar 4.12	Peta distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik <i>sampling</i> tengah sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh .....	47
Gambar 4.13	Peta distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik <i>sampling</i> tepi kiri sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh .....	48
Gambar 4.14	Peta distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik <i>sampling</i> tepi kanan sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh ...	49
Gambar 4.15	Peta distribusi kelimpahan mikroplastik jenis <i>film</i> pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.....	50
Gambar 4.16	Peta distribusi kelimpahan mikroplastik jenis <i>fragmen</i> pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.....	51
Gambar 4.17	Peta distribusi kelimpahan mikroplastik jenis <i>fiber</i> pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.....	52
Gambar 4.18	Peta distribusi nilai $\chi_{LF}$ pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.....	53

Gambar 4.19	Peta distribusi nilai $\chi_{FD}$ pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.....	54
Gambar 4.20	Peta distribusi nilai kekeruhan pada Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.....	55
Gambar 4.21	Peta distribusi nilai pH pada Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh .....	56
Gambar 4.22	Korelasi antara mikroplastik dengan nilai suseptibilitas magnetik (a) berkorelasi $\chi_{LF}$ dengan mikroplastik, (b) berkorelasi antara $\chi_{HF}$ dengan mikroplastik, (c) korelasi antara $\chi_{LF}$ dengan $\chi_{HF}$ .....	58
Gambar 4.23	Korelasi mikroplastik dengan logam berat; (a) Fe, (b) Zn .....	58



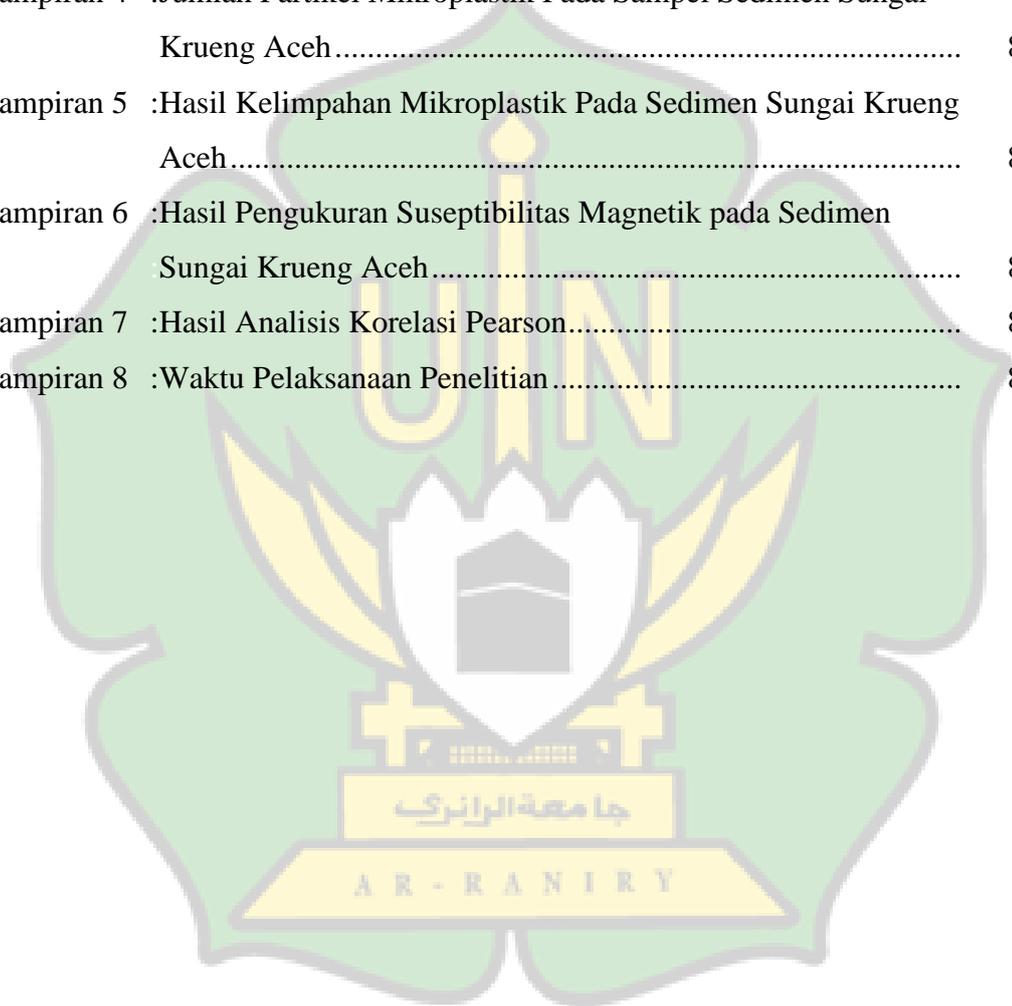
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Interpretasi nilai $\chi_{FD}$ (%).....	18
Tabel 4.1	Rata-rata kelimpahan mikroplastik pada setiap titik <i>sampling</i> .....	37
Tabel 4.2	Rata-rata nilai suseptibilitas magnetik .....	42
Tabel 4.3	Hasil pengukuran <i>X-Ray diffraction</i> pada titik <i>sampling</i> 2 Sungai Krueng Aceh .....	43
Tabel 4.4	Komposisi unsur pada sedimen Sungai Krueng Aceh .....	44
Tabel 4.5	Hasil analisis kekeruhan dan pH .....	44
Tabel 4.6	Korelasi Pearson antara parameter mikroplastik dengan suseptibilitas magnetik, kekeruhan dan pH.....	57
Tabel 4.7	Korelasi Pearson antara parameter mikroplastik dengan logam berat .....	57



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 :Dokumentasi Pengambilan Sampel .....	77
Lampiran 2 :Dokumentasi preparasi sampel untuk pengukuran suseptibilitas magnetik, dan XRD .....	79
Lampiran 3 :Dokumentasi preparasi sampel untuk analisis mikroplastik.....	81
Lampiran 4 :Jumlah Partikel Mikroplastik Pada Sampel Sedimen Sungai Krueng Aceh.....	85
Lampiran 5 :Hasil Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Sungai Krueng Aceh.....	86
Lampiran 6 :Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik pada Sedimen Sungai Krueng Aceh.....	87
Lampiran 7 :Hasil Analisis Korelasi Pearson.....	88
Lampiran 8 :Waktu Pelaksanaan Penelitian.....	89



## DAFTAR SINGKATAN

<b>Singkatan</b>	<b>Kepanjangan</b>	<b>Halaman</b>
BPS	Badan Pusat Statistik	1
ETM	<i>Estuary Turbidity Maxima</i>	3
DAS	Daerah Aliran Sungai	7
PLTA	Pembangkit Listrik Tenaga Air	8
Mm	Milimeter	13
µm	Mikrometer	13
DT	<i>Destructive Test</i>	15
NDT	<i>Non Destructive Test</i>	15
MS2B	<i>Magnetic Susceptibility System sensor B</i>	17
kHz	Kilohertz	17
XRF	<i>X-ray Fluoresence</i>	19
XRD	<i>X-ray Diffraction</i>	19
GPS	<i>Global Positioning System</i>	21
NaCl	Natrium Klorida	25
SPSS	<i>Statistical Product for Service Solutions</i>	30
NTU	<i>Nephelometric Turbidity Unit</i>	32

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

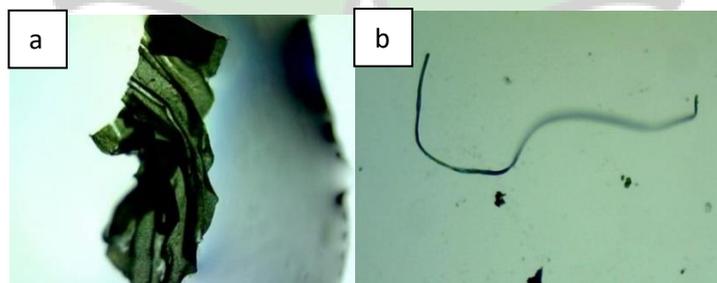
Kota Banda Aceh sedang mengalami perkembangan pembangunan yang pesat dan laju pertumbuhan penduduk yang mencapai 1,97% (BPS Kota Banda, 2020). Laju pertumbuhan penduduk yang terus mengalami peningkatan mengakibatkan meningkatnya aktivitas penduduk. Peningkatan-peningkatan tersebut selanjutnya berpotensi menyebabkan terjadinya pencemaran terhadap lingkungan (Hadi dkk., 2018). Kota Banda Aceh merupakan wilayah yang memiliki kondisi fisik dasar dilalui oleh aliran Sungai Krueng Aceh. Sungai Krueng Aceh memiliki peran yang strategis dalam mendukung aktivitas perkotaan dalam peningkatan kualitas ruang dan berkembangnya Kota Banda Aceh (Rahmat dkk., 2018). Atas dasar tersebut, Sungai Krueng Aceh sangat rentan mengalami kontaminasi dari zat-zat pencemar baik yang berbentuk organik maupun anorganik.

Sungai Krueng Aceh melewati dua kabupaten dan kota yaitu Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh. Aliran Sungai Krueng Aceh berhulu di Pegunungan Jantho Kabupaten Aceh Besar dan bermuara di Selat Malaka (Rezeki, 2019). Sungai Krueng Aceh sangat potensial sebagai sumber daya air untuk memenuhi kebutuhan air bagi penduduk di Kabupaten Aceh Besar dan Kota Banda Aceh, sehingga banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup seperti air bersih (kebutuhan sehari-hari) dan air untuk irigasi (Asnawi, 2016). Wilayah perairan hilir Sungai Krueng Aceh diduga telah menerima beban pencemaran yang menghasilkan limbah (Hadi dkk., 2018). Salah satunya adalah limbah plastik, yang cenderung meningkat dari waktu ke waktu hingga dikhawatirkan akan melebihi daya dukungnya (Agustina dkk., 2020).

Sampah plastik merupakan sampah yang mengandung senyawa polimer (Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018). Plastik sebagai senyawa polimer memiliki daya tahan lama, ringan, sifat kuat, dan mudah dibentuk (Firdaus dkk., 2019). Plastik yang melayang-layang di perairan akan terpotong-potong seiring waktu dan akan menjadi ukuran yang lebih kecil yang disebut mikroplastik (Laila dkk., 2020).

Mikroplastik berpotensi mengancam lebih serius dibandingkan material plastik yang berukuran besar (Hiwari dkk., 2019). Ukuran mikroplastik yang kecil memungkinkan akan termakan oleh biota-biota perairan (Mauludy dkk., 2019). Mikroplastik yang masuk dalam tubuh biota dapat merusak fungsi organ seperti saluran pencernaan, mengurangi tingkat pertumbuhan, menghambat produksi enzim, dan mempengaruhi reproduksi (Ismi dkk., 2019). Mikroplastik mudah berinteraksi dengan polutan lain yang berada dalam perairan dan sedimen (Ningrum, 2019). Mikroplastik dapat bertindak sebagai reservoir bahan kimia toksik di lingkungan (Hastuti dkk., 2014). Keberadaan mikroplastik banyak terdapat pada perairan dan sedimen, akan tetapi kelimpahan mikroplastik lebih banyak terdapat pada sedimen dibandingkan di perairan (Laila dkk., 2020). Menurut laporan Hidalgo dkk. (2012), mikroplastik pada sedimen dalam bentuk *fragment*, *fiber* dan *film*.

Sungai Krueng Aceh diduga juga mengandung limbah mikroplastik. Hal ini dapat diperkuat dengan hasil uji pendahuluan yang dilakukan peneliti di daerah Gampong Jawa Kota Banda Aceh yang terbukti ditemukan jenis-jenis mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh berupa *fiber* dan *film*. Berdasarkan jenis-jenis mikroplastik yang didapatkan pada pengujian awal dapat dilihat pada Gambar 1.1. Nilai kelimpahan mikroplastik pada pengamatan awal di titik *sampling* Gampong Jawa Kota Banda Aceh adalah 180 partikel/kg sedimen kering. Hal tersebut didasari bahwa sebagian sungai yang berada pada daerah urban mengandung kontaminan mikroplastik. Di Kendari misalnya, berdasarkan hasil investigasi Layn dkk. (2020), juga menemukan bahwa sampel sedimen yang diambil dari lokasi Sungai Kendari juga ditemukan adanya partikel mikroplastik.



**Gambar 1.1.** Bentuk-bentuk mikroplastik pada pengamatan awal di sedimen Sungai Krueng Aceh (a) *Film*, (b) *Fiber*.

Keberadaan mikroplastik di dasar sedimen dikarenakan oleh besar densitas plastik yang lebih tinggi, lintasan arus, dan gaya gravitasi yang dikarenakan oleh pasang surut air laut (Septian dkk., 2018). Gaya pasang surut yang kuat akan mendorong salinitas ke muara dan akan terjadi turbulensi. Pengaruh pasang surut, dan waktu tinggal salinitas di muara dapat memungkinkan terjadinya *estuary turbidity maxima* (ETM) (Etcheber dkk., 2007). ETM merupakan zona kekeruhan tertinggi yang disebabkan oleh resuspensi dan turbulensi dari sedimen dan dari bahan material polutan lain yang berada di muara (Vinh dkk., 2018).

Konsentrasi pencemaran pada sedimen sungai cukup tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi pencemaran pada air sungai. Sedimen sungai menjadi indikator penting untuk melihat pencemaran sungai (Sudarningsih dkk., 2018). Untuk mengetahui adanya pencemaran pada sedimen sungai, perlu dilakukan pemantauan kualitas lingkungan. Pemantauan kualitas lingkungan merupakan salah satu aspek dalam pengelolaan lingkungan hidup (Hakim, 2020). Pemantauan merupakan salah satu tugas pengawasan lingkungan untuk mencegah perubahan dan dampak negatif terhadap keberlangsungan makhluk hidup dan ekosistemnya (Wahjono dan Yudo, 2006).

Metode pemantauan lingkungan dengan metode suseptibilitas magnetik merupakan salah satu metode yang dapat digunakan dalam melakukan *monitoring* lingkungan hidup. Nilai suseptibilitas magnetik juga dapat menjadi indikator penting dalam mengidentifikasi ETM, dengan tingginya nilai suseptibilitas magnetik, dikarenakan adanya mineral magnetik pada daerah ETM, yang diakibatkan oleh mekanisme dinamika sedimen magnetik (Hakim, 2020).

Dalam metode ini telah digunakan secara luas pada berbagai objek kawasan seperti danau, sungai, dan laut. Objek yang akan diukur juga tidak terbatas, termasuk batuan, tanah, debu, daun tanaman, dan sedimen. Untuk sedimen, pengukuran suseptibilitas magnetik telah dilakukan dalam *monitoring* lingkungan seperti, sedimen danau, sedimen laut, dan sedimen sungai (Putri dan Afdal, 2017). Metode suseptibilitas magnetik sudah sering digunakan karena metode ini selain efisien, cepat dan tidak merusak (Sudarningsih dkk., 2018). Metode suseptibilitas magnetik dapat digunakan sebagai indikator yang efektif untuk mengetahui

pencemaran logam berat (Sari dkk., 2020). Menurut Hakim (2020), semakin tinggi nilai suseptibilitas magnetik, maka semakin tinggi tingkat pencemaran, khususnya untuk logam-logam berat seperti kromium (Cr), titanium (Ti), nikel (Ni) dan seng (Zn).

Sedimen magnetik dan mikroplastik diduga saling berasosiasi di dalam sedimen, dikarenakan adanya proses dinamika yang terjadi oleh pasang surut air laut, dan gugus fungsi dari plastik mudah berinteraksi dengan polutan lain yang berada dalam sedimen (Ningrum, 2019). Namun, pengukuran suseptibilitas magnetik belum digunakan secara luas untuk menganalisis ETM pada sungai di lingkungan vulkanik seperti Sungai Krueng Aceh. Padahal sungai vulkanik memiliki karakteristik dengan kandungan sedimen-sedimen yang bersifat magnetik (Hakim, 2020).

Pemetaan spasial diperlukan untuk pemantauan lingkungan di daerah ETM. Metode spasial yang dilakukan untuk memperlihatkan hasil-hasil sebaran yang ditunjukkan dalam peta (Pramono, 2008). Kondisi lingkungan di daerah ETM tidak memungkinkan untuk diterapkan susunan dengan hasil yang akurat, dikarenakan adanya permasalahan yang sering kali menghambat seperti cakupan wilayah yang cukup luas, keterbatasan waktu dan dana, sehingga untuk keperluan efisiensi dan efektivitas tersebut, maka dilakukan dengan menggunakan sampel dan pemodelan (Hadi, 2013). Metode spasial yang dilakukan dalam penelitian ini adalah interpolasi metode *Kriging*. Metode ini cocok untuk titik *sampling* yang diambil di tempat-tempat yang tidak beraturan dan memberikan hasil yang lebih akurat dalam memprediksi nilai (Aswant, 2016 dan Sejati, 2019).

Sungai Krueng Aceh adalah sungai *estuary* (muara). Sebagai implikasi sungai *estuary*, akan terbentuk zona *estuary turbidity maxima* (ETM) yang menjadi daerah terperangkap kontaminan-kontaminan di Sungai Krueng Aceh. Penentuan zona ETM diperlukan untuk manajemen lingkungan Sungai Krueng Aceh. Namun, sejauh ini zona ETM Sungai Krueng Aceh belum pernah ditentukan. Di lain sisi, pengukuran magnetik telah digunakan untuk menganalisis kelimpahan mineral magnetik di dalam sungai untuk pemantauan lingkungan. Sifat magnetik juga telah digunakan untuk menganalisis daerah ETM. Sementara itu, hasil uji pendahuluan

menunjukkan adanya kelimpahan mikroplastik di Sungai Krueng Aceh. Terdapat kemungkinan terjadi asosiasi antara mikroplastik dan sedimen magnetik di dalam sungai Krueng Aceh akibat pasang surut air laut dan interaksi gugus fungsi mikroplastik dengan mineral magnetik. Namun, kelimpahan mineral magnetik dan mikroplastik belum pernah digunakan untuk menentukan zona ETM, khususnya di Sungai Krueng Aceh. Maka dari permasalahan latar belakang, peneliti menganalisis kelimpahan mikroplastik, karena belum ada peneliti-peneliti tentang mikroplastik di Sungai Krueng Aceh.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka pertanyaan penelitian yang akan dijawab dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sebaran nilai kelimpahan mikroplastik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh?
2. Bagaimana sebaran nilai kelimpahan mineral magnetik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh?
3. Bagaimana sebaran nilai kekeruhan dan pH pada badan air Sungai Krueng Aceh?
4. Bagaimana model spasial ETM berdasarkan metode *Kriging* terhadap sebaran nilai kelimpahan mikroplastik, sebaran nilai kelimpahan mineral magnetik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh, dan dengan sebaran nilai kekeruhan, sebaran nilai pH pada badan air Sungai Krueng Aceh?
5. Bagaimana hubungan antara mikroplastik; logam berat, dan nilai suseptibilitas magnetik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh, kekeruhan dan pH pada badan air Sungai Krueng Aceh?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan masalah dalam penelitian ini adalah:

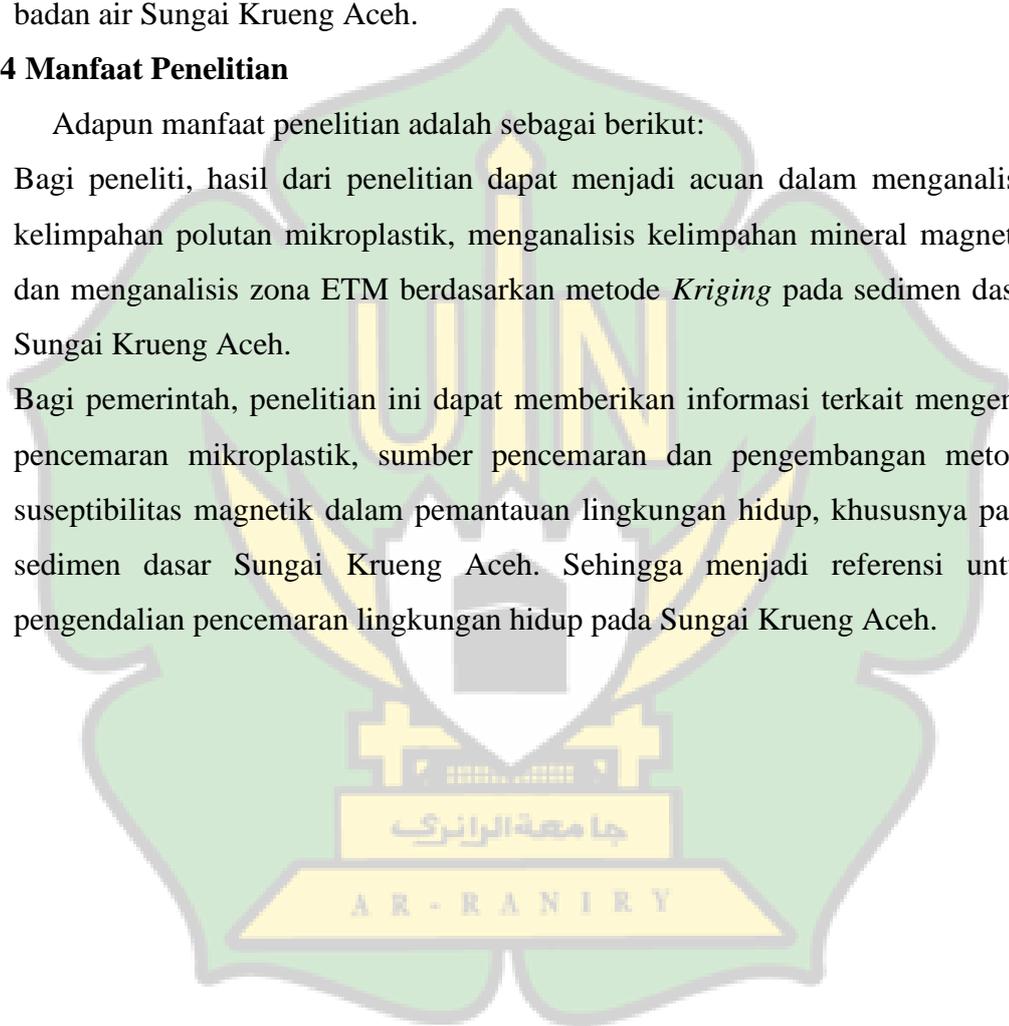
1. Untuk menganalisis sebaran nilai kelimpahan polutan mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh.
2. Untuk menganalisis sebaran nilai kelimpahan mineral magnetik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh
3. Untuk menganalisis sebaran nilai parameter kekeruhan dan pH pada badan air Sungai Krueng Aceh.

4. Untuk membuat model spasial ETM berdasarkan metode *Kriging* terhadap sebaran nilai kelimpahan mikroplastik, sebaran nilai kelimpahan mineral magnetik, dan dengan sebaran nilai kekeruhan, sebaran nilai pH pada badan air Sungai Krueng Aceh.
6. Untuk menganalisis hubungan mikroplastik; logam berat, dan nilai suseptibilitas magnetik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh, kekeruhan dan pH pada badan air Sungai Krueng Aceh.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Adapun manfaat penelitian adalah sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, hasil dari penelitian dapat menjadi acuan dalam menganalisis kelimpahan polutan mikroplastik, menganalisis kelimpahan mineral magnetik dan menganalisis zona ETM berdasarkan metode *Kriging* pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh.
2. Bagi pemerintah, penelitian ini dapat memberikan informasi terkait mengenai pencemaran mikroplastik, sumber pencemaran dan pengembangan metode suseptibilitas magnetik dalam pemantauan lingkungan hidup, khususnya pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh. Sehingga menjadi referensi untuk pengendalian pencemaran lingkungan hidup pada Sungai Krueng Aceh.



## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sungai**

Sungai merupakan perairan terbuka, yang mengalirkan dan menampung semua limbah yang dihasilkan oleh aktivitas manusia di kawasan pemukiman, pertanian dan industri di sekitarnya. Sampah yang masuk ke sungai akan menyebabkan perubahan faktor fisik, kimia dan biologi di perairan tersebut (Sahabuddin dkk., 2014). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 38 (2011) tentang sungai, sungai merupakan saluran atau wadah air alami dan/atau buatan berupa jaringan pengaliran air beserta air di dalamnya, mulai dari hulu sampai hilir (muara), dengan dibatasi oleh garis sempadan batas kiri dan kanan. Muara adalah suatu daerah tempat air tawar dan air asin yang bertemu dan bercampur di sekitar muara, sehingga membentuk lingkungan dinamis. Daerah muara sungai merupakan bagian yang paling mudah terganggu oleh tekanan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia (Rositasari dan Rahayu, 1994).

Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang merupakan bagian tidak terpisahkan dari sungai dan anak-anak sungainya, yang berfungsi untuk menampung, menyediakan, dan mengalirkan air secara alami dari air hujan ke laut, yang batas di darat merupakan topografi dan batas di laut sampai daerah perairan yang masih dipengaruhi oleh aktivitas daratan (Peraturan Pemerintah Indonesia No. 38, 2011). Daerah aliran sungai merupakan suatu sistem kompleks yang dibangun atas sistem fisik, sistem biologis, dan sistem manusia, yang saling terkait dan berinteraksi satu sama lain. Tiap komponen dalam sistem/subsistemnya memiliki sifat yang khas dan keberadaannya berhubungan dengan komponen lain akan membentuk kesatuan ekosistem (Susetyaningsih, 2012). Sebagai suatu ekosistem, DAS akan mengalami interaksi antara faktor biotik dan fisik yang menggambarkan keseimbangan masukan dan keluaran berupa erosi dan sedimentasi (Hakim, 2020).

Pemanfaatan sumber daya alam pada suatu DAS secara garis besar dapat dikelompokkan dalam dua jenis yaitu; pemanfaatan sumber daya tanah (lahan) dan

pemanfaatan sumber daya air. Pemanfaatan sumber daya lahan dalam suatu DAS meliputi; pertanian, hutan, perkebunan, perikanan, dan pertambangan. Sedangkan penggunaan sumber daya air terutama digunakan untuk air irigasi, penyediaan air minum, pembangkit listrik tenaga air (PLTA), air industri, dan lain-lain. Agar pemanfaatan yang berkelanjutan, pengelolaan dan pemantauan kondisi DAS harus dilakukan secara optimal serta berkelanjutan (Nasrullah dan Kartiwa, 2010).

Sedimen adalah bagian-bagian tanah yang tersangkut oleh air dari hasil erosi pada suatu DAS dan masuk ke dalam badan air (Rantung dkk., 2013). Sedimen merupakan hasil proses erosi, berupa erosi permukaan, erosi parit, atau jenis erosi tanah lainnya, kemudian hasil erosi tersebut akan masuk ke dalam badan perairan hingga terjadinya proses sedimentasi pada suatu tempat yang kecepatan alirannya melambat (Usman, 2014). Sedimentasi adalah peristiwa suatu proses pengendapan material yang dipindahkan oleh tenaga air atau angin (Dian dkk., 2012). Endapan yang terdapat pada muara sungai adalah hasil dan proses pengendapan material-material yang telah tersangkut oleh air sungai (Usman, 2014), saat erosi terjadi, air membawa material-material yang mengalir ke sungai, danau, dan akhirnya sampai di laut, pada saat kekuatan pengangkutannya berkurang atau habis, material tersebut akan mengendap di sedimen dasar (Hambali dan Apriyanti, 2016).

Sedimen yang terdapat dalam perairan sungai memiliki dua jenis, yaitu sedimen melayang (*Suspended Load*) yaitu sedimen yang berukuran kecil seperti debu. Sedimen dasar (*Bed Load*) yaitu sedimen yang berukuran lebih besar seperti pasir, kerikil dan lain sebagainya (Rahayu dkk., 2009). Sedimen sungai merupakan hasil dari sebuah proses sedimentasi yang berasal hasil pelapukan batuan dasar, mineral dan material organik yang melayang-layang di dalam air yang berasal dari proses erosi, bahan organik, partikel atau senyawa antropogenik (limbah yang dihasilkan dari aktivitas manusia) (Hidayatullah, 2019).

Permasalahan yang timbul pada sedimen sungai adalah adanya zat yang berbahaya bagi lingkungan (polutan). Polutan yang berasal dari aktivitas manusia merupakan sumber utama polutan pada sedimen sungai, seperti kegiatan penggunaan lahan di sekitar sungai (perkotaan dan pedesaan), pembuangan limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah pertambangan maupun limbah pertanian

(Erlanda dkk., 2012). Konsentrasi pencemaran pada sedimen sungai cukup tinggi jika dibandingkan dengan konsentrasi pencemaran pada air sungai, seperti pencemaran logam berat dan mikroplastik. Menurut Hakim (2020), kandungan logam berat dalam sedimen cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat yang terdapat pada badan air sungai. Menurut Laila dkk. (2020), kelimpahan mikroplastik lebih banyak terdapat pada sedimen dibandingkan pada badan air sungai. Sehingga dari kedua pernyataan tersebut sedimen sungai dapat menjadi indikator penting untuk melihat pencemaran sungai (Sudarningsih dkk., 2018).

## **2.2 Sungai Krueng Aceh**

Banda Aceh merupakan kota yang terletak di bagian hilir Sungai Krueng Aceh. Kota Banda Aceh adalah salah satu wilayah yang memiliki kondisi fisik dasar dilalui oleh aliran Sungai Krueng Aceh. Sungai Krueng Aceh menjadi bagian yang tidak terpisahkan bagi tumbuh dan berkembangnya Kota Banda Aceh (Rahmat dkk., 2018). Kota Banda Aceh sedang mengalami perkembangan pembangunan yang pesat dan laju pertumbuhan penduduk yang mencapai 1,97% (BPS Kota Banda, 2020). Sungai Krueng Aceh juga memiliki peran yang strategis dalam mendukung aktivitas perkotaan dan memiliki potensi keindahan yang sangat besar dalam pembentukan wajah kota dan peningkatan kualitas ruang kota Banda Aceh (Rahmat dkk., 2018).

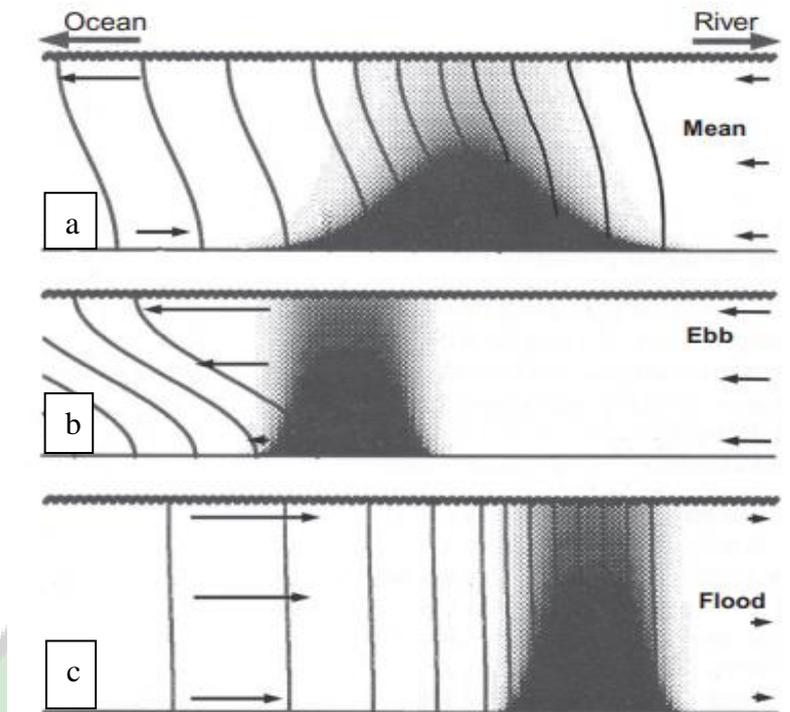
Sungai Krueng Aceh merupakan salah satu sungai yang berada dalam wilayah DAS Krueng Aceh dengan luas DAS 17.800 Ha dan panjang sungai 145 kilometer (Alfaisal dkk., 2017). Sungai Krueng Aceh berhulu di pegunungan daerah Kabupaten Aceh Besar yaitu Jantho dan bermuara ke pesisir Kota Banda Aceh di Gampong Jawa (Rezeki, 2019). DAS Krueng Aceh meliputi 23 kecamatan di Kabupaten Aceh Besar dan 9 kecamatan di Kota Banda Aceh (Syahrial dkk., 2017).

Sungai Krueng Aceh sangat potensial sebagai sumber daya air untuk memenuhi kebutuhan sumber daya air bagi penduduk di Kabupaten Aceh Besar dan Banda Aceh, sehingga banyak dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan hidup seperti air bersih (kebutuhan sehari-hari) dan air untuk irigasi (Asnawi, 2016). Sungai Krueng Aceh memiliki beberapa sub DAS seperti Krueng Seulimum,

Krueng Jreue, Krueng Keumireu, Krueng Inong, Krueng Leungpaga, dan Krueng Daroy (Nurmalita dkk., 2013). Sungai Krueng Aceh mengalir di sepanjang Kota Banda Aceh melintasi wilayah pasar dan pemukiman padat penduduk. Sungai Krueng Aceh banyak dijumpai aktivitas masyarakat, antara lain: industri, kegiatan pembangkit listrik, hotel, pasar, perumahan padat penduduk, dan industri rumah tangga. Hampir semua kegiatan tersebut menghasilkan limbah domestik yang dibuang ke sungai yang ada di Kota Banda Aceh (Gadeng dkk., 2020). Sungai Krueng Aceh memiliki lingkungan vulkanik atau proses dari gunung berapi (Hakim, 2020). Proses dari gunung berapi mengakibatkan aliran lahar dengan membawa volume material yang tersebar di sungai-sungai, aliran lahar tersebut mengalir menuju hilir (Harsanto dkk., 2015).

### **2.3 Estuary Turbidity Maxima (ETM)**

*Estuary Turbidity Maxima* (ETM) merupakan zona kekeruhan tertinggi yang disebabkan oleh resuspensi turbulensi dari sedimen dan dari bahan material polutan lain yang berada di muara (Vinh dkk., 2018). Muara merupakan daerah yang berhubungan dengan air laut sehingga perairannya asin. ETM dipengaruhi oleh aliran sungai, pasang surut, kekuatan angin dan arah, dan ketersediaan sedimen melalui serangkaian interaksi kompleks yang melibatkan turbulensi, transportasi zat terlarut, sedimentasi, dan erosi (Mitchell dkk., 1998). Turbulensi disebabkan oleh gaya pasang surut yang akan menyebabkan pengendapan material partikulat lain ke dalam sedimen (Burchard dkk., 2004). Pengaruh pasang surut, dan waktu tinggal salinitas di muara dapat memungkinkan terjadinya ETM (Etcheber dkk., 2007). ETM disebabkan oleh adanya material-material yang masuk dari sungai-sungai dan berakhir di muara (Mitchell dkk., 1998). Secara keseluruhan ETM diartikan zona kekeruhan tertinggi yang dihasilkan dari resuspensi turbulen dari sedimen dan flokulasi bahan partikulat di muara. Turbulensi didorong oleh kekuatan pasang surut, gelombang, dan arus penggerak kepadatan yang mendorong baji garam ke hulu dan di bawah debit air tawar. Proses terjadinya ETM ditunjukkan pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1.** Proses terjadinya *Estuary Turbidity Maxima*, (a) pasang surut, (b) surut, (c) pasang (Sumber: Ashworth dkk., 2015).

#### 2.4 Pencemaran Sampah Plastik

Pencemaran adalah suatu keadaan yang berubah dari bentuk aslinya menjadi keadaan yang lebih buruk. Kondisi yang buruk terjadi karena adanya bahan-bahan pencemar atau polutan, bahan polutan umumnya bersifat toksik yang berbahaya bagi organisme hidup (Ainuddin dan Widyawati, 2017). Menurut Undang-undang No. 32 (2009) tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup, menjelaskan bahwa pencemaran lingkungan hidup merupakan masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup yang disebabkan oleh kegiatan manusia (antropogenik), sehingga melebihi baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan.

Pencemaran adalah suatu permasalahan lingkungan yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Pencemaran dapat menyebabkan penurunan kualitas kesehatan masyarakat, terutama masyarakat yang tinggal di wilayah sungai yang setiap hari memanfaatkan sungai. Pencemaran juga dapat mengakibatkan rusaknya ekosistem sungai, dimana biota-biota sungai yang akan berkurang akibat pencemaran oleh manusia (Arnop dkk., 2019). Salah satu pencemaran yang disebabkan oleh manusia

adalah sampah plastik. Pencemaran tersebut berasal dari limbah rumah tangga maupun industri yang dibuang ke sungai (Rahmadhani, 2019).

Sampah merupakan sesuatu yang terbuang atau dibuang dari sumber hasil aktivitas manusia (Ningrum, 2019). Sampah plastik merupakan sampah yang mengandung senyawa polimer (Peraturan Presiden No. 83 Tahun 2018), dari hasil polimerisasi (*polycondensation*) ada berbagai macam monomer (*polystirena, polyvinyl chloride butadiene dan akrilonitril*). Plastik mengandung senyawa kimia dalam proses pembuatannya dan dapat menyerap kontaminan di sekeliling lingkungan (Ningrum, 2019). Gugus fungsi tersebut mudah berinteraksi dengan polutan lain, hal ini didasari dari penelitian yang dilakukan oleh Brennecke dkk., (2016), menemukan ada 2 jenis polimer plastik yang terakumulasi dengan logam berat yaitu *polystirena* dan *polyvinyl chloride*. Plastik merupakan bahan yang ideal untuk beragam penggunaan karena sifatnya seperti biaya rendah, ringan dan mudah diproduksi (He dkk., 2019).

Salah satu perairan dengan adanya pencemaran sampah plastik adalah perairan Sungai Krueng Aceh. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Agustina dkk., (2020) tentang kondisi Sungai Krueng Aceh diketahui bahwa limbah plastik yang dibuang ke Sungai Krueng Aceh berupa botol plastik, kantong plastik, sedotan dan tali plastik. Kategori plastik yang banyak ditemukan di Sungai Krueng Aceh dengan persentase 77,8%. Jumlah sampah plastik yang ditemukan di muara Sungai Krueng Aceh dikarenakan oleh aktivitas masyarakat. Kegiatan masyarakat sekitaran Sungai Krueng Aceh yang menyumbang sampah seperti kegiatan pasar, pembangkit listrik, hotel, perumahan, tempat pendaratan ikan, dan kegiatan rekreasi (Hadi dkk., 2018). Plastik yang sering digunakan akan berakhir sebagai limbah padat yang dibuang ke lingkungan dan akan mengalami pelapukan bertahap (kimia dan fisik) dan terdegradasi secara biologis, kemudian dapat menjadi partikel yang lebih kecil yang disebut mikroplastik (Ningrum, 2019).

## **2.5 Mikroplastik**

### **2.5.1 Bentuk dan ukuran mikroplastik**

Mikroplastik berasal dari plastik yang terurai menjadi partikel-partikel kecil. Terjadinya mikroplastik diakibatkan degradasi dari makroplastik melalui proses

fragmentasi yang disebabkan oleh benturan air laut, ataupun radiasi matahari (Ismi dkk., 2019). Mikroplastik merupakan partikel plastik yang diameternya berukuran kurang dari 5 mm. Batas bawah ukuran partikel yang termasuk dalam kelompok mikroplastik belum dinyatakan secara pasti, namun kebanyakan penelitian mengambil batas bawah ukuran mikroplastik minimal 300  $\mu\text{m}$  (Mauludy dkk., 2019). Mikroplastik terbagi menjadi 2 ukuran kategorinya yaitu ukuran besar (1-5 mm) dan kecil (<1 mm) (Rahmadhani, 2019). Mikroplastik biasanya berbentuk *fragmen*, *film* dan *fiber* (Ayun, 2019).

Menurut Rahmadhani (2019), jenis-jenis mikroplastik dapat dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu:

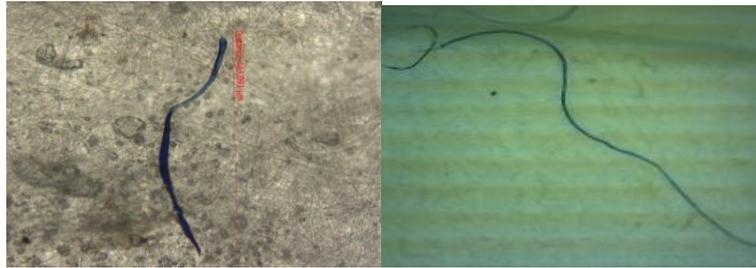
1. *Fragmen*, yaitu jenis mikroplastik dari *fragmen* berasal dari buangan limbah atau sampah dari pertokoan dan warung-warung makanan yang ada di lingkungan sungai, seperti kantong plastik, bungkus nasi, kemasan-kemasan yang siap saji dan botol-botol minuman plastik. Limbah plastik tersebut terurai menjadi kecil. Mikroplastik jenis *fragmen* ditunjukkan pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Jenis mikroplastik *fragmen*

*Sumber:* Ayuningtyas dkk. (2019) dan Labibah dan Triajie (2020).

2. *Fiber*, yaitu jenis mikroplastik *fiber* biasa ditemukan didaerah muara, karena sampah mikroplastik ini berasal dari pemukiman penduduk yang bekerja sebagai nelayan. Sebab mikroplastik jenis *fiber* kebanyakan berasal dari alat tangkap ikan dan dari limbah pembuatan pakaian. Mikroplastik jenis *fiber* ditunjukkan pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3.** Jenis mikroplastik *fiber*

*Sumber:* Hiwari dkk. (2019); Labibah dan Triajie (2020).

3. *Film*, yaitu mikroplastik berbentuk *film* memiliki berat densitas lebih rendah dari kedua bentuk mikroplastik yang lain, karena berasal dari polimer plastik sekunder yang berasal dari fragmentasi kantong plastik atau plastik kemasan dan jenis *film* ini memiliki densitas yang rendah. Mikroplastik jenis film ditunjukkan pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Jenis mikroplastik *film*

*Sumber:* Ayuningtyas dkk. (2019); Mauludy dkk. (2019).

Sumber mikroplastik terbagi menjadi dua, yaitu primer dan sekunder. Mikroplastik primer merupakan butiran plastik murni yang mencapai wilayah laut akibat kelalaian dalam penanganan. Sumber primer mencakup kandungan plastik dalam produk-produk kecantikan, pelet untuk pakan hewan, dan bubuk resin. Mikroplastik primer yang masuk ke wilayah perairan melalui saluran limbah rumah tangga (Almahdahlizah, 2019). Sementara itu, mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang dihasilkan akibat fragmentasi plastik yang lebih besar. Sumber sekunder meliputi serat atau potongan hasil pemutusan rantai dari plastik yang lebih besar yang mungkin terjadi sebelum mikroplastik memasuki lingkungan. Potongan ini dapat berasal dari jala ikan, bahan baku industri, alat rumah tangga, kantong plastik yang memang dirancang untuk terdegradasi di lingkungan, serat sintesis dari pencucian pakaian, atau akibat pelapukan produk plastik (Addauwiyah, 2021).

Kategori warna untuk mendeskripsikan mikroplastik adalah seperti transparan, kristal, putih, putih bening, merah, merah kekuning-kuningan, biru, hitam, abu-abu, coklat, hijau, dan buram (Hidalgo dkk., 2012).

### **2.5.2 Dampak mikroplastik**

Mikroplastik dapat menjadi ancaman yang lebih serius dari pada bahan plastik yang memiliki ukuran yang besar (Yumni dkk., 2020). Mikroplastik mudah berinteraksi dengan logam berat (Ningrum, 2019), terutama logam berat Zn dan Cu (Brennecke dkk., 2016). Ukuran plastik yang kecil berpotensi dapat masuk ke dalam tubuh hewan laut melalui saluran pencernaannya (Laila dkk., 2020). Setelah dimakan oleh organisme, mikroplastik dapat bertahan pada jaringan organisme (Mauludy dkk., 2019). Dampak mikroplastik pada biota di perairan akan berpotensi menyebabkan kerugian tambahan, sebab biota perairan dapat mengalami luka penyumbatan saluran pencernaan, gangguan kapasitas makanan, kekurangan tenaga dan dapat menyebabkan kematian (Rahmadhani, 2019), (misalnya pada ikan, kepiting dan kerang) (Prata dkk., 2019). Apabila mikroplastik terus bertambah, manusia semakin berpotensi terkontaminasi dengan mikroplastik karena memakan makanan yang mengandung mikroplastik. Dampak mikroplastik pada manusia ialah dapat menyebabkan diabetes, tumor, gangguan keseimbangan hormon, gangguan kekebalan tubuh dan gangguan fungsi ginjal (Prata dkk., 2019).

### **2.5.3 Mikroplastik dalam sedimen**

Adanya keberadaan mikroplastik dalam sedimen dikarenakan oleh gaya gravitasi, pasang surut air laut dan besaran densitas plastik yang lebih tinggi dibandingkan dengan densitas air. Hal tersebut dapat menyebabkan mikroplastik tenggelam di dasar sedimen (Laila dkk., 2020). Menurut Layn dkk. (2020) kelimpahan mikroplastik yang banyak ditemukan di tepi sedimen sungai. Kelimpahan mikroplastik pada sedimen yang sering ditemukan yaitu tipe mikroplastik *fragmen*, *film* dan *fiber*. Jenis mikroplastik *fragmen* lebih banyak ditemukan dikarenakan *fragmen* merupakan hasil dari potongan produk plastik dengan polimer sintetis yang sangat kuat. Jenis *film* yang memiliki densitas lebih rendah dari jenis *fiber* sehingga mudah terakumulasi di dasar sedimen yang dikarenakan mudah terbawa oleh gelombang arus (Rahmadhani, 2019).

## **2.6 Metode Pengukuran**

Menurut Subagia (2015), proses pengukuran merupakan proses dalam menganalisa suatu bahan untuk diketahui sifat dan karakteristiknya, meliputi sifat mekanik, sifat fisik, bentuk struktur, dan komposisi unsur-unsur yang terdapat didalamnya. Metode dalam pengukuran dikelompokkan menjadi tiga kelompok, yaitu:

1. *Destructive Test* (DT), yaitu proses pengukuran suatu sampel yang dapat menimbulkan kerusakan pada sampel tersebut.
2. *Non Destructive Test* (NDT), yaitu proses pengukuran suatu sampel yang tidak dapat menimbulkan kerusakan pada sampel yang diuji.
3. *Metallography*, yaitu proses pemeriksaan suatu sampel tentang komposisi kimianya, unsur-unsur yang terdapat didalamnya, dan bentuk strukturnya.

## **2.7 Mikroskop Binokuler**

Mikroskop adalah salah satu peralatan yang digunakan untuk melihat objek-objek yang sangat kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang (Louk dkk., 2017). Mikroskop binokuler merupakan mikroskop yang mampu untuk melihat benda secara tiga dimensi (Sutriyono, 2016). Mikroskop binokuler sering digunakan dalam mengidentifikasi mikroplastik (Azizah dkk., 2020). Untuk memastikan salah satu kriteria mikroplastik dalam penentuan yang terlihat dibawah mikroskop adalah dengan memastikan bahwa disekitarnya tidak terdapat struktur organik lain yang mengganggu pengamatan (Hiwari dkk., 2019). Bentuk-bentuk mikroplastik yang didapatkan dari hasil pengamatan mikroskop mengacu pada hasil penelitian dari Virsek dkk. (2016), Ayuningtyas dkk. (2019), Hiwari dkk. (2019), Labibah dan Tiajie, (2020), dan Mauludy dkk. (2019).

## **2.8 Suseptibilitas Magnetik**

Suseptibilitas magnetik adalah parameter kerentanan magnetik suatu bahan terhadap pengaruh medan magnetik luar (Brempong dkk., 2016). Suseptibilitas magnetik adalah ukuran dasar bagaimana sifat-sifat kemagnetan suatu material (bahan), sifat-sifat kemagnetan material tersebut ditunjukkan oleh respons terhadap induksi medan magnet yang merupakan rasio antara magnetisasi terhadap kekuatan medan magnet (Aprianto dan Brtopuspito, 2017). Suseptibilitas magnetik juga

dapat diartikan sebagai respons sampel terhadap medan magnetik luar, respons yang diberikan juga berupa medan magnetik (Brempong dkk., 2016). Hubungan antara medan magnetik luar (H), magnetisasi (M) dan susceptibilitas magnetik (k), dapat ditunjukkan sebagai berikut (Prakoso dkk., 2016):

$$M = kH \quad (2.1)$$

Susceptibilitas magnetik dapat juga dimaknai sebagai derajat kemagnetan dari suatu bahan. Nilai k pada batuan semakin tinggi jika di dalam batuan tersebut terdapat mineral magnetik (Masrayanti, 2014). Adapun faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai susceptibilitas batuan adalah jenis batuan dan komposisi batuan. Berdasarkan nilai kerentanan magnet, susceptibilitas magnetik suatu bahan dapat dibedakan menjadi 3 yaitu sebagai berikut (Hakim, 2020):

1. Diamagnetik, yaitu mempunyai nilai susceptibilitas yang lebih kecil dan negatif.
2. Paramagnetik, yaitu mempunyai nilai susceptibilitas yang kecil dan positif.
3. Feromagnetik, yaitu mempunyai nilai susceptibilitas yang besar dan positif.

Susceptibilitas magnetik merupakan tingkat kemagnetan suatu benda untuk termagnetisasi, yang pada umumnya erat kaitannya dengan kandungan mineral dan oksida besi. Semakin besar kandungan mineral magnetit di dalam batuan, akan semakin besar harga susceptibilitasnya. Pengukuran susceptibilitas magnetik dalam kajian lingkungan dianggap sebagai metode sederhana, cepat dalam mendapatkan hasil, dan tidak merusak sampel, yang dapat digunakan sebagai indikator yang efektif untuk mengetahui pencemaran logam berat (Sari dkk., 2020). Menurut Hakim (2020), semakin tinggi nilai susceptibilitas magnetik, semakin tinggi tingkat pencemaran, khususnya untuk logam-logam berat seperti kromium (Cr), titanium (Ti), nikel (Ni) dan seng (Zn). Pengukuran susceptibilitas magnetik dilakukan menggunakan alat *Bartington Magnetic susceptibility* meter dengan *dual frequency* sensor MS2B. Pengukuran susceptibilitas magnetik dapat dilakukan pada dua frekuensi yaitu frekuensi rendah  $\chi_{LF}$  (47 kHz) dan frekuensi tinggi  $\chi_{HF}$  (470 kHz). Pengukuran nilai susceptibilitas magnetik dalam dua frekuensi dimaksudkan untuk melacak sumber mineral magnetik yang memperoleh nilai *frequency dependent susceptibility* atau  $\chi_{FD}$  (%).  $\chi_{FD}$  (%) merupakan perubahan susceptibilitas dengan

frekuensi rendah dan frekuensi tinggi (Tiwow dkk., 2018 dan Darysanti dkk., 2018).

**Tabel 2.1** Interpretasi nilai  $\chi_{FD}$  (%)

Nilai $\chi_{FD}$ (%)	Keterangan
0,0-2,0	Tidak mengandung bulir superparamagnetik atau kurang 10%
2,0-10,0	Mengandung bulir superparamagnetik antara 10% sampai 75%
10,0-14,0	Mengandung lebih dari 75% bulir superparamagnetik

Sumber: Pratiwi dkk., (2016).

Metode kemagnetan dalam suatu material merupakan metode yang digunakan untuk menyelidiki sifat dan mineral magnetik dalam suatu material (Prakoso dkk., 2016). Berbagai jenis batuan memiliki bermacam-macam mineral magnetik didalamnya yang masing-masing dapat dikelompokkan kedalam; paramagnetik, feromagnetik serta diamagnetik. Hampir keseluruhan mineral yang terdapat di alam memiliki sifat diamagnetik dan paramagnetik. Akan tetapi, juga terdapat mineral mineral yang bersifat feromagnetik. Mineral magnetik tersebut tergolong kedalam oksida besi titanium, sulfida besi dan hidroksida besi (Masrayanti, 2013). Contoh mineral magnetik yang tergolong dalam oksida besi titanium seperti *magnetite* ( $Fe_2O_3$ ), *hematite* ( $\alpha-Fe_2O_3$ ), dan *maghemite* ( $\gamma-Fe_2O_3$ ), mineral-mineral magnetik yang tergolong dalam sulfida besi yaitu *pyrite* ( $FeS_2$ ) dan *pyrrhotite* ( $Fe_7S_8$ ), sedangkan yang tergolong dalam hidroksida besi seperti *goethite* ( $\alpha FeOOH$ ) (Suandayani, 2018). Mineral-mineral magnetik sangat berguna dalam bidang industri yang berbasis kemagnetan seperti dalam hal rekayasa elektronika, pembuatan magnet permanen, industri baja, sampai untuk pembuatan *thin film* (lapisan tipis) (Sunaryo dan Widyawidura, 2010).

Bahan magnetik digolongkan menjadi, diamagnetik, paramagnetik feromagnetik (termasuk ferimagnetik, antiferomagnetik). Bahan diamagnetik merupakan suatu bahan yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik kecil dan negatif. Bahan paramagnetik merupakan bahan yang memiliki nilai suseptibilitas yang positif dan berukuran sangat kecil (Mehora, 2018). Bahan feromagnetik

adalah suatu bahan magnetik yang memiliki nilai suseptibilitas magnetik positif dan sangat tinggi. Bahan ferimagnetik mempunyai nilai suseptibilitas magnetik yang tinggi, akan tetapi nilai suseptibilitasnya lebih rendah dari bahan feromagnetik. Bahan antiferomagnetik ialah bahan yang nilai suseptibilitas magnetiknya sangat kecil yaitu hampir mendekati paramagnetik (Hakim, 2020).

### **2.9 X-Ray Fluorescence (XRF)**

Spektrometer XRF merupakan salah satu alat yang digunakan untuk menganalisis unsur dalam suatu bahan. Pengujian XRF mempunyai keunggulan yang tidak memerlukan preparasi bahan uji yang rumit dan waktu pengujian yang singkat. Pengujian XRF dapat memberikan informasi jenis unsur yang terkandung dalam suatu bahan yang dianalisis (Jamaludin dan Adiantoro, 2012). Metode XRF mempunyai beberapa keuntungan diantaranya adalah biaya relatif murah dan dapat mendeteksi berbagai macam material (Hakim, 2020).

Prinsip kerja alat XRF adalah sebagai berikut: bahan/sampel dipancarkan sinar-x dari tabung sinar-x (X-ray Tube). Radiasi dari tabung sinar-x yang mengenai suatu sampel/bahan maka elektron dalam bahan tersebut akan ditangkap oleh detektor dan memberikan sinyal, data yang ditangkap oleh detektor masuk ke *analyzer* untuk mengolah data (Jamaludin dan Adiantoro, 2012).

### **2.10 X-Ray Diffraction (XRD)**

*X-Ray Diffraction* (XRD) merupakan metode yang sangat penting dalam bidang karakterisasi material (Karyasa, 2013). Spektroskopi XRD merupakan teknik analisis kandungan mineral, fasa maupun struktur kristal suatu material dengan dasar interaksi sinar-X dengan material yang dianalisis (Alimin, 2016). Metode yang digunakan untuk mengetahui kristalinitas mineral adalah dengan difraksi sinar-X (Aji, 2020). Analisis difraksi sinar-X merupakan metode yang bersifat tidak merusak yang berarti bahwa sampel tidak dipengaruhi oleh analisis XRD dan masih dapat digunakan untuk analisis lain. Analisis mineralogi dengan XRD merupakan salah satu metode analisis yang efektif dalam mendeskripsikan batuan dan suatu senyawa kimia tertentu dalam wujud padat, karena pada waktu proses perlakuan sampelnya mudah, murah dan cepat (Wicaksono dkk., 2017).

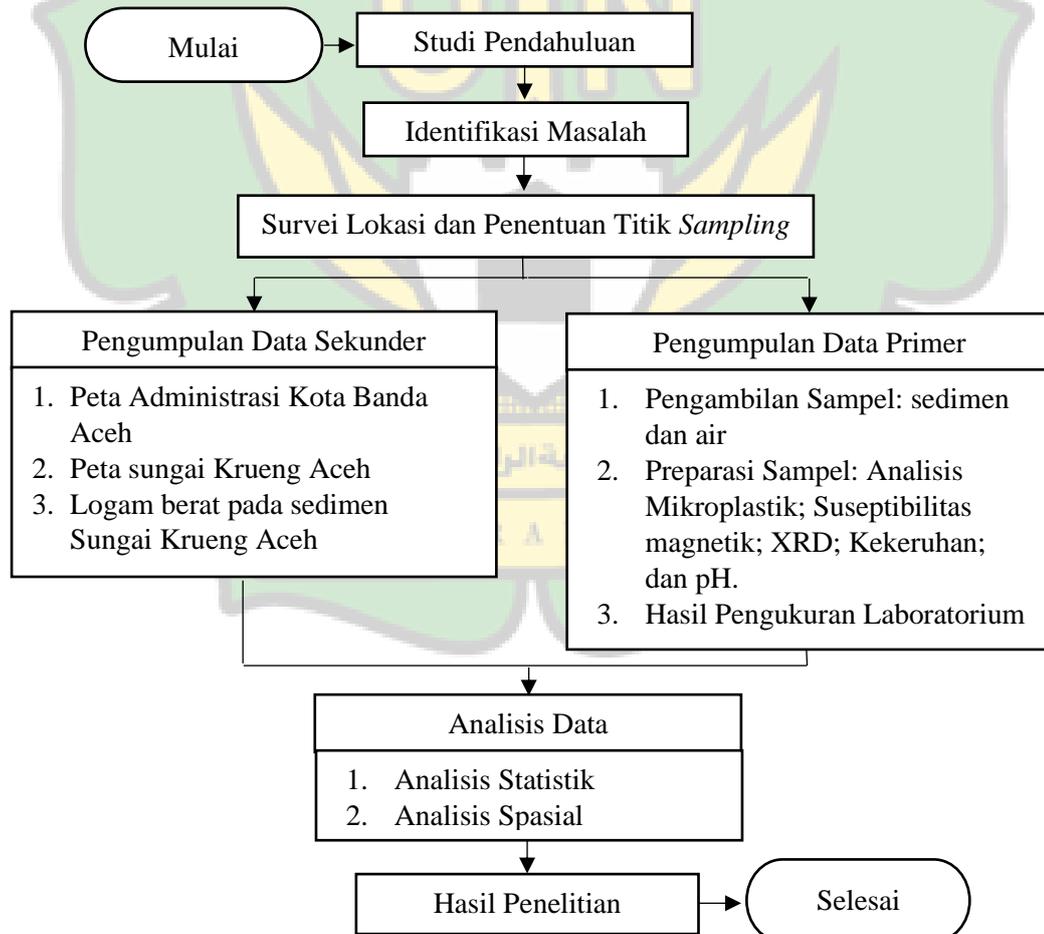
Prinsip kerja XRD secara umum adalah XRD terdiri dari tiga bagian utama, yaitu tabung sinar-X, tempat objek yang diteliti dan detektor sinar-X. Sinar-X dihasilkan di tabung sinar-X yang berisi katode memanaskan filamen, sehingga menghasilkan elektron (Nurhidayah, 2016). Perbedaan tegangan menyebabkan percepatan elektron akan menembaki objek. Ketika elektron mempunyai tingkat energi yang tinggi dan menabrak elektron dalam objek sehingga dihasilkan pancaran sinar-X. Objek dan detektor berputar untuk menangkap dan merekam kekuatan pantulan sinar-X. Detektor merekam dan memproses sinyal sinar-X dan mengolahnya dalam bentuk grafik yang khas sesuai dengan kisi-kisi kristal masing-masing senyawa (Wicaksono dkk., 2017).



## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Tahapan Penelitian

Tahapan umum pada penelitian ini digambarkan pada Gambar 3.1, dengan langkahnya sebagai berikut: (1) Tahapan studi pendahuluan menggunakan literatur jurnal, skripsi, tesis, dan buku. (2) Tahapan identifikasi masalah dilakukan dengan uji pendahuluan. (3) Pada tahap survei lokasi ditentukan titik *sampling* dengan GPS *Coordinates*. (4) Tahap pengumpulan data sekunder dilakukan untuk membuat peta titik *sampling*, (5) Tahap pengumpulan data primer dilakukan untuk pengambilan sampel, preparasi sampel dan hasil pengukuran sampel pada laboratorium. (6) Tahap analisis data dilakukan untuk proses pengolahan data statistik dan data spasial. (7) Tahap hasil penelitian dilakukan untuk penarikan kesimpulan.

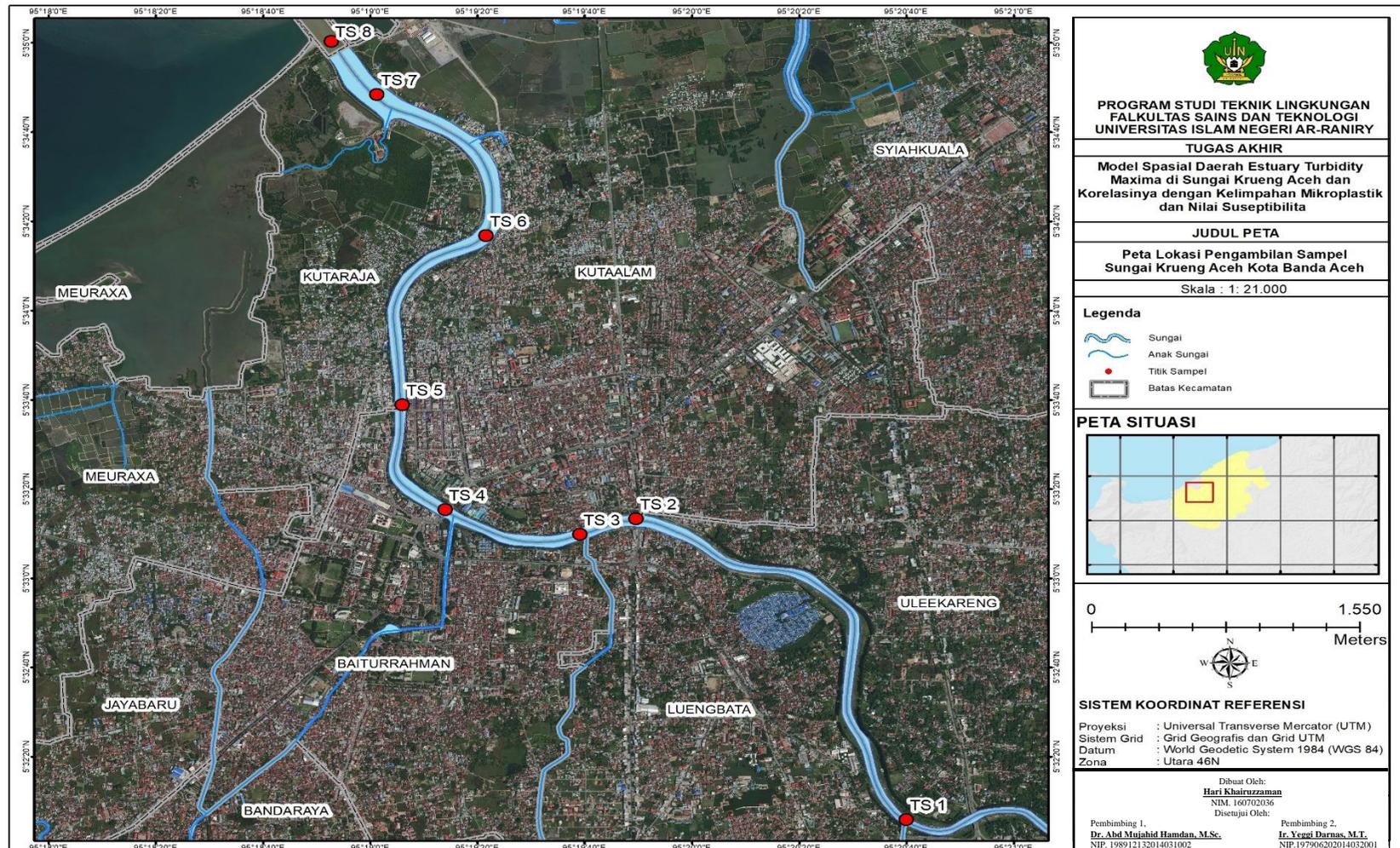


**Gambar 3.1.** Diagram Alir Penelitian.

### 3.2 Lokasi

Pada tahap ini, peneliti melakukan observasi pada lokasi pengambilan sampel yang diambil di daerah muara Sungai Krueng Aceh. Berdasarkan hasil observasi dan hasil investigasi (Hakim 2020), batas muara di Sungai Krueng Aceh berada pada kawasan Beurawe Kota Banda Aceh. Pada kawasan tersebut terjadi proses pasang surut air laut sehingga perairannya asin. Penentuan titik *sampling* digunakan dengan metode *purposive sampling* (Layn dkk., 2020). Lokasi pengambilan sampel pada tugas akhir ini menentukan daerah muara dan adanya anak sungai. Lokasi *sampling* terdiri atas delapan titik *sampling*. Titik-titik *sampling* tersebut, ditunjukkan pada peta dalam Gambar 3.1. Koordinat titik *sampling* sebagai berikut:

1. Titik 1 diambil di kawasan Lueng Bata Kota Banda Aceh dengan titik koordinat  $5^{\circ}32'05.7''\text{N}$ ,  $95^{\circ}20'39.6''\text{E}$ . Titik lokasi ini merupakan setelah adanya anak sungai yang dapat mempengaruhi akumulasi air dan sedimen.
2. Titik 2 diambil di kawasan Beurawe Kota Banda Aceh dengan titik koordinat  $5^{\circ}33'13.1''\text{N}$ ,  $95^{\circ}19'49.8''\text{E}$ . Lokasi ini merupakan kawasan padat penduduk.
3. Titik 3 diambil di kawasan Ateuk Pahlawan Kota Banda Aceh dengan titik koordinat  $5^{\circ}33'09.7''\text{N}$ ,  $95^{\circ}19'39.3''\text{E}$ . Titik lokasi ini merupakan setelah adanya anak sungai.
4. Titik 4 diambil di kawasan Kuta Alam Kota Banda Aceh dengan titik koordinat  $5^{\circ}33'15.3''\text{N}$ ,  $95^{\circ}19'14.0''\text{E}$ . Titik lokasi ini juga setelah adanya anak sungai.
5. Titik 5 diambil di kawasan Peunayong Kota Banda Aceh dengan titik koordinat  $5^{\circ}33'38.2''\text{N}$ ,  $95^{\circ}19'05.5''\text{E}$ . Titik lokasi ini merupakan lokasi yang berdekatan dengan pasar dan kawasan yang padat penduduk.
6. Titik 6 diambil di kawasan Gampong Jawa Kota Banda Aceh dengan titik koordinat  $5^{\circ}34'16.9''\text{N}$ ,  $95^{\circ}19'21.5''\text{E}$ . Pada lokasi ini banyak terdapat aktivitas perkapalan.
7. Titik 7 diambil di kawasan Gampong Jawa Kota Banda Aceh dengan titik koordinat  $5^{\circ}34'47.9''\text{N}$ ,  $95^{\circ}19'00.8''\text{E}$ . Titik lokasi ini setelah adanya anak sungai
8. Titik 8 diambil di kawasan Gampong Jawa Kota Banda Aceh dengan titik koordinat  $5^{\circ}34'59.9''\text{N}$ ,  $95^{\circ}18'51.9''\text{E}$ . Lokasi ini merupakan muara Sungai Krueng Aceh.



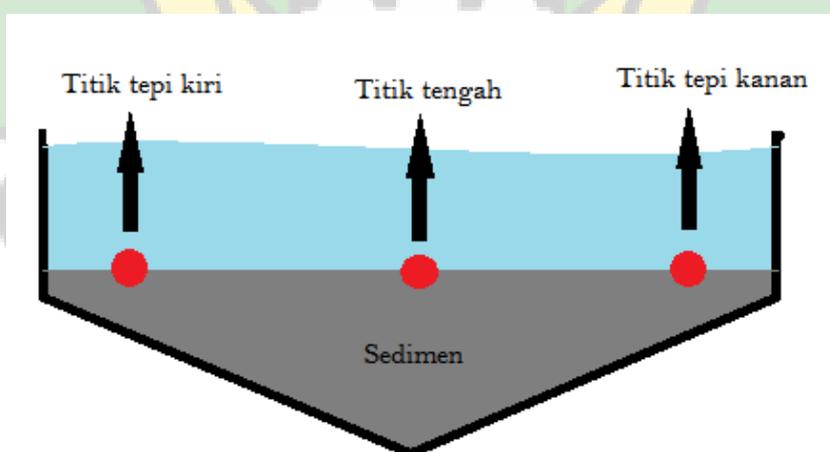
**Gambar 3.2** Peta lokasi pengambilan sampel pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh.

Tempat penelitian untuk preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Kemudian analisis mikroplastik menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran  $10 \times$  (Kapo dkk., 2020) yang dilakukan di Laboratorium Biologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Sedangkan pengukuran mineralogi (XRD), dan pengukuran nilai suseptibilitas magnetik dilakukan di laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

### 3.3 Teknik Pengambilan Sampel

#### 3.3.1 Teknik pengambilan sampel sedimen

Teknik pengambilan sampel pada sedimen Sungai Krueng Aceh terdiri atas 8 titik *sampling*, di mana di setiap titik *sampling* dibagi menjadi 3 bagian titik pengambilan sampel, yaitu bagian kiri, kanan dan tengah sungai. Pada teknik pengambilan sampel sedimen dilakukan dengan 2 cara pengambilan sampel sedimen dasar di Sungai Krueng Aceh, yaitu dengan alat *Sediment Grab* (Hakim, 2020) pada 8 titik *sampling* di tengah sungai, dan dengan pipa PVC (Layn dkk., 2020) pada 16 titik *sampling* di tepi (bagian kiri dan kanan) sungai, yang ditunjukkan pada Gambar 3.2.



**Gambar 3.3.** Ilustrasi *sampling* pada sedimen Sungai Krueng Aceh.

Langkah-langkah pengambilan sampel sedimen dengan alat *Sediment Grab* adalah sebagai berikut:

1. *Sediment Grab* diturunkan ke dasar sungai dengan menggunakan tali (Hakim, 2020).

2. Setelah sampel dasar sedimen diambil, sampel kemudian dimasukkan ke dalam wadah plastik yang telah disediakan (Hakim, 2020).
3. Selanjutnya wadah plastik yang telah terisi sampel sedimen diberikan label berupa lokasi pengambilan sampel dan nomor sampel (Hakim, 2020).



**Gambar 3.4.** Alat *Sediment Grab*

Sedangkan pengambilan sampel sedimen dengan pipa PVC dilakukan langkah-langkah pengambilan sebagai berikut:

1. Pipa PVC disediakan dengan berukuran diameter 2,5 inci dengan tinggi 25 cm (Layn dkk., 2020). Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.5.
2. Pipa PVC ditancapkan ke dalam sedimen dengan kedalaman 10 cm (Dewi dkk., 2015).
3. Sesudah terdapat sampel sedimen, pipa diangkat dengan perlahan (Ismi dkk., 2019) dan dimiringkan sedikit, kemudian pipa yang bagian bawah ditutup dengan tangan, selanjutnya pipa tersebut diangkat.
4. Sampel sedimen kemudian dimasukkan ke wadah plastik yang telah disediakan (Layn dkk., 2020). Selanjutnya wadah plastik yang telah terisi sampel sedimen diberikan label berupa lokasi pengambilan sampel dan nomor sampel (Hakim, 2020).

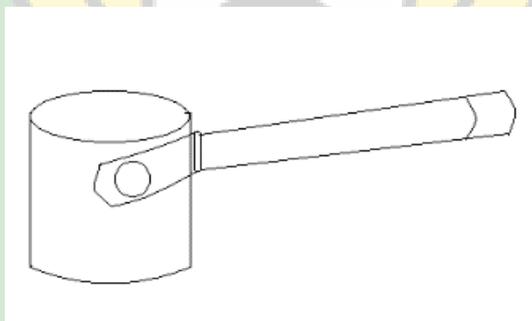


**Gambar 3.5.** Pipa PVC.

### 3.3.2 Teknik pengambilan sampel air

Pengambilan sampel air pada penelitian ini mengacu pada SNI 6989.57:2008 tentang pengambilan contoh air permukaan. Adapun persyaratan alat pengambilan sampel air meliputi:

1. Terbuat dari bahan yang tidak mempengaruhi sifat sampel.
2. Mudah dicuci dari bekas sampel sebelumnya.
3. Sampel yang tertangkap mudah dipindahkan ke dalam wadah penampung tanpa ada sisa bahan tersuspensi di dalamnya.
4. Mudah dan aman dibawa.
5. Kapasitas alat tergantung dari tujuan pengujian.



**Gambar 3.6** Ilustrasi Alat Sederhana Gayung Plastik

*Sumber:* SNI 6989.57:2008.

## 3.4 Tahap Preparasi Sampel

### 3.4.1 Analisis mikroplastik

Analisis mikroplastik dalam penelitian ini adalah dengan menggunakan alat mikroskop binokuler yang perbesarannya  $10\times$ , bertujuan untuk mengetahui bentuk mikroplastik yang terdapat dalam sampel sedimen (Kapo dkk., 2020). Langkah-langkah yang dilakukan dalam preparasi sampel adalah sebagai berikut:

1. Sampel sedimen yang sudah dikumpulkan dipindahkan ke *beaker glass* sebanyak 250 gram sampel sedimen basah. *Beaker glass* selanjutnya ditutup dengan aluminium foil. Selanjutnya sampel dilakukan pengeringan menggunakan oven dengan suhu 90°C selama 24 jam. Pengeringan ini dilakukan untuk mengurangi kandungan air pada sedimen (Ayuningtyas dkk., 2019).
2. Sampel sedimen yang telah di oven/kering dihaluskan menggunakan alu dan mortar (Labibah dan Triajie, 2020). Sampel kemudian diayak dengan saringan 40 *mesh*, sedimen sampel yang tertahan diidentifikasi secara visual mikroplastiknya (Hidalgo dkk., 2012). Penyaringan ini dilakukan untuk mengurangi volume sampel (Layn dkk., 2020).
3. Sedimen sampel yang lolos ayakan ditimbang sebanyak 100 gram berat sedimen kering dengan neraca analitik, kemudian sampel dimasukkan ke *beaker glass* 500 ml, serta ditambahkan larutan natrium klorida (NaCl) jenuh sebanyak 300 ml. Tahap penambahan NaCl ini dilakukan untuk pemisahan densitas plastik yang lebih kecil dari sedimen (Mauludy dkk., 2019).
4. Kemudian dilakukan pengadukan untuk menghomogenkan sampel menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit (Mauludy dkk., 2019).
5. Setelah dilakukan pengadukan sampel didiamkan selama 24 jam, mikroplastik yang berukuran ringan akan terpisah dan berada di bagian atas (Ayun, 2019).
6. Selanjutnya sampel ditambahkan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% sebanyak 20 ml, kemudian sampel sedimen dihomogenkan dengan *magnetik stirer* selama 30 menit pada suhu 75<sup>0</sup>c dengan 200 RPM (Prabowo, 2020), setelah dilakukan pengadukan sampel didiamkan selama 48 jam. Tahap penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30% ini dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan organik yang ada pada sedimen (Addauwiyah, 2021 dan Almahdahulhizah, 2019).
7. Kemudian dilakukan penyaringan mikroplastik yang berada di bagian atas *beaker glass* menggunakan kertas saring *Whatman* No. 42, Selanjutnya kertas saring diletakkan pada cawan petri dan dikeringkan menggunakan desikator selama 24 jam (Addauwiyah, 2021).
8. Selanjutnya dilakukan identifikasi mikroplastik menggunakan mikroskop binokuler dengan perbesaran 10 × (Kapo dkk., 2020), di Laboratorium Biologi

UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Alat mikroskop binokuler dapat dilihat pada Gambar 3.7.



**Gambar 3.7** Alat mikroskop binokuler.

Mikroplastik yang diamati dengan mikroskop binokuler dengan cara sebagai berikut: (1) Sampel yang sudah disaring dengan kertas saring *Whatman* No. 42 diletakkan pada cawan petri (2) Tempatkan cawan petri yang sudah terisi sedimen mikroplastik pada meja benda mikroskop (2) Atur kekuatan lampu dengan memutar sekrup pengatur intensitas cahaya (3) Atur ketinggian cahaya lampu dengan memutar makrometer (4) Cari bagian dari objek sampel yang terdapat mikroplastik (dicari dan diperkirakan memiliki gambar yang jelas) dengan memutar sekrup vertikal dan horizontal (5) Putar *Revolving nosepiece* pada perbesaran objektif 10× lalu putar sekrup kasar sehingga cahaya lampu bergerak ke atas untuk mencari fokus (6) Putar sekrup halus untuk mendapatkan gambaran yang lebih terfokus (7) Perjelas bayangan dengan mengatur *condenser* pada posisi tertinggi (cahaya penuh) (8) Hasil yang didapatkan mikroplastik di *capture* pada komputer yang terhubung (Prasetyaningrum, 2017). Bentuk-bentuk mikroplastik yang didapatkan mengacu pada hasil penelitian dari Virsek dkk. (2016), Ayuningtyas dkk. (2019), Hiwari dkk. (2019), Labibah dan Triajie (2020), dan Mauludy dkk. (2019). Setelah mendapatkan hasil, dihitung kelimpahan mikroplastik dengan rumus (Almahdahulhizah, 2019 dan Dewi dkk., 2015):

$$K = \frac{n(\text{partikel})}{m(\text{Kg})} \quad (3.1)$$

Dengan keterangan  $K$  adalah kelimpahan mikroplastik (partikel/kg),  $n$  adalah jumlah partikel yang diamati (partikel), dan  $m$  adalah berat sedimen kering (kg) (Almahdahulhizah, 2019 dan Dewi dkk., 2015).

### 3.4.2 Analisis sifat magnetik

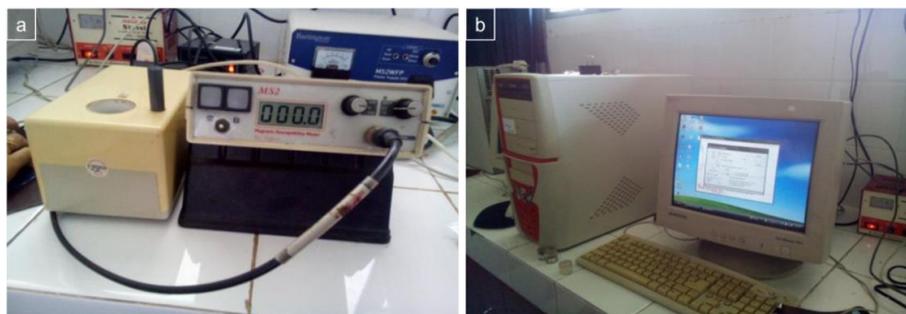
Dalam preparasi sampel sedimen untuk pengukuran suseptibilitas magnetik dilakukan langkah-langkah sebagai berikut (Hakim, 2020):

1. Sampel sedimen dimasukkan ke dalam wadah plastik dan dikeringkan dalam suhu ruang.
2. Selanjutnya sampel ditumbuk dengan alu dan mortar, kemudian disaring dengan saringan 40 *mesh*.
3. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam wadah sampel yaitu *holder* yang berukuran diameter 2,4 cm dan tinggi 2,3 cm. Seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** *Holder* sampel.

4. Sampel sedimen dasar Sungai Krueng Aceh yang sudah dimasukkan ke dalam *holder* lalu diukur dengan peralatan Bartington sensor MS2B (*Magnetic Susceptibility System sensor B*) seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3.8. Pengukuran ini dilakukan dengan menggunakan dua frekuensi, yaitu frekuensi rendah ( $\chi_{LF}$ ) 47 kHz dan frekuensi tinggi ( $\chi_{HF}$ ) 470 kHz. Dengan adanya pengukuran ini, untuk menghasilkan suseptibilitas magnetik bergantung frekuensinya ( $\chi_{FD}$  %) (Hakim, 2020). Pengukuran suseptibilitas magnetik dilakukan di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.



**Gambar 3.9** Instrumen pengukuran susceptibilitas magnetik (a) Bartington MS2B (b) Perangkat komputer yang terhubung ke bartington MS2B. *Sumber:* Hakim (2020).

Pengukurannya dimulai dengan menempatkan *holder* sampel ke dalam alat Bartington MS2B. Langkah pertama yaitu membuka aplikasi Multisus, lalu dikalibrasi aplikasi sesuai dengan pengaturan pada alat selanjutnya dilakukan pengukuran dengan diletakkan *holder* pada alat dan dilihat nilainya pada aplikasi Multisus lalu cek nilai air nya pada alat Bartington, setelah itu akan terlihat nilai dari susceptibilitas magnetiknya. Dikarenakan pada metode ini dilakukan dengan menggunakan *mass specific low frequency* dan *high frequency*, maka diutamakan pengukuran dimulai dengan *low frequency* untuk semua sampel dan jika telah selesai pengukuran *low frequency* maka dilanjutkan pengukuran untuk *high frequency* (Hakim, 2020). Setelah mendapatkan hasil laboratorium terhadap kedua nilai frekuensi, selanjutnya dilakukan *frequency dependent susceptibility* dengan persamaan 3.1 (Prakoso, 2016).

$$\chi_{FD} (\%) = \frac{\chi_{LF} - \chi_{HF}}{\chi_{LF}} \times 100, \quad (3.2)$$

dengan  $\chi_{FD} (\%)$  merupakan perubahan susceptibilitas dengan frekuensi rendah dan frekuensi tinggi,  $\chi_{LF}$  adalah frekuensi rendah, dan  $\chi_{HF}$  adalah frekuensi tinggi.

### 3.4.3 Analisis mineralogi

Analisis mineralogi dilakukan pada satu titik *sampling* yaitu pada titik ke 2 di kawasan Beurawe Kota Banda Aceh dengan titik koordinat 5°33'13.1"N, 95°19'49.8"E. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hakim (2020) di kawasan tersebut menunjukkan nilai pencemaran susceptibilitas magnetik yang

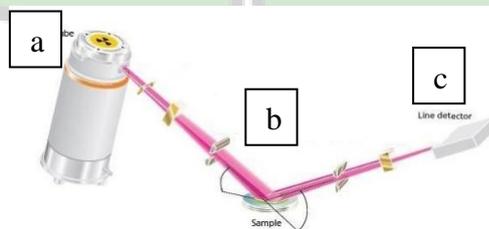
tinggi. Langkah-langkah yang dilakukan untuk menganalisis mineralogi adalah sebagai berikut (Hakim,2020):

1. Sampel sedimen diletakkan pada wadah plastik dan dikeringkan dalam suhu ruang.
2. Selanjutnya sampel sedimen ditumbuk dengan alu dan mortar, kemudian disaring dengan saringan 40 *mesh*.
3. Kemudian sampel sedimen dimasukkan ke dalam gelas kimia yang telah terisi air. Selanjutnya dimasukkan magnet permanen, lalu diputar secara manual untuk menarik partikel magnetik yang terkandung dalam sampel
4. Kemudian sampel yang sudah tertarik dengan besi magnet dikemas untuk dianalisis mineralogi dengan menggunakan alat XRD (*X-Ray Diffraction*) yang dilakukan di laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang. Alat XRD ditunjukkan pada Gambar 3.11. Prinsip kerjanya ditunjukkan pada Gambar 3.12.



**Gambar 3.10** Alat *X-Ray Diffraction*

Sumber: Syam (2017).



**Gambar 3.11** Prinsip kerja *X-Ray Diffraction* (a) Tabung sinar X, (b) Pemegang tempat sampel, (c) Detektor sinar-X.

Sumber: Oktamuliani (2015).

Sampel yang sudah dikemas kemudian dimasukkan ke sampel *holder* XRD, selanjutnya *holder* diletakkan pada pemegang tempat sampel yang ada pada alat XRD. Sampel tersebut dikenai sinar-X dengan sumber radiasi, sehingga terjadi difraksi pada detektor dengan pola tertentu yang ditunjukkan pada komputer yang terhubung dengan XRD (Alimin dkk., 2016). Data yang sudah dianalisis kemudian dimasukkan ke dalam aplikasi QualX untuk menentukan senyawa-senyawa mineral magnetik (Hakim, 2020).

#### 3.4.4 Analisis kekeruhan

Analisis kekeruhan dilakukan pada 8 titik *sampling* yang ditunjukkan pada Gambar 3.2. Langkah-langkah pengujian kekeruhan sesuai dengan SNI 06-6989.25-2005 tentang cara uji kekeruhan dengan *nefelometer*, sebagai berikut:

1. Kalibrasi alat *Turbidity Meter*: (a) *Turbidity Meter* dioptimalkan untuk pengujian kekeruhan sesuai dengan petunjuk penggunaan alat. (b) Suspensi baku kekeruhan (dimisalkan  $\pm 30$  NTU) dimasukkan ke dalam tabung pada *nefelometer* dan dipasang tutupnya. (c) Alat dibiarkan hingga menunjukkan nilai pembacaan yang stabil. (d) Alat diatur sehingga menunjukkan nilai kekeruhan larutan baku (dimisalkan  $\pm 30$  NTU).
2. Penentuan contoh uji: (a) Tabung dari alat *Turbidity* dibilas dengan air suling. (b) Sampel dimasukkan ke dalam tabung pada *nefelometer* dan pasang tutupnya. (c) kemudian alat *Turbidity Meter* dibiarkan hingga menunjukkan nilai baca yang stabil (d) selanjutnya dicatat nilai kekeruhan yang dibaca oleh alat.

Untuk menghitung parameter kekeruhan diukur dengan *nefelometer*, dan dilakukan perhitungan dengan persamaan 3.3:

$$\text{NTU} = A \times fp \quad (3.3)$$

Dengan keterangan A adalah kekeruhan dalam satuan *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU) contoh yang diencerkan dan fp adalah faktor pengenceran (SNI 06-6989.25-2005).



**Gambar 3.12** Alat *Turbidity Meter*.

### 3.4.5 Analisis *Power of Hydrogen* (pH)

Pengukuran pH dilakukan dengan alat pH meter berdasarkan SNI 06-6989.11-2004 tentang cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter, langkah-langkah pengukuran sebagai berikut:

1. Kalibrasi pH meter dengan larutan penyangga
2. Keringkan dengan tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling
3. Kemudian celupkan elektroda ke dalam air sampel sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap
4. Dicatat hasil pembacaan angka pada tampilan pH meter.



**Gambar 3.13** Alat pH meter.

## 3.5 Analisis Data

### 3.5.1 Analisis statistik

*Statistical product for service solutions* (SPSS) merupakan suatu program komputer untuk menganalisis statistik serta mampu memproses data statistik secara cepat dan akurat. Analisis SPSS merupakan program yang sangat populer karena

memiliki bentuk pelaporan hasil yang cukup baik seperti hasil yang berbentuk grafik maupun tabel, bersifat dinamis serta mudah dihubungkan dengan aplikasi lain (Hasyim dan Listiawan, 2014). Analisis statistik dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara kelimpahan mikroplastik dengan nilai suseptibilitas magnetik, logam berat, kekeruhan dan derajat keasaman (pH).

### 3.5.2 Analisis data spasial

Model spasial merupakan kegiatan dimana membuat suatu model spasial dari suatu fenomena dan merupakan penggambaran suatu bagian muka bumi. Data spasial adalah data yang mengacu pada posisi, objek, dan hubungannya di antara dalam ruang bumi. Analisis data spasial merupakan sekumpulan metode untuk menemukan dan menggambarkan tingkatan/pola dari sebuah fenomena spasial, sehingga dapat dimengerti dengan baik (Aswant, 2016). Proses pengolahan data spasial pada penelitian ini menggunakan aplikasi ArcGIS dengan interpolasi metode *Kriging*. Interpolasi merupakan proses perkiraan nilai pada kawasan yang tidak diukur atau yang tidak diambil *sampling*, sehingga menjadi peta sebaran nilai pada seluruh kawasan yang diteliti. Metode *Kriging* merupakan perhitungan secara statistik yang dilakukan untuk menghasilkan interpolasi (Pramono, 2008). Metode *Kriging* memberikan hasil yang lebih akurat dalam memprediksi nilai dari lokasi yang jauh dari titik *sampling* (data sampel yang diambil di tempat-tempat yang tidak beraturan) (Aswant, 2016 dan Sejati, 2019). Metode ini digunakan untuk menduga besarnya nilai yang mewakili suatu titik yang tidak diambil sampel berdasarkan titik yang diambil sampel (Rozalia dkk., 2016). Perhitungan metode *Kriging* berdasarkan sampel jarak adalah  $h$ , beda nilai adalah  $z$ , dan jumlah sampel data adalah  $n$ , dihitung pada persamaan 3.2 (Hadi, 2013).

$$\gamma(h) = \frac{1}{2n} \sum_{i=1}^n \{z(i) - z(i+h)\}^2 \quad (3.4)$$

Pembagian zona sebaran dibagi menjadi tiga bagian, pembagian ini langsung dibagi oleh software, daerah pencemaran rendah termasuk zona berwarna hijau, daerah pencemaran sedang termasuk zona berwarna kuning dan daerah pencemaran

yang tinggi termasuk zona berwarna merah. Klasifikasi pembagian zona pada software berdasarkan persamaan 3.5.

$$\Delta = \text{Max} - \text{Min}$$

$$\text{Min} \leq \text{rendah} < \frac{1}{3} \Delta$$

$$\frac{1}{3} \Delta \leq \text{sedang} < \frac{2}{3} \Delta$$

$$\frac{2}{3} \Delta \leq \text{tinggi} \leq \text{Max}, \quad (3.5)$$

dengan keterangan delta ( $\Delta$ ) = selisih antara nilai maximum dan nilai minimum, Max adalah nilai maximum dari nilai kelimpahan, dan Min adalah nilai minimum dari nilai kelimpahan.



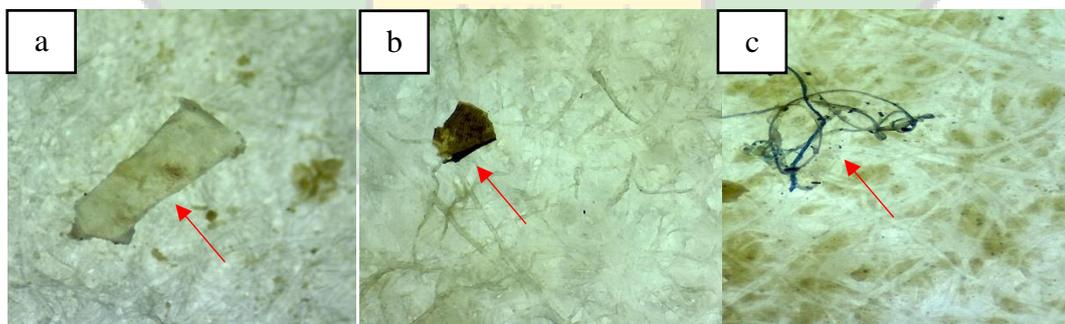
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Hasil

Hasil penelitian pada sampel sedimen Sungai Krueng Aceh terdiri dari hasil analisis mikroplastik, analisis sifat magnetik, analisis mineralogi, analisis kimia (XRF) (data sekunder), analisis kekeruhan, analisis pH, analisis interpolasi metode *Kriging*, dan analisis korelasi Pearson.

#### 4.1.1 Hasil analisis mikroplastik

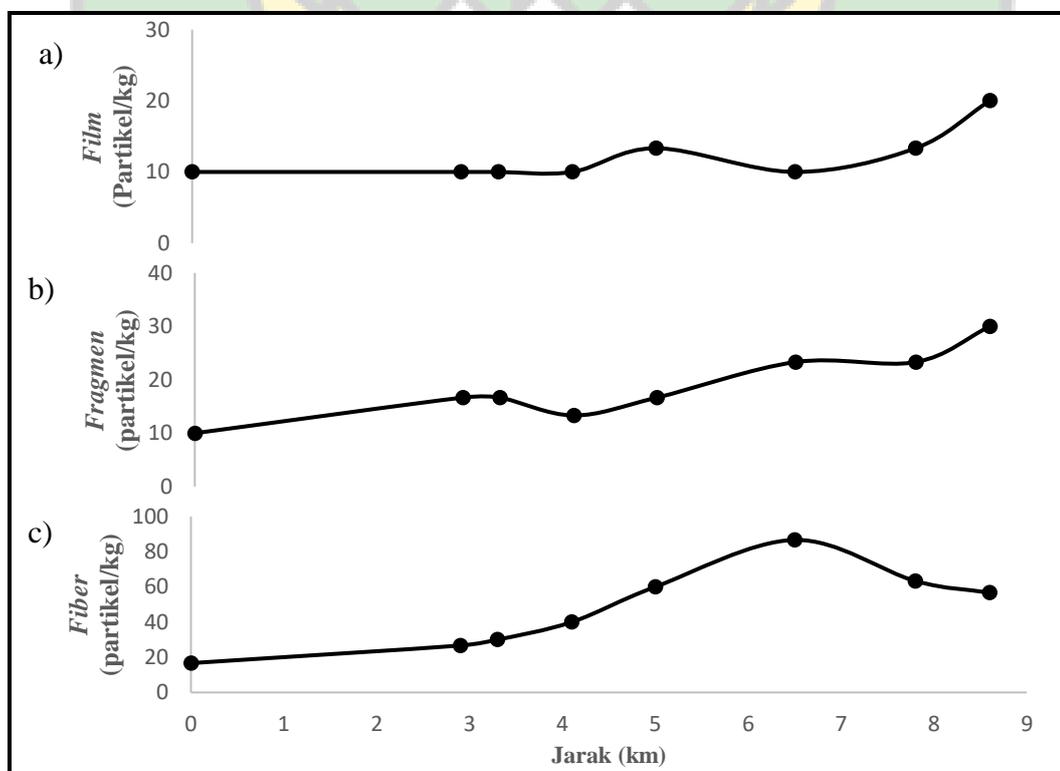
Berdasarkan hasil pengamatan mikroplastik dengan mikroskop binokuler diketahui adanya partikel mikroplastik yang terkandung dalam sampel sedimen Sungai Krueng Aceh yang ditunjukkan pada Gambar 4.1. Rata-rata kelimpahan jenis mikroplastik di setiap titik *sampling* ditunjukkan pada Tabel 4.1., grafik distribusi jenis-jenis mikroplastik ditunjukkan pada Gambar 4.2., grafik distribusi kelimpahan mikroplastik di setiap titik *sampling* ditunjukkan pada Gambar 4.3., grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tengah ditunjukkan pada Gambar 4.4., grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tepi kiri ditunjukkan pada Gambar 4.5., grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tepi kanan ditunjukkan pada Gambar 4.6., dan grafik distribusi kelimpahan mikroplastik di sedimen Sungai Krueng Aceh yang dapat dilihat pada Gambar 4.7.

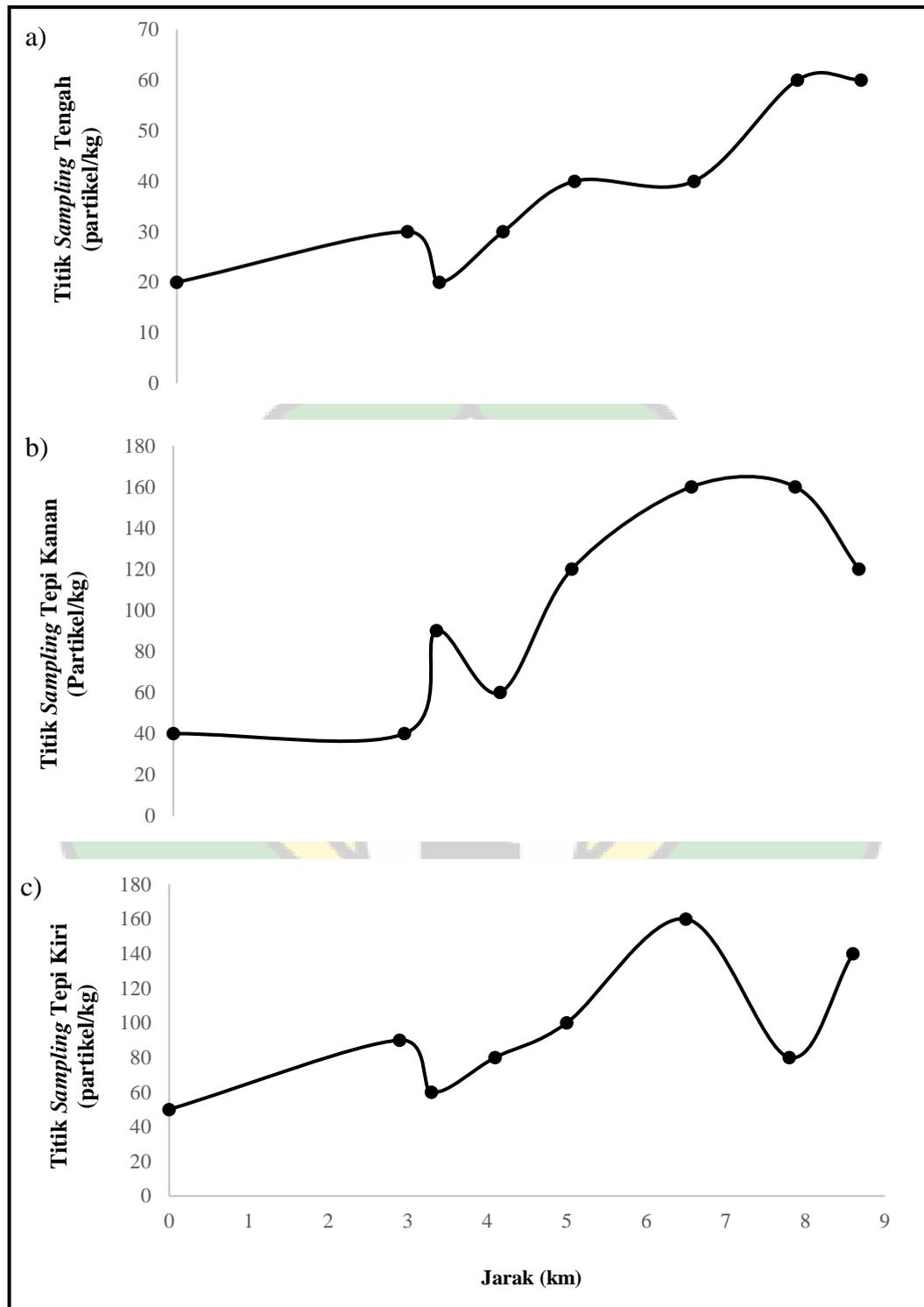


**Gambar 4.1** Bentuk-bentuk mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh, dengan pembesaran 10 kali, (a) jenis *Film*, (b) jenis *Fragmen* dan (c) jenis *Fiber*.

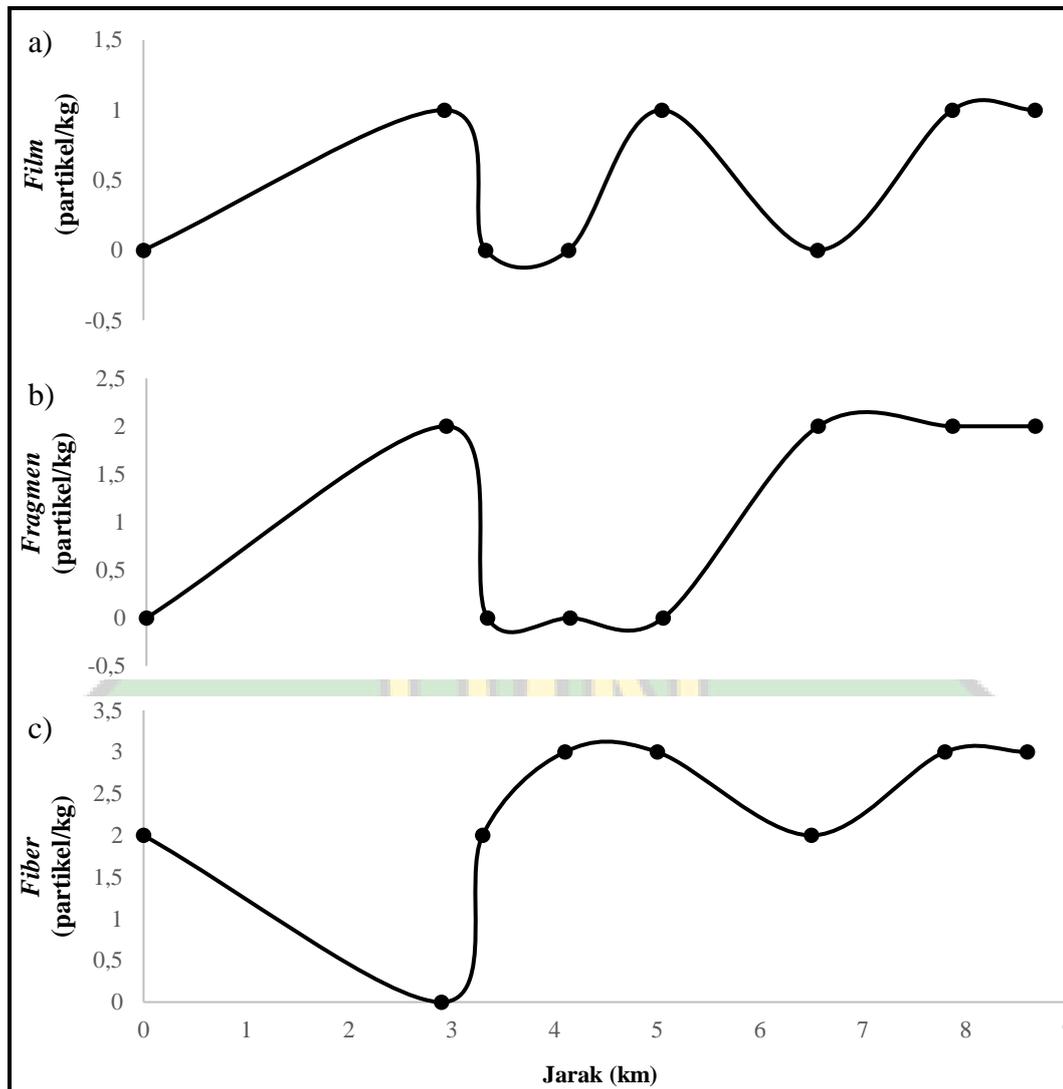
**Tabel 4.1** Rata-rata kelimpahan mikroplastik pada setiap titik *sampling*

No.	Kode <i>Sampling</i>	Koordinat	Berat Kering Sedimen		Rata-rata Jenis Kelimpahan Partikel/kg			Kelimpahan/ Jumlah Jenis
			(gr)	(kg)	<i>Film</i>	<i>Fragmen</i>	<i>Fiber</i>	
1	T1	5°32'05.7"N, 95°20'39.6"E	100	0,1	10	10	16,67	366,67
2	T2	5°33'13.1"N, 95°19'49.8"E	100	0,1	10	16,67	26,67	533,33
3	T3	5°33'09.7"N, 95°19'39.3"E	100	0,1	10	16,67	30	566,67
4	T4	5°33'15.3"N, 95°19'14.0"E	100	0,1	10	13,33	40	633,33
5	T5	5°33'38.2"N, 95°19'05.5"E	100	0,1	13,33	16,67	60	900
6	T6	5°34'16.9"N, 95°19'21.5"E	100	0,1	10	23,33	86,67	1200
7	T7	5°34'47.9"N, 95°19'00.8"E	100	0,1	13,33	23,33	63,33	1000
8	T8	5°34'59.9"N, 95°18'51.9"E	100	0,1	20	30	56,67	1066,67
Jumlah					12,1	18,7	47,5	783,33

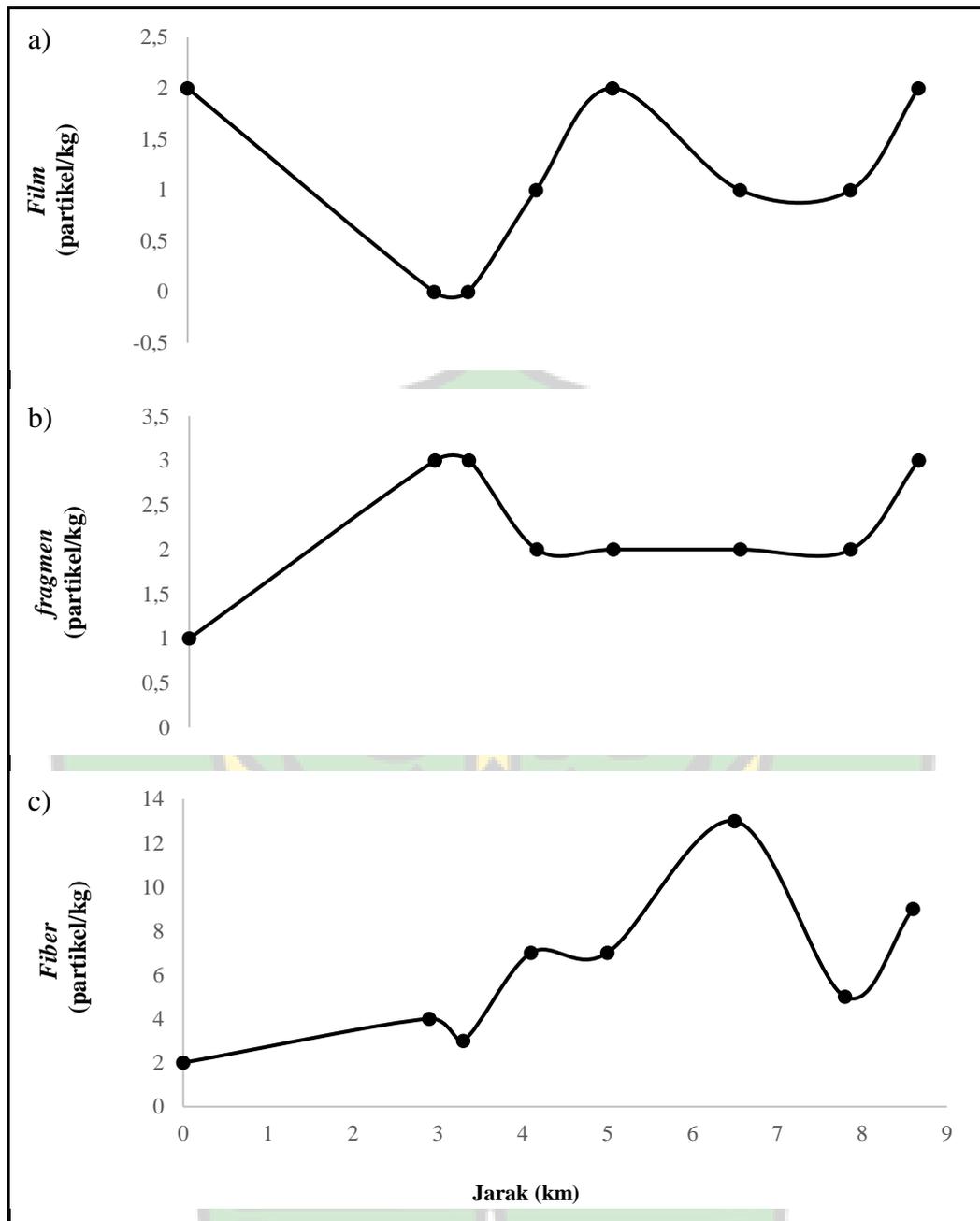
**Gambar 4.2** Grafik distribusi jenis kelimpahan mikroplastik (a) *film*, (b) *fragmen*, dan (c) *fiber*, (0 km adalah tempat *sampling* pada titik 1).



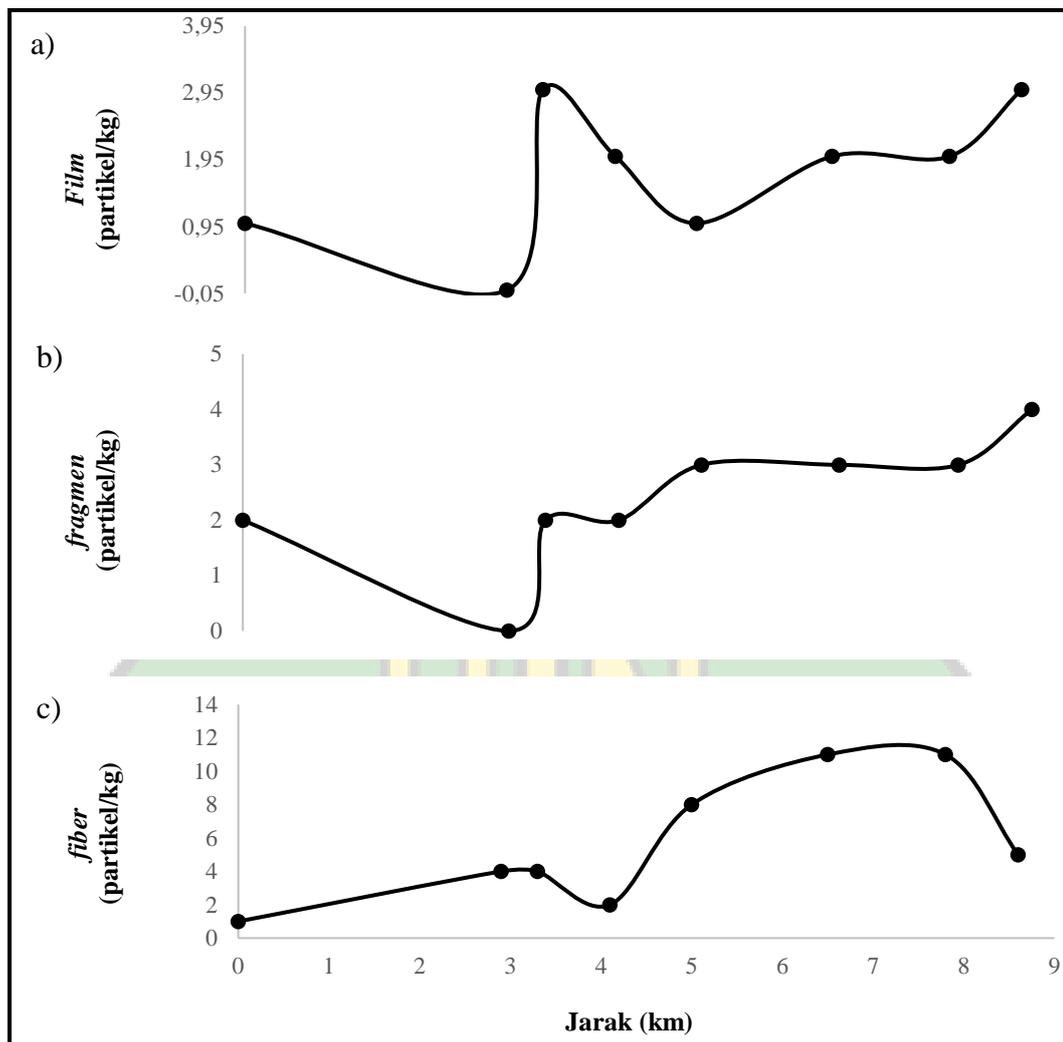
**Gambar 4.3** Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik setiap titik *sampling* (a) titik *sampling* tengah (b) titik *sampling* tepi kanan (c) titik *sampling* tepi kiri, (0 km adalah tempat *sampling* pada titik 1).



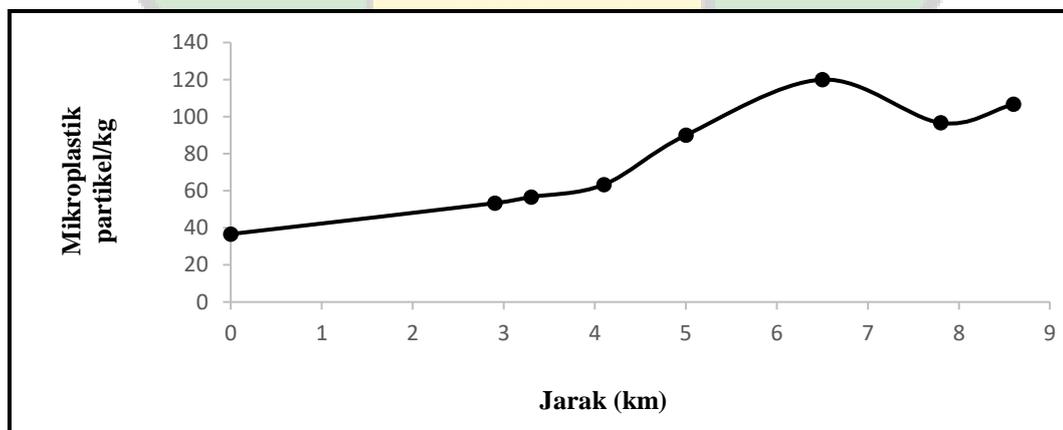
**Gambar 4.4** Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tengah (a) jenis *film* (b) jenis *fragmen* dan (c) jenis *fiber*, (0 km adalah tempat *sampling* pada titik 1).



**Gambar 4.5** Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tepi kiri (a) *film* (b) *fragmen* dan (c) *fiber*, (0 km adalah tempat *sampling* pada titik 1).



**Gambar 4.6** Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tepi kanan (a) *film* (b) *fragmen* (c) *fiber*.



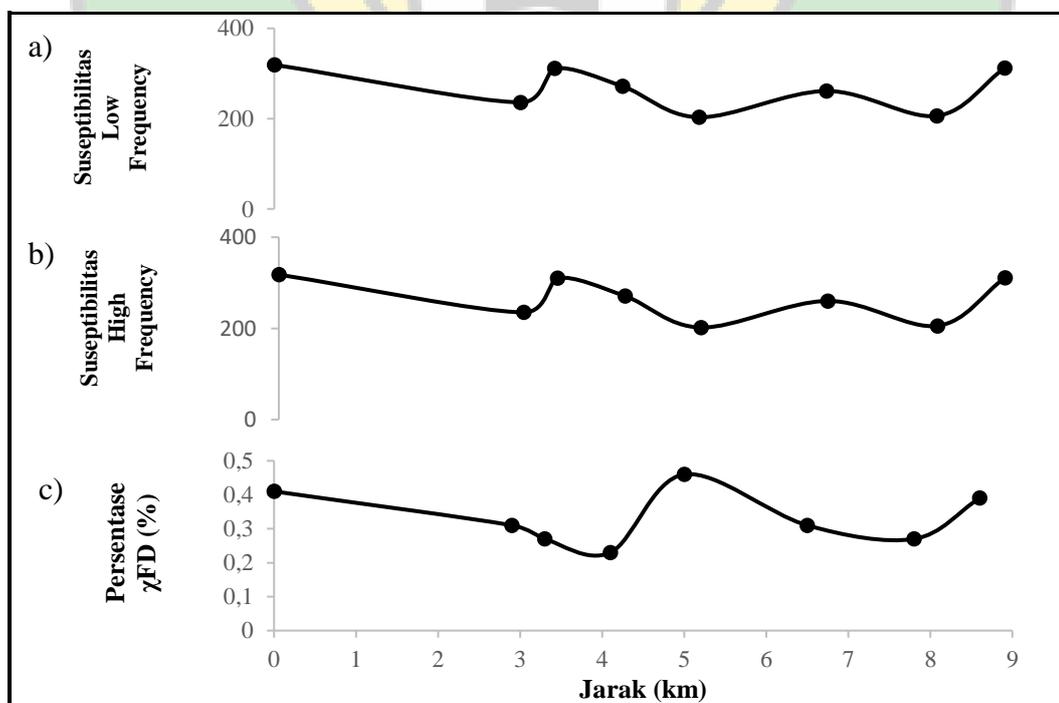
**Gambar 4.7** Grafik distribusi kelimpahan mikroplastik di sedimen Sungai Krueng Aceh, (0 km adalah tempat *sampling* pada titik 1).

#### 4.1.2 Hasil analisis magnetik

Hasil analisis suseptibilitas magnetik pada sampel sedimen Sungai Krueng Aceh. Nilai suseptibilitas magnetik ditunjukkan pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2** Rata-rata nilai suseptibilitas magnetik

Kode Titik <i>Sampling</i>	Suseptibilitas Magnetik		
	$\chi_{LF}(\times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{Kg}^{-1})$	$\chi_{HF}(\times 10^{-6} \text{ m}^3 \cdot \text{Kg}^{-1})$	$\chi_{FD}(\%)$
T1	319,2	317,9	0,41
T2	236	235,2	0,31
T3	311,3	310,5	0,27
T4	271,7	271,1	0,23
T5	203,1	202,1	0,46
T6	261,2	260,3	0,31
T7	206,2	205,7	0,27
T8	312,3	311,1	0,39



**Gambar 4.8** Grafik distribusi nilai suseptibilitas magnetik

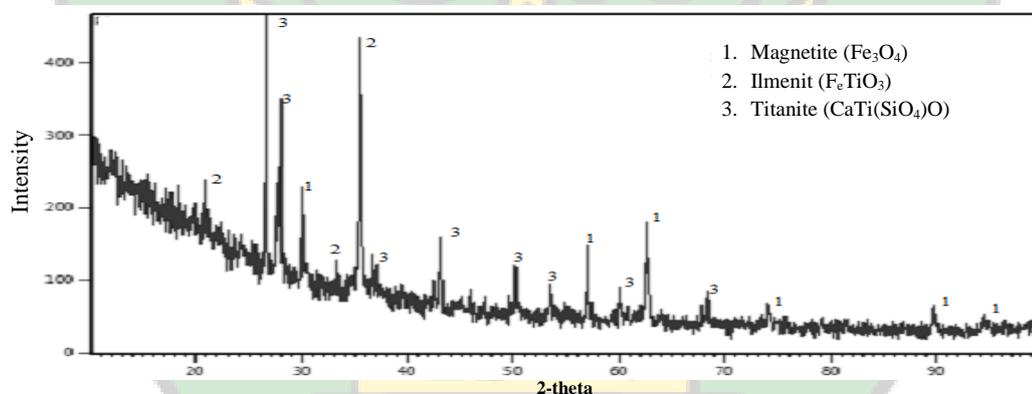
### 4.1.3 Hasil analisis mineralogi

Berdasarkan hasil pengukuran *X-Ray diffraction* diperoleh kandungan mineral yang terdapat dalam sampel sedimen Sungai Krueng Aceh yang ditunjukkan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Hasil pengukuran *X-Ray diffraction* pada titik *sampling* 2 Sungai Krueng Aceh.

Mineral	Formula
Magnetite	$\text{Fe}_3\text{O}_4$
Ilmenit	$\text{FeTiO}_3$
Titanite	$\text{CaTi}(\text{SiO}_4)\text{O}$

Spektrum difraktogram pada sampel yang dianalisis dengan *X-Ray diffraction* ditunjukkan pada Gambar 4.9. Spektrum difraktogram mengindikasikan mineral-mineral yang terdapat di dalam sampel yang dianalisis.



**Gambar 4.9** Kurva difraktogram hasil pengukuran XRD.

### 4.1.4 Hasil analisis XRF

Hasil analisis XRF diketahui komposisi kimia yang terkandung dalam sampel sedimen dasar Sungai Krueng Aceh. Pada penelitian ini hasil analisis XRF digunakan data sekunder dari penelitian Hakim (2020). Data analisis XRF tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.4. Data analisis XRF yang digunakan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara mikroplastik dengan logam berat.

**Tabel 4.4** Komposisi unsur pada sedimen Sungai Krueng Aceh.

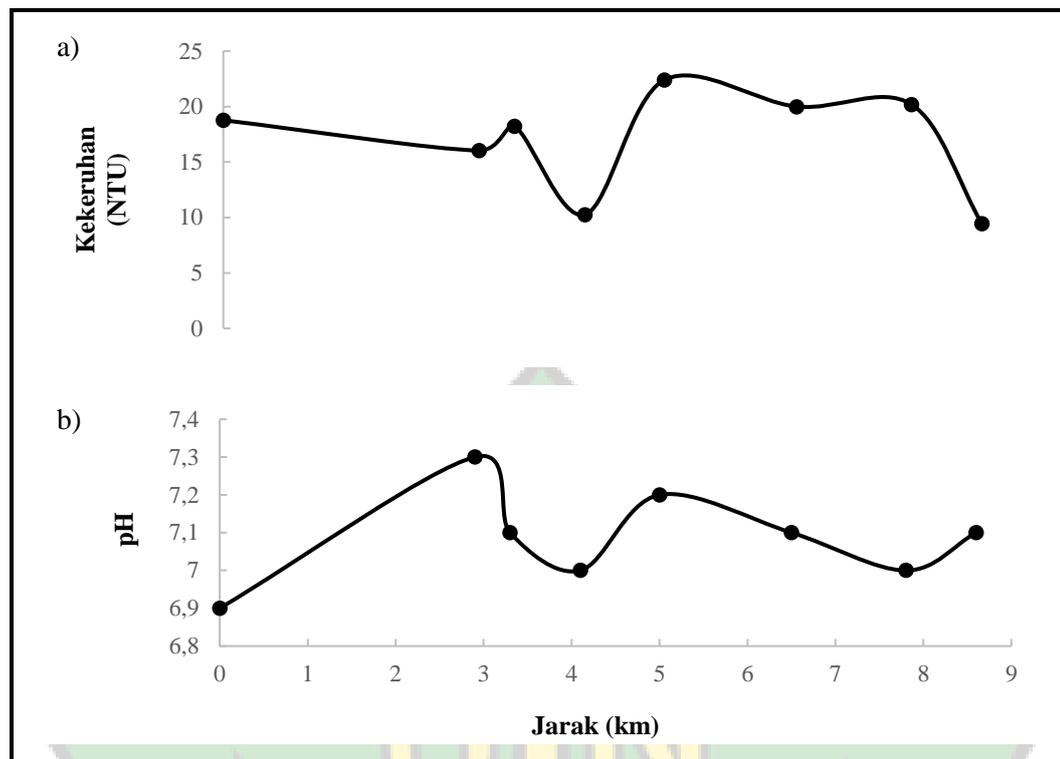
Kode Titik <i>Sampling</i>	Koordinat	Komposisi kimia dalam sampel (mg/kg)					
		Cr	Ti	Mn	Fe	Zn	Ni
T2	5°33'13.1"N, 95°19'49.8"E	2,260	17,300	2,690	163,000	246	381
T4	5°33'15.3"N, 95°19'14.0"E	940	12,700	2,120	153,000	345	000
T5	55°33'38.2"N, 95°19'05.5"E	1,110	12,400	2,510	161,000	338	578
T8	5°34'59.9"N, 95°18'51.9"E	521	11,900	2,720	167,000	447	593

#### 4.1.5 Hasil analisis kekeruhan dan pH

Berdasarkan hasil pengukuran *Turbidity Meter* untuk kekeruhan dan pH meter untuk mengetahui derajat keasaman (pH) yang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil analisis kekeruhan (NTU) dan pH

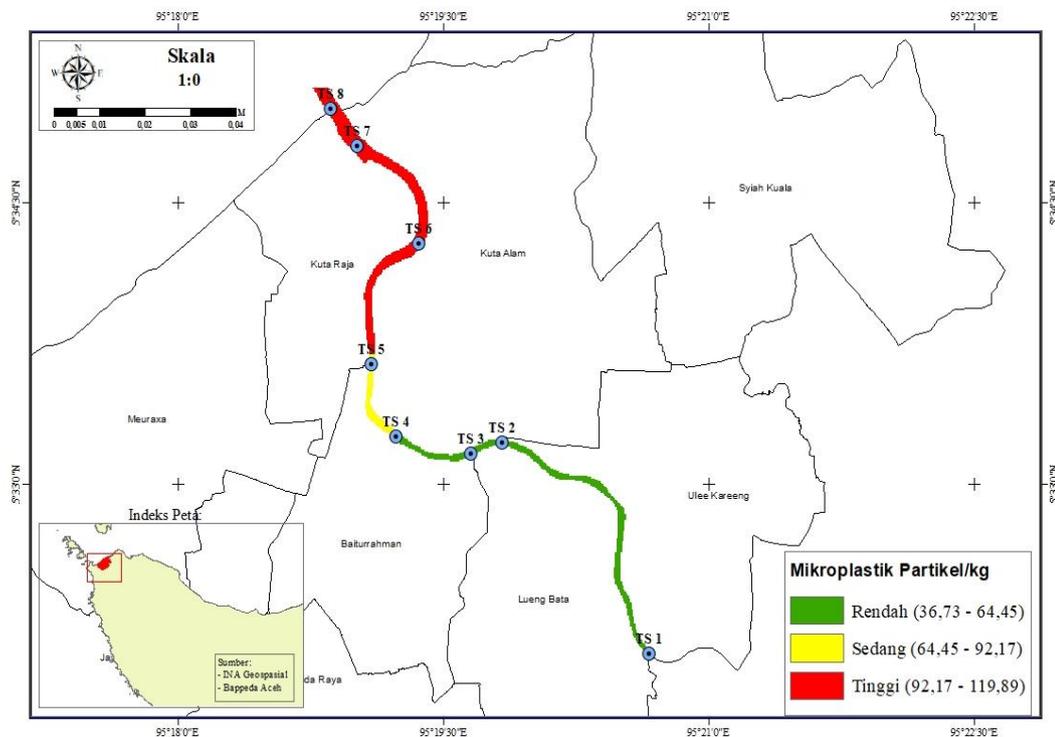
Kode Titik <i>Sampling</i>	Titik Koordinat	Parameter	
		Kekeruhan (NTU)	pH
T1	5°32'05.7"N, 95°20'39.6"E	18.77	6.9
T2	5°33'13.1"N, 95°19'49.8"E	16.04	7.3
T3	5°33'09.7"N, 95°19'39.3"E	18.24	7.1
T4	5°33'15.3"N, 95°19'14.0"E	10.26	7
T5	5°33'38.2"N, 95°19'05.5"E	22.4	7.2
T6	5°34'16.9"N, 95°19'21.5"E	20	7.1
T7	5°34'47.9"N, 95°19'00.8"E	20.2	7
T8	5°34'59.9"N, 95°18'51.9"E	9.45	7.1



**Gambar 4.10** Grafik distribusi (a) kekeruhan (NTU) (b) pH, (0 km adalah tempat *sampling* pada titik 1).

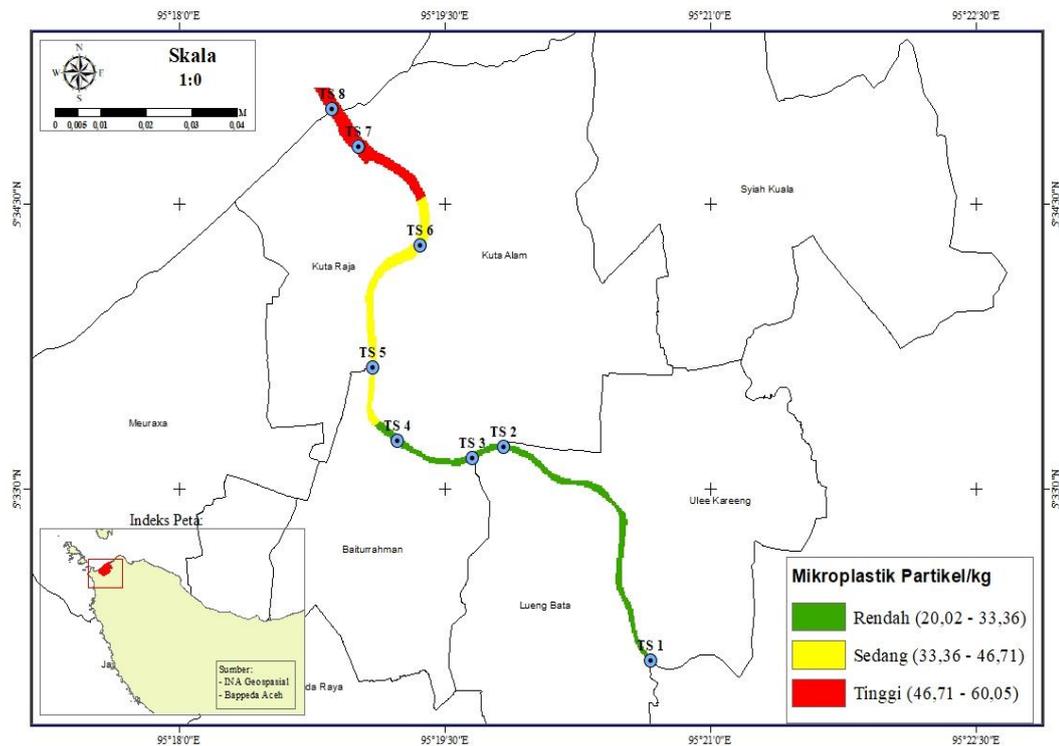
#### 4.1.6 Hasil analisis interpolasi

Berdasarkan hasil interpolasi dengan menggunakan metode *Kriging* untuk mengetahui peta sebaran, *software* yang digunakan adalah ArcGis, adapun data yang diinput yaitu koordinat titik *sampling*, dan data yang terkait seperti data kelimpahan mikroplastik, kelimpahan nilai suseptibilitas magnetik, nilai kekeruhan, dan nilai derajat keasaman (pH). Data dari kelimpahan mikroplastik ada beberapa data yaitu jumlah kelimpahan mikroplastik, kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tengah, titik *sampling* kiri, titik *sampling* kanan, jenis kelimpahan mikroplastik *film*, *fragmen*, dan *fiber*. Sedangkan data kelimpahan dari nilai suseptibilitas magnetik meliputi data *frequency* rendah ( $\chi$ LF) dan *frequency dependent* ( $\chi$ FD). Data-data tersebut akan disajikan dalam bentuk peta yang ditunjukkan pada gambar berikut:



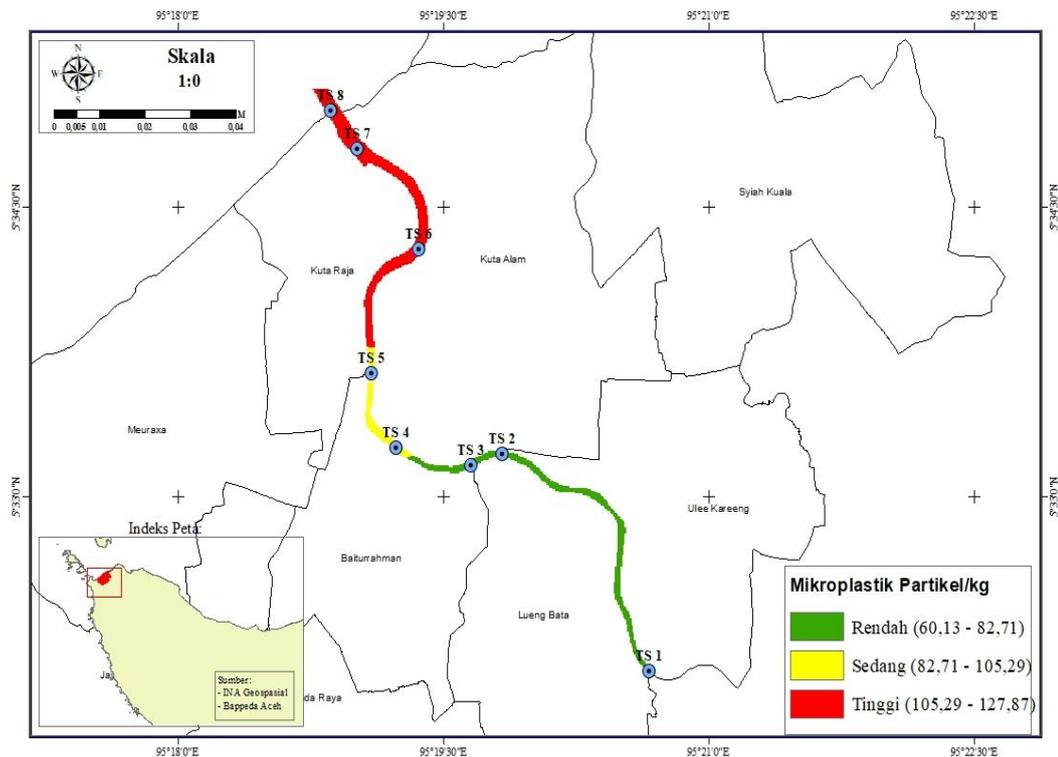
**Gambar 4.11** Peta distribusi kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Data sebaran dari kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar 4.11, kelimpahan mikroplastik di sedimen Sungai Krueng Aceh, dengan *range* 92,17 – 119,89 termasuk zona yang tercemar mikroplastik dengan konsentrasi tertinggi atau zona merah, *range* 64,45 – 92,17 merupakan daerah yang tercemar mikroplastik dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 36,73 – 64,45 merupakan daerah yang tercemar mikroplastik dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 6, 7, dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 5. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau yaitu titik *sampling* 1, 2, 3, dan 4.



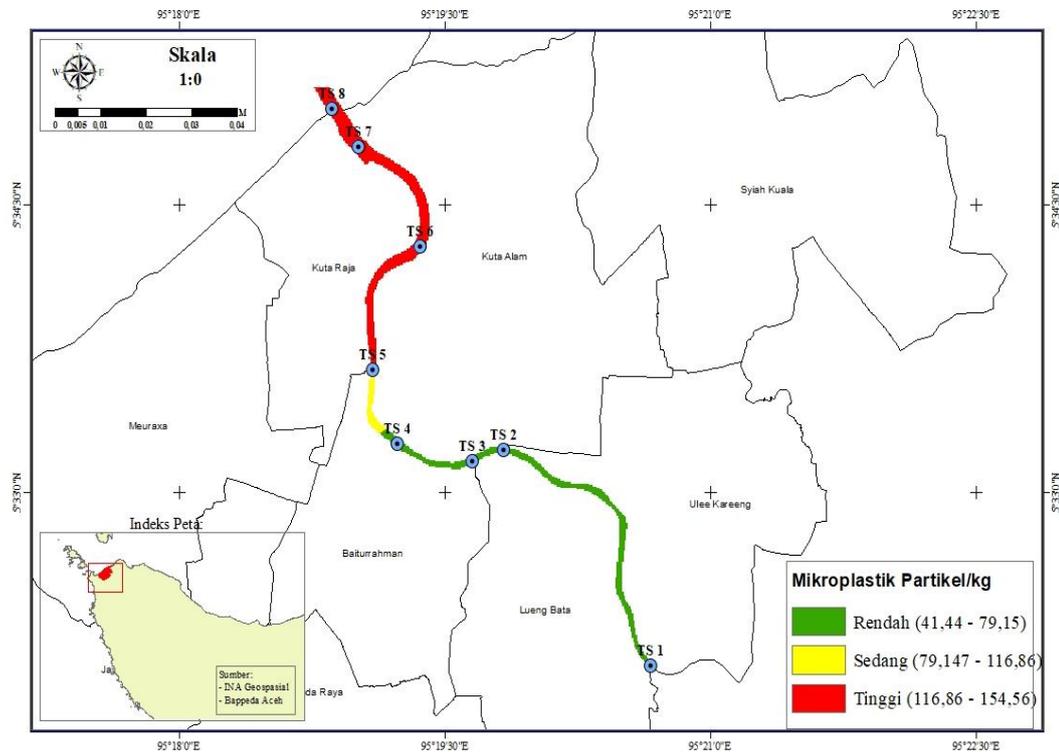
**Gambar 4.12** Peta distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tengah sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Jumlah kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tengah ditunjukkan pada Gambar 4.12, dengan *range* 46,71 – 60,05 yang termasuk daerah tercemar mikroplastik dengan konsentrasi tertinggi atau zona merah, *range* 33,36 – 46,71 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 20,02 – 33,36 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 7, dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 5, dan 6. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 1, 2, 3 dan 4.



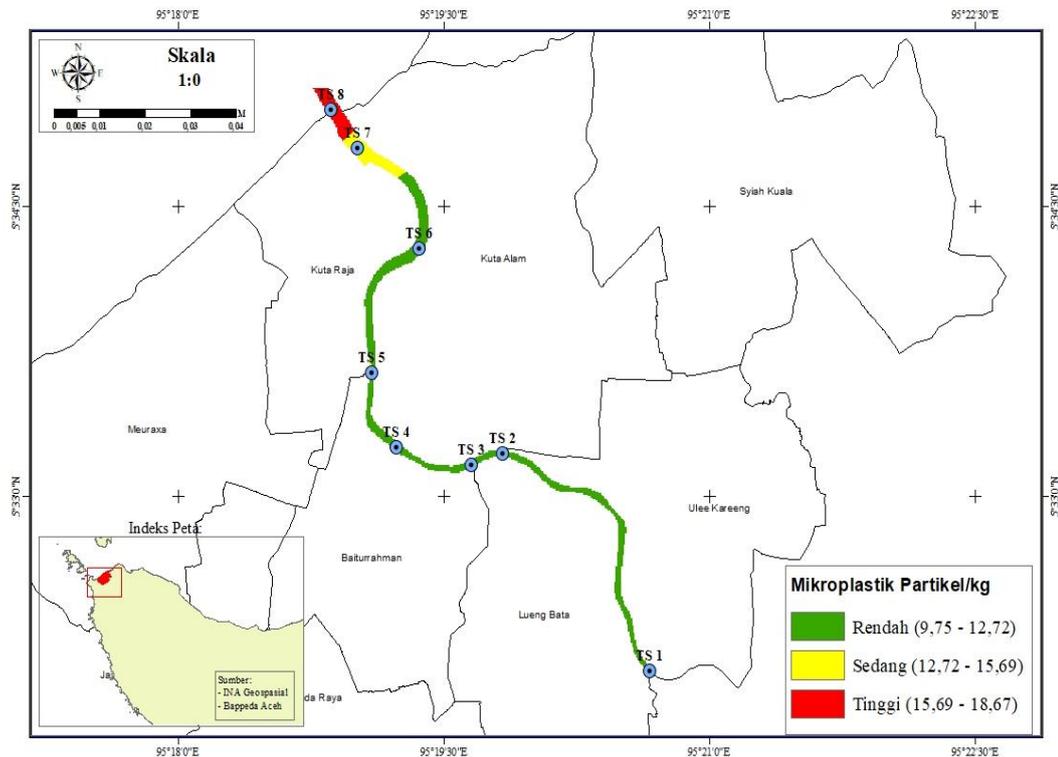
**Gambar 4.13** Peta distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tepi kiri sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Berdasarkan hasil interpolasi di titik *sampling* tepi kiri yang ditemukan partikel-partikel mikroplastik ditunjukkan pada Gambar 4.13, dengan *range* 105,29 – 127,87 yang termasuk daerah tercemar mikroplastik dengan konsentrasi tertinggi atau zona merah, *range* 82,71 – 105,29 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 60,13 – 82,71 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 6, 7, dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 4, dan 5. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 1, 2, dan 3.



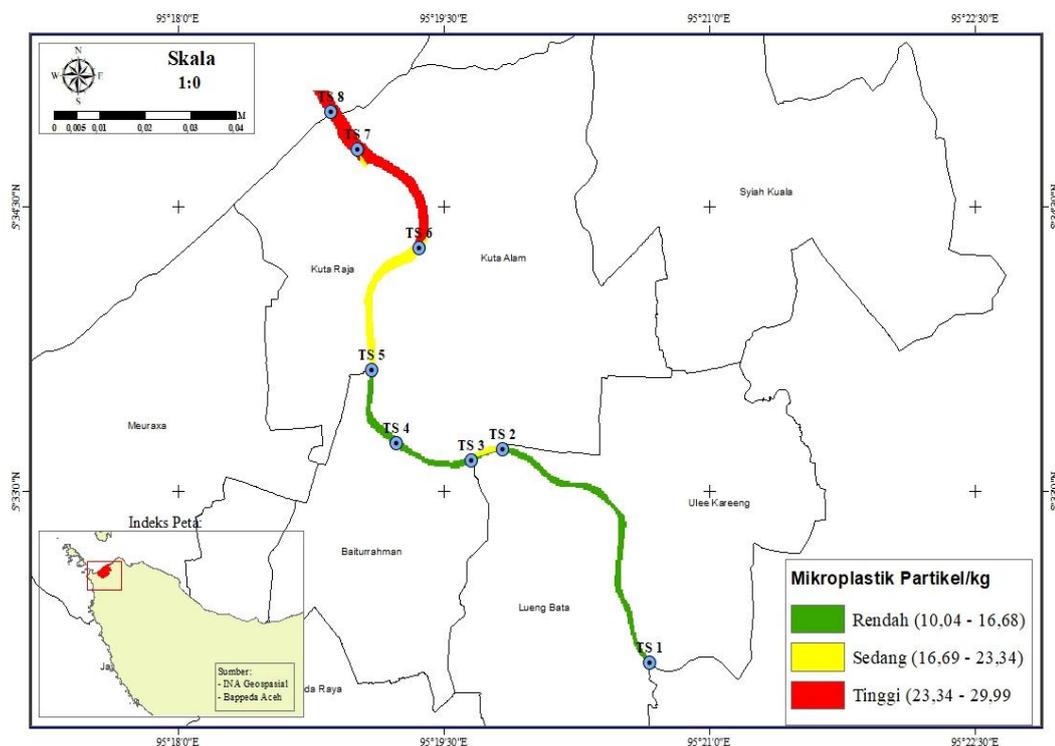
**Gambar 4.14** Peta distribusi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tepi kanan sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Jumlah kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* tepi kanan ditunjukkan pada Gambar 4.14, dengan *range* 116,86 – 154,56 yang termasuk daerah tercemar mikroplastik dengan konsentrasi tertinggi atau zona merah, *range* 79,147 – 116,86 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 41,44 – 79,15 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 6, 7, dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 5. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 1, 2, 3 dan 4.



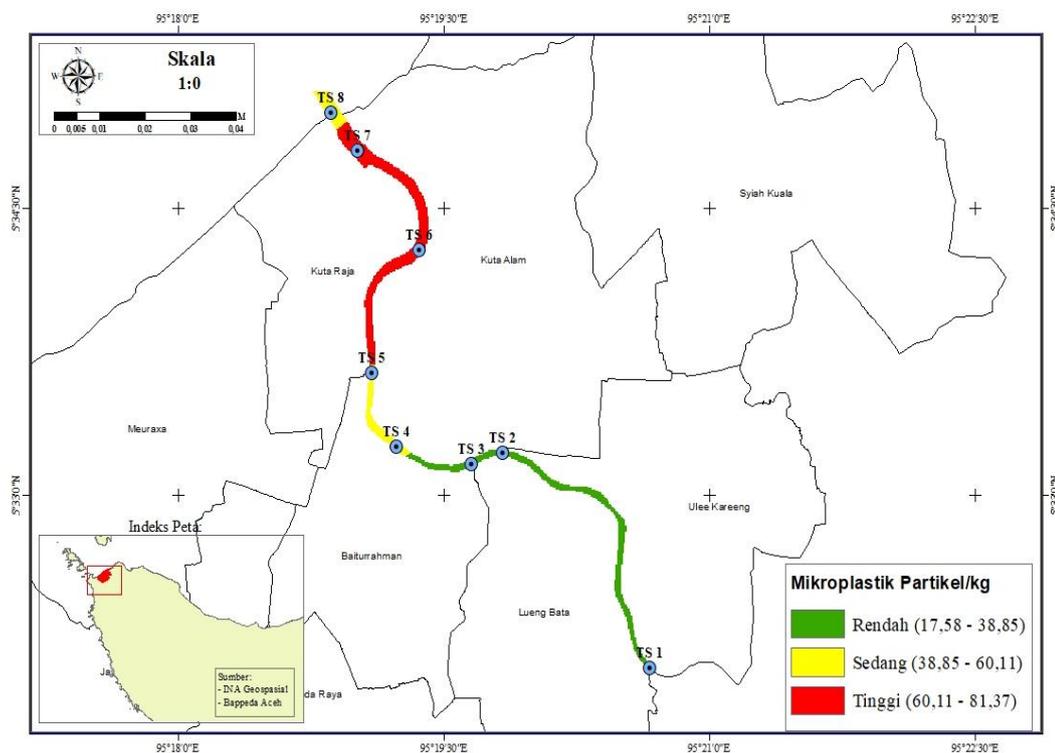
**Gambar 4.15** Peta distribusi kelimpahan mikroplastik jenis *film* pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Jumlah kelimpahan mikroplastik jenis *film* pada sedimen Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar 4.15, dengan *range* 15,69 – 18,67 yang termasuk daerah tercemar mikroplastik dengan konsentrasi tertinggi atau zona merah, *range* 12,72 – 15,69 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 9,75 – 12,72 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 7. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 1, 2, 3, 4, 5 dan 6.



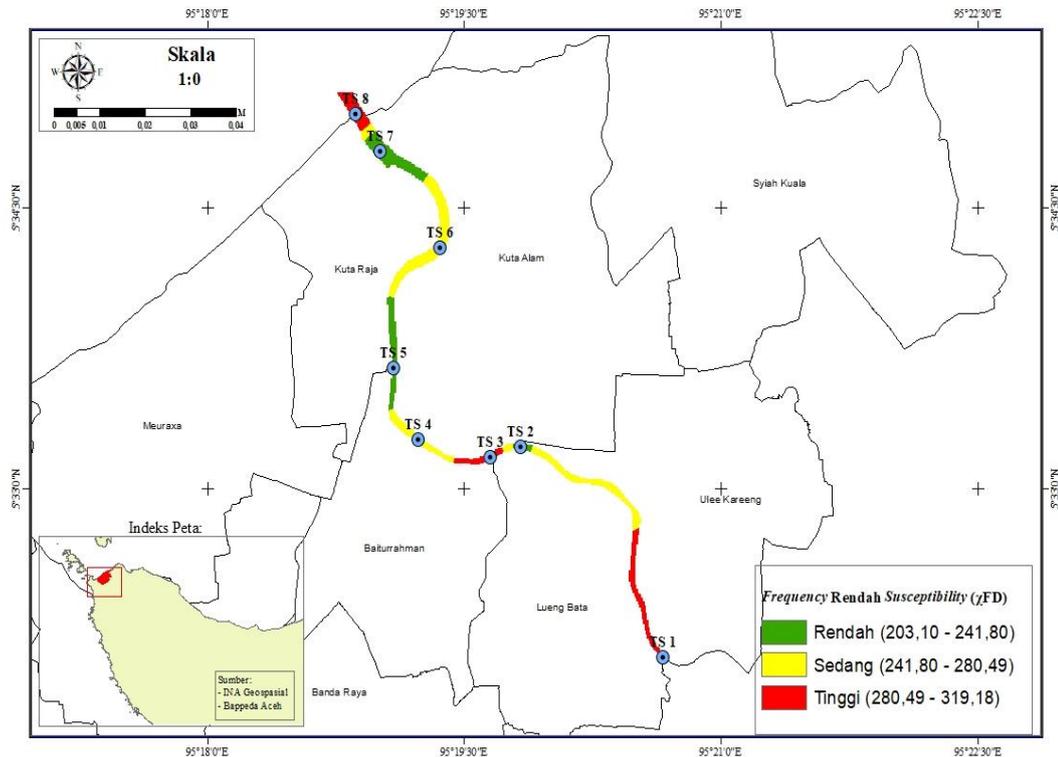
**Gambar 4.16** Peta distribusi kelimpahan mikroplastik jenis *fragmen* pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Jumlah kelimpahan mikroplastik jenis *fragmen* pada sedimen Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar 4.16, dengan *range* 23,34 – 29,99 yang termasuk daerah tercemar mikroplastik dengan konsentrasi tertinggi atau zona merah, *range* 16,69 – 23,34 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 10,04 – 16,68 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 7, dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 2 dan 6. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 1, 3, 4 dan 5.



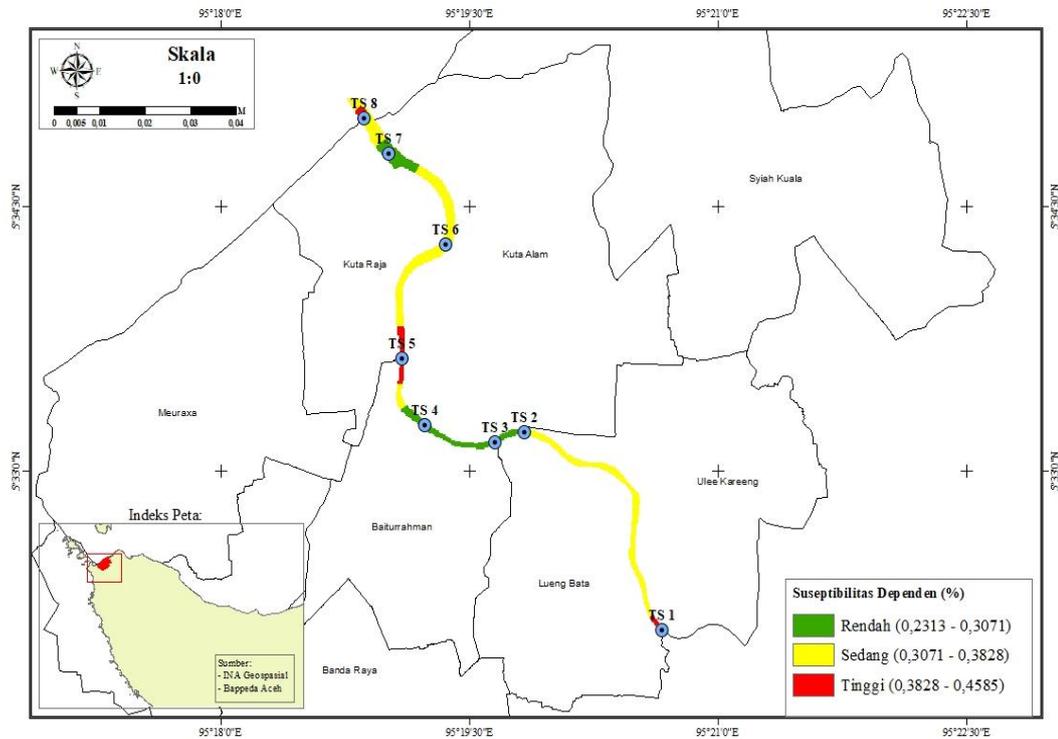
**Gambar 4.17** Peta distribusi kelimpahan mikroplastik jenis *fiber* pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Jumlah kelimpahan mikroplastik jenis *fiber* pada sedimen Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar 4.17, dengan *range* 60,11 – 81,37 yang termasuk daerah tercemar mikroplastik dengan konsentrasi tertinggi atau zona merah, *range* 38,85 – 60,11 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 17,58 – 38,85 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 5, 6, dan 7. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 4 dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 1, 2 dan 3.



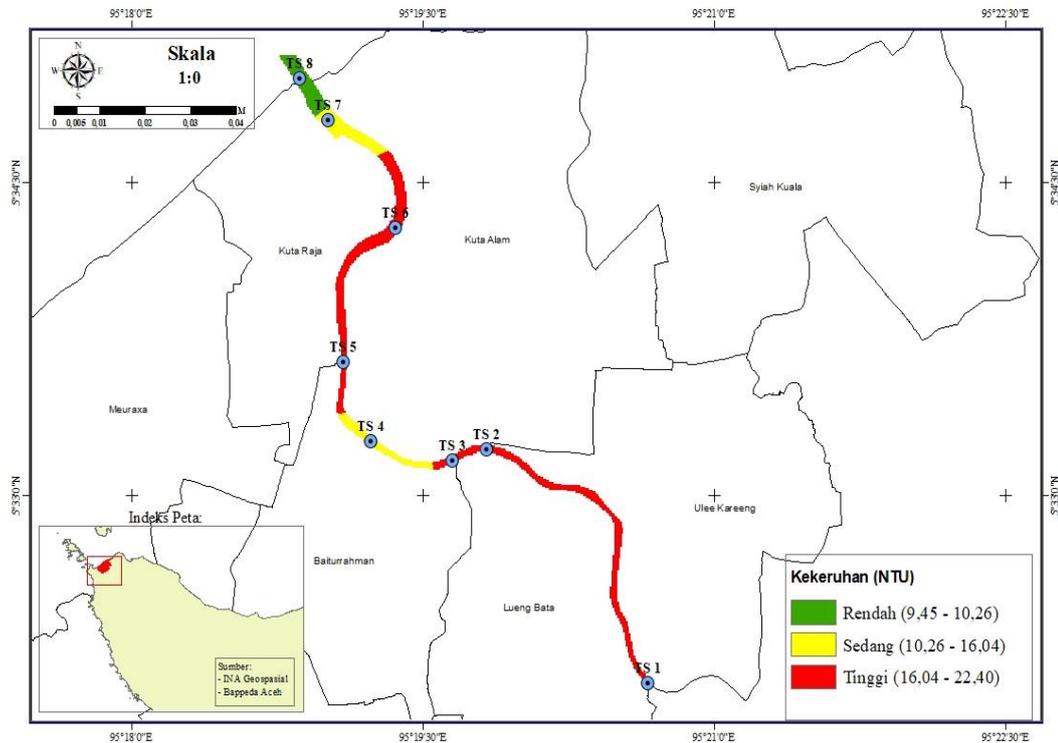
**Gambar 4.18** Peta distribusi nilai  $\chi_{LF}$  pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Nilai dari suseptibilitas dengan frekuensi rendah  $\chi_{LF}$  ditunjukkan pada Gambar 4.18, dengan *range* 280,49 – 319,18 yang termasuk daerah tertinggi dari nilai suseptibilitas magnetik atau zona merah, *range* 241,80 – 280,49 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 203,10 – 241,80 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 1, 3, dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 2, 4 dan 6. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 5 dan 7.



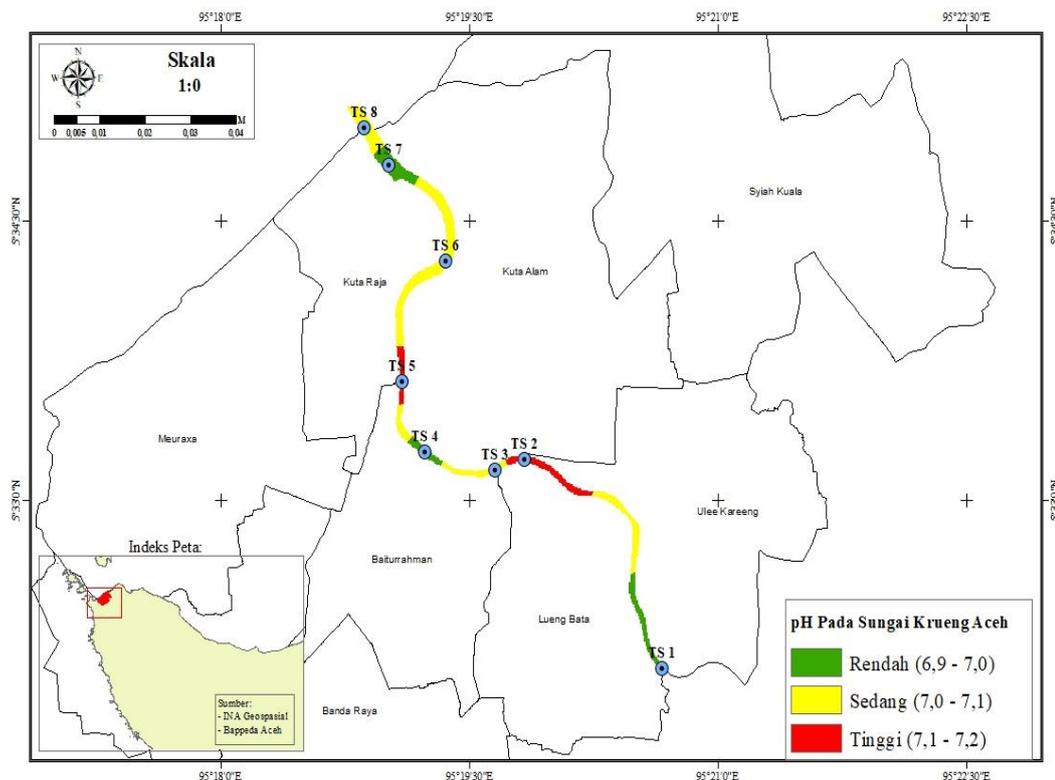
**Gambar 4.19** Peta distribusi nilai  $\chi_{FD}$  pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Nilai *frequency dependent* ( $\chi_{FD}$ ) ditunjukkan pada Gambar 4.19, dengan *range* 0,382 – 0,458 yang termasuk daerah tertinggi dari nilai suseptibilitas magnetik atau zona merah, *range* 0,307 – 0,382 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 0,231 – 0,307 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 1, 5, dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 6. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 2, 3, 4 dan 7.



**Gambar 4.20** Peta distribusi nilai kekeruhan pada Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Nilai kekeruhan pada Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar 4.20, dengan *range* 16,04 – 22,40 yang termasuk daerah tertinggi dari nilai kekeruhan atau zona merah, *range* 10,26 – 16,04 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 9,45 – 10,26 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 1, 2, 3, 5 dan 6. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 4 dan 7. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 8.



**Gambar 4.21** Peta distribusi nilai pH pada Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh.

Nilai derajat keasaman (pH) pada Sungai Krueng Aceh ditunjukkan pada Gambar 4.21, dengan *range* 7,1 – 7,2 yang termasuk daerah tertinggi dari nilai kekeruhan atau zona merah, *range* 7,0 – 7,1 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi sedang atau zona kuning dan *range* 6,9 – 7,0 merupakan daerah tercemar dengan konsentrasi terendah atau zona hijau. Adapun lokasi *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 2 dan 5. Lokasi *sampling* yang termasuk zona kuning yaitu titik *sampling* 3, 6 dan 8. Lokasi *sampling* yang termasuk zona hijau adalah titik *sampling* 1, 4, dan 7.

#### 4.1.7 Hasil analisis statistik

Berdasarkan hasil analisis statistik untuk mengetahui tingkat korelasi antara parameter mikroplastik dengan suseptibilitas magnetik dan dengan kekeruhan dan pH yang ditunjukkan pada Tabel 4.6, serta korelasi antara mikroplastik dengan logam berat ditunjukkan pada Tabel 4.7.

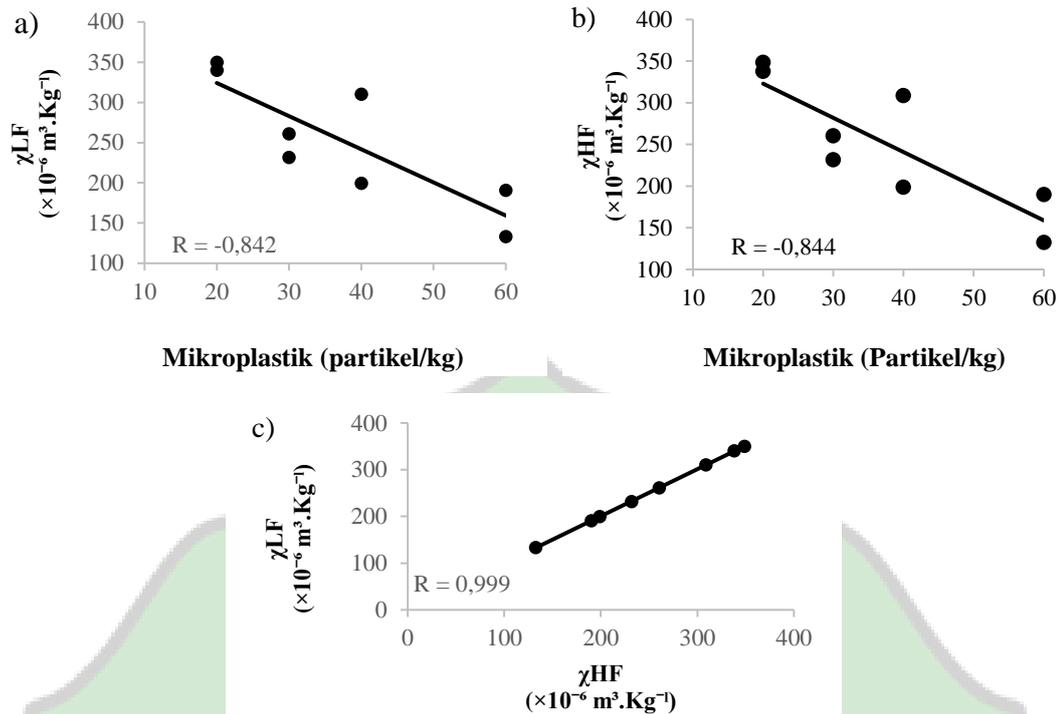
**Tabel 4.6** Korelasi Pearson antara parameter mikroplastik dengan suseptibilitas magnetik, kekeruhan, dan pH. Nilai R ditandai dengan korelasi yang kuat (0,716).

Komponen	$\chi_{LF}$	$\chi_{HF}$	$\chi_{FD}$	Kekeruhan	pH
Mikroplastik	<b>-0,842</b>	<b>-0,844</b>	0,094	-0,137	0,054
$\chi_{LF}$		<b>0,999</b>	0,249	0,148	-0,105
$\chi_{HF}$			0,244	0,144	-0,103
$\chi_{FD}$				0,623	-0,303
Kekeruhan					0,082

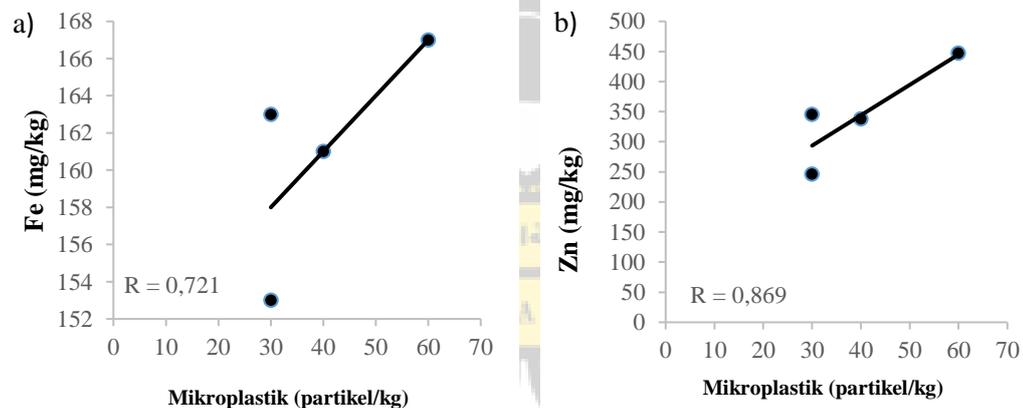
**Tabel 4.7** Korelasi Pearson antara parameter mikroplastik dengan logam berat.

Komponen	Cr	Ti	Mn	Fe	Zn	Ni
Mikroplastik	0,051	-0,583	0,537	<b>0,721</b>	<b>0,869</b>	0,687
Cr		-0,494	-0,683	-0,547	0,486	-0,619
Ti			0,318	0,099	<b>-0,861</b>	-0,233
Mn				<b>0,972</b>	0,053	<b>0,844</b>
Fe					0,285	<b>0,885</b>
Zn						0,297

Berdasarkan Tabel 4.6, diketahui korelasi parameter mikroplastik dengan parameter suseptibilitas magnetik dan korelasi antara parameter magnetik frekuensi rendah ( $\chi_{LF}$ ) dengan frekuensi tinggi ( $\chi_{HF}$ ). Adapun gambar korelasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.23. Berdasarkan Tabel 4.7 diketahui korelasi parameter mikroplastik dengan logam berat data sekunder dari penelitian Hakim (2020). Adapun gambar korelasi tersebut ditunjukkan pada Gambar 4.24.



**Gambar 4.22** Korelasi antara mikroplastik dengan nilai suseptibilitas magnetik; (a) berkorelasi  $\chi_{LF}$  dengan mikroplastik, (b) berkorelasi antara  $\chi_{HF}$  dengan mikroplastik, (c) korelasi antara  $\chi_{LF}$  dengan  $\chi_{HF}$



**Gambar 4.23** Korelasi antara mikroplastik dengan logam berat; (a) Fe, (b) Zn

## 4.2 Pembahasan

### 4.2.1 Kelimpahan mikroplastik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh

Gambar 4.1 menunjukkan hasil pengamatan mikroplastik dengan mikroskop binokuler pada pembesaran  $10 \times$ . Hasil analisis mikroplastik yang ditemukan pada sampel sedimen Sungai Krueng Aceh yaitu jenis *film*, *fragmen* dan jenis *fiber*.

Berdasarkan pengamatan dengan mikroskop binokuler tersebut, jenis-jenis mikroplastik yang paling mendominasi pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh yaitu *fiber* dengan partikel mikroplastik sebanyak 114 partikel/kg sedimen kering. Menurut Addauwiyah (2021), *fiber* berasal dari tali plastik dan dari aktivitas nelayan seperti memancing di sekitar lokasi *sampling* yang memungkinkan benang pancing atau jaring. Jenis *fragmen* yang ditemukan di Sungai Krueng Aceh sebanyak 45 partikel/kg sedimen kering. *Fragmen* berasal dari botol-botol plastik dan potongan pipa paralon (Ayuningtyas dkk., 2019). Sumber mikroplastik jenis *fragmen* diduga berasal dari sampah plastik yang dihasilkan oleh warga setempat (Azizah dkk., 2020). Sedangkan jenis *film* yang ditemukan di Sungai Krueng Aceh sebanyak 29 partikel/kg sedimen kering. Jenis *film* diduga berasal dari kantong-kantong plastik dan kemasan makanan lainnya yang cenderung transparan (Dewi dkk., 2015 dan Mauludy dkk., 2019).

Berdasarkan Tabel 4.1 rata-rata kelimpahan jenis mikroplastik yang paling banyak ditemukan di Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh yaitu *fiber* 47,5 partikel/kg sedimen kering, *fragmen* 18,7 partikel/kg sedimen kering, *film* 12,1 partikel/kg sedimen kering yang berasal dari mikroplastik sekunder. Mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang berasal dari hasil fragmentasi plastik yang lebih besar (Addauwiyah, 2021). Sedangkan mikroplastik primer seperti *granula* dan *pellet* tidak ditemukan di sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh. Hal ini kemungkinan mikroplastik jenis primer sulit diidentifikasi dan karakterisasi dari ukurannya gampang dibawa oleh perairan, karena ukuran yang di desain sangat kecil. Mikroplastik primer merupakan bahan baku pembuatan plastik yang dibuat langsung oleh pabrik (Dewi dkk., 2015). Menurut Hidalgo dkk. (2012), sumber sekunder merupakan sumber paling utama yang menyebabkan keberadaan mikroplastik.

Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh dilakukan 3 kali *sampling* pada setiap titik *sampling*. Kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada titik *sampling* pertama (Lueng Bata) berkisar antara 10 partikel/kg – 20 partikel/kg. Pada titik *sampling* kedua (Beurawe) kelimpahan mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 10 partikel/kg

– 40 partikel/kg. Pada titik *sampling* ketiga (Ateuk Pahlawan) kelimpahan mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 20 partikel/kg – 40 partikel/kg. Pada titik *sampling* keempat (Kuta Alam) kelimpahan mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 10 partikel/kg – 70 partikel/kg. Pada titik *sampling* kelima (Peunayong) kelimpahan mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 10 partikel/kg – 180 partikel/kg. Pada titik *sampling* keenam (Gampong Jawa) kelimpahan mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 10 partikel/kg – 130 partikel/kg. Pada titik *sampling* ketujuh (Gampong Jawa) kelimpahan mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 10 partikel/kg – 110 partikel/kg. Pada titik *sampling* kedelapan (Gampong Jawa) kelimpahan mikroplastik yang ditemukan berkisar antara 10 partikel/kg – 90 partikel/kg.

Berdasarkan Gambar 4.7, jumlah kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh dari titik *sampling* pertama sampai ke muara konsentrasinya semakin menanjak. Berdasarkan penelitian sebelumnya ada banyak faktor yang mempengaruhi jumlah mikroplastik, termasuk populasi manusia, arus air, masuknya air limbah, perkapalan, perikanan atau industri terkait yang berdekatan dengan sungai yang sedang diteliti (Harpah dkk., 2020). Sesuai dengan kondisi lapangan dikarenakan adanya aktivitas perkapalan di lokasi *sampling* yang mempengaruhi jumlah mikroplastik, lokasi *sampling* pada titik *sampling* keenam yang berada di aktivitas perkapalan memiliki jumlah konsentrasi rata-rata kelimpahan mikroplastik yang paling tinggi ditemukan pada sedimen Sungai Krueng Aceh yaitu 120 partikel/kg. Lokasi *sampling* yang paling sedikit ditemukan mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh yaitu pada titik *sampling* pertama sebesar 36,67 partikel/kg. Hal tersebut diduga karena pada titik tersebut relatif jauh dengan pemukiman atau aktivitas manusia dan relatif jauh dengan muara daripada titik *sampling* yang lain.

Konsentrasi rata-rata kelimpahan mikroplastik yang ditemukan pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh yaitu 77,92 partikel/kg sedimen kering. Nilai kelimpahan mikroplastik yang didapatkan pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Alam dkk., (2019) di sedimen Sungai Ciwalengke dengan kelimpahan mikroplastik yang

ditemukan sebesar 3,03 partikel/kg. Penelitian lain di lokasi yang berbeda yang dilakukan oleh Harpah dkk. (2020) di sedimen Sungai Sei Sikambing dengan kelimpahan mikroplastik yang ditemukan sebesar 32,3 partikel/kg. Hal yang berbeda ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan Addauwiyah (2021), di sedimen Sungai Deli dengan kelimpahan yang didapatkan 234,75 partikel/kg, hasil yang didapatkan lebih tinggi dibandingkan penelitian ini.

Perbedaan nilai kelimpahan yang didapatkan pada masing-masing penelitian dapat disebabkan oleh karakteristik lokasi penelitian yang berbeda. Adanya pengaruh perbedaan jenis terhadap keberadaan mikroplastik diduga juga dapat mempengaruhi besaran kecil kelimpahan mikroplastik di sedimen, yaitu sedimen lunak memiliki potensi lebih tinggi dalam menyerap mikroplastik. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Almahdahlhiza (2019), kelimpahan mikroplastik yang didapatkan pada titik *sampling* bagian kanan dan bagian kiri cukup tinggi dibandingkan pada titik *sampling* tengah sungai dikarenakan pada bagian kanan sungai dan kiri Sungai Krueng Aceh memiliki sedimen yang lunak. Sedimen lunak lebih dapat merangkap mikroplastik dibandingkan dengan habitat yang berbatu dan kerikil (Almahdahlhizah, 2019).

Pembahasan tentang mikroplastik di Sungai Krueng Aceh diperlukan pengendalian pencemaran mikroplastik oleh pihak-pihak terkait yang memiliki kepentingan dan kewenangan, salah satunya pengendalian adalah masyarakat di sekitaran Sungai Krueng Aceh untuk mengurangi pemakaian plastik atau tidak membuang sampah plastik secara langsung ke badan air Sungai Krueng Aceh, sehingga kurangnya plastik pada perairan tersebut.

#### **4.2.2 Kelimpahan nilai suseptibilitas magnetik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh**

Perubahan nilai  $\chi_{LF}$  dari titik ke titik dapat ditunjukkan pada Gambar 4.8. Perubahan  $\chi_{LF}$  diduga disebabkan oleh kehadiran mineral magnetik di dalam sampel dengan konsentrasi yang berbeda tiap sampel. Perbedaan nilai  $\chi_{LF}$  berasal dari perbedaan jenis dan kelimpahan mineral magnetik dari masing-masing sampel (Sudarningsih dkk., 2018). Berdasarkan Tabel 4.2. Pengukuran dua *frequency* suseptibilitas magnetik diperoleh nilai  $\chi_{FD}$  (%) hampir sama tiap-tiap sampel. Nilai

$\chi_{FD}$  (%) menunjukkan kelimpahan superparamagnetik oksida besi didalam sampel, Semakin tinggi nilai  $\chi_{FD}$  (%) maka semakin banyak keberadaan bulir superparamagnetik pada sampel (Naldi dan Budiman, 2018). Nilai  $\chi_{FD}$  (%) dapat digunakan untuk mengetahui sumber mineral magnetik, pedogenik atau antropogenik. Pedogenik merupakan sumber mineral magnetik alami yang dimiliki sampel tersebut, sedangkan antropogenik merupakan sumber mineral magnetik yang berasal dari aktivitas dan kegiatan manusia (Prakoso dkk., 2016). Hasil pengukuran pada sampel sedimen Sungai Krueng Aceh menunjukkan nilai  $\chi_{FD}$  (%) yang diperoleh dengan rata-rata 0,34% atau kurang dari 2%, dapat diduga sumber magnetiknya adalah proses alami (pedogenik) (Tiwow dkk., 2018). Sumber-sumber pedogenik diduga berasal dari batuan induk vulkanik yang menjadi karakter geologis Sungai Krueng Aceh (Hakim, 2020).

Berdasarkan korelasi Pearson pada Tabel 4.6, terdapat tingkat korelasi yang sangat signifikan antara nilai suseptibilitas magnetik pada frekuensi rendah dan frekuensi tinggi. Artinya sampel sedimen Sungai Krueng Aceh hampir tidak mengandung mineral superparamagnetik (Tiwow dkk., 2018). Pada Tabel 4.7., juga menunjukkan korelasi antara suseptibilitas magnetik bergantung (%) dengan suseptibilitas magnetik rendah ( $\chi_{LF}$ ), dalam penelitian ini memperlihatkan korelasi yang cukup kecil yaitu 0,244. Artinya bahwa peningkatan nilai suseptibilitas magnetik disebabkan adanya bulir multi domain atau mengandung kurang dari 10% bulir superparamagnetik (Naldi dan Budiman, 2018). Dengan korelasi Pearson yang didapatkan dan dengan hasil penelitian dari nilai suseptibilitas magnetik  $\chi_{FD}$  (%), dapat diduga nilai suseptibilitas magnetik dari sampel sedimen Sungai Krueng Aceh berasal dari pelapukan batuan-batuan gunung api (Tiwow dkk., 2018).

Secara teoritis nilai  $\chi_{LF}$  yang ditemukan pada penelitian ini mengindikasikan kehadiran mineral magnetik. Berdasarkan analisa XRD pada Tabel 4.3, menunjukkan mineral magnetik yang ditemukan pada sampel sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh yaitu magnetite, ilmenit dan titanite. Ketiga mineral tersebut merupakan pembawa sifat magnetik di dalam sedimen. Menurut Sudarningsih dkk. (2018) pembawa sifat magnetik lebih ditentukan oleh magnetite.

Hal tersebut disebabkan magnetite dapat memberikan magnetisasi yang besar meskipun hadir dalam konsentrasi yang rendah.

#### **4.2.3 Konsentrasi kekeruhan dan derajat keasaman (pH) pada badan air Sungai Krueng Aceh**

Berdasarkan Tabel 4.6 hasil analisis pengukuran kekeruhan dan pH pada masing-masing titik *sampling*. Gambar 4.11 (a) menunjukkan konsentrasi kekeruhan tertinggi didapatkan pada titik lokasi *sampling* 5 yang berlokasi di Peunayong Kota Banda Aceh dengan konsentrasi kekeruhan 22,4 NTU. Tingginya nilai kekeruhan pada lokasi *sampling* Peunayong Kota Banda Aceh dapat disebabkan karena padatnya aktivitas seperti kegiatan pada pasar Peunayong, diketahui pasar tersebut belum memiliki sanitasi yang sesuai dengan kriteria sanitasi yang sesuai, limbah yang dihasilkan oleh kegiatan yang terjadi di pasar tersebut juga langsung mengalir ke Sungai Krueng Aceh.

Kekeruhan air dapat disebabkan oleh adanya zat organik, koloid, jasad renik, lumpur, dan benda yang mengapung lainnya yang tidak segera mengendap. Keruhnya suatu perairan dapat menyebabkan air sulit untuk didesinfeksi, karena mikroba terlindung oleh zat tersuspensi yang berada di air. Kekeruhan juga dapat berdampak terhadap terbatasnya cahaya matahari yang masuk ke perairan. Pengaruh terbatasnya cahaya matahari yang masuk ke perairan sangat besar terhadap metabolisme makhluk hidup didalamnya (Sihombing, 2016).

Standar baku mutu air untuk keperluan *higiene* sanitasi yaitu kekeruhan yang dianjurkan 25 *Nephelometric Turbidity Unit* (NTU). Air untuk keperluan *higiene* sanitasi merupakan air dengan kualitas tertentu yang digunakan untuk keperluan sehari-hari seperti mandi, keperluan untuk cuci bahan pangan, peralatan makan, dan pakaian (Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32, 2017). Hasil pengukuran kekeruhan pada air Sungai Krueng Aceh menunjukkan dibawah baku mutu yang ditetapkan, sehingga bisa dikatakan air Sungai Krueng Aceh bisa digunakan untuk keperluan *higiene* sanitasi.

Derajat keasaman (pH) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki suatu larutan. Derajat keasaman (pH) yang normal memiliki nilai 6,5 hingga 7,5. Nilai pH lebih kecil dari

6,5 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat asam, sedangkan nilai pH lebih besar dari 7,5 menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 (2001) menyatakan bahwa derajat keasaman (pH) yang dikategorikan baik untuk semua kelas yaitu pH 6-9. Nilai pH pada 8 titik *sampling* di Sungai Krueng Aceh yaitu relatif normal yakni berkisar antara pH 6,9 sampai dengan pH 7,3.

Derajat keasaman (pH) di kawasan Beurawe Kota Banda Aceh mempunyai nilai yang paling tinggi (7,3) dikarenakan terhubung dengan air anak sungai yang berasal dari daerah perumahan sehingga banyak sekali kandungan deterjen, sehingga membuat kadar pH-nya lebih tinggi atau masuk dalam ranah basa. Hal tersebut didukung oleh Anggeraeni dkk. (2020) yang menyatakan bahwa larutan deterjen akan menaikkan pH air, sehingga dapat mengganggu kehidupan organisme dalam air. Sedangkan, pada kawasan Lueng Bata Kota Banda Aceh mempunyai nilai yang paling rendah (6,9) dikarenakan pada kawasan sebelum titik *sampling* tersebut terdapat air anak sungai yang berasal dari pabrik tahu/tempe, sehingga nilai pH cenderung rendah atau masuk ke ranah asam. Limbah pabrik tahu/tempe yang masuk ke aliran sungai bersifat asam (Anggeraeni dkk., 2020). Namun kisaran pH pada Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh termasuk aman sehingga baik untuk kehidupan biota-biota di perairan (Almahdahlhizah, 2019).

#### **4.2.4 Hubungan mikroplastik dengan parameter logam berat, nilai suseptibilitas magnetik, kekeruhan dan derajat keasaman (pH)**

Berdasarkan korelasi Pearson pada Tabel 4.7 dan Gambar 4.24, nilai kelimpahan mikroplastik memiliki korelasi positif dengan nilai konsentrasi Fe, dan Zn. Dengan nilai korelasinya untuk Zn 0,869 dan untuk Fe 0,721. Hal ini mengindikasikan bahwa logam berat Fe dan Zn kemungkinan berasosiasi dengan mikroplastik. Adanya asosiasi antara mikroplastik dengan logam berat tersebut didukung dari hasil investigasi Brennecke dkk., (2016), yang menemukan 2 jenis polimer plastik pada mikroplastik yang terakumulasi dengan logam berat yaitu *polystirena* dan *polyvinyl chloride*. Logam berat yang ditemukan dalam mikroplastik adalah Cu dan Zn.

Berdasarkan hasil korelasi Pearson pada Tabel 4.6 dan Gambar 4.23 nilai kelimpahan mikroplastik dan nilai suseptibilitas magnetik saling berkorelasi negatif dengan nilai korelasinya  $-0,842$ . Korelasi tersebut menunjukkan mikroplastik berasosiasi dengan mineral magnetik yang memiliki nilai suseptibilitas yang rendah atau mikroplastik dapat bergabung dengan mineral magnetik yang magnetisasinya rendah. Untuk mengidentifikasi mineral magnetik yang berasosiasi dengan mikroplastik perlu dilakukan studi lebih lanjut. Studi-studi lanjut dapat berupa analisis bagaimana mekanisme asosiasi dan klasterisasi mikroplastik, kandungan logam berat dan sifat magnetik.

Berdasarkan korelasi Pearson pada Tabel 4.6, menunjukkan nilai kelimpahan mikroplastik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh dengan nilai kekeruhan pada badan air Sungai Krueng Aceh memiliki nilai korelasinya  $-0,137$ . Hal tersebut menunjukkan nilai kelimpahan mikroplastik dan nilai kekeruhan tidak saling berkorelasi. Pada dasarnya keberadaan mikroplastik pada perairan berpengaruh terhadap kekeruhan. Namun hasil korelasi pada penelitian ini menunjukkan rendahnya nilai korelasi antara mikroplastik dengan kekeruhan. Hal ini dapat disebabkan mikroplastik bukan satu-satunya penyebab dari tingginya kekeruhan pada sungai melainkan tingginya kekeruhan pada sungai juga dipengaruhi oleh sedimen, jasad renik ataupun partikel koloid.

Berdasarkan korelasi Pearson pada Tabel 4.6 menunjukkan nilai kelimpahan mikroplastik pada sedimen dasar Sungai Krueng Aceh dengan nilai derajat keasaman (pH) pada badan air Sungai Krueng Aceh memiliki nilai korelasinya  $0,054$ . Nilai tersebut menunjukkan kelimpahan mikroplastik dan nilai pH tidak saling berkorelasi. Dari hasil ini diketahui bahwa mikroplastik tidak berpengaruh terhadap nilai derajat keasaman (pH) di perairan.

## BAB V PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Konsentrasi kelimpahan mikroplastik pada sedimen Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh yaitu 77,92 partikel/kg. Jumlah kelimpahan mikroplastik tertinggi terdapat pada titik *sampling* 6, dan terendah pada titik *sampling* 1. Jenis mikroplastik yang paling dominan ditemukan pada sampel sedimen Sungai Krueng Aceh yaitu jenis *fiber* sebanyak 47,5 partikel/kg.
2. Kelimpahan nilai  $\chi$ FD (%) pada sampel sedimen Sungai Krueng Aceh diperoleh dengan rata-rata 0,34%, dengan nilai tersebut sumber magnetiknya diduga dari proses alami (pedogenik).
3. Konsentrasi nilai kekeruhan yang tertinggi terdapat pada titik *sampling* 5 yang berlokasi di Peunayong Kota Banda Aceh dengan nilai kekeruhan 22,4 NTU, dan Konsentrasi pH di Sungai Krueng Aceh dalam kategori normal yang berkisar antara 6,9 – 7,3.
4. Berdasarkan hasil interpolasi dengan menggunakan metode *Kriging*, Hasil interpolasi kelimpahan mikroplastik pada titik *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik *sampling* 6, 7 dan 8. Zona kuning pada titik *sampling* 5. Zona hijau pada titik *sampling* 1, 2, 3 dan 4. Hasil interpolasi nilai suseptibilitas magnetik bergantung (%) pada titik *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik 1, 5, dan 8. Zona kuning pada titik *sampling* 2 dan 6. Zona hijau pada titik *sampling* 3, 4, dan 7. Hasil interpolasi kekeruhan pada titik *sampling* yang termasuk zona merah yaitu titik 1, 2, 3, 5, dan 6. Zona kuning pada titik *sampling* 4 dan 7. Zona hijau pada titik *sampling* 8. Hasil interpolasi pH pada titik *sampling* yang termasuk zona merah yaitu 2 dan 5. Zona kuning pada titik *sampling* 3, 6 dan 8. Zona hijau pada titik *sampling* 1, 4, dan 7.
5. Berdasarkan korelasi Pearson, terdapat hubungan antara mikroplastik dengan logam berat terutama logam berat Zn yang memiliki korelasi 0,878. Korelasi

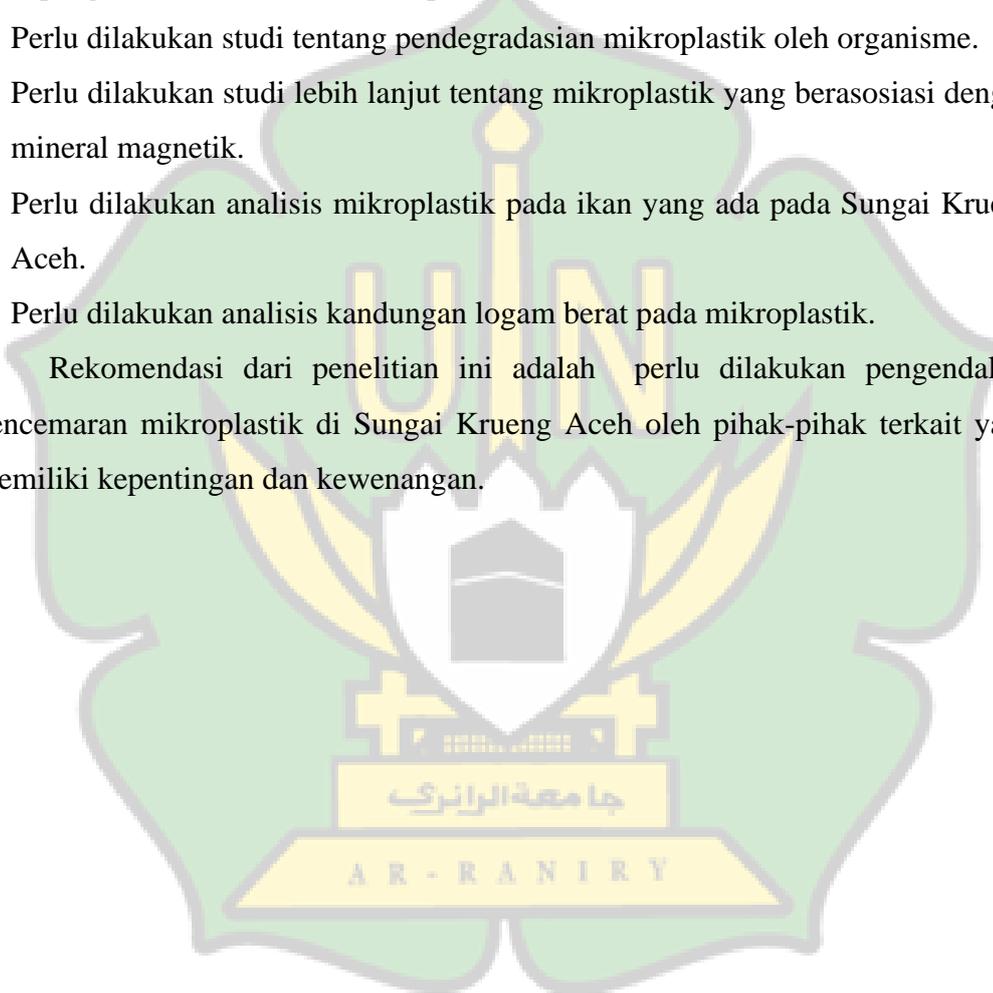
negatif antara mikroplastik dengan nilai suseptibilitas magnetik yang nilai korelasinya -0,844. Korelasi rendah dan negatif antara mikroplastik dengan kekeruhan yaitu -0,137 (tidak berkorelasi). dan korelasi rendah antara mikroplastik dengan derajat keasaman (pH) sebesar 0,052 (tidak berkorelasi).

## 5.2 Saran dan Rekomendasi

Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh beberapa saran untuk pengembangan ilmu pengetahuan dan riset. Beberapa saran tersebut adalah:

1. Perlu dilakukan studi tentang pendegradasian mikroplastik oleh organisme.
2. Perlu dilakukan studi lebih lanjut tentang mikroplastik yang berasosiasi dengan mineral magnetik.
3. Perlu dilakukan analisis mikroplastik pada ikan yang ada pada Sungai Krueng Aceh.
4. Perlu dilakukan analisis kandungan logam berat pada mikroplastik.

Rekomendasi dari penelitian ini adalah perlu dilakukan pengendalian pencemaran mikroplastik di Sungai Krueng Aceh oleh pihak-pihak terkait yang memiliki kepentingan dan kewenangan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Addauwiyah, R. (2021). Kajian Distribusi dan Pemetaan Mikroplastik Pada Sedimen Sungai Deli Kota Medan. In *Skripsi*. Sumatera Utara.
- Agustina, S., Nuraini, S. P., Purnama, S., dan Siregar, E. E. W. (2020). Identifikasi Awal Sampah Apung Anorganik Di Muara Sungai Krueng Aceh, Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 9(1), 131–140.
- Ainuddin, A., dan Widyawati. (2017). Studi Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Di Perairan Sungai Tabobo Kecamatan Malifut Kabupaten Halmahera Utara. *Jurnal Ecosystem*, 17(1), 653–659.
- Aji, Y. B. (2020). Analisis X-Ray Diffraction (XRD) pada Friction Stir Welding pada Aluminium Seri 6061-T6 Dengan Penambahan Filler Pelat seng dan Pelat Kuningan. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Alam, F. C., Sembiring, E., Muntalif, B. S., dan Suendo, V. (2019). Microplastic Distribution in Surface Water and Sediment River Around Slum and Industrial Area (Case Study: Ciwalengke River, Majalaya District, Indonesia). *Chemosphere*, 224, 637–645.
- Alfaisal, A., Syamsidik, S., dan Masimin, M. (2017). Kajian Pola Sebaran Sedimen Pada Saluran Banjir Sungai Krueng Aceh. *Jurnal Teknik Sipil*, 6(3), 283–296.
- Alimin, Maryono, dan Putri, S. E. (2016). Analisis Kandungan Mineral Pasir Pantai Losari Kota Makassar Menggunakan XRF dan XRD. *Jurnal Chemica*, 17(2), 19–23.
- Almahdahlizah, V. (2019). *Analisis Kelimpahan dan Jenis Mikroplastik Pada Air dan Sedimen di Sungai Wonorejo, Surabaya, Jawa Timur*. Brawijaya.
- Anggeraeni, R. W., Rachma, A. J., Ustati, R. T., dan Astuti, I. A. D. (2020). Analisis Kualitas Air Sungai Ciliwung ditinjau dari Parameter pH dan Kekeruhan Air Berbasis Logger Pro. *Sinasis*, 1(1), 29–38.
- Aprianto, R., dan Brtopuspito, K. S. (2017). Analisis Suseptibilitas Magnetik Batuan Pengeboran di Blok Elang Sumbawa. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 1(3), 226.
- Arnop, O., Budiyanto, dan Saefuddin. (2019). Kajian Evaluasi Mutu Sungai Nelas Dengan Metode Storet Dan Indeks Pencemaran. *Naturalis: Jurnal Penelitian Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan*, 8(1), 15–24.
- Ashworth, P. J., Best, J. L., dan Parsons, D. R. (2015). Fluvial-Tidal Sedimentology. In J. L. Best (Ed.), *Developments in Sedimentology* (Vol. 68). Elsevier.

- Asnawi, M. J. (2016). Pemanfaatan Daerah Aliran Sungai Krueng Aceh Kecamatan Krueng Barona Jaya Menurut Konsep Ihya Al-Mawat. In *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Aswant, I. Al. (2016). Analisis Perbandingan Metode Interpolasi untuk Pemetaan pH Air Pada Sumur Bor di Kabupaten Aceh Besar Berbasis SIG. In *Skripsi*. Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh.
- Ayun, N. Q. (2019). Analisis Mikroplastik Menggunakan Ft-Ir Pada Air, Sedimen, Dan Ikan Belanak (Mugil cephalus) Di Segmen Sungai Bengawan Solo Yang Melintasi Kabupaten Gresik. In *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Ayuningtyas, W. C., Yona, D., Julinda, S. H., dan Iranawati, F. (2019). Kelimpahan Mikroplastik Pada Perairan Di Banyuurip, Gresik, Jawa Timur. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 3(1), 41–45.
- Azizah, P., Ridlo, A., dan Suryono, C. A. (2020). Mikroplastik Pada Sedimen Di Pantai Kartini Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 9(3), 326–332.
- Badan Pusat Statistik. (2020). *Badan Pusat Statistik Kota Banda Aceh*. Badan Pusat Statistika Kota banda Aceh.
- Badan Standardisasi Nasional. (2005). Air dan air limbah – Bagian 25 : Cara uji kekeruhan dengan nefelometer. *SNI 06-6989.25-2005*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2008). Air dan air limbah - Bagian 57: Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. *SNI, 6989.57:2008*.
- Badan Standardisasi Nasional. (2004). Air dan air limbah - Bagian 11: Cara uji derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter. *SNI 06-6989.11-2004*.
- Brempong, F., Mariam, Q., dan Preko, K. (2016). The use of magnetic susceptibility measurements to determine pollution of agricultural soils in road proximity. *African Journal of Environmental Science and Technology*, 10(9), 263–271.
- Brennecke, D., Duarte, B., Paiva, F., Caçador, I., dan Canning-Clode, J. (2016). Microplastics as Vector For Heavy Metal Contamination From the Marine Environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 1(7), 189–195.
- Burchard, H., Bolding, K., dan Villarreal, M. R. (2004). Three-Dimensional Modelling Of Estuarine Turbidity Maxima In A Tidal Estuary. *Ocean Dynamics*, 54(2), 250–265.
- Daryanti, N. Y., Zulaikah, S., Mufti, N., dan Haryati, D. S. (2018). Suseptibilitas

- Magnetik dan Kelimpahan Mineral Magnetik pada Tanah Sawah di Lawang dan Soekarno-Hatta, Malang. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)*, 3(1), 48–54.
- Dewi, I. S., Anugrah, A. B., dan Irwan, R. R. (2015). Distribusi Mikroplastik pada Sedimen di Muara Badak , Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 4(3), 121–131.
- Dian, S., Setiawan, B., dan Karsinah. (2012). Dampak Sedimentasi Bendungan Soedirman Terhadap Kehidupan Ekonomi Masyarakat. *JEJAK: Jurnal Ekonomi Dan Kebijakan*, 5(2), 117–126.
- Erlanda, E. P., Soeryamassoeka, S. B., dan Yuniarti, E. (2012). Kajian Sedimentasi Pada Sumber Air Baku PDAM Kota Pontianak. *Jurnal Teknik Sipil*, 12(2), 151–162.
- Etcheber, H., Taillez, A., Abril, G., Garnier, J., Servais, P., Moatar, F., dan Commarieu, M. V. (2007). Particulate Organic Carbon In The Estuarine Turbidity Maxima Of The Gironde, Loire And Seine Estuaries: Origin And Lability. *Hydrobiologia*, 588(1), 245–259.
- Firdaus, M., Trihadiningrum, Y., dan Lestari, P. (2019). Microplastic Pollution in the Sediment of Jagir Estuary, Surabaya City, Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 150.
- Gadeng, A. N., Ramli, R., Maulidian, M. O. R., Aksa, F. I., Rohmat, D., dan Desfandi, M. (2020). Kajian Tipologi dan Pemanfaatan Sumber Daya Air di Provinsi Aceh. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(2), 333–341.
- Hadi, B. S. (2013). Metode Interpolasi Dalam Studi Geografi (Ulasan Singkat dan Contoh Aplikasinya). *Geomedia*, 11(2), 231–240.
- Hadi, I., Suhendrayatna, S., dan Muchlisin, Z. A. (2018). Status Mutu Air Dan Kandungan Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Muara Krueng Aceh, Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan, Pesisir Dan Perikanan*, 7(2), 91–99.
- Hakim, F. (2020). Uji Reliabilitas Metode Suseptibilitas Magnetik dalam Memonitoring Logam Berat pada Sedimen Dasar Sungai Krueng Aceh. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh.
- Hambali, R., dan Apriyanti, Y. (2016). Studi Karakteristik Sedimen Dan Laju Sedimentasi Sungai Daeng – Kabupaten Bangka Barat. *Jurnal Fropil*, 4(2), 165–174.
- Harpah, N., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., dan Addauwiyah, R. (2020). Analisa jenis, bentuk dan kelimpahan mikroplastik di sungai sei sikambang medan. *Sains Dan Teknologi*, 20(20), 108–115.

- Harsanto, P., Ikhsan, J., Pujiyanto, A., Hartono, E., Fitriadin, A. A., Hakim, A., dan Kuncoro, B. (2015). Karakteristik Bencana Sedimen Pada Sungai Vulkanik. *Seminar Nasional Teknik Sipil*, 200–207.
- Hastuti, A. Y. U. R., Yulianda, F., dan Wardiatno, Y. (2014). Distribusi Spasial Sampah Laut di Ekosistem Mangrove Pantai Indah Kapuk, Jakarta. *Bonorowo Wetlands*, 4(12), 94–107.
- Hasyim, M., dan Listiawan, T. (2014). Penerapan Aplikasi IBM SPSS Untuk Analisis Data Bagi Pengajar Pondok Hidayatul Muftadi'in Ngunut Tulungagung Demi Meningkatkan Kualitas Pembelajaran dan Kreativitas Karya Ilmiah Guru. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 28–35.
- He, B., Goonetilleke, A., Ayoko, G. A., dan Rintoul, L. (2019). Abundance, Distribution Patterns, and Identification of Microplastics in Brisbane River Sediments, Australia. *Science of the Total Environment*.
- Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., dan Thiel, M. (2012). Microplastics in the Marine Environment: A Review of the Methods Used for Identification and Quantification. *Environmental Science and Technology*, 46(6), 3060–3075.
- Hidayatullah, H. M. (2019). Analisa angkutan sedimen total pada sungai desa terusan menang kecamatan sp padang. *Skripsi*. Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Hiwari, H., Purba, N. P., Ihsan, Y. N., Yuliadi, L. P. S., dan Mulyani, P. G. (2019). Kondisi Sampah Mikroplastik Di Permukaan Air Laut Sekitar Kupang Dan Rote, Provinsi Nusa Tenggara Timur. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon*, 5(2), 165–171.
- Ismi, H., Amalia, A. R., Sari, N., Gesriantuti, N., dan Badrun, Y. (2019). Dampak Mikroplastik Terhadap Makrozoobentos; Suatu Ancaman Bagi Biota Di Sungai Siak, Pekanbaru. *Prosiding Sains Tekes FMIPAKes UMRi*, 1(1), 92–104.
- Jamaludin, A., dan Adiantoro, D. (2012). Analisis Kerusakan X-Ray Fluorescence (XRF). *Pengelolaan Instalasi Nuklir*, 9(10), 19–28.
- Kapo, F. A., Toruan, L. N. L., dan Paulus, C. A. (2020). Permukaan Air Di Perairan Teluk Kupang. *Jurnal Bahari Papadak*, 1(1), 10–21.
- Karyasa, W. (2013). Studi X-Ray Fluorescence Dan X-Ray Diffraction Terhadap Bidang Belah Batu Pipih Asal Tejakula. *Jurnal Sains Dan Teknologi*, 2(2), 204–212.
- Labibah, W., dan Triajie, H. (2020). Keberadaan Mikroplastik Pada Ikan Swanggi (*Priacanthus tayenus*), Sedimen Dan Air Laut Di Perairan Pesisir Brondong,

- Kabupaten Lamongan. *Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 1(3), 351–358.
- Laila, Q. N., Purnomo, P. W., dan Jati, O. E. (2020). Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Di Desa Mangunharjo, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 4(1), 28–35.
- Layn, A. A., Emiyarti, dan Ira. (2020). Distribusi Mikroplastik Pada Sedimen Di Perairan Teluk Kendari. *Jurnal Sapa Laut*, 5(2), 115–122.
- Louk, A. C., Sutaji, H. I., dan Suparta, G. B. (2017). Pemutakhiran Mikroskop Cahaya Monokuler Menjadi Mikroskop Digital Untuk Pembelajaran Siswa Sma/Sederajat. *Jurnal Fisika Sains Dan Aplikasinya*, 2(2), 101–104.
- Masrayanti, I. (2014). Analisa Sifat Suseptibilitas Magnetik Batuan Pada Daerah Geotermal Di Kawasan Ie Jue, Aceh Besar. *Skripsi*. Universita Syiah Kuala Banda Aceh.
- Mauludy, M. S., Yunanto, A., dan Yona, D. (2019). Kelimpahan Mikroplastik pada Sedimen Pantai Wisata Kabupaten Badung, Bali. *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 21(2), 73.
- Mehora, S. (2018). Analisis Pengaruh Sifat kemagnetan Bahan Seng Terhadap Medan Magnet Lokal di BMKG Tondano. *Saintifik*, 4(2), 111–122.
- Mitchell, S. B., West, J. R., Arundale, A. M. W., Guymmer, I., dan Couperthwaite, J. S. (1998). Dynamics of the Turbidity Maxima in the Upper Humber Estuary System, UK. *Marine Pollution Bulletin*, 37(3–7), 190–205.
- Naldi, F., dan Budiman, A. (2018). Analisis Suseptibilitas Magnetik Tanah Lapisan Atas sebagai Indikator Bencana Longsor di Bukit Sula Kecamatan Talawi Kota Sawahlunto. *Jurnal Fisika Unand*, 7(2), 110–116.
- Nasrullah, dan Kartiwa, B. (2010). Analisis Alih Fungsi dan Keterkaitannya dengan Karakteristik Hidrologi DAS Krueng Aceh. *Jurnal Tanah Dan Iklim*, 31(3), 81–98.
- Ningrum, P. S. (2019). Interaksi Logam Berat Cu Pada Surface Mikroplastik Di Perairan Musi Provinsi Sumatera Selatan. *Skripsi*. Universitas Sriwijaya. Indralaya.
- Nurhidayah. (2016). Karakteristik Material Pasir Besi Dengan Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) Di Pantai Marina Kabupaten Bantaeng. In *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Nurmalita, Maulidia, dan Syukri, M. (2013). Analisa Kekeruhan dan Kandungan Sedimen dan Kaitannya Dengan Kondisi DAS Sungai Krueng Aceh. *Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Masyarakat Menuju*

*Hutan Aceh Berkelanjutan.*

- Oktamuliani, S., Samsidar, Nasri, dan Nehru. (2015). Identifikasi Mineral Pada Batuan Granit Di Geopark Merangin Provinsi Jambi Menggunakan X-Ray Diffraction (XRD) Dan Scanning Electron Microscopy. *Journal Online of Physics*, 1(1), 12–17.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32. (2017). *Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan dan persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua, dan Pemandian Umum.*
- Peraturan Pemerintah Indonesia Republik Indonesia Nomor 38. (2011). *Sungai*. Sekretariat Negara.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82. (2001). *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Presiden Republik Indonesia.
- Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 83. (2018). *Penanganan Sampah Laut*. Sekretariat Negara.
- Prabowo, N. P. (2020). *Identifikasi Keberadaan dan Bentuk Mikroplastik pada Sedimen dan Ikan di Sungai Code, D.I Yogyakarta*. Universitas Islam Indonesia.
- Prakoso, A. G., Darmasetiawan, R., Pratiwi, R. A., Widjatmoko, B., Kirana, K. H., dan Fitriani, D. (2016). Sifat Magnetik Tanah Dan Daun Sebagai Indikator Pencemaran Pencemaran. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*, 5(1), 1–6.
- Pramono, G. H. (2008). Akurasi Metode IDW dan Kriging untuk Interpolasi Sebaran Sedimen Tersuspensi. *Forum Geografi*, 22(1), 97–110.
- Prasetyaningrum, N. (2017). *Standard Operating Procedure Penggunaan Mikroskop Olympus*. Universitas Brawijaya.
- Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., dan Rocha-Santos, T. (2019). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *Science of the Total Environment*, 1–32.
- Pratiwi, R. A., Prakoso, A. G., Darmasetiawan, R., Agustine, E., Kirana, K. H., dan Fitriani, D. (2016). Identifikasi Sifat Magnetik Tanah Di Daerah Tanah Longsor. *Seminar Nasional Fisika*, 5, 7–10.
- Rahayu, S., Widodo, R. H., Noordwijk, M. Van, Indra, S., dan Verbist, B. (2009). Monitoring Air di Daerah Aliran Sungai. In *word agroforestry centre - Southeast Asia Regional Office*.

- Rahmadhani, F. (2019). Identifikasi Dan Analisis Kandungan Mikroplastik Pada Ikan Pelagis Dan Demersal Serta Sedimen Dan Air Laut Di Perairan Pulau Mandangin Kabupaten Sampang. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.
- Rahmat, Izziah, dan Saleh, S. M. (2018). Pemanfaatan dan Penataan Ruang Tepi Sungai Krueng Aceh Kota Banda Aceh. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil Dan Perencanaan*, 1(1), 90–100.
- Rantung, M. M., Binilang, A., Wuisan, E. M., dan Halim, F. (2013). Analisis Erosi dan Sedimentasi Lahan Di Sub Das Panasen Kabupaten Minahasa. *Jurnal Sipil Statik*, 1(5), 309–317.
- Rezeki, S. (2019). Pengaruh Peletakan Krib Terhadap Pola Aliran Sungai Krueng Aceh Pada Jembatan Pango. In *Tesis*. Universitas Syiah Kuala.
- Rositasari, R., dan Rahayu, S. K. (1994). Sifat-sifat Estuari dan Pengelolaannya. *Jurnal Oseana*, 19(3), 21–31.
- Rozalia, G., Yasin, H., dan Ispriyanti, D. (2016). Penerapan Metode Ordinary Kriging Pada Pendugaan Kadar NO<sub>2</sub> Di Udara. *Gaussian*, 5(2), 113–121.
- Sahabuddin, H., Harisuseno, D., dan Yuliani, E. (2014). Analisa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran sungai wanggu kota kendari. *Jurnal Teknik Pengairan*, 5(1), 19–28.
- Sari, Y. W., Darnas, Y., dan Hamdan, A. M. (2020). Karakterisasi Sifat Magnetik Daun Untuk Analisa Polusi Udara: Sebuah Tinjauan Ulang. *Jurnal Serambi Engineering*, 5(4), 1367–1377.
- Sejati, S. P. (2019). Perbandingan Akurasi Metode Idw dan Kriging Dalam Pemetaan Muka Air Tanah. *Geografi Indonesia*, 33(2), 49–57.
- Septian, F. M., Purba, N. P., Agung, M. U. K., Yuliadi, L. P. S., Akuan, L. F., dan Mulyani, P. G. (2018). Sebaran Spasial Mikroplastik di Sedimen Pantai Pangandaraan, Jawa Barat. In *Journal Geomaritim Indonesia*, 1(1), 1–8.
- Sihombing, F. I. (2016). Analisa Kadar Fluorida (F-) dan Kekeruhan Pada Air Minum dan Air Bersih di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Kelas 1 Medan. *Universitas Sumatera Utara*, 2(1), 4–16.
- Suandayani, N. K. T. (2018). Analisa Mineral Magnetik dalam Masalah Lingkungan. *Jurnal Geofisika*, 1(1), 19–27.
- Subagia, I. D. G. A. (2015). *Modul Praktikum Metalurgi*. Fakultas Teknik Universitas Udayana.

- Sudarningsih, Zainuddin, A., dan Siregar, S. S. (2018). *Suseptibilitas Magnetik Pada Sedimen Sungai Martapura Kalimantan Selatan*. Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.
- Sunaryo, dan Widyawidura, W. (2010). Metode Pembelajaran Bahan Magnet Dan Identifikasi Kandungan Senyawa Pasir Alam Menggunakan Prinsip Dasar Fisika. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 1(1), 67–79.
- Susetyaningsih, A. (2012). Pengaturan Penggunaan Lahan Di Daerah Hulu Das Cimanuk Sebagai Upaya Optimalisasi Pemanfaatan Sumberdaya Air. *Jurnal Konstruksi Sekolah Tinggi Teknologi Garut*, 10(1), 1–8.
- Sutriyono. (2016). Rancang Bangun Mikroskop Riset Stereo Untuk Mendokumentasikan Video Pergerakan Hydra Sp Sebagai Daya Dukung Terhadap Praktikum Sistematika Hewan Avertebrata. *Integrated Lab Journal*, 4(2), 225–230.
- Syahrial, A., Azmeri, dan Meilianda, E. (2017). Analisa Kekeringan Menggunakan Metode Theory of Run di DAS Krueng Aceh. *Jurnal Teoretis Dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 24(2), 167–172.
- Syam, L. M. (2017). Uji Karakteristik Nanopartikel Magnetit (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) Menggunakan X-Ray Diffraction Dan Scanning Electron Microscopy. In *Skripsi*. Universitas Islam negeri Alauddin. Makassar.
- Tiwow, V. A., Rampe, M. J., dan Arsyad, M. (2018). Kajian Suseptibilitas Magnetik Bergantung Frekuensi terhadap Pasir Besi Kabupaten Takalar Study of Frequency-Dependent Magnetic Susceptibility to the Iron Sand in Takalar Regency. *Jurnal Sainsmat*, 7(2), 136–146.
- Undang-undang Republik Indonesia Nomor 32. (2009). *Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup* (Issue December). Presiden Republik Indonesia.
- Usman, K. O. (2014). Analisis Sedimentasi Pada Muara Sungai Komering Kota Palembang. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(2), 209–215.
- Vinh, V. D., Ouillon, S., dan Van Uu, D. (2018). Estuarine Turbidity Maxima and variations of aggregate parameters in the Cam-Nam Trieu Estuary, North Vietnam, in Early Wet Season. *Water: MDPI*, 10(1), 20–22.
- Virsek, M. K., Palatinus, A., Koren, S., Peterlin, M., Horvat, P., dan Krzan, A. (2016). Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments: Jove*, 10(118), 1–9.
- Wahjono, H. D., dan Yudo, S. (2006). Peranan Teknologi Pemantauan Secara Online Dalam Pengelolaan Kualitas Lingkungan. *Jurnal Analisis Lingkungan*, 2(2), 92–99.

- Wicaksono, D. D., Setiawan, N. I., Wilopo, W., dan Harijoko, A. (2017). Teknik Preparasi Sampel dalam Analisis Mineralogi dengan XRD di Departemen Teknik Geologi, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada. *Proceeding Seminar Nasional Kebumian Ke-10, September, 1864–1880*.
- Yumni, Z., Yunita, D., dan Sulaiman, M. I. (2020). Identifikasi Cemaran Mikroplastik pada Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis* C.) dan Dencis (*Sardinella lemuru*) di TPI Lampulo, Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1), 316–320.



## LAMPIRAN

### Lampiran 1. Dokumentasi Pengambilan Sampel



Proses pengambilan sampel sedimen Sungai krueng Aceh dengan Alat *Sediment grabber*.

- Lokasi: Gampong Jawa, Kota Banda Aceh.



Proses pengambilan sampel sedimen Sungai Krueng Aceh dalam alat *sediment grabber*.

- Lokasi: Beurawe, Kota Banda Aceh.



Proses sampel sedimen Sungai Krueng Aceh dimasukkan kedalam kemasan plastik dan dilakukan pelabelan.

- Lokasi: Gampong Jawa, Kota Banda Aceh.



Proses pengambilan sampel sedimen Sungai Krueng Aceh dengan pipa PVC.

- Lokasi: Peunayong, Kota Banda Aceh.



Proses pengambilan sampel sedimen Sungai Krueng Aceh dengan pipa PVC.

- Lokasi: Lueng Bata, Kota Banda Aceh



Proses pengambilan sampel sedimen dari pipa PVC, dimasukkan ke dalam kemasan plastik.

- Lokasi: Lampulo, Kota Banda Aceh.



Proses dilakukan pelabelan pada sampel yang sudah diambil.

- Lokasi: Beurawe, Kota Banda Aceh



Sampel-sampel sedimen Sungai Krueng Aceh kota Banda Aceh dimasukkan ke dalam *cool box*.

**Lampiran 2.** Dokumentasi preparasi sampel untuk pengukuran suseptibilitas magnetik, dan XRD.



Sampel sedimen Sungai Krueng Aceh dikeringkan dengan menggunakan wadah plastik pada suhu ruang.



Sampel sedimen yang sudah kering dihaluskan menggunakan alu dan mortal.



Sampel sedimen yang sudah halus dilakukan pengayakan dengan ayakan 40 mesh.



Sampel sedimen yang lolos ayakan dimasukkan dalam *holder* untuk pengukuran suseptibilitas magnetik.



Proses penarikan partikel magnetik dalam sampel sedimen ekstraksi dengan menggunakan besi magnetik.



Partikel-partikel magnetik yang menempel pada besi magnet dan dikumpulkan untuk pengukuran XRD.



Sampel-sampel sedimen Sungai Krueng Aceh.



Sampel-sampel sedimen dikirimkan ke laboratorium Fisika FMIPA Universitas Negeri Padang.

**Lampiran 3.** Dokumentasi preparasi sampel untuk analisis mikroplastik

Proses penimbangan sampel sedimen basah dengan neraca analitik.



Sampel sedimen Sungai Krueng Aceh di oven pada suhu 90<sup>0</sup>c selama 24 jam.



Proses penghalusan sampel sedimen menggunakan alu dan mortal.



Proses pengayakan sampel dengan saringan 40 *mesh*.



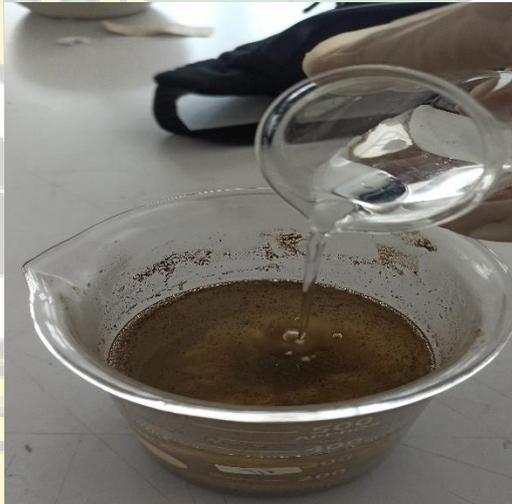
Proses penimbangan sampel sedimen yang lolos ayakan dengan neraca analitik.



Sampel sedimen dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang sudah terisi NaCl.



Proses didiamkan sampel dengan NaCl selama 24 jam.



Proses penambahan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%



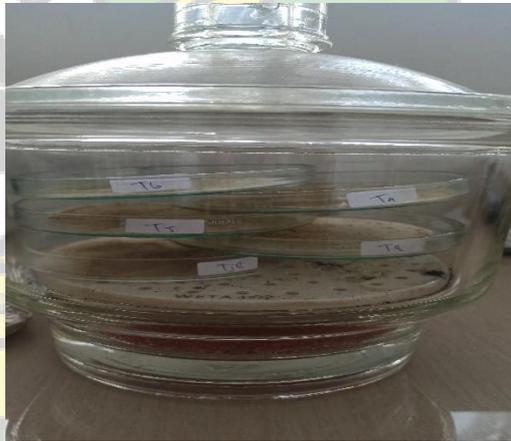
Proses pengadukan sampel dengan *magnetik stirer* pada suhu  $75^{\circ}\text{C}$  dengan 200 RPM.



Sampel-sampel sedimen yang didiamkan selama 48 jam.



Proses Penyaringan sampel dengan saringan kertas *Whatman No. 42*



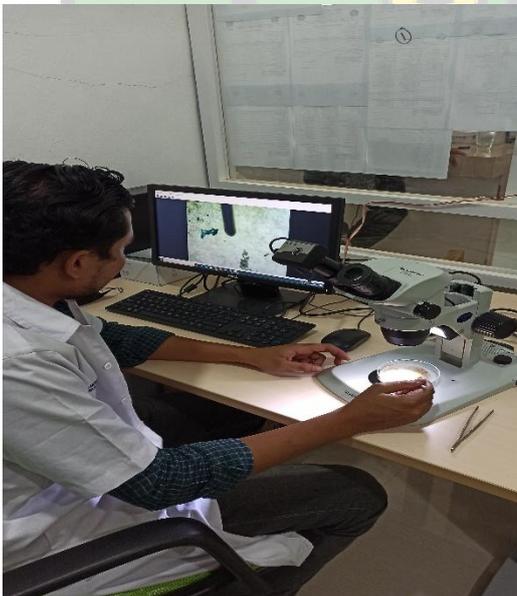
Proses didiamkan dengan desikator selama 24 jam.



Proses menghitung dan identifikasi mikroplastik dengan alat mikroskop binokuler.



Alat bantu analisis mikroplastik.



Menganalisis mikroplastik dengan alat bantu.



Menganalisis mikroplastik dengan alat bantu.

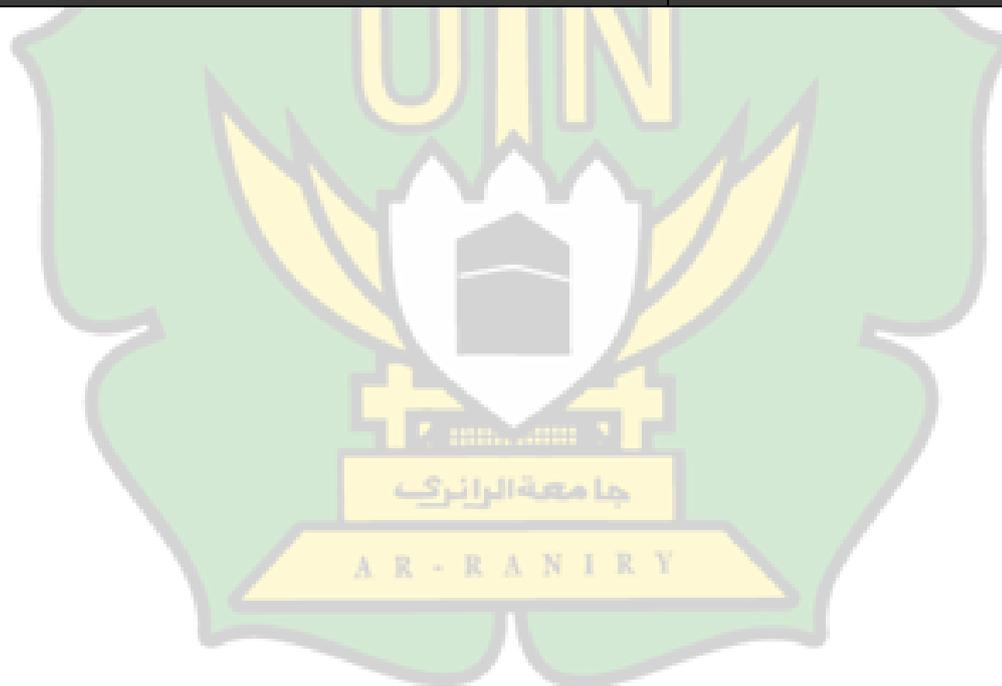
**Lampiran 4.** Jumlah Partikel Mikroplastik Pada Sampel Sedimen Sungai Krueng Aceh.

Koordinat	Kode Sampling	Jumlah Partikel Mikroplastik		
		Film	Fragmen	Fiber
5°32'05.7"N, 95°20'39.6"E	T 1	0	0	2
	TJ 1	2	1	2
	TL 1	1	2	1
5°33'13.1"N, 95°19'49.8"E	T 2	1	2	0
	TJ 2	2	3	4
	TL 2	0	0	4
5°33'09.7"N, 95°19'39.3"E	T 3	0	0	2
	TJ 3	0	3	3
	TL 3	3	2	4
5°33'15.3"N, 95°19'14.0"E	T 4	0	0	3
	TJ 4	1	2	7
	TL 4	2	2	2
5°33'38.2"N, 95°19'05.5"E	T 5	1	0	3
	TJ 5	2	2	7
	TL 5	1	3	8
5°34'16.9"N, 95°19'21.5"E	T 6	0	2	2
	TJ 6	1	2	13
	TL 6	2	3	11
5°34'47.9"N, 95°19'00.8"E	T 7	1	2	3
	TJ 7	1	2	5
	TL 7	2	3	11
5°34'59.9"N, 95°18'51.9"E	T 8	1	2	3
	TJ 8	2	3	9
	TL 8	3	4	5
<b>Jumlah</b>		29	45	114
		<b>188</b>		

**Keterangan:** T : Titik *Sampling* Tengah  
 TJ : Titik *Sampling* Tepi Kiri  
 TL : Titik *Sampling* Tepi Kanan

**Lampiran 5.** Hasil Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen Sungai Krueng Aceh

<b>Titik Sampling</b>	<b>Koordinat</b>	<b>Kelimpahan (partikel/kg)</b>
T1	5°32'05.7"N, 95°20'39.6"E	36,67
T2	5°33'13.1"N, 95°19'49.8"E	53,33
T3	5°33'09.7"N, 95°19'39.3"E	56,67
T4	5°33'15.3"N, 95°19'14.0"E	63,33
T5	5°33'38.2"N, 95°19'05.5"E	90
T6	5°34'16.9"N, 95°19'21.5"E	120
T7	5°34'47.9"N, 95°19'00.8"E	96,67
T8	5°34'59.9"N, 95°18'51.9"E	106,67
<b>Total</b>		<b>77,92</b>



**Lampiran 6.** Hasil Pengukuran Suseptibilitas Magnetik pada Sedimen Sungai Krueng Aceh

No.	Kode titik Sampling	$\chi_{LF}$	$\chi_{HF}$	$\chi_{FD}$ (%)
1	T1	340,0	338,1	0,5686
2	T2	261,1	260,6	0,1915
3	T3	350,0	348,8	0,3619
4	T4	231,7	231,7	0,0000
5	T5	199,5	198,8	0,3675
6	T6	310,2	308,7	0,4836
7	T7	133,1	132,5	0,4259
8	T8	190,7	190,0	0,3496
9	TJ1	387,0	386,4	0,1636
10	TJ2	163,5	162,8	0,4484
11	TJ3	220,6	220,1	0,2267
12	TJ4	331,7	330,6	0,3416
13	TJ5	186,6	186,3	0,1786
14	TJ6	155,5	155,3	0,1500
15	TJ7	331,4	330,9	0,1609
16	TJ8	260,0	258,8	0,4615
17	TL1	230,7	229,5	0,5058
18	TL2	283,4	282,5	0,3176
19	TL3	363,5	362,6	0,2476
20	TL4	251,9	250,9	0,3706
21	TL5	223,0	221,1	0,8372
22	TL6	318,1	317,0	0,3249
23	TL7	154,2	153,8	0,2378
24	TL8	486,3	484,5	0,3701

Keterangan: T : Titik *Sampling* Tengah  
 TJ : Titik *Sampling* Tepi Kiri  
 TL : Titik *Sampling* Tepi Kanan

### Lampiran 7. Hasil Analisis Korelasi Pearson

		Mp	Fe
Mp	Pearson Correlation	1	.721
	Sig. (2-tailed)		.279
	N	4	4
Fe	Pearson Correlation	.721	1
	Sig. (2-tailed)	.279	
	N	4	4

		Mp	Zn
Mp	Pearson Correlation	1	.869
	Sig. (2-tailed)		.131
	N	4	4
Zn	Pearson Correlation	.869	1
	Sig. (2-tailed)	.131	
	N	4	4

1. Korelasi mikroplastik dengan logam berat Fe
2. Korelasi mikroplastik dengan logam berat Zn

		Mp	XLF
Mp	Pearson Correlation	1	-.842**
	Sig. (2-tailed)		.009
	N	8	8
XLF	Pearson Correlation	-.842**	1
	Sig. (2-tailed)	.009	
	N	8	8

		Mp	XHF
Mp	Pearson Correlation	1	-.844**
	Sig. (2-tailed)		.008
	N	8	8
XHF	Pearson Correlation	-.844**	1
	Sig. (2-tailed)	.008	
	N	8	8

3. Korelasi mikroplastik dengan nilai susceptibilitas magnetik frekuensi rendah ( $\chi_{LF}$ )
4. Korelasi mikroplastik dengan nilai susceptibilitas magnetik frekuensi tinggi ( $\chi_{HF}$ )

		Mp	NTU
Mp	Pearson Correlation	1	-.137
	Sig. (2-tailed)		.746
	N	8	8
NTU	Pearson Correlation	-.137	1
	Sig. (2-tailed)	.746	
	N	8	8

		Mp	pH
Mp	Pearson Correlation	1	.054
	Sig. (2-tailed)		.898
	N	8	8
pH	Pearson Correlation	.054	1
	Sig. (2-tailed)	.898	
	N	8	8

5. Korelasi mikroplastik dengan nilai kekeruhan
6. Korelasi mikroplastik dengan nilai pH

**Lampiran 8. Waktu Pelaksanaan Penelitian**

No.	Uraian Kegiatan	Desember				Januari				Februari				Maret				April				Mei				Juni				Juli							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
<b>Persiapan Kegiatan</b>																																					
1	Pengumpulan Materi	■	■	■	■																																
2	Penyusunan Proposal		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■																								
3	Konsultasi Pembimbing			■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■				
4	Survei Lokasi					■																															
5	Seminar Laporan												■																								
<b>Pelaksanaan Penelitian</b>																																					
s1	Pengambilan Sampel																	■	■																		
2	Preparasi Sampel																	■	■	■	■																
3	Analisis Laboratorium																					■	■	■	■												
4	Analisis Data																						■	■	■	■	■	■	■								
5	Penyusunan Laporan																													■	■	■	■	■	■	■	■

جامعة الرانيري

AR-RANIRY